

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
021 Duero

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN
021.06 ARLANZA



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**

021.06 ARLANZA

ÍNDICE

1. CARACTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS.....	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO.....	3
1.2.1 <i>Litoestratigrafía y permeabilidad.....</i>	3
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES	8
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	8
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO.....	10
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA.....	10
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTORIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	12
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL.....	12
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO.....	27
3.2.1 <i>Análisis de series de aforos.....</i>	27
4. MANANTIALES	37
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	37
4.2 RESTO DE MANANTIALES.....	38
5. ZONAS HÚMEDAS	40
5.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL.....	40
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	43
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	45

ANEJOS:

- Anejo 1 Tablas de estaciones de control y medida de caudales
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**

021.06 ARLANZA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema hidrogeológico de la FGP Detritica terciaria.....	4
Figura 2. Corte hidrogeológico esquemático de la FGP Carbonatos Mesozoicos	5
Figura 3. Corte hidrogeológico esquemático del tramo en el río Quintanillas (021.06.003)	14
Figura 4. Corte hidrogeológico esquemático del tramo en el nacimiento del Arlanza (021.06.004)	15
Figura 5. Caudales diferenciales entre las estaciones 2031 y 2030 (promedio de los años 1964-2006).....	27
Figura 6. Situación aproximada de los puntos de aforo del PIAS (IGME, 1979)	28
Figura 7. Estimación del coeficiente de agotamiento en el tramo 021.06.002	29
Figura 8. Estimación del coeficiente de agotamiento en el tramo 021.06.006	31
Figura 9. Descomposición del hidrograma en la estación 2125 (promedio de los años 1974-2006) ...	32

**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**

021.06 ARLANZA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Masas de agua subterránea incluidas en el sistema de explotación 021.06 Arlanza	1
Tabla 2.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos	8
Tabla 3.	Identificación de los tramos de conexión río-acuífero.....	24
Tabla 4.	Modelo conceptual de relación río-acuífero según tramos	26
Tabla 5.	Aforos PIAS (IGME, 1979)	28
Tabla 6.	Resumen de la cuantificación río-acuífero.....	35
Tabla 7.	Manantiales principales. Sistema de explotación Arlanza (021.06)	38
Tabla 8.	Zonas húmedas asociadas al sistema de explotación 021.06-Arlanza	40
Tabla 9.	Estaciones de aforos propuestas.....	43

**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**

021.06 ARLANZA

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de situación	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	36
Mapa 5.	Mapa de manantiales	39
Mapa 6.	Mapa de zonas húmedas	41
Mapa 6A.	Mapa de zonas húmedas (bis)	42

1. Caracterización del sistema de explotación

1.1 Identificación, morfología y datos previos

El sistema de explotación de Arlanza se encuentra situado en la denominada Zona B, que cubre la zona noreste de la cuenca del Duero y abarca las cuencas del Arlanza, Pisuerga y Carrión. Está situado prácticamente en su totalidad en la provincia de Burgos aunque la zona sur se encuentra ubicada en la provincia de Palencia.

En el siguiente cuadro se puede observar la relación de masas de agua subterránea (MASb) que incluye el sistema de Arlanza y el porcentaje de área de cada MASb dentro del sistema de explotación:

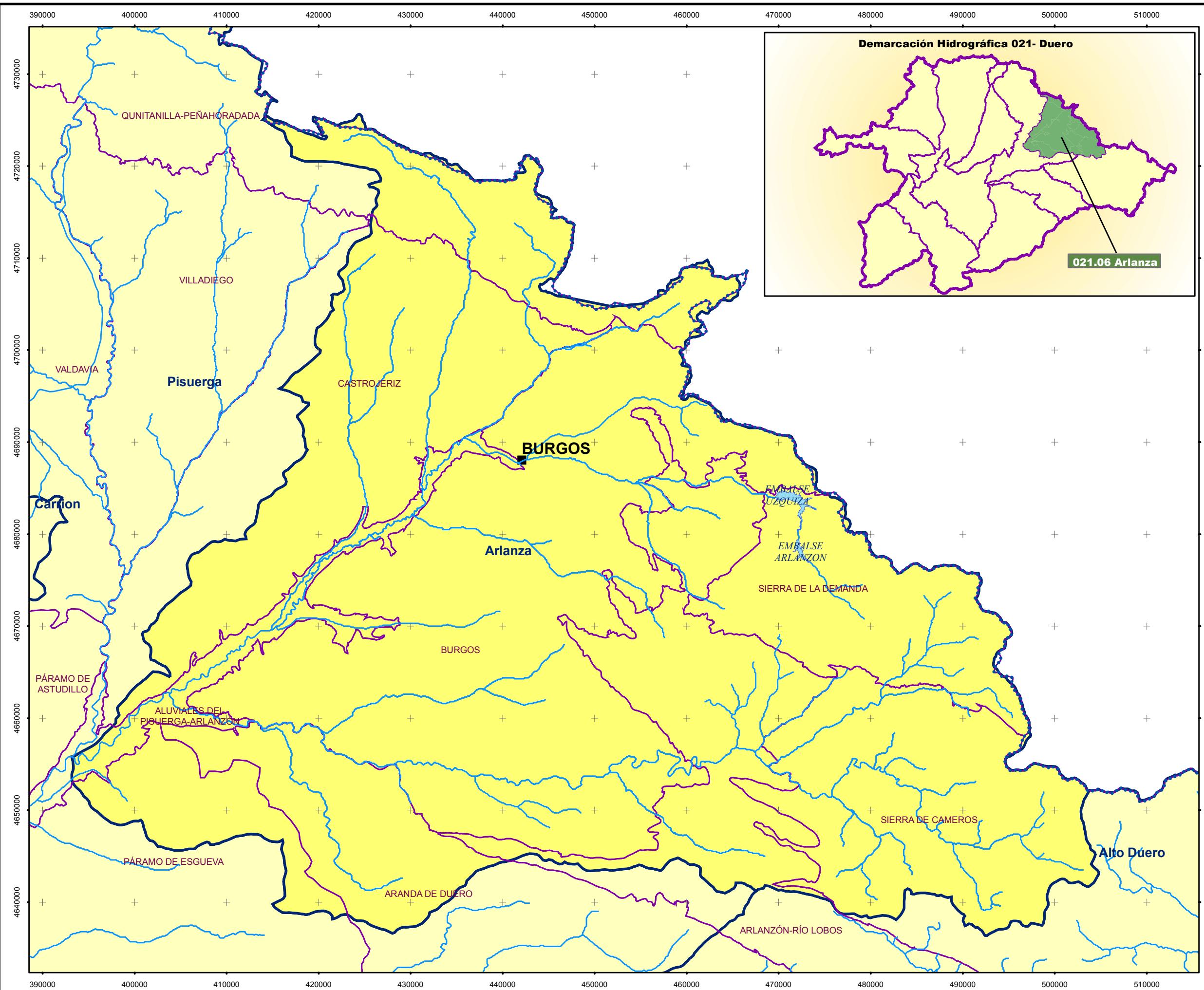
MASb	% de MASb en el sistema de explotación
021.020 ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	35.60
021.030 ARANDA DE DUERO	14.54
021.018 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	57.24
021.017 BURGOS	100.00
021.016 CASTROJERIZ	70.49
021.029 PÁRAMO DE ESGUEVA	9.81
021.004 QUNITANILLA-PEÑAHORADADA	29.94
021.027 SIERRA DE CAMEROS	30.82
021.021 SIERRA DE LA DEMANDA	100.00
021.067 TERCARIO DETRÍTICO CONFINADO DE LOS PÁRAMOS*	9.81

*La MASb 021.067 Tercario detritico confinado de los Páramos se desarrolla bajo la MASb 021.029 en este sector de la cuenca.

Tabla 1. *Masas de agua subterránea incluidas en el sistema de explotación 021.06 Arlanza*

Los principales cauces presentes en el sistema son el Arlanza y su afluente por la margen derecha, el Arlanzón.

El río Arlanzón está regulado por los embalses de Arlanzón y Urquiza. En el río Arlanza no hay ningún embalse ni demandas servidas por canales estatales (CHD, 2007).



1.2 Contexto Hidrogeológico

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

En el sistema de explotación de Arlanza se encuentran diversos tipos de materiales permeables, pudiéndose diferenciar las siguientes FGPs:

- **FGP Detritica terciaria¹.** Se trata de materiales detriticos de relleno de la cuenca depositados durante el Terciario y constituidos por arcosas, arenas y gravas englobadas en una matriz arcillo-limosa. Constituyen en conjunto un acuífero muy heterogéneo y anisótropo que se comporta como confinado o semiconfinado. La recarga se produce, además de por infiltración directa de la lluvia, por la descarga lateral procedente de los niveles mesozoicos. La dirección del flujo principal, es hacia el centro de la cuenca del Duero (dirección este-oeste), pero los niveles de margas yesíferas de la región de los páramos localizadas en el límite oeste del sistema de explotación, de carácter impermeable, impiden la circulación hacia el oeste forzando que el flujo adquiera una componente fundamentalmente vertical, provocando el drenaje hacia los ríos Duero, Esgueva y Arlanza, lo que origina un flujo de carácter tridimensional, descendente en el borde este y ascendente en el borde oeste. No obstante, a pesar del alto grado de impermeabilidad del límite oeste, existe una pequeña transferencia lateral hacia la región de los páramos, cifrada en la bibliografía en 5 hm³/año (IGME, 1979).

Además existen formaciones detriticas terciarias confinadas bajo los páramos de Torozos y Esgueva, que dan lugar a la MASb 021.067. Estos materiales permiten q exista un flujo profundo no impedido por los materiales impermeables del oeste del sistema de explotación.

¹ Los materiales que componen la FGP Detritica terciaria son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME:

- FH 311: Areniscas .cuarcíticas.,gravas silíceas, conglomerados, arcillas rosadas, calizas, limolitas, y a veces yesos (Garumn) (Paleógeno)
- FH 323: Lutitas rojas con niveles conglomeráticos, areniscas y costras calcáreas (Paleógeno-Neógeno)
- FH 328: Limos y arenas ocres, con niveles conglomeráticos .y costras (Neógeno)
- FH 329: Conglomerados calcáreos y arcillas rojizas (Neógeno)
- FH 378: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas. Costras a techo (Neógeno)

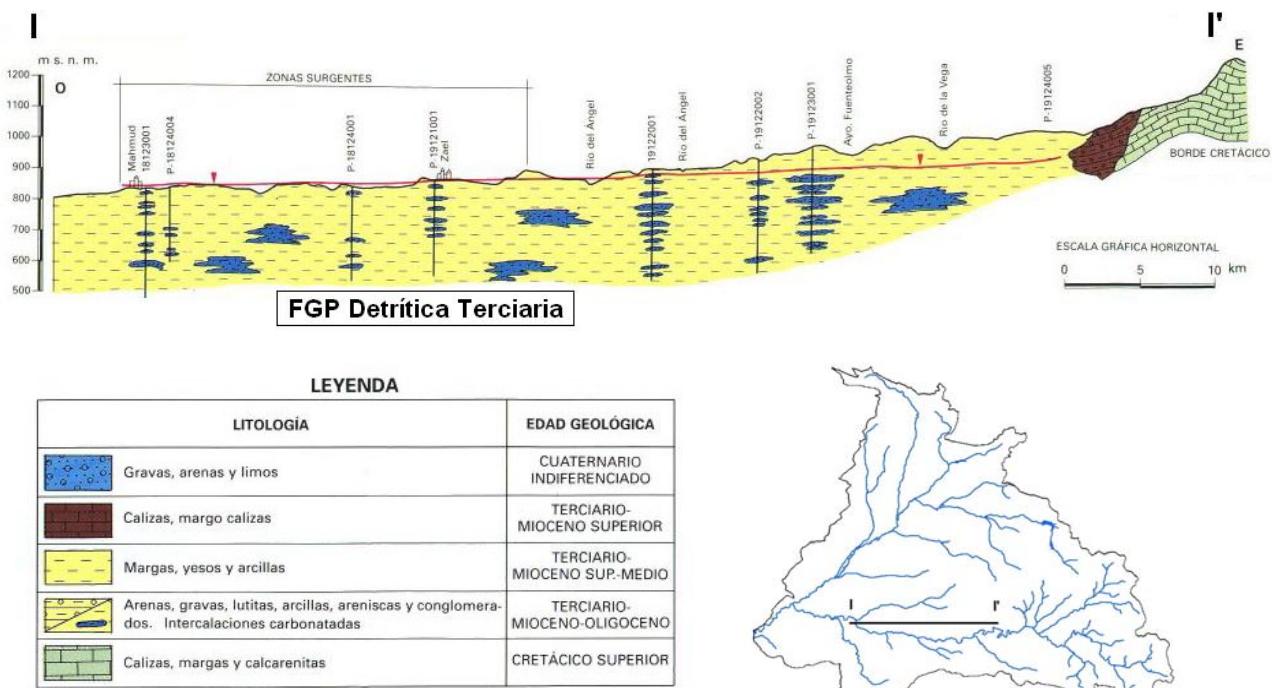


Figura 1. Esquema hidrogeológico de la FGP Detritica terciaria.

Sobre estos materiales yacen depósitos detríticos cuaternarios de alta permeabilidad compuestos por arenas, limos arenosos y arcillas que están en contacto hidráulico con los materiales detríticos terciarios, formando un sistema libre.

En el sistema de explotación esta FGP está presente fundamentalmente en la MASb 021.017-Burgos y en parte en la MASb 021.030-Aranda de Duero.

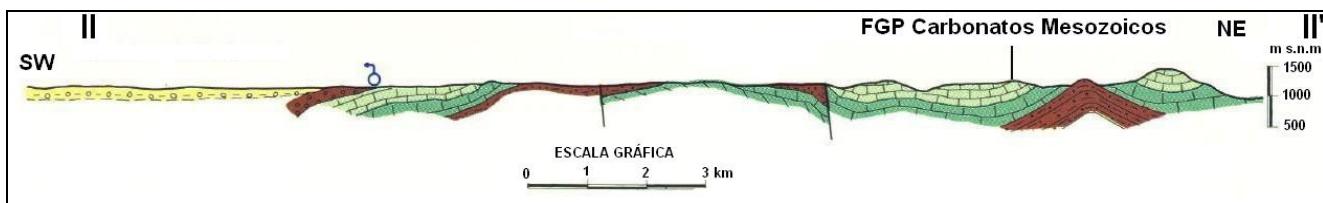
FGP Carbonatos Mesozoicos². Está constituida por calizas, dolomías, calcarenitas y margas mesozoicas plegadas y karstificadas de muy alta, alta y media permeabilidad.

Funciona en régimen libre, recargándose por medio de la infiltración del agua de lluvia y descargándose principalmente por medio del drenaje hacia ríos y manantiales y por descargas laterales hacia los materiales detríticos terciarios.

En el sistema de explotación están presentes fundamentalmente en las MASb 021.004-Quintanilla-Peñahoradada, 021.018-Arlanzón-río Lobos y 021.027-Sierra de Cameros.

² Los materiales que componen la FGP Carbonatos mesozoicos son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME:

- FH 157: Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Triásico superior)
- FH 160: Calizas generalmente oolíticas, con nódulos de sílex y, a veces, margas (Jurásico medio)
- FH 167:
- FH 1541: Calizas y dolomías (Cretácico superior)
- FH 1543: Calizas, margas y calcarenitas (Cretácico superior)
- FH 197: Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
- FH 201: Calizas, dolomías, brechas dolomíticas y margas (Cretácico superior)



Modificado del Atlas del medio hídrico de la provincia de Burgos (Diputación Provincial de Burgos-IGME, 1998)

LEYENDA	
LITOLOGÍA	EDAD GEOLÓGICA
Conglomerados, areniscas y arcillas	TERCIARIO
Conglomerados de borde	TERCIARIO INFERIOR
Calcarentas bioclasticas, calizas, dolomias, arenas y arcillas	CRETÁCICO SUPERIOR
Calizas, calizas dolomíticas, calcarenitas y margas	CRETÁCICO MEDIO
Areniscas, arenas y limos	CRETÁCICO INFERIOR
Areniscas, arcillas, conglomerados y calizas	CRETÁCICO INFERIOR
Calizas, dolomias, margas carniolas y calizas dolomíticas	JURÁSICO INF. Y MEDIO

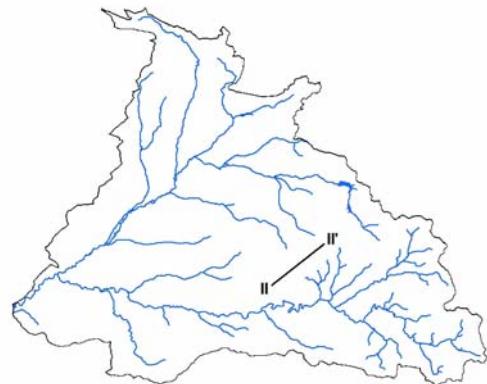


Figura 2. Corte hidrogeológico esquemático de la FGP Carbonatos Mesozoicos

FGP Calizas del Páramo.³ Está constituida por calizas y margocalizas de edad Pontiense (Mioceno). Se sitúan coronando, en posición subhorizontal, los materiales miocenos margosos de baja permeabilidad (facies Cuestas). Presentan un gran desarrollo kárstico, con permeabilidades elevadas y escaso espesor.

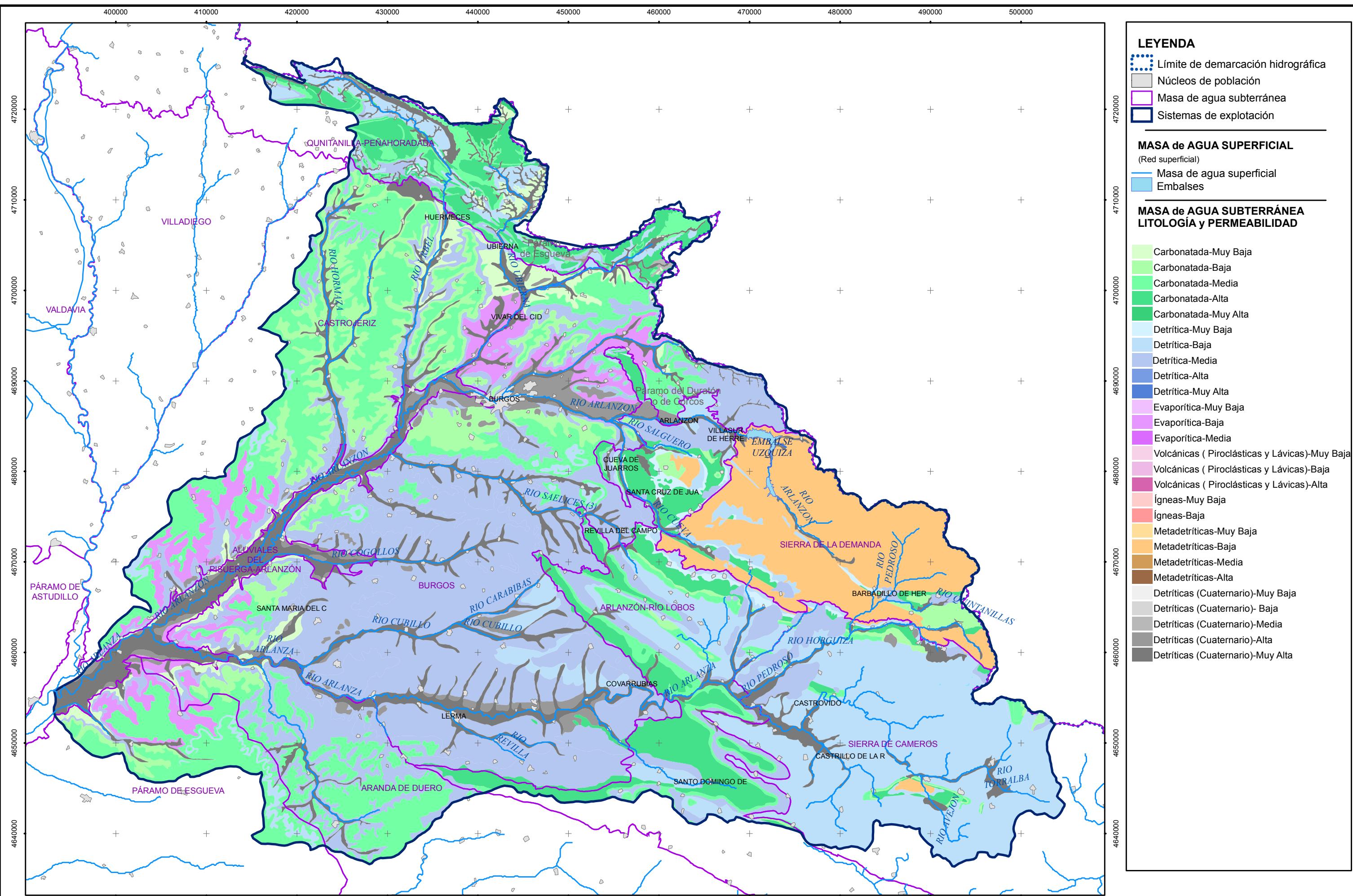
Son acuíferos libres colgados que se recargan exclusivamente por medio de la infiltración del agua de lluvia y se descargan por medio de manantiales situados en sus bordes y por los bombeos que los explotan. En general sus recursos hídricos están sujetos a fuertes variaciones estacionales, mostrando escaso interés hidrogeológico. En el sistema de explotación de Arlanza están presentes en las MASb 021.016-Castrojeriz, 021.029-Páramo de Esgueva y 021.030-Aranda de Duero, 021.017 Burgos.

El sistema de explotación de Arlanza se encuentra enmarcado en las siguientes hojas MAGNA a escala 1:50.000: Polientes (134), Villadiego (166), Montorio (167), Briviesca (168), Sasamón (199), Burgos (200), Belorado (201), Astudillo (236),

³ Los materiales que componen la FGP Calizas del Páramo son los correspondientes a las siguientes FH del mapa de síntesis litoestratigráfica a escala 1/200.000 del IGME:

- FH 330: Calizas (Mioceno)
- FH 335: Calizas y margas (Mioceno)
- FH 338: Calizas, margocalizas y brechas calcáreas oncolíticas (Mioceno)

Castrogeriz (237), Villagonzalo Pedernales (238), Pradoluengo (239), Ezcaray (240), Torquemada (274), Santa María del Campo (275), Lerma (276), Salas de los Infantes (277), Canales de la Sierra (278), Baltanás (312), Antigüedad (313), Cilleruelo de Abajo (314), Santo Domingo de Silos (315) y Quintanar de la Sierra (316), y en las hojas MAGNA de Reinosa (11), Burgos (20), Logroño (21), Aranda de Duero (30) y Soria (31) a escala 1:200.000.



2. Estaciones de control y medida de caudales

Existen 9 estaciones de aforos de la Confederación Hidrográfica del Duero en los ríos que atraviesan el sistema de explotación de Arlanza y todas ellas se encuentran actualmente activas.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

Las características de las estaciones de la red foronómica de la C.H. Duero son las siguientes:

Código estación de control	Nombre de la estación	Estado	Ubicación geográfica		Cauce		Serie de Datos		
			Coordenadas UTM Huso 30		Cota (msnm)	Nombre	MAS (codificación CEDEX)	Número de datos disponibles	Amplitud de la serie
			X	Y					
2028	Río Arlanza en Castrovido	Activa	477725	4654820	958	Arlanza	02RI2105	552	Oct-1960 / sep-2006
2030	Río Arlanza en Covarrubias	Activa	457915	4656125	878	Arlanza	02RI2156	999	Sep-1913 / sep-2006
2031	Río Arlanza en Peral de Arlanza	Activa	411310	4659295	766	Arlanza	02RI2156	1038	Ene-1912 / sep-2006
2032	Río Arlanzón en Villasur de Herreros	Activa	468705	4684325	1040	Arlanzón	02RI1890	396	Oct-1972 / sep-2006
2036	Río Arlanza en Quintana del Puente	Activa	397525	4657015	735	Arlanza	02RI1768	995	Sep-1913 / sep-2006
2109	Río Arlanzón en embalse de Arlanzón	Activa	472100	4679915	1120	Arlanzón	02HM1911	971	Sep-1913 / sep-2006
2116	Río Arlanzón en Villavieja de Muño	Activa	426595	4680025	799	Arlanzón	02RI1434	352	Jun-1977 / sep-2006
2123	Río Pedroso en Barbadillo del Pez	Activa	481080	4661930	1035	Pedroso	02RI2105	12	Oct-2005 / sep-2006
2125	Río Ubierna en Sotopalacios	Activa	443960	4697210	853	Ubierna	02RI1434	375	Dic-1974 / sep-2006

Tabla 2. Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos

La estación 2028 se encuentra en el río Arlanza, aguas abajo de su paso por el núcleo poblacional de Castrovido. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1960 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2030 se sitúa en el río Arlanza, aguas abajo de su paso por el núcleo poblacional de Covarrubias. El periodo de medidas de la estación comienza en

septiembre de 1913 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 89%. Se puede observar gran discontinuidad en los datos hasta el año 1936, a partir del cual comienza a ser más abundante el número de medidas.

La estación 2031 se encuentra en el río Arlanza cuando discurre cercano a la población de Peral de Arlanza. El periodo de medidas de la estación comienza en enero de 1912 y finaliza en septiembre de 2006, con una representatividad del 91%. De nuevo los primeros años de toma de datos de la estación hasta el año 1940 son los que muestra mayor ausencia de medidas.

La estación 2032 se encuentra en el río Arlanzón, aguas arriba del embalse de Uzquiza, y aguas abajo del núcleo poblacional de Villasur de Herreros. El periodo de medidas de la estación comienza en octubre de 1972 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 97%.

La estación 2036 se encuentra en el río Arlanza en el término municipal de Quintana del Puente. El periodo de medidas de la estación comienza en septiembre de 1913 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 89%, ocasionado por la discontinuidad de datos disponibles durante los años iniciales hasta mediados de 1930.

La estación 2109 se encuentra aguas abajo del embalse de Uzquiza y aguas arriba del embalse de Arlanzón. El periodo de medidas de la estación comienza en septiembre de 1913 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 87%. Hasta septiembre de 1932 el número de datos disponibles es notablemente bajo con respecto al resto del periodo de medidas.

La estación 2116 se ubica en el río Arlanzón, dentro del término municipal de Villavieja de Muño. El periodo de medidas de la estación comienza en junio de 1977 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2123 se encuentra en el río Arlanza, aguas abajo del núcleo poblacional de Vizcaíno. El periodo de medidas comienza en octubre de 2005 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 100%.

La estación 2125 se encuentra en el río Arlanzón, donde éste circula cerca de la población de Vivar del Cid. El periodo de medidas de la estación comienza en diciembre de 1974 y finaliza en septiembre de 2006, con un índice de representatividad del 98%. Los datos son inexistentes durante los meses de agosto de 1991 a febrero de 1992.

Se puede observar la ubicación de las estaciones utilizadas en el mapa de estaciones de control y medida.

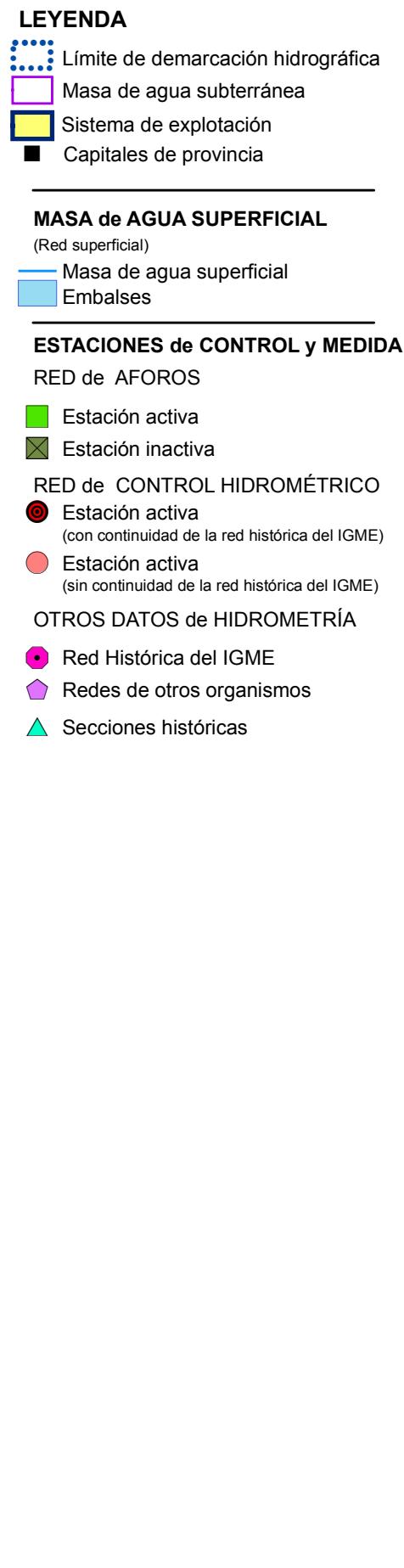
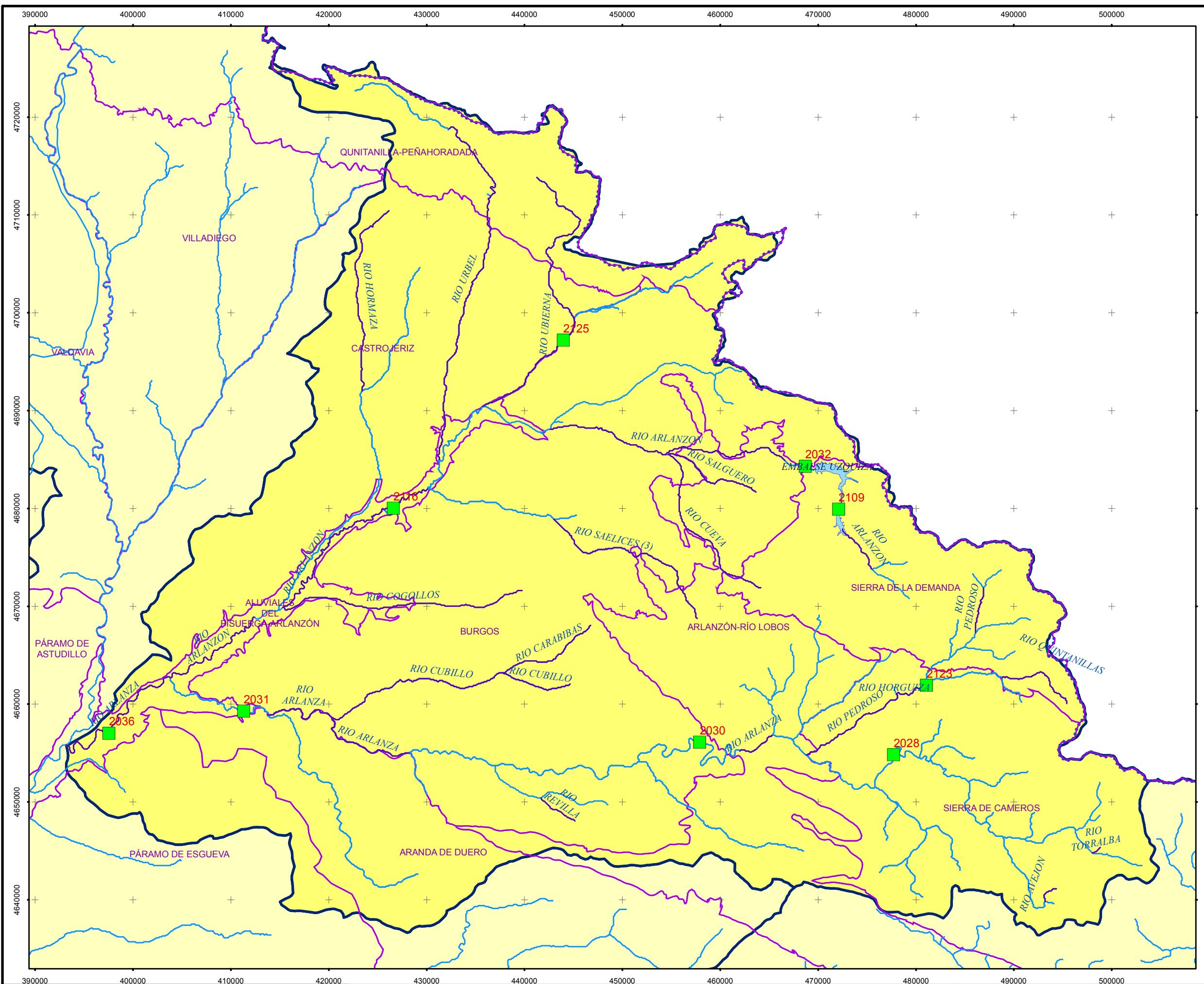
2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

Ningún organismo ha establecido redes de control en este sistema de explotación.

2.3 Otra información hidrométrica

Existen datos de aforos provenientes del PIAS (IGME, 1979) que, aunque carecen de coordenadas, pueden ser útiles para la identificación o caracterización de tramos.

Se puede ver la relación de puntos y sus caudales aforados en la Tabla 5.



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

3.1 Identificación y Modelo Conceptual

Dentro del sistema de explotación Arlanza se han identificado un total de 19 tramos conectados hidráulicamente con las FGPs. A continuación se describen los tramos identificados (ver Mapa 4: Mapa sinóptico de la relación río-acuífero):

- **Tramo Arlanza-Cubillo –MAS 02RI2156 y 02RI2121. (021.06.001)** El tramo definido, de 103.609 m de longitud, está situado en la parte del río Arlanza que atraviesa los materiales detríticos terciarios, aguas abajo de Santo Domingo de Silos y en el río Cubillo.

En este tramo el río se relaciona con la FGP Detritica terciaria por medio de una conexión difusa directa por contacto del río con la FGP y se comporta de forma variable, perdiendo caudal en ocasiones en los meses de estiaje.

El río fluye sobre depósitos aluviales desarrollados por ambos ríos, siendo estos de mayor entidad en el río Arlanza que en el Cubillo. Los materiales aluviales pueden influir en la relación río-acuífero, a pesar de tratarse de depósitos de alta y muy alta permeabilidad.

Se considera que el tramo se encuentra en régimen natural modificado debido a las extracciones existentes para el regadío.

El tramo se relaciona con la masa de agua superficial (MAS) 02RI2156 (Río Arlanza desde el río Pedroso hasta su desembocadura en el río Arlanzón) definida como una MAS natural e identificada como ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados y con la MAS 02RI2121 (Río Cubillo desde Aº Fuenteolmo hasta su desembocadura en el río Arlanza y afluentes) definida también como una masa natural e identificada como ríos mineralizados de la meseta norte.

- **Tramo medio del Arlanza – MAS 02RI2156 (021.06.002)** El tramo definido, de 7.061 m de longitud, está situado en su totalidad sobre el río Arlanza.

En este tramo, la relación del río con la FGP se produce por contacto directo del río con la FGP Carbonatos mesozoicos en una zona en la que se considera que existe un régimen hidrológico natural.

El río fluye directamente sobre la FGP, no habiéndose desarrollado ningún depósito aluvial que pueda influir en la relación río-acuífero.

Se trata de un tramo con conexión difusa directa en cauces efluentes, en el que el río gana prácticamente el 50% de su caudal.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI2156 (Río Arlanza desde el río Pedroso hasta su desembocadura en el río Arlanzón) definida como una MAS natural e identificada como ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados.

- **Tramo en el río Quintanillas - MAS 02RI2105 (021.06.003)**. La relación río-acuífero se ha definido en un tramo de 9.505 m de longitud, de los cuales 7.885 m pertenecen al río Quintanillas y el resto al río Pedroso.

En este tramo el río se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos. El nivel piezométrico de la FGP intercepta la superficie topográfica en puntos concretos dando lugar a un grupo de surgencias puntuales que se distribuyen a lo largo del valle fluvial del río Quintanilla principalmente y de su afluente el río Pedroso, comportándose ambos, en el tramo definido, como ríos ganadores. La principal surgencia asociada al tramo es el manantial Fuente Negra (Códigos IGME: 20124004 y 20124005) que drena la FGP Calizas mesozoicas en contacto con los materiales subyacentes de menor permeabilidad. El manantial está constituido por dos surgencias con un caudal medio histórico de 400-500 l/s.

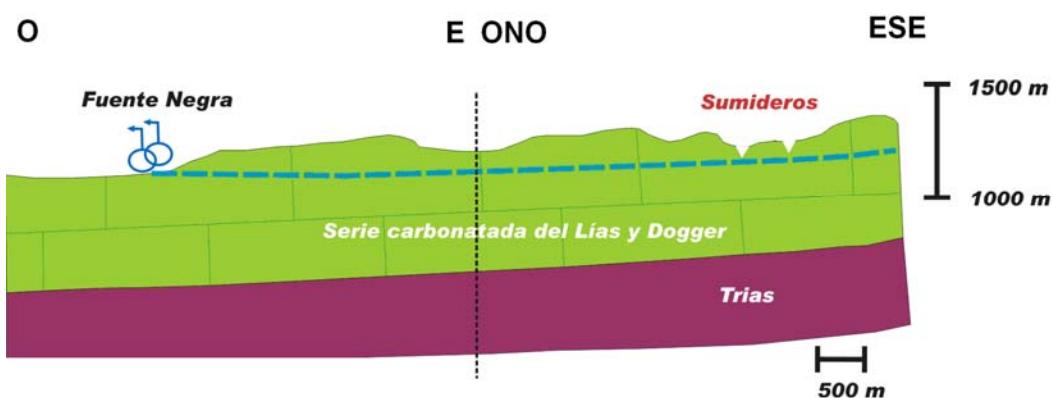
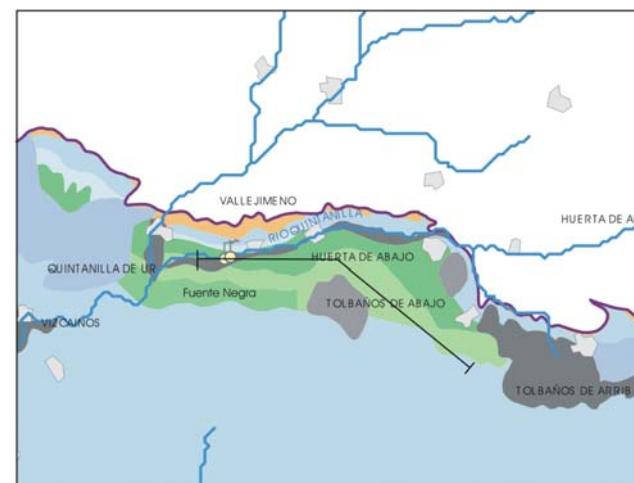


Figura 3. Corte hidrogeológico esquemático del tramo en el río Quintanillas (021.06.003)

El lecho se sitúa sobre materiales cuaternarios depositados por los ríos, pero no afectan a la relación con la FGP ya que se produce por medio de manantiales.

Se trata de un tramo con descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI2105 (Río Arlanza desde el río Zumel hasta la desembocadura del río Pedroso y afluentes) definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea silícea.

- **Tramo en el nacimiento del Arlanza - MAS 02RI2239 (021.06.004).** La relación río-acuífero se ha definido en un tramo asociado a la surgencia Fuente de Sanza que da lugar al río Arlanza.

En este tramo el río se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos. El nivel piezométrico de la FGP intercepta la superficie topográfica en la fuente de Sanza

dando lugar al nacimiento del río Arlanza, por lo que se trata de un tramo ganador o efluente.

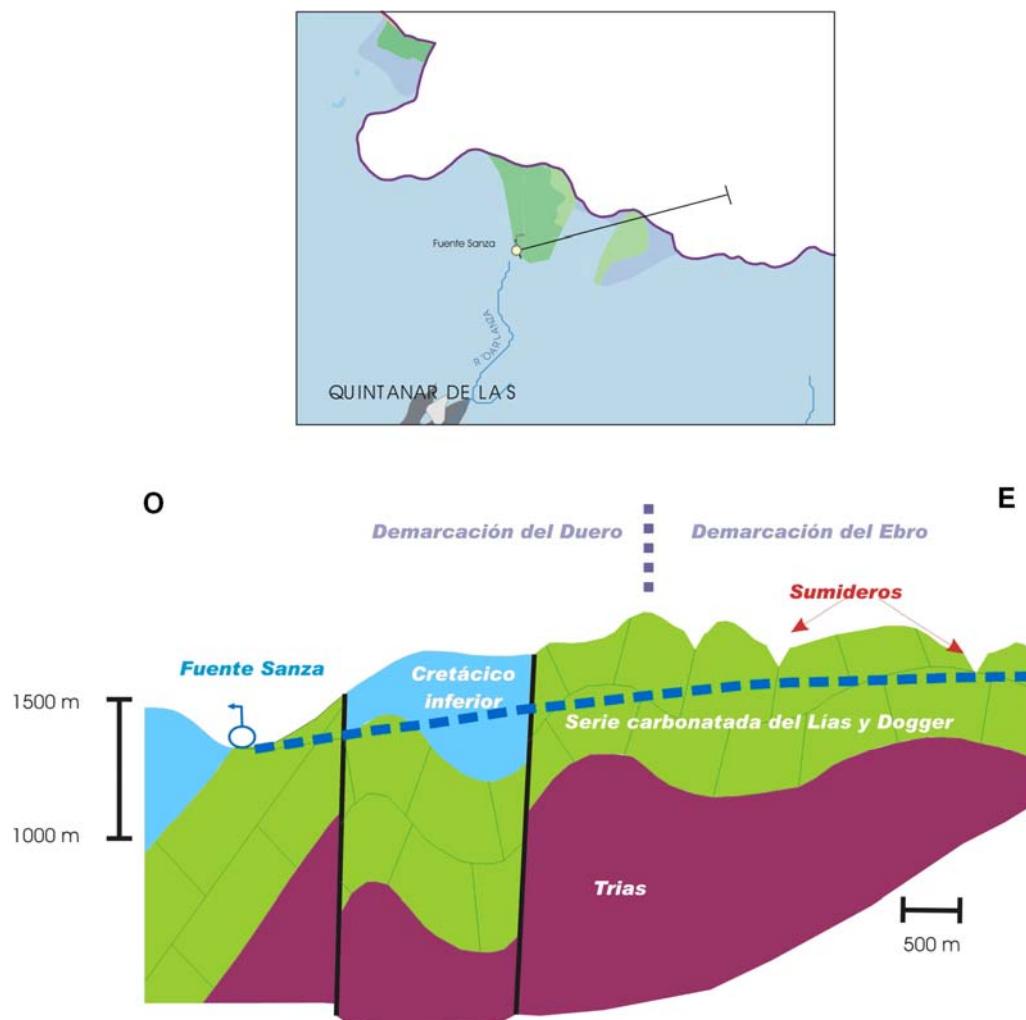


Figura 4. Corte hidrogeológico esquemático del tramo en el nacimiento del Arlanza (021.06.004)

Así pues, el modelo conceptual de relación río-acuífero se corresponde con la descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI2239 (Río Arlanza desde el nacimiento hasta la desembocadura en el río Zumel y afluentes), definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea silícea.

- **Tramo en río Mataviejas - MAS 02RI2255 (021.06.005).** La relación río-acuífero se ha definido en un tramo de 2.103 m de longitud sobre el río Mataviejas, afluente del Arlanza por su margen izquierda.

En este tramo el río se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos y se asocia al drenaje de la FGP por medio del manantial Fuente Grande y de la descarga difusa directa cuando el nivel piezométrico de la FGP intercepta la superficie topográfica, por lo que se trata de un tramo ganador o efluente.

Así pues, el modelo conceptual de relación río-acuífero del tramo se corresponde con la conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes.

El río discurre directamente sobre la FGP no habiéndose desarrollado ningún depósito aluvial que pudiera interferir en la relación río-acuífero.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI2255 (Río Mataviejas desde Aº Peña hasta la desembocadura en el río Arlanza), definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Arlanza (Castrovido)- MAS 02RI2105 (021.08.06).** La relación río acuífero se ha definido en una longitud de 824 m en el río Arlanza aguas arriba de Castrovido.

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos, drenándola cuando es atravesada por el río Arlanza.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una conexión difusa directa en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI2105 (Río Arlanza desde el río Zumel hasta la desembocadura del río Pedroso y afluentes), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea silícea.

- **Tramo en río Franco- MAS 02RI2277 (021.06.007).** El tramo diferenciado corresponde con la cabecera del río Franco hasta las proximidades de Royuela del río Franco, donde recibe la descarga de un grupo de manantiales. La longitud total es de 19.522 m.

El río Franco, tributario del río Arlanza por su margen izquierda recibe a su paso por Espinosa, descarga de un grupo de manantiales (La Manquilla, pozo Carol y Campanario), cuya génesis es debida al drenaje de la FGP Calizas del Páramo, cuando el nivel piezométrico intercepta la superficie topográfica.

Existe un desarrollo de materiales aluviales que no afecta a la relación río-acuífero ya que el drenaje se produce a través de manantiales.

Así pues, el modelo conceptual de relación río-acuífero del tramo se corresponde con la descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02R12277 (Río Franco desde el Aº Campanario hasta su desembocadura en el río Arlanza), definida como una masa de agua superficial natural e identificada como un río mineralizado de la meseta norte.

- **Tramo en el río Cuevas – MAS 02RI1875 (021.06.008)**. El tramo se sitúa sobre el río Cuevas, afluente del río Arlanzón por su margen izquierda.

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos. La relación río-acuífero está asociada al drenaje, hacia el río Cuevas, del manantial Fuente de Juarro localizado aguas abajo del municipio de Cuevas de Juarros.

La génesis de este manantial se produce al interceptar la superficie topográfica con el nivel piezométrico de la FGP Carbonatos mesozoicos. De esta forma el modelo conceptual definido para el tramo es de una descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes.

Existe un desarrollo de materiales aluviales que no afecta a la relación río-acuífero ya que el drenaje se produce a través del manantial.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1875 (Río Arlanzón desde el río Salguero hasta la desembocadura del Aº Doradillo y afluentes), definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Arlanzón – MAS 02RI1890 (021.06.009)**. La relación río-acuífero se ha definido en un tramo de 16.154 m de longitud sobre el río Arlanzón.

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos que se encuentran situadas bajo un depósito de escasa potencia de materiales terciarios y cuaternarios. Además en el tramo se encuentra el manantial Fuente de Arlanzón, que drena la FGP Carbonatos mesozoicos en el contacto con los materiales detríticos terciarios de menor permeabilidad.

Existe un depósito aluvial en el lecho del río Arlanzón que puede estar condicionando la relación río-acuífero. Además, el tramo se encuentra situado aguas abajo de los

embalses de Arlanzón y Uzquiza, lo que hace que el tramo sea de carácter influenciado.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una conexión mixta difusa indirecta (con flujo profundo) y manantiales en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1890 (Río Arlanzón desde el embalse de Uzquiza hasta la desembocadura del río Salguero), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea silícea.

- **Tramo en el río Ubierna – MAS 02RI1434 (021.06.010).** La relación río-acuífero se ha definido en un tramo de 31.876 m de longitud sobre el río Ubierna y sus afluentes el río Rioseras y el río Hoz, siendo todos ellos afluentes del río Arlanzón por su margen derecha. Se han distinguido 4 subtramos de tal modo que sus longitudes son las siguientes:
 - Subtramo Rioseras: 13.953 m.
 - Subtramo Hoz: 1.907 m. Hacia este tramo drenan Los Manantiales de Hoz.
 - Subtramo en cabecera del Ubierna: 11.643. El manantial de La Poza drena hacia este subtramo.
 - Subtramo Ubierna en Ubierna: 4.373 m. Se han considerado principales los manantiales 191020001 y 190970002 que drenan hacia este subtramo.

El río se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos mediante una conexión mixta difusa directa y manantiales, drenándola cuando el nivel piezométrico intercepta la superficie topográfica.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1434 (Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Urbel- MAS 02RI1434 (021.06.011).** La relación río acuífero se ha definido en una longitud de 13.731 m en el río Urbel, afluente del río Arlanzón por su margen izquierda.

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos, drenándola cuando el nivel piezométrico intercepta la superficie topográfica.

El tramo se sitúa directamente sobre la FGP, no habiéndose desarrollado ningún depósito aluvial que pueda condicionar la relación río-acuífero.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una conexión difusa directa en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1434 (Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en cabecera del río Urbel- MAS 02RI1434 (021.06.012)**. La relación río-acuífero se ha definido en la cabecera del río Urbel, afluente del río Arlanzón por su margen izquierda.

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos, drenándola a partir de un manantial que descarga la FGP cuando entra en contacto con materiales terciarios de menor permeabilidad.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1434 (Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el Arroyo de la Hormaza- MAS 02RI1795 (021.06.013)**. La relación río-acuífero se ha definido en una longitud de 27.443 m en el arroyo de la Hormaza y su afluente el Ruyales, afluentes del Arlanzón por su margen derecha.

El tramo se relaciona con la FGP Calizas del Páramo, drenándola a partir de múltiples manantiales situados en el borde de la FGP que la descargan en el contacto con el techo de la formación margosa de baja permeabilidad subyacente.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1795 (Arroyo de la Hormaza desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Arlanzón y afluentes), que se define

como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo medio y bajo del río Urbel- MAS 02RI1434 (021.06.014).** La relación río acuífero se ha definido en una longitud de 35.271 m en el río Urbel entre Huermeces y la desembocadura del río Urbel en el Arlanzón.

El tramo se relaciona con la FGP Calizas del Páramo, drenándola a partir de múltiples manantiales situados en el borde de la FGP que la descargan en el contacto con el techo de la formación margosa de baja permeabilidad subyacente.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1434 (Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Horquiza - MAS 02RI2105 (021.06.015).** La relación río-acuífero se ha definido en una longitud de 2.746 m sobre el río Horquiza, afluente del río Pedroso por su margen derecha.

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos drenándola a partir de un manantial (Fuente Los Caños) que la descarga en el contacto con los materiales de la FGP Detritica terciaria, de menor permeabilidad que los carbonatos, y con la FGP detritica terciaria, que drena mediante otro manantial en el contacto con materiales terciarios mesozoicos de baja permeabilidad subyacentes.

El modelo conceptual definido para el tramo es de una descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes.

El tramo está incluido en ninguna masa de agua superficial, aunque drena hacia la MAS 02RI2105 (Río Arlanza desde el río Zumel hasta la desembocadura del río Pedroso y afluentes), que se define como una masa de agua superficial natural y se identifica como un río de montaña mediterránea silícea.

- **Tramo en el río Salguero– MAS 02RI1875 (021.06.016).** El tramo se sitúa sobre el río Salguero, afluente del río Arlanzón por su margen izquierda, con una longitud de 7.780 m

El tramo se relaciona fundamentalmente con la FGP Carbonatos mesozoicos mediante el drenaje del manantial Fuente Brieva. La génesis de este manantial se produce al interceptar la superficie topográfica con el nivel piezométrico de la FGP Carbonatos mesozoicos. Además podría existir descarga difusa directa por contacto entre la FGP y el río. De esta forma el modelo conceptual definido para el tramo es de una conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes.

No existe desarrollo de materiales aluviales en el cauce del río Salguero.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1875 (Río Arlanzón desde el río Salguero hasta la desembocadura del Aº Doradillo y afluentes), definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo Sta Cruz de Juarros– MAS 02RI1875 (021.06.0017).**

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos mediante el drenaje de un manantial hacia el río Cuevas.

La génesis de este manantial (Fuente de Arriba) se produce al interceptar la superficie topográfica con el nivel piezométrico de la FGP Carbonatos mesozoicos. De esta forma el modelo conceptual definido para el tramo es de una descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes.

Existe un desarrollo de materiales aluviales que no afecta a la relación río-acuífero ya que el drenaje se produce a través del manantial.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1875 (Río Arlanzón desde el río Salguero hasta la desembocadura del Aº Doradillo y afluentes), definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo Revilla del Campo– MAS 02RI1434 (021.06.0018).**

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos mediante el drenaje de un manantial hacia el río Saelices, afluente del Ausines el cual es afluente a su vez del Arlanzón por su margen izquierda.

El drenaje de la FGP se produce por medio del manantial Fuente de Revillausos al entrar en contacto con materiales detríticos terciarios de menor permeabilidad.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI1434 (Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes), definida como una MAS natural e identificada como ríos de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo en el río Cogollos– MAS 02RI2047 (021.06.0019).**

El tramo se relaciona con la FGP Carbonatos mesozoicos mediante el drenaje del manantial La Fuente hacia el río Cogollos, afluente del del Arlanzón por su margen izquierda.

El drenaje de la FGP se produce por medio del manantial La Fuente al entrar en contacto con materiales detríticos terciarios de menor permeabilidad.

El tramo se relaciona con la MAS 02RI2047 (Río Cogollos desde Aº del Aguachal hasta su desembocadura en el río Arlanzón) definida como una MAS natural e identificada como ríos mineralizados de la meseta norte.

No se han definido tramos en la cuenca media y baja del río Arlanzón ni en los ríos Cogollos o Saelices debido a la falta de información, tanto foronómica como bibliográfica. Sería interesante estudiar más en profundidad estos ríos instalando en ellos estaciones foronómicas con objeto de determinar la existencia o no de relación con las FGPs. En el caso del río Arlanzón, las estaciones 2116 y 2036 son insuficientes para determinar la existencia de dicha relación ya que entre ellas existen entradas de agua sin cuantificar.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionadas según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
021.06.001	Arlanza	02RI2156	Río Arlanza desde el río Pedroso hasta su desembocadura en el río Arlanzón	Río	ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados	Natural	Detritica terciaria
		02RI2121	Río Cubillo desde Aº Fuenteolmo hasta su desembocadura en el río Arlanza y afluentes	Río	ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Detritica terciaria
021.06.002	Arlanza	02RI2156	Río Arlanza desde el río Pedroso hasta su desembocadura en el río Arlanzón	Río	ejes mediterráneo-continentales poco mineralizados	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.003	Quintanillas y Pedroso	02RI2105	Río Arlanza desde el río Zumel hasta la desembocadura del río Pedroso y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea silícea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.004	Arlanza	02RI2239	Río Arlanza desde el nacimiento hasta la desembocadura en el río Zumel y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea silícea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.005	Mataviejas	02RI2255	Río Mataviejas desde Aº Peña hasta la desembocadura en el río Arlanza	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.006	Arlanza	02RI2105	Río Arlanza desde el río Zumel hasta la desembocadura del río Pedroso y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea silícea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.007	Franco	02RI2277	Río Franco desde el Aº Campanario hasta su desembocadura en el río Arlanza	Río	ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Calizas del Páramo
021.06.008	Cuevas	02RI1875	Río Arlanzón desde el río Salguero hasta la desembocadura del Aº Doradillo y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.009	Arlanzón	02RI1890	Río Arlanzón desde el embalse de Uzquiza hasta la desembocadura del río Salguero	Río	ríos de montaña mediterránea silícea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.010	Ubierna	02RI1434	Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.011	Urbel	02RI1434	Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.012	Urbel	02RI1434	Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.013	Urbel	02RI1434	Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Calizas del Páramo
021.06.014	Hormaza	02RI1795	Arroyo de la Hormaza desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Arlanzón y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Calizas del Páramo
021.06.015	Horguiza	02RI2105	Río Arlanza desde el río Zumel hasta la desembocadura del río Pedroso y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea silícea	Natural	Carbonatos mesozoicos y Detritica terciaria

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionadas según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
021.06.016	Salguero	02RI1875	Río Arlanzón desde el río Salguero hasta la desembocadura del Aº Doradillo y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.017	Cuevas	02RI1875	Río Arlanzón desde el río Salguero hasta la desembocadura del Aº Doradillo y afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.018	Saelices	02RI1434	Río Arlanzón desde Aº Fuente del Moro hasta la desembocadura del río Cogollos incluidos los afluentes	Río	ríos de montaña mediterránea calcárea	Natural	Carbonatos mesozoicos
021.06.019	Cogollos	02RI2047	Río Cogollos desde Aº del Aguachal hasta su desembocadura en el río Arlanzón	Río	ríos mineralizados de la meseta norte	Natural	Carbonatos mesozoicos

Tabla 3. *Identificación de los tramos de conexión río-acuífero*

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río-acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
021.06.001	Arlanza	Conexión difusa directa o en cauces variables	Natural modificado	Lecho sobre materiales aluviales cuaternarios.	Descarga de la FGP hacia el río a través de los materiales cuaternarios	103.609
021.06.002	Arlanza	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre la FGP Carbonatos mesozoicos	Descarga de la FGP por contacto directo con el río	7.061
021.06.003	Quintanillas y Pedroso	Conexión puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre materiales aluviales cuaternarios que no afectan a la relación río-acuífero.	Descarga de la FGP por el contacto del nivel piezométrico con la superficie topográfica.	9.505
021.06.004	Arlanza	Conexión puntual por un único manantial en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre la FGP Carbonatos mesozoicos	Descarga de la FGP por el contacto del nivel piezométrico con la superficie topográfica.	-
021.06.005	Mataviejas	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre la FGP	Descarga de la FGP por el contacto del nivel piezométrico con la superficie topográfica.	2.103
021.06.006	Arlanza	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre la FGP	Descarga de la FGP por contacto directo con el río	824
021.06.007	Franco	Conexión puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre aluviales que no afectan a la relación río-acuífero.	Descarga a partir de un grupo de manantiales	19.522
021.06.008	Cuevas	Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre aluviales que no afectan a la relación río-acuífero.	Descarga a partir de un manantial en el contacto del nivel piezométrico con la superficie topográfica.	-
021.06.009	Arlanzón	Conexión mixta difusa indirecta con flujo profundo y manantiales en cauces efluentes	Influenciado	Lecho sobre materiales aluviales cuaternarios	Ascenso del flujo proveniente de los carbonatos mesozoicos situados bajo los materiales detriticos	16.154
021.06.010	Ubierna	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre materiales cuaternarios.	El paso del río a través de los materiales permeables y el drenaje de manantiales hacia el río.	31.876
021.06.011	Urbel	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Natural	Lecho sobre la FGP	El paso del río a través de los materiales permeables	13.731
021.06.012	Urbel	Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes	Natural	-	Descarga cuando los materiales de la FGP entran en contacto con materiales terciarios de menor permeabilidad	-
021.06.013	Urbel	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	-	Descarga por manantiales de borde en el contacto entre la FGP y los materiales subyacentes de baja permeabilidad	35.271
021.06.014	Hormaza	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	-	Descarga por manantiales de borde en el contacto entre la FGP y los materiales subyacentes de baja permeabilidad	27.443

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río-acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
021.06.015	Horguiza	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces effluentes	Natural	-	Descarga por manantiales en el contacto entre las FGP y los materiales subyacentes de menor permeabilidad.	2.746
021.06.016	Salguero	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces effluentes	Natural	Lecho sobre la FGP	El paso del río a través de los materiales permeables y el drenaje de manantiales hacia el río.	7.780
021.06.017	Cuevas	Descarga puntual por un único manantial en cauces effluentes	Natural	-	Descarga cuando los materiales de la FGP entran en contacto con materiales detriticos de baja permeabilidad	-
021.06.018	Saelices	Descarga puntual por un único manantial en cauces effluentes	Natural	-	Descarga cuando los materiales de la FGP entran en contacto con materiales detriticos de menor permeabilidad	-
021.06.019	Cogollos	Descarga puntual por un único manantial en cauces effluentes	Natural	-	Descarga cuando los materiales de la FGP entran en contacto con materiales detriticos de menor permeabilidad	-

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

3.2 Relación río-acuífero

3.2.1 Análisis de series de aforos

- **Tramo Arlanza-Cubillo – MAS 02RI2156 y 02RI2121 (021.06.001)**

Se han calculado las diferencias de caudal entre las estaciones 2030 y 2031, situadas en el río Arlanza aguas arriba y aguas abajo del tramo respectivamente, calculando el promedio mensual entre los años 1964 y 2006, deduciéndose un comportamiento variable en el río tal y como se puede observar en la siguiente figura:

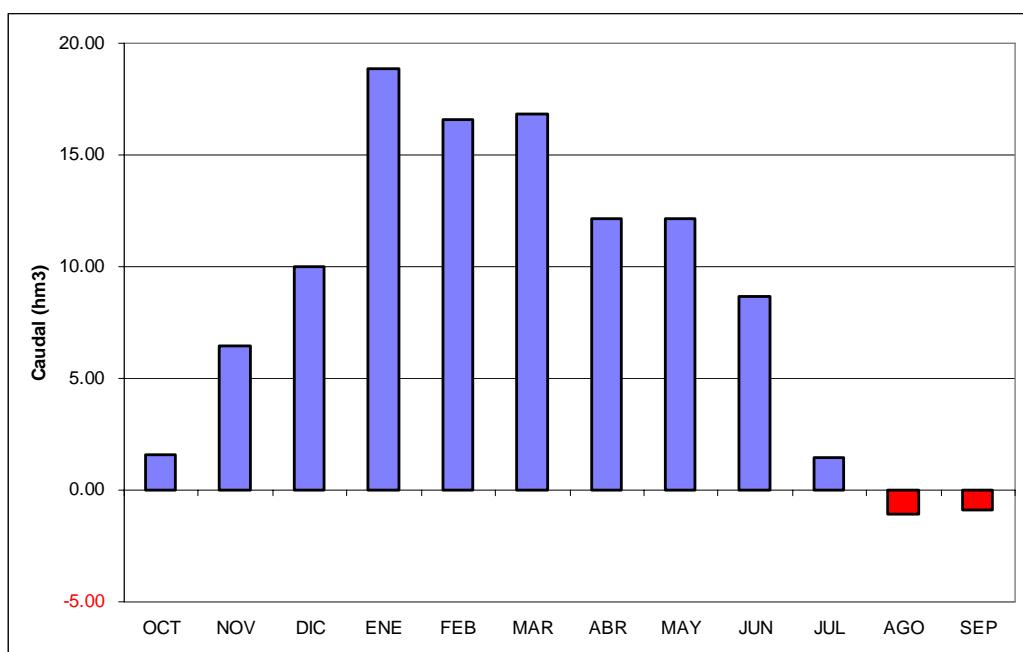


Figura 5. Caudales diferenciales entre las estaciones 2031 y 2030
(promedio de los años 1964-2006)

En los meses de estiaje (agosto y septiembre) se observan pérdidas de caudal en el río, mientras que el resto del año el río se comporta como ganador. No se puede ofrecer un dato de aportación subterránea debido a que no se han podido diferenciar los aportes de los tributarios que desembocan en este tramo del río Arlanza.

El PIAS (IGME, 1979) realizó aforos en el río Arlanza entre 1977 y 1978. En la Figura 6 se pueden observar los puntos de aforo. Su ubicación es aproximada ya que no se han encontrado las coordenadas de los puntos:



Figura 6. Situación aproximada de los puntos de aforo del PIAS (IGME, 1979)

Los caudales aforados fueron los siguientes:

PTO	RIO	LUGAR	CAUDALES MEDIDOS			
			julio-77	septiembre-77	noviembre-77	julio-78
55A	Arlanza	Covarrubias			1.36	3.73
55	Arlanza	Puentedura	4.345		1.535	3.19
56	Mataviejas	Puentedura	0.16		0.08	0.145
56B	Fte Borbollones	Tordueles				0.245
57	Arlanza	Santa Inés	4.99		1.53	3.54
57A	Revilla	Lerma	0.03		0.02	0.07
58	A.Valdepaules	Tordomar	0.05		0.035	0.13
59	Arlanza	Tordomar	4.8		1.685	3.965
60	Cubillo	Ctra. Lerma-Palencia	0.045		0.015	0.075
60A	Franco	Ctra. Peral Cobos Cerrato	0.12		0.08	0.25
61	Arlanza	Palenzuela	4.315		1.73	4.885
						3.98
						3.54
						0.165
						3.345
						0.11
						0.05
						3.565
						0.635
						3.98

Tabla 5. Aforos PIAS (IGME, 1979)

Entre el punto 55A y el punto 55 existe una pérdida de caudal en noviembre de 1977 y julio de 1978, así como entre el punto 57 y el punto 59 en julio de 1977. El resto del tramo aparece siempre como ganador. El PIAS (IGME, 1979) indica que en la campaña realizada en noviembre de 1977 se deduce un incremento de caudal de 900 l/s para el conjunto de la zona, lo que supone un caudal específico de drenaje de 24 hm³/año.

- **Tramo medio del río Arlanza – MAS 02RI2156 (021.06.002)**

Con objeto de cuantificar la aportación de la FGP Carbonatos mesozoicos al tramo medio del río Arlanza se han tomado los hidrogramas medios de las series de aportaciones registradas en las estaciones 2028 y 2030 y se ha analizado el hidrograma resultante de restar al hidrograma medio de la estación 2030, el hidrograma medio la estación 2028, obteniéndose que de la aportación media que registra la estación 2030 del orden del 31,6% procede del drenaje de FGP, lo que supone un caudal medio del orden de 2712 l/s, es decir, 85,5 hm³/año. El coeficiente de agotamiento estimado para esta formación a partir del análisis del hidrogramas

resultante es de $\alpha = 0.01845 \text{ mes}^{-1}$, lo que supone un periodo de semiagotamiento algo superior a 1 mes.

Es importante destacar que en esta estimación no ha sido posible diferenciar la escorrentía que se genera a partir de otros tramos del río, con lo que los aportes obtenidos serán superiores al caudal real de drenaje de la FGP hacia este tramo. Los resultados obtenidos son únicamente orientativos.

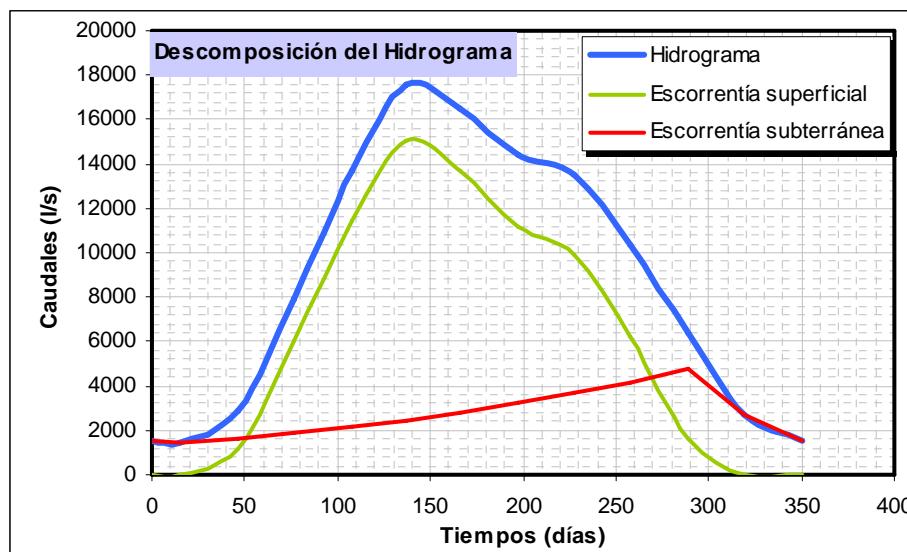


Figura 7. Estimación del coeficiente de agotamiento en el tramo 021.06.002

- **Tramo en el río Quintanillas - MAS 02RI2105 (021.06.003)**

No existe información foronómica con la que cuantificar el tramo. Según la documentación consultada, para los manantiales asociados al tramo 021.06.003 se estima que el caudal medio aportado por dichas surgencias es de 551 l/s de los cuales 500 proceden del manantial de Fuente Negra (201240005) (Coloma, P. 1999).

- **Tramo en el nacimiento del Arlanza - MAS 02RI2239 (021.06.004)**

No ha sido posible disponer de información foronómica que permita cuantificar la relación río acuífero del tramo. Sin embargo, en la documentación consultada se ha observado que el manantial Fuente Sanza, origen del río Arlanza, presenta un caudal medio del orden de 500 l/s. (Coloma, P. 1999).

- **Tramo en río Mataviejas - MAS 02RI2255 (021.06.005).**

El drenaje de la FGP hacia el río Mataviejas se produce a partir del manantial Fuente Grande y por conexión difusa. No existen estaciones foronómicas para cuantificar el tramo, pero en la bibliografía consultada se ha observado que el manantial presenta un caudal medio de 100 l/s (DPB - ITGE, 1998). En el PIAS (IGME, 1979) se aforó el río Mataviejas aguas arriba de su confluencia con el Arlanza, obteniéndose 160 l/s en julio de 1977 y 165 l/s en julio de 1978, lo que podría concordar con el dato de drenaje del manantial Fuente Grande, al que habría que añadir el drenaje por conexión difusa directa. Así pues, se podría decir que el tramo drena alrededor de 5 hm³/año.

- **Tramo en el río Arlanza (Castrovídeo)- MAS 02RI2105 (021.06.006).**

Con objeto de cuantificar la aportación de la FGP Carbonatos mesozoicos al tramo del río Arlanza en Castrovídeo, se ha analizado el hidrograma medio de la estación 2028 entre 1960 y 2006, obteniéndose que alrededor de un 21,3% procede del drenaje de FGP, lo que supone un caudal medio del orden de 867 l/s, es decir, 27,3 hm³/año. El coeficiente de agotamiento estimado para esta formación a partir del análisis del hidrograma resultante es de $\alpha = 0.02280 \text{ mes}^{-1}$, lo que supone un periodo de semiagotamiento de 1 mes.

A este dato hay que restarle el caudal proveniente del manantial Fuente Sanza (tramo 021.06.004) ya que drena su caudal hacia este tramo. Restando su caudal (500 l/s) se obtiene un drenaje subterráneo para el tramo 021.06.006 de 10,8 hm³/año.

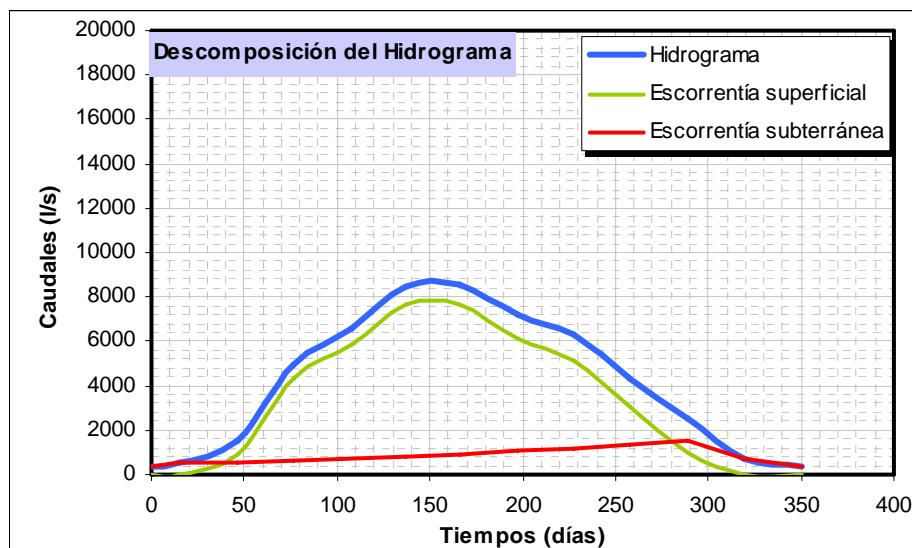


Figura 8. Estimación del coeficiente de agotamiento en el tramo 021.06.006

• **Tramo en río Franco- MAS 02RI2277 (021.06.007).**

Atendiendo a la información recogida en el Atlas del medio Hídrico de la provincia de Burgos (DPB - ITGE 1998) el grupo de manantiales presentan un caudal medio de 110 l/s, lo que supone un drenaje anual de 3,5 hm³, aunque este es el único dato referente al caudal de estos manantiales del que ha sido posible disponer.

• **Tramo en el río Cuevas – MAS 02RI1890 (021.06.008).**

Según la información consignada en el Atlas del medio Hídrico de la provincia de Burgos (DPB - ITGE 1998), el manantial Fuente de Juarro presenta un caudal medio de 500 l/s. Este manantial no está registrado en la base de datos del IGME. Tampoco ha sido posible disponer de una serie histórica de caudales que permitiera llevar a cabo un estudio más detallado del manantial.

• **Tramo en el río Arlanzón – MAS 02RI1890 (021.06.009).**

No existen series foronómicas con las que cuantificar el tramo. En el PIAS (IGME, 1979) se realizaron aforos en el tramo descrito, obteniéndose un drenaje subterráneo hacia el río Arlanzón de 250 l/s. Según el estudio DPB-IGME, 1998, el drenaje del manantial Fuente de Arlanzón es de 250 l/s, con lo que es posible que el drenaje total del tramo sea mayor que este caudal.

• **Tramo en el río Ubierna – MAS 02RI1434 (021.06.010).**

Existe una estación de aforos (estación 2125) en el río Ubierna aguas abajo de la confluencia de éste río con sus afluentes Rioseras y Hoz.

Se ha trazado el hidrograma de la estación 2125 situada en el río Ubierna a la altura del núcleo urbano de Vivar del Cid, aguas abajo de ambos tramos, calculando el promedio mensual entre los años 1974 y 2006 mediante un ajuste del agotamiento por el método de Barnes, con el fin de calcular la escorrentía superficial y subterránea en la estación. El parámetro de agotamiento α - obtenido es de 0,00945 mes⁻¹, que implica un periodo de semi-agotamiento de 2,44 meses. El hidrograma y la descomposición del flujo superficial-subterráneo obtenido es el siguiente:

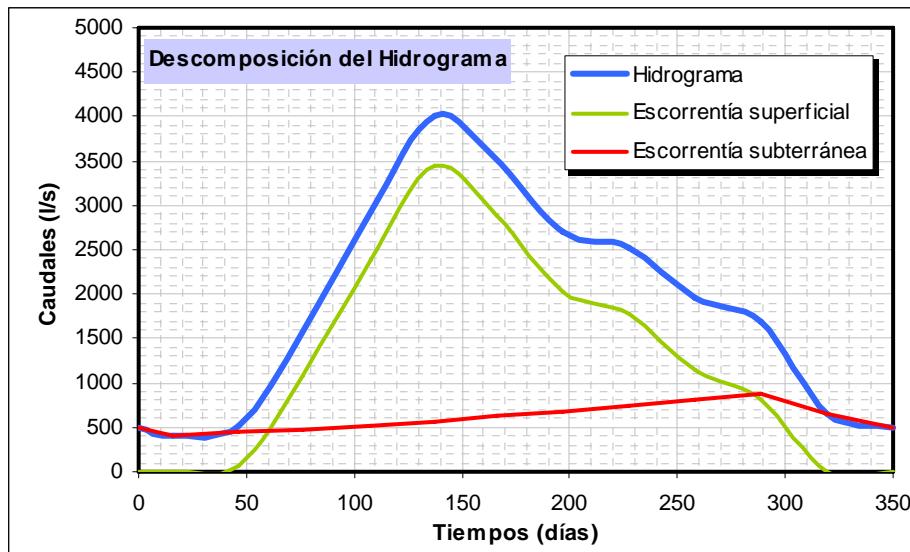


Figura 9. Descomposición del hidrograma en la estación 2125 (promedio de los años 1974-2006)

Las aportaciones medias totales en la estación resultan ser de 57,1 $\text{hm}^3/\text{año}$, descomponiéndose en 37,9 $\text{hm}^3/\text{año}$ de escorrentía superficial y 19,26 $\text{hm}^3/\text{año}$ de escorrentía subterránea, es decir, el 33,7% se corresponde con aportaciones subterráneas.

Según la información obtenida del inventario de manantiales del IGME y del estudio DPB-IGME, 1998, los caudales de los manantiales que drenan la FGP Carbonatos mesozoicos hacia el tramo son las siguientes:

Toponimia/Código IGME	Cauce receptor	Caudal l/s (DPB-IGME, 1998)
190970002	Ubierna	83,3
La Poza	Ubierna	60
Los Manantiales	Ubierna	50
Los Manantiales	Hoz	100

Así pues, el caudal drenado a partir de los manantiales en el tramo es de casi 300 l/s, que implican un caudal anual algo superior a los 9 hm^3 .

- **Tramo en el río Urbel- MAS 02RI1434 (021.06.011).**

No existen datos foronómicos con los que cuantificar el tramo ni se ha encontrado información en la bibliografía consultada.

- **Tramo en cabecera del río Urbel- MAS 02RI1434 (021.06.012).**

Existe un único manancial en el tramo, que drena un caudal de 50 l/s según el estudio DPB-IGME, 1998.

- **Tramo en el Arroyo de la Hormaza- MAS 02RI1795 (021.06.013) y Tramo medio bajo del río Urbel- MAS 02RI1434 (021.06.014)**

No existen datos con los que cuantificar los tramos 021.08.013 y 021.08.014 ni se ha encontrado información sobre la cuantía del drenaje de la FGP Calizas del Páramo hacia estos tramos. Presuntamente, el drenaje hacia ambos tramos es de escasa entidad ya que la FGP es de escaso espesor con fuertes variaciones estacionales, lo que da una idea de la escasa relevancia hidrogeológico de la FGP.

- **Tramo en el río Horquiza - MAS 02RI2105 (021.06.015).**

Según la información aportada por el estudio DPB_IGM, 1998, el caudal del manancial de Los Caños, que drena la FGP Carbonatos mesozoicos es de 120 l/s. Para el manancial que drena la FGP Detritica terciaria (manancial IGME: 201240008), la base de datos de manantiales del IGME ofrece un dato de caudal de 60 l/s. Así pues, el drenaje total del tramo es de 180 l/s, es decir, 5,7 hm³/año.

- **Tramo en el río Salguero– MAS 02RI1875 (021.06.016).**

No existe información foronómica del tramo. El estudio DPB-IGME, 1998 da un dato de caudal para el manancial Fuente Brieva de 150 l/s, pero no se tienen datos con los que cuantificar la conexión difusa directa del tramo, con lo que el drenaje subterráneo al río Salguero debería ser mayor del dato aquí aportado.

- **Tramo Sta Cruz de Juarros– MAS 02RI1875 (021.06.0017).**

No existe información foronómica del tramo. El estudio DPB-IGME, 1998 da un dato de caudal para el manancial Fuente de Arriba de 100 l/s, lo que supone un caudal anual de 3,1 hm³.

- **Tramo Revilla del Campo – MAS 02RI1434 (021.06.018).**

No existe información foronómica del tramo. Según la información aportada por el estudio DPB-IGME, 1998, el caudal del manancial Fuente Revillasuso es de 90 l/s, lo que supone un caudal anual de 2,8 hm³.

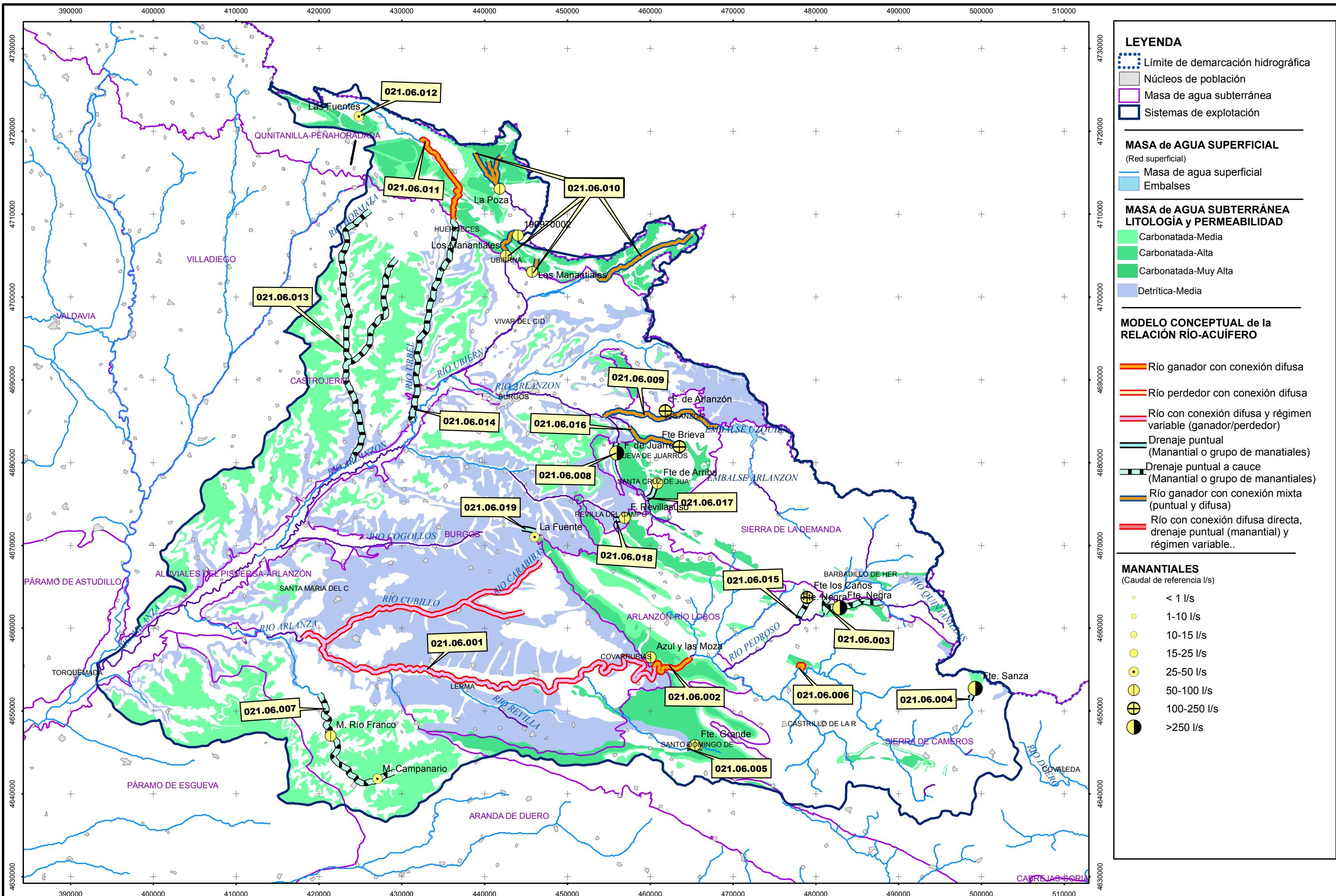
- **Tramo en el río Cogollos- MAS 02RI2047 (021.06.019).**

No existe información foronómica del tramo. Según la información aportada por el estudio DPB-IGME, 1998, el caudal del manantial La Fuente es de 50 l/s, lo que supone un caudal anual de 1,6 hm³.

Código Tramo	Cuantificación		Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (hm ³ /año)	Conexión difusa (hm ³ /año)		
021.06.001		24	Natural	Obtenido a partir de los aforos del PIAS (IGME, 1979)
021.06.002		85,5	Natural	El valor obtenido es superior al valor real de drenaje de la FGP en este tramo.
021.06.003	17,4		Natural	Obtenido de Coloma, P. (1999)
021.06.004	15,8		Natural	Obtenido de Coloma, P. (1999)
021.06.005		5	Natural	Obtenido a parir del PIAS (IGME, 1979) y de DPB- ITGE (1998)
021.06.006		10,8	Natural	Obtenido a partir de la descomposición del hidrograma de las estación 2028.
021.06.007	3,5		Natural	Obtenido a parir de DPB- ITGE (1998)
021.06.008	15,8		Natural	Obtenido a parir de DPB- ITGE (1998)
021.06.009		7,9	Influenciado	Obtenido a partir de los datos del PIAS (IGME, 1979)
021.06.010		19,3	Natural	Obtenido a partir del estudio del hidrograma de la estación 2125

Código Tramo	Cuantificación		Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (hm ³ /año)	Conexión difusa (hm ³ /año)		
021.06.011	-		Natural	
021.06.012	1,6		Natural	Obtenido a partir de DPB-IGME (1998)
021.06.013			Natural	No ha sido posible su cuantificación
021.06.014			Natural	No ha sido posible su cuantificación
021.06.015	5,7			Obtenido a partir de la base de datos de manantiales del IGME y del estudio DPB- ITGE, 1998.
021.06.016	4,7	No se ha podido cuantificar la conexión difusa directa.		Obtenido a partir del estudio DPB-ITGE, 1998.
021.06.017	3,1			Obtenido a partir del estudio DPB-ITGE, 1998.
021.06.018	2,8			Obtenido a partir del estudio DPB-ITGE, 1998.
021.06.019	1,6			Obtenido a partir del estudio DPB-ITGE, 1998.

Tabla 6. Resumen de la cuantificación río-acuífero



4. Manantiales

En relación con la MASb se han diferenciado un total de 89 manantiales, de los que 18 se asocian a tramos de cauce donde se ha definido una conexión río-acuífero. A continuación se describen dichos manantiales.

4.1 Manantiales principales

Los manantiales considerados principales en el sistema de explotación de Riaza están asociados a la FGP Carbonatos mesozoicos. Dichos manantiales son los siguientes:

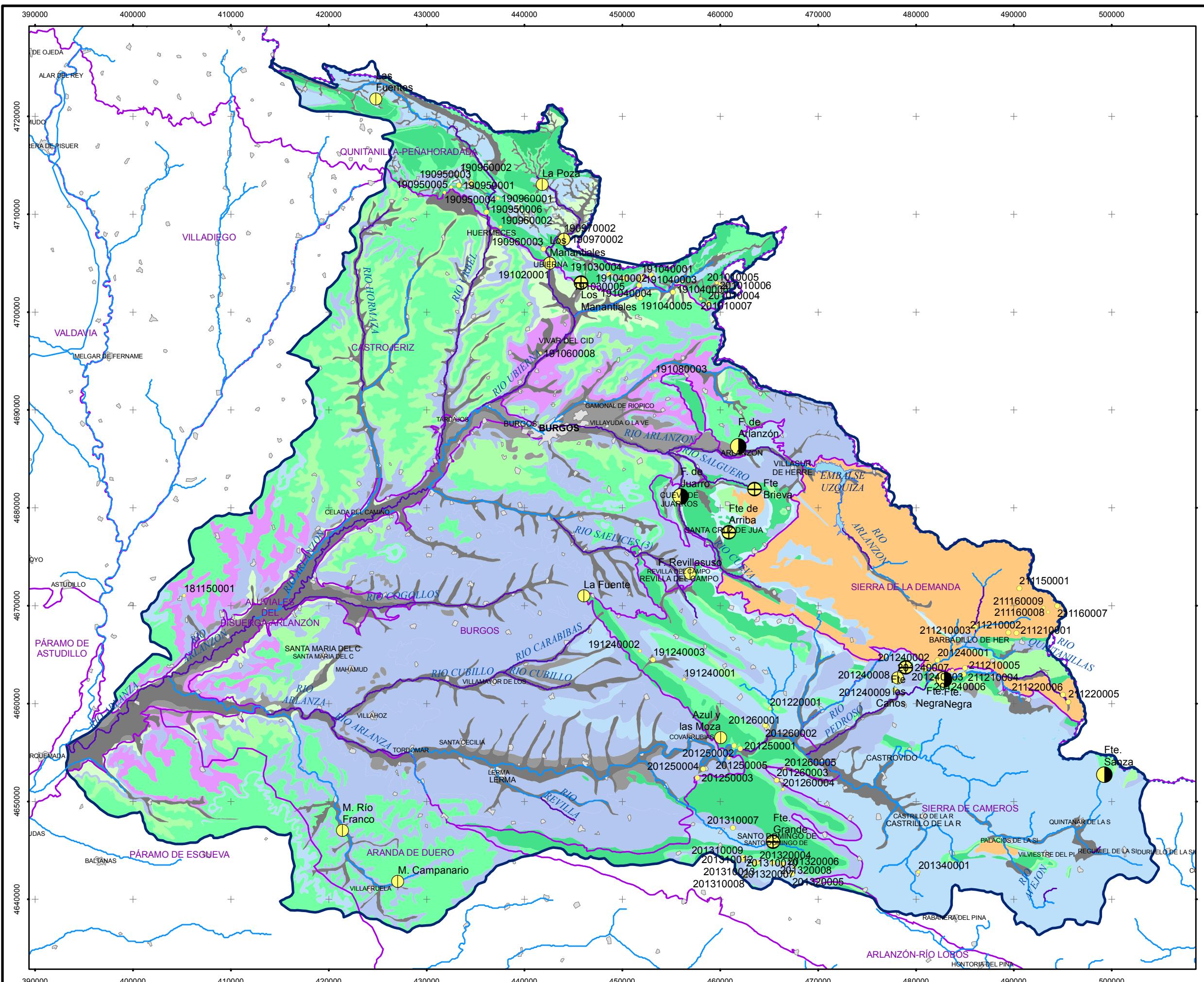
Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada	
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)		
				X	Y			
Azul y las Mozas		Arlanza	021.06.002	460060	4656523	1026	Carbonatos mesozoicos	
Fuente Negra	201240004	Quintanillas	021.06.003	482881	4662464	1058	Carbonatos mesozoicos	
	201240005			482880	4662465	1058		
Fuente Sanza	211270004	Arlanza	021.06.004	499253	4652726	1617	Carbonatos mesozoicos	
Fuente Grande	201320003	Mataviejas	021.06.005	465415	4645905	1011	Carbonatos mesozoicos	
Manantiales río Franco	181330007	Franco	021.06.007	421403	4647040	848	Carbonatos mesozoicos	
Manantial (Campanario)		Franco	021.06.007	427064	4641846	896	Carbonatos mesozoicos	
Fuente de Juarro	201370002	Cuevas	021.06.008	455946	4681147	966	Carbonatos mesozoicos	
Fuente de Arlanzón		Arlanzón	021.06.009	461827	4686258	977	Carbonatos mesozoicos	
La Poza		Ubierna	021.06.010	441821	4713060	955	Carbonatos mesozoicos	
Los manantiales	191020001	Ubierna	021.06.010	442580	4704987	897	Carbonatos mesozoicos	
	190970002	Ubierna	021.06.010	444038	4707447	987	Carbonatos mesozoicos	
Los manantiales		Hoz	021.06.010	445773	4703028	907	Carbonatos mesozoicos	

Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada	
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)		
				X	Y			
Las Fuentes		Urbel	021.06.012	424803	4721817	986	Carbonatos mesozoicos	
Los Caños		Pedroso	021.06.015	478968	4663732	1138	Carbonatos mesozoicos	
Fuente Brieva		Salguero	021.06.016	463533	4681956	1061	Carbonatos mesozoicos	
Fuente de Arriba		Cuevas	021.06.017	460884	4677512	1043	Carbonatos mesozoicos	
Fuente Revillasuso		Saelices	021.06.018	456923	4673304	1035	Carbonatos mesozoicos	
La Fuente		Cogollos	021.06.019	446022	4670993	960	Carbonatos mesozoicos	

Tabla 7. Manantiales principales. Sistema de explotación Arlanza (021.06)

4.2 Resto de manantiales

El resto de surgencias del sistema son básicamente manantiales de escaso caudal que drenan los carbonatos mesozoicos cuando la superficie topográfica corta el nivel piezométrico o cuando entran en contacto con materiales de menor permeabilidad. También aparecen algunas surgencias en los materiales terciarios detríticos.



5. Zonas húmedas

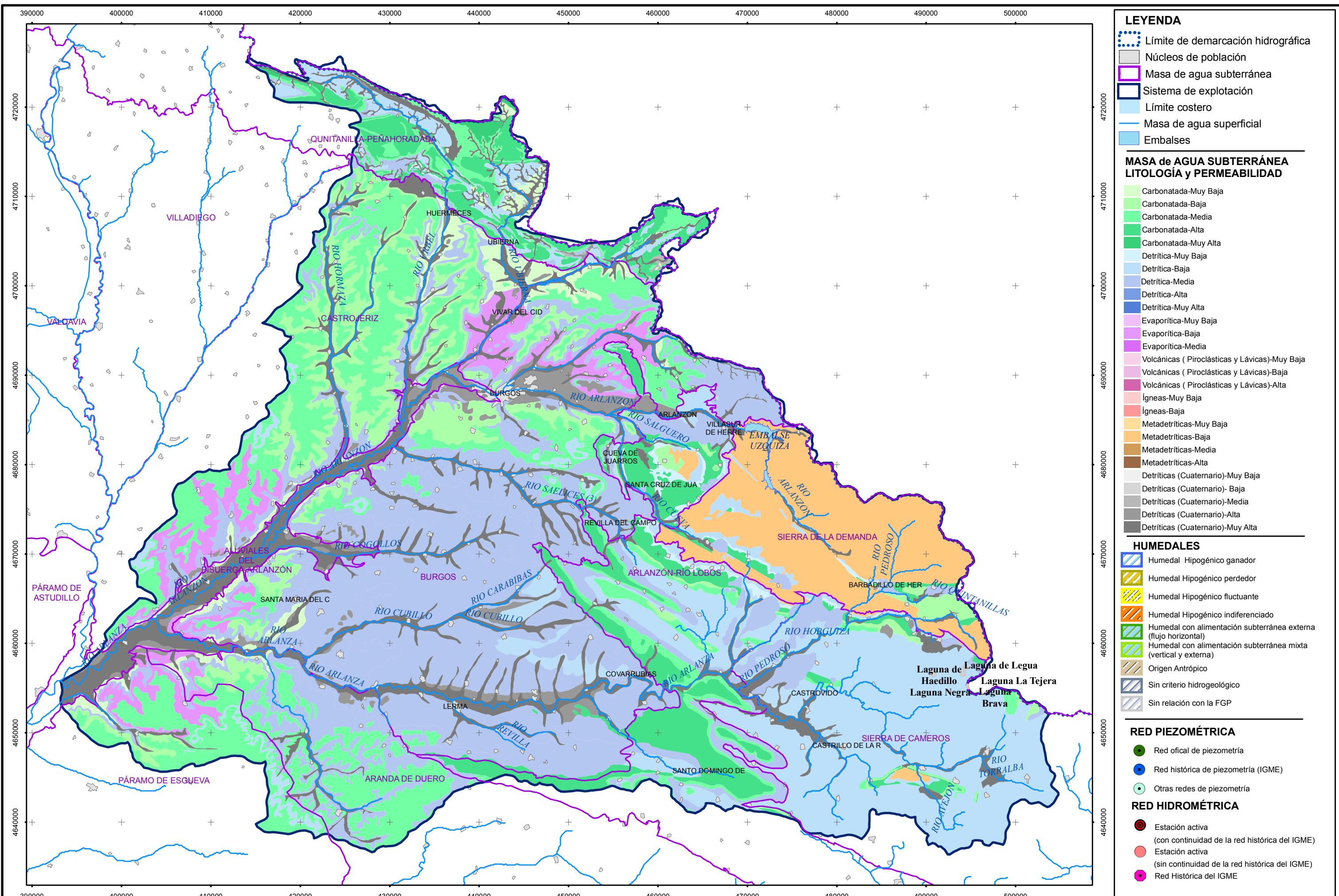
Existen 3 humedales inventariados en el sistema de explotación 06-Arlanza que pertenecen a la red Natura 2000.

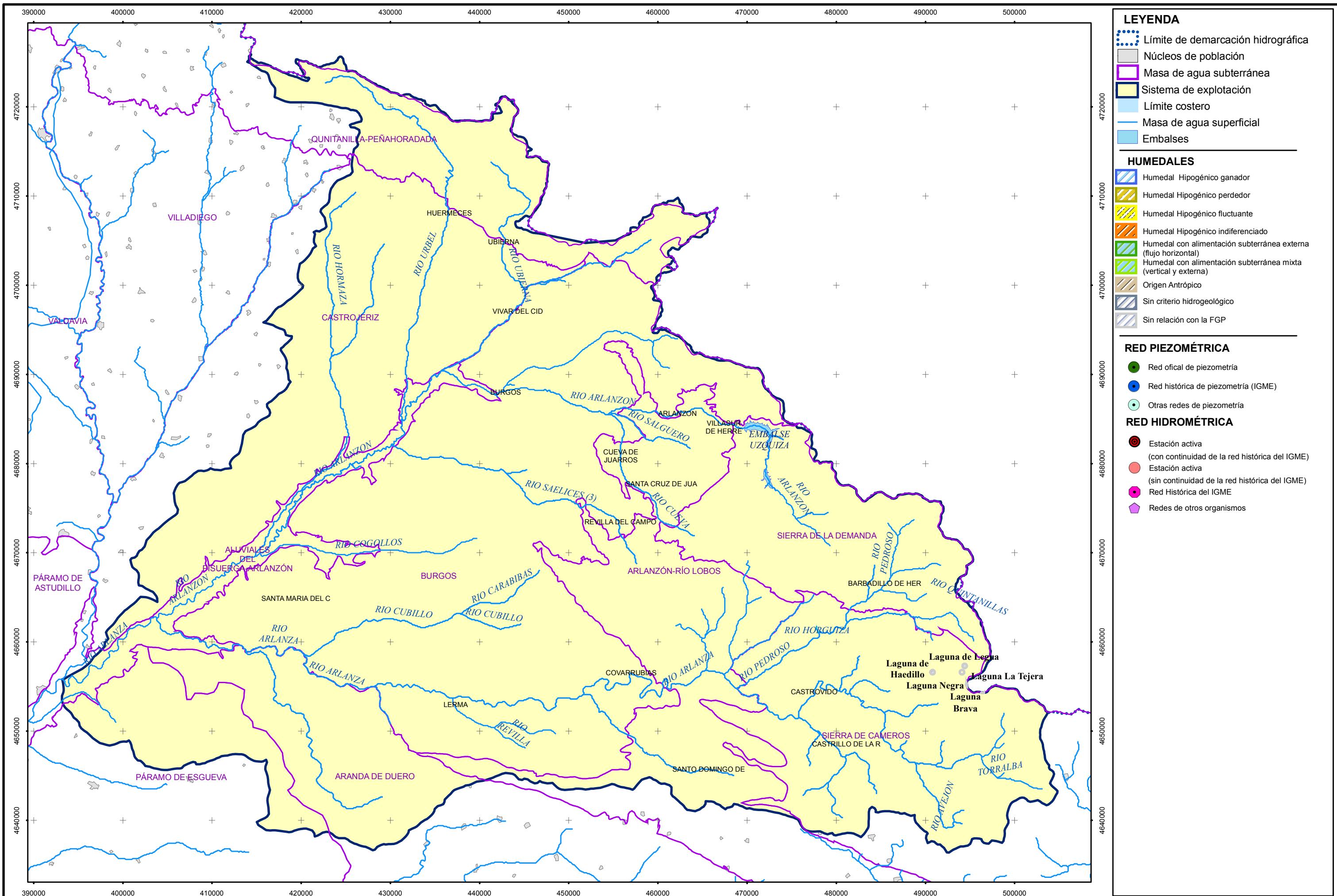
5.1 Identificación y Modelo Conceptual

Los 3 humedales inventariados en la MASb pertenecen al LIC (ES4120092) y ZEPA (ES4120012) Sierra de la Demanda. Son las lagunas de Haedillo, La Tejera y Legua. Son lagunas someras y fluctuantes situadas en la parte baja del sector burgalés (vertiente norte de la sierra de Neila) de las lagunas del entorno de los Picos de Urbión, que forman el mejor conjunto de morfología glaciar del Sistema Ibérico. Se trata de depresiones originadas por la erosión glaciar en circo sobre roca dura, con depósitos morrénicos (MMA, 2006). Sus aportes son fundamentalmente superficiales, teniendo muy escasa o nula relación con las aguas subterráneas.

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza	
Humedal	Código (MMA, 2006)	Categoría	Código oficial	Observaciones
Laguna de Haedillo	412008		LIC ES4120092 ZEPA: ES4120012	
Laguna La Tejera	412009	LIC y ZEPA	LIC ES4120092 ZEPA: ES4120012	Sierra de la Demanda
Laguna de Legua	412007			

Tabla 8. Zonas húmedas asociadas al sistema de explotación
021.06-Arlanza





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

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 HUMEDALES Y MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA
SISTEMA de EXPLOTACIÓN 021.06 (ARLANZA). EG04_02106_map_6A

DICIEMBRE 2009

6. Análisis de la información utilizada y de los resultados obtenidos

Se ha detectado un alto grado de escasez de información foronómica en el sistema de explotación de Arlanza.

Con objeto de cumplimentar la información existente sobre el sistema de explotación y a fin de aclarar las cuestiones en las que se ha detectado cierto grado de incertidumbre se propone la realización de los siguientes estudios:

- Revisión del inventario de manantiales y realización de mediciones periódicas de caudal en los más importantes (manantiales principales al menos) ya que únicamente existe un dato de caudal de cada uno de ellos, obtenido en el momento en el que se inventariaron.

Con objeto aumentar la información foronómica actual se propone la siguiente red de control, constituida por 13 puntos cuyas características se incluyen en la siguiente tabla:

Nº estación	UTM X	UTM Y	Cota (m.s.n.m)	Cauce	Objetivo
EH021.06.01	464964	4656647	910	Arlanza	Control del caudal del río Arlanza antes de entrar en el tramo 021.06.002
EH021.06.02	452588	4653873	866	Mataviejas	Control del caudal del río Mataviejas aguas arriba de su confluencia con el Arlanza.
EH021.06.03	478239	4655039	976	Arlanza	Control del caudal del río Arlanza aguas arriba del tramo 021.06.006
EH021.06.04	416534	4657451	789	Franco	Control del caudal del río Franco aguas arriba de su confluencia con el Arlanza.
EH021.06.05	420716	4658409	790	Cubillo	Control del caudal del río Cubillo aguas arriba de su confluencia con el Arlanza
EH021.06.06	455344	4685034	937	Cuevas	Control del caudal del río Cuevas aguas arriba de su confluencia con el Arlanzón
EH021.06.07	453918	4685683	917	Arlanzón	Control del caudal del río Arlanzón aguas abajo del tramo 021.06.009 y aguas arriba de la ciudad de Burgos.
EH021.06.08	437109	4689875	835	Arlanzón	Control del caudal del río Arlanzón aguas abajo de la ciudad de Burgos.
EH021.06.09	435431	4704197	870	Urbel	Control del caudal del río Urbel aguas abajo del tramo 021.06.011 y aguas arriba del tramo 021.06.014
EH021.06.10	431827	4688228	819	Urbel	Control del caudal del río Urbel aguas abajo del tramo 021.06.014 y aguas arriba de su confluencia con el río Arlanzón
EH021.06.11	424153	4680741	797	Hormaza	Control del caudal del río Hormaza aguas arriba de su confluencia con el Arlanzón
EH021.06.12	431237	4681610	814	Ausines	Control del caudal del río Ausines aguas arriba de su confluencia con el Arlanzón
EH021.06.13	418965	4670923	777	Cogollos	Control del caudal del río Cogollos aguas arriba de su confluencia con el Arlanzón

Tabla 9. Estaciones de aforos propuestas

7. Referencias Bibliográficas

- (1) IGME (1979). Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Sistemas N°s 8 y 12
- (2) IGME (1982). Plan Hidrológico Nacional. Cuenca del Duero. Recursos subterráneos.
- (3) Diputación Provincial de Burgos-ITGE (1998). Atlas del medio hídrico de la provincia de Burgos.
- (4) Coloma López, P (1999). "Estudio hidrogeológico de los sistemas acuíferos kársticas riojanas occidentales (Neila-LaDemanda). Zubía, nº 17.
- (5) IGME (2006). Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000.
- (6) MMA (2006) Base documental de los humedales españoles.
- (7) CH Duero (2007). Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía.
- (8) CH Duero (2008). Integración de las masas de aguas subterráneas en el modelo de gestión de la cuenca hidrográfica del Duero. Determinación de los parámetros de simulación (Coeficientes de agotamiento).
- (9) IGME. Mapa hidrogeológico de España. Escala 1:200.000. Hojas de Reinosa (11), Burgos (20), Logroño (21), Aranda de Duero (30) y Soria (31)
- (10) IGME. Hojas MAGNA a escala 1:50.000 de Polientes (134), Villadiego (166), Montorio (167), Briviesca (168), Sasamón (199), Burgos (200), Belorado (201), Astudillo (236), Castrogeriz (237), Villagonzalo Pedernales (238), Pradoluengo (239), Ezcaray (240), Torquemada (274), Santa María del Campo (275), Lerma (276), Salas de los Infantes (277), Canales de la Sierra (278), Baltanas (312), Antigüedad (313), Cilleruelo de Abajo (314), Santo Domingo de Silos (315) y Quintanar de la Sierra (316)

8. Bibliografía de interés

- (1) DGOH - IGME (1988). Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características. 02 Cuenca del Duero.
 - (2) IGME (1989). Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis.
 - (3) IGME (2000). Unidades hidrogeológicas de España
 - (4) CH Duero (2005). Directiva Marco del Agua (DMA) en la cuenca del Duero
-

Anejo 1. Tabla de estaciones de control y medida

Estación de control y medida			Cauce		Régimen hidrológico		Sistema de Explotación		FGP	Tramo relación río-acuífero (b)			Situación geográfica respecto al tramo
Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo	Observaciones	Código	Nombre		Código	Cauce	Descripción	
2028	Río Arlanza en Castrovido	2	02RI2105	Arlanza	Natural		06	Arlanza	Carbonatos mesozoicos	021.06.006	Arlanza	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Aguas abajo
2030	Río Arlanza en Covarrubias	2	02RI2156	Arlanza	Natural		06	Arlanza	Detritica terciaria	021.06.001	Arlanza y Cubillo	Conexión difusa directa en cauces variables	Aguas arriba
									Carbonatos mesozoicos	021.06.002	Arlanza	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Aguas abajo
2031	Río Arlanza en Peral de Arlanza	2	02RI2156	Arlanza	Natural		06	Arlanza	Detritica terciaria	021.06.001	Arlanza y Cubillo	Conexión difusa directa en cauces variables	Aguas abajo
2125	Río Ubierna en Sotopalacios	2	02RI1434	Ubierna	Natural		06	Arlanza	Carbonatos mesozoicos	021.06.010	Ubierna	Conexión mixta difusa directa y manantiales en cauces efluentes	Aguas abajo

Anejo 2. Listado de manantiales

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza			LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES						
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica	21	Duero										
Código IGME del manantial	Nombre del manantial	Tramo relación río-acuífero asociado	Formación geológica asociada	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME	
				Coordenadas UTM X Huso 30	Coordenadas UTM Y-Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME	Caudal Atlas hidráulico de Burgos	Mínimo	Promedio	Máximo	
	Azul y las Mozas	021.06.002	Carbonatos mesozoicos	460060	4656523	1026	0	90				
201240004	Fuente Negra	021.06.003	Carbonatos mesozoicos	482881	4662464	1058	100	200				No se utiliza
			Carbonatos mesozoicos	482880	4662465	1058	500					No se utiliza
211270004	Fuente Sanza	021.06.004	Carbonatos mesozoicos	499253	4652726	1617	500	400				No se utiliza
201320003	Fuente Grande	021.06.005	Carbonatos mesozoicos	465415	4645905	1011	10	100				Abastecimiento y agricultura
181330007	Manantiales río Franco	021.06.007	Carbonatos mesozoicos	421403	4647040	848	0.11	80				Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	Manantial (Campanario)	021.06.007	Carbonatos mesozoicos	427064	4641846	896	30	30				
	Fuente de Juarro	021.06.008	Carbonatos mesozoicos	455946	4681147	966	0	500				
	Fuente de Arlanzón	021.06.009	Carbonatos mesozoicos	461827	4686258	977	0	250				
	La Poza	021.06.010	Carbonatos mesozoicos	441821	4713060	955	0	60				
191020001	Los manantiales	021.06.010	Carbonatos mesozoicos	442580	4704987	897	2	50				Abastecimiento a núcleos urbanos
190970002		021.06.010	Carbonatos mesozoicos	444038	4707447	987	83.33					Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)
	Los manantiales	021.06.010	Carbonatos mesozoicos	445773	4703028	907	0	100				
	Las Fuentes	021.06.012	Carbonatos mesozoicos	424803	4721817	986	0	50				
	Los Caños	021.06.015	Carbonatos mesozoicos	478968	4663732	1138	0	120				
	Fuente Brieva	021.06.016	Carbonatos mesozoicos	463533	4681956	1061	0	150				

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza			LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES						
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica		21	Duero									
Código IGME del manantial	Nombre del manantial	Tramo relación río-acuífero asociado	Formación geológica asociada	Ubicación geográfica			Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME	
				Coordenadas UTM X Huso 30	Coordenadas UTM Y-Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME	Caudal Atlas hídrico de Burgos	Mínimo	Promedio	Máximo	
	Fuente de Arriba	021.06.017	Carbonatos mesozoicos	460884	4677512	1043	0	100				
	Fuente Revillasuso	021.06.018	Carbonatos mesozoicos	456923	4673304	1035	0	90				
	La Fuente	021.06.019	Carbonatos mesozoicos	446022	4670993	960	0	50				

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza			LISTADO DE OTROS MANANTIALES	
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica		21	Duero				
Código del manantial	Código IGME del manantial	Ubicación geográfica			Datos de caudales		Uso del manantial IGME
		Coordenadas UTM Huso 30	Coordenadas UTM Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME		
	201310008	462517	4642308	1120	0.5	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201320005	467356	4642589	1180	5	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201340001	480249	4642782	1015	0	Desconocido	
	201320007	467590	4643298	1140	0	No se utiliza	
	201320006	466439	4643587	1130	1.5	Ganadería	
	201310013	463584	4643662	1040	6	No se utiliza	
	201320008	466117	4643681	1130	0.5	Ganadería	
	201320004	465357	4643746	1100	1	No se utiliza	
	201310012	463816	4643815	1040	4	No se utiliza	
	201310010	462320	4644005	1070	0	No se utiliza	
	201310009	462367	4644252	1060	1	No se utiliza	
	201310007	461325	4647308	980	5.56	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201260004	466407	4651236	1060	0.47	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201260003	465767	4652195	1030	3	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201250003	457673	4652406	970	5	Abastecimiento a núcleo urbano y otra actividad	
	201250004	458253	4653330	900	1	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201260005	466575	4653335	1078	0	Desconocido	
	201250005	460880	4654433	940	0.5	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201250001	462058	4655386	980	2	Agricultura	
	201250002	461440	4655727	980	1	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201260001	464828	4657628	968	0.5	Abastecimiento a núcleos urbanos	

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza			LISTADO DE OTROS MANANTIALES	
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica	21	Duero					
Código del manantial	Código IGME del manantial	Ubicación geográfica			Datos de caudales		Uso del manantial IGME
		Coordenadas UTM Huso 30	Coordenadas UTM Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME		
	201260002	464599	4657783	968	3.61	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201220001	465067	4659477	980	0	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	211220005	495579	4660183	1300	2	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	211220006	495027	4660893	1280	2	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201240009	477848	4661420	1040	3	No se utiliza	
	191240001	456309	4662434	1090	0.19	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201240006	481847	4662435	1040	0	No se utiliza	
	201240008	478127	4662621	1080	60	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	211210004	484879	4662981	1080	1	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201240007	483733	4663414	1180	15	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201240003	480885	4663544	1100	1.5	No se utiliza	
	211210005	485018	4663628	1140	3	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201240002	481391	4663915	1100	4	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201240001	482197	4664408	1100	1.5	No se utiliza	
	191240003	453153	4664480	1033	2	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	191240002	451782	4665379	1040	0.31	No se utiliza	
	211210001	490282	4667208	1320	2	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	211210002	489455	4667271	1340	2	No se utiliza	
	211210003	486037	4667793	1140	4	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	211160008	493496	4669342	1540	0.58	Desconocido	
	211160009	493038	4669774	1360	0.78	Desconocido	
	211160007	494461	4670022	1740	1.31	Desconocido	
	181150001	405205	4671048	800	0	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza			LISTADO DE OTROS MANANTIALES	
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica	21	Duero					
Código del manantial	Código IGME del manantial	Ubicación geográfica			Datos de caudales		Uso del manantial IGME
		Coordenadas UTM Huso 30	Coordenadas UTM Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME		
	211150001	490563	4671776	1480	2.5	Desconocido	
	191080003	453368	4693529	918	0	Desconocido	
	191060008	441620	4695800	850	0	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201010004	458786	4700888	960	2.5	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	201010007	458013	4701353	940	0.5	Abastecimiento y ganadería	
	191040005	451847	4701466	920	7	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	191040006	455162	4702041	900	2	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	191040004	451719	4702732	900	10	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	201010005	459986	4702890	930	0.5	Abastecimiento y ganadería	
	201010006	459644	4703015	935	0.5	Abastecimiento y ganadería	
	191040003	451906	4703317	900	10	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	191030005	450263	4703456	1100	1	Abastecimiento y ganadería	
	191040001	451953	4703626	900	5	Abastecimiento y ganadería	
	191040002	452959	4703776	960	7	Abastecimiento y ganadería	
	191030004	448644	4703837	1060	2	Abastecimiento y ganadería	
	190960003	441953	4706440	920	1.5	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	190970002	444038	4707447	920	83.33	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	
	190960002	437568	4708683	1000	0.31	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	190950006	436123	4710233	900	5	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	190960001	437276	4711645	940	0.19	Ganadería	
	190950004	431807	4712216	1020	0.5	Ganadería	
	190950005	432496	4712765	1000	0.5	Ganadería	
	190950001	433297	4712974	945	1	Abastecimiento a núcleos urbanos	

Sistema de Explotación		21.06	Arlanza			LISTADO DE OTROS MANANTIALES	
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica		21	Duero				
Código del manantial	Código IGME del manantial	Ubicación geográfica			Datos de caudales		Uso del manantial IGME
		Coordenadas UTM Huso 30	Coordenadas UTM Huso 30	Cota del manantial	Caudal histórico IGME		
	190950003	434554	4713295	1000	1	Abastecimiento a núcleos urbanos	
	190950002	433421	4714083	960	0.5	Ganadería	
	191020001	442580	4704987	880	2	Abastecimiento a núcleos urbanos	