

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

091.065 PRADOLUENGO-ANGUIANO



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**

091.065 PRADOLUENGO-ANGUIANO

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	4
1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad	4
1.2.2 Estructura geológica	5
1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico	7
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES	12
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	12
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	12
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	12
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	15
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	15
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	24
3.2.1 Análisis de series de aforos	24
3.2.2 Otros datos hidrométricos	27
4. MANANTIALES	33
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	33
4.2 RESTO DE MANANTIALES	36
5. ZONAS HÚMEDAS	38
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES	39
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	39
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	39
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	41

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**

091.065 PRADOLUENGO-ANGUIANO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte geológico de la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano (Fuente: MAGNA nº 239)..	6
Figura 2. Hidrogramas de la aportación de la MASb 091.065 a los cauces principales (periodo de control de 1 año). Nótese como el Oja (o Glera) y el Tirón funcionan como influentes y efluentes. Tomado de Coloma López, P., 1998a.	8
Figura 3. Esquema hidrogeológico del funcionamiento de la FGP Suprakeuper-Lías en el sector occidental de la MASb 091.065. Tomado de Coloma López, P., 1998a.	8
Figura 4. Esquema hidrogeológico del funcionamiento de la FGP Suprakeuper-Lías en la cuenca del río Iregua, en el entorno de Torrecilla de Cameros. Tomado de Coloma López, P., 1998a.	9
Figura 5. Cortes hidrogeológicos esquemáticos del funcionamiento de la FGP Suprakeuper-Lías (de color azul) en la cuenca del río Iregua. Tomado de Coloma López, P., 1998a.	10
Figura 6. Descomposición del hidrograma (método Barnes) de la estación de aforos nº 37 (Urbión en Garganchón)	25
Figura 7. Análisis del hidrograma EA nº 37 (Urbión en Garganchón).....	25
Figura 8. Descomposición del hidrograma (método Barnes) de la estación de aforos nº 197 (Leza en Leza)	26
Figura 9. Análisis del hidrograma EA nº 197 (Leza en Leza).....	26
Figura 10. Hidrograma de las descargas al río Iregua en el sector de Pradillo. Tomado de Coloma López, P., 1999.	28
Figura 11. Hidrograma de las descargas al río Iregua en el sector de Torrecilla de Cameros. Tomado de Coloma López, P., 1999.	29
Figura 12. Hidrograma de las descargas al río Leza entre Soto y Leza. Tomado de Coloma López, P., 1998a.	30
Figura 13. Hidrograma del manantial de San Pedro. Tomado de Coloma López, P., 1999.	34

**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**

091.065 PRADOLUENGO-ANGUIANO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estaciones de medida y control correspondientes a la red oficial de aforos	12
Tabla 2.	Datos en estaciones de medida y control hidrométrico	13
Tabla 3.	Identificación de los tramos de ríos conectados	18
Tabla 4.	Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos	23
Tabla 5.	Resumen de la cuantificación río-acuífero	31
Tabla 6.	Manantiales principales. Pradoluengo-Anguiano (091.065)	35
Tabla 7.	Propuesta de actuaciones	40

**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**

091.065 PRADOLUENGO-ANGUIANO

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea	3
Mapa 2.	Mapa de permeabilidades	11
Mapa 3.	Mapa de estaciones de control y medida de caudales	14
Mapa 4.	Mapa sinóptico de la relación río-acuífero	32
Mapa 5.	Mapa de manantiales	37

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 *Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Pradoluengo-Anguiano, a la que corresponde el código de identificación 091.065 dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, comprende las anteriormente Unidades Hidrogeológicas denominadas Ezcaray-Pradoluengo (09.32) y Jubera-Anguiano (09.34), que en el año 1997 fueron sustituidas por la UH 05.01 (Pradoluengo-Anguiano), cuya poligonal coincide con la de la actual MASb. Constituye una franja alargada de dirección E-O entre la divisoria de la cuenca del Ebro, al O, y las proximidades de la población de Santa Engracia, al E, dentro de la cual se engloban así los afloramientos mesozoicos del borde septentrional de la Sierra de la Demanda.

Sus límites hidrogeológicos están configurados de la siguiente forma: El límite septentrional lo configura el frente de cabalgamiento de la orla mesozoica de la Sierra de la Demanda y los Cameros sobre la Depresión del Ebro, de manera que se constituye así un límite cerrado tanto cuando aflora la traza como cuando ésta se encuentra fosilizada. El límite occidental engloba un afloramiento del Cretácico sup. en el que se originan los manantiales de San Indalecio, en la cabecera del río Oca, y se continua hacia el S hasta conectar con el cabalgamiento Jurásico-Terciario. Hacia el E, el límite lo configura la traza de la orla mesozoica con los materiales paleozoicos de la Demanda, salvo el keuper que se queda fuera en los alrededores de Islallana, para continuar de nuevo por la traza del cabalgamiento hasta las proximidades de Santa Engracia. En este punto el cabalgamiento y los materiales del Jurásico y Cretácico sup. desaparecen fosilizados por terrenos Miocenos. Así pues, el límite meridional se define con carácter cerrado de manera subparalela al anterior hasta alcanzar el embalse de Ortigosa en las proximidades de el Rasillo. A partir de este punto, el límite adquiere carácter abierto en virtud de la fosilización del Jurásico marino bajo las facies Purbeck-Weald y continua hacia el NE hasta las proximidades de Nieva de Cameros, desde donde hace una inflexión hacia el S para englobar los afloramientos Jurásicos de la cabecera del río Iregua, según una curva que une las localidades de Pradillo, Gallinero y Pinillos. Continúa en dirección N y luego NE hasta Luezas, para posteriormente ir paralelamente al contacto Cretácico inf.-Mioceno hasta cerrar en la localidad de Santa Engracia.

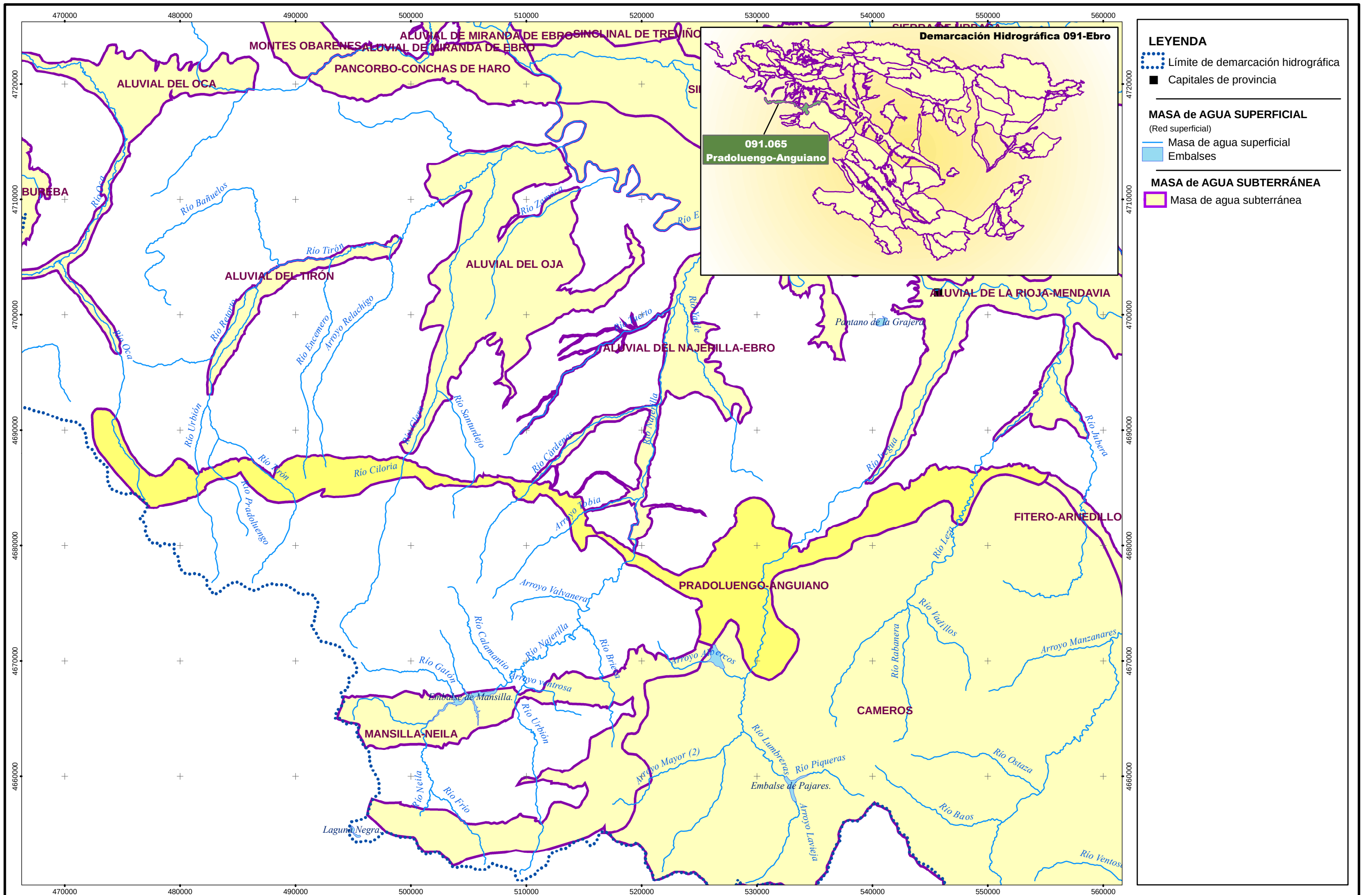
Presenta una superficie total de 248,6 km², distribuidos de la siguiente forma: 194 km² (78,06%) en la provincia de Logroño (Comunidad Autónoma de La Rioja) y 54,5 km² (21,94%) en la provincia de Burgos (Comunidad Autónoma de Castilla y León). En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 1.471 m snm y la mínima de 534 m

snm, fijándose la cota media en 1.063 m snm. Se trata de una unidad de relieve suavizado y estructuralmente compleja, al encontrarse fuertemente tectonizada por mantos de cabalgamiento de orientación E-O en la zona occidental y NNE-SSO en la oriental, de manera que los niveles acuíferos se acomodan a estas estructuras. Estos mantos implican el cabalgamiento de la orla mesozoica sobre la Cuenca terciaria del Ebro por el N mientras que por el S son los materiales paleozoicos de la Demanda los que lo hacen sobre el mesozoico.

La MASb presenta diez ríos y algún arroyo que discurren entre sus límites con una orientación aproximada S-N o SO-NE. La mayoría de ellos lo hacen transversalmente durante muy pocos kilómetros, salvo el río Iregua que lo hace durante un mayor recorrido. De oeste a este los ríos que atraviesan la MASb son los siguientes: el Oca, el Tirón y sus tributarios Encemero, Pradoluengo y Urbión, el Oja (o Glera) y su tributario Santurdejo, el Najerilla y sus tributarios Cárdenas y arroyo Tobía, el Iregua, aguas abajo del embalse de Ortigosa (que queda fuera del ámbito de la MASb), y el Leza.

Esta MASb involucra materiales acuíferos que forman parte de la cobertera mesozoica, como son los materiales carbonatados pertenecientes al Jurásico (Lías y Dogger, con unos máximos de 200m y 100m de potencia, respectivamente) y Cretácico sup., con máximos de 200 m de espesor, así como conglomerados del Mioceno. Destaca asimismo la escasa presencia de depósitos aluviales y, por tanto, su limitada relevancia hidrogeológica. Sólo existen escasos aluviales en el río Oja (entorno de la localidad de Ezcaray), Tirón y Urbión.

No existen modelos matemáticos ni se han realizado simulaciones de flujo en la Masa de Agua.



1.2 Contexto Hidrogeológico

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Dentro de la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano los materiales que alcanzan un mayor desarrollo y que constituyen las FGP son los Jurásico marinos, principalmente las formaciones calcáreas del Suprakeuper-Lías (Grupo Renales) y Dogger (si bien hacia el sector oriental aparecen las Fms. del Malm) y, en menor medida, las calizas y calcarenitas del Cretácico superior. Como ocurre en toda la Cordillera Ibérica, tanto en la Rama Aragonesa como Castellana, la facies margo-evaporítica del Keuper ha actuado como nivel de despegue de los mantos de cabalgamiento, de modo que desde el punto de vista hidrogeológico las mencionadas FGP se encuentran impermeabilizadas a techo, muro e incluso lateralmente, independizando hídricamente distintos sectores de la MASb. No obstante, la intensa fracturación interna de la franja, sobre todo en su sector occidental (desde Garganchón hasta Anguiano), facilita la conexión entre los diferentes niveles permeables. Mientras que en su sector oriental (entre Torrecilla de Cameros y Santa Engracia), el Jurásico aparece a techo semiconfinado por los materiales discordantes en facies Purbeck-Weald (tránsito de plataforma carbonatada marina a sedimentos continentales fluvio-lacustres) y caracterizado por una gran extensión superficial y poca profundidad, plegados e imbricados en direcciones NNE-SSO y N-S.

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

- **FGP Suprakeuper-Lías¹** (Grupo Renales), está constituida por las facies carbonatadas, quedando fuera las margo-calizas que se encuentran a techo (Fms. del Grupo Ablanquejo) por su carácter impermeable. Las carbonatadas (litologías T_{A33}-J₁₁ y J₁₁₋₁₂ del MAGNA 1:50.000) forman un conjunto hidrogeológico de carácter cárstico de tipo difuso que presenta una alta porosidad y, por tanto, elevada permeabilidad, debido a una densa red de fisuración y, sobre todo, a un gran desarrollo de las oquedades interconectadas que favorecen la circulación de las aguas subterráneas. Esta FGP engloba las Fms. Dolomías tableadas de Imón, Carniolas de Cortes de Tajuña y Dolomías tableadas de Cuevas Labradas. En el contacto entre esta unidad y las supra e infrayacentes, de carácter impermeable, se ubican numerosos manantiales. Tiene una potencia variable, entre 100 y 200m.

¹ Conocido en la literatura científico-técnica como nivel carbonatado inferior.

- **FGP Dogger²**, está representada por unos 100m de potencia máxima de la Fm. Carbonatada de Chelva (litologías J₂₁₋₂₂ del MAGNA 1:50.000) en su zona occidental, apareciendo hacia la zona oriental el resto de las Fms. carbonatadas marinas de edad Malm (Calizas negras de Aldealpozo y Calizas con corales de Torrecilla de Cameros). Presenta una abundante fisuración por la fracturación que las afecta y tienen un notable desarrollo cárstico, resultado así una FGP de alta difusividad hidráulica (alta permeabilidad y baja porosidad). La FGP está semiconfinada a techo por los materiales en facies purbeck-weald en el sector oriental y por el terciario detrítico del Ebro en el sector occidental. Como impermeable de muro se encuentran las margo-calizas del Grupo Ablanquejo.

Asimismo, existen otros materiales que, en menor medida que los anteriores, presentan características acuíferas. Entre ellos destacan los siguientes:

- **Cretácico inferior (facies purbeck)**, está formado por el paquete de calizas oncolíticas (litología 12 del MAGNA 1:50.000, Hoja 242) que afloran en el extremo Nororiental de la MASb (entre Soto de Cameros y Leza) y que conforman el cañón del río Leza y descargan en el manantial de “El Restauero”, situado en el fondo de dicho cañón.
- **Cretácico superior**, está formado por calizas y calcarenitas (litología 11 del MAGNA 1:50.000) con una potencia máxima de 200m y cuya superficie de afloramiento se reduce al extremo noroccidental de la MASb, en la cabecera del río Oca, donde da lugar a los manantiales de San Indalecio.

1.2.2 Estructura geológica

La estructura geológica es complicada, ya que se encuentra una tectónica Hercínica y otra Alpina, de modo que durante la fase de deformación Alpina se vieron afectados el zócalo paleozoico y la cobertura mesozoica. Destaca la presencia de un fuerte nivel de despegue a favor de los materiales margo-evaporíticos en facies keuper.

Básicamente, la MASb comprende los afloramientos mesozoicos (desde el keuper hasta el Dogger) del borde septentrional de los macizos de la Demanda (paleozoico) y de Cameros (jurásico terminal-cretácico inf.) que quedan individualizados por dos grandes accidentes tectónicos: el cabalgamiento meridional de Demanda-Cameros, de vergencia N y dirección O-E con un desplazamiento horizontal de unos 25 km y entre 4 y 6 en vertical, y el frente septentrional de cabalgamiento de la orla mesozoica sobre el terciario de la Depresión del

² Conocido en la literatura científico-técnica como nivel carbonatado inferior.

Ebro, con la misma orientación que el frente meridional y vergencia S. Esta franja se encuentra fuertemente tectonizada con pliegues y cabalgamientos con dirección ONO-ESE, en el sector occidental (macizo de la Demanda) y hacia el SO-NE en el sector oriental (macizo de Cameros). La fracturación también es intensa, lo que ocasiona que la serie mesozoica se encuentre muy deformada, con los materiales Jurásicos conformando diferentes escamas que despegan gracias al comportamiento plástico del keuper.

La Figura 1 muestra un corte geológico de dirección NO-SE en las proximidades de Torrecilla de Cameros. Es un corte que pasa por el límite N de la MASb, de ahí que el río Iregua no discorra por los materiales permeables del Jurásico carbonatado, como sí lo hace dentro de los límites de la MASb.

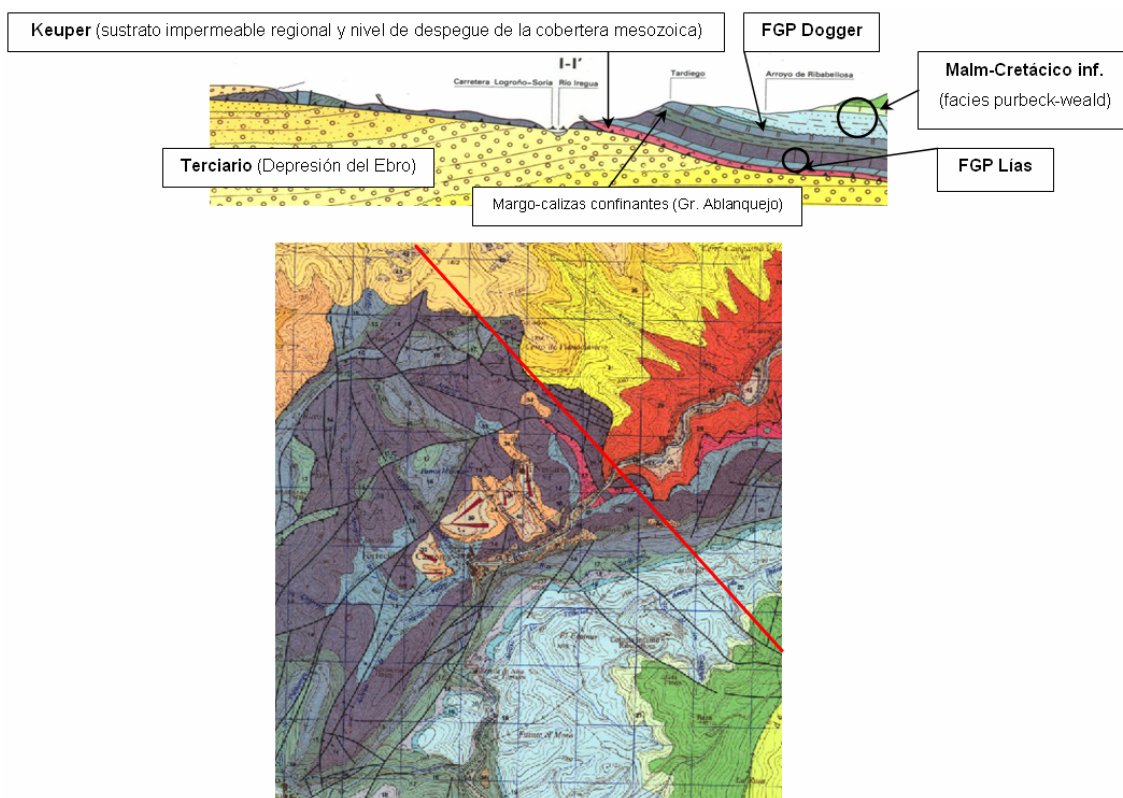


Figura 1. Corte geológico de la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano (Fuente: MAGNA nº 239)

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

Como ya se ha comentado anteriormente, los materiales triásicos y jurásicos están afectados por una tectónica de cabalgamientos que los sitúan sobre los terciarios de la cuenca del Ebro al N, y que, a su vez, son cabalgados por el paleozoico del macizo de la Demanda al S. Las facies margo-yesíferas del keuper actúan como nivel de despegue y constituyen los límites de la FGP a techo, muro e incluso lateralmente independizando hídricamente diferentes sectores que pueden llegar a conectarse mediante la intensa fracturación interna o permanecer aislados y sin continuidad lateral clara en muchos sectores. Esto se debe al hecho de encontrarse fuertemente deformados al aflorar entre los dos cabalgamientos que constituyen el frente N del macizo de la Demanda. En la zona entre las sierras de la Demanda y Cameros aparece una zona donde los materiales jurásicos tienen poca profundidad y gran extensión superficial, apareciendo plegados e imbricados en direcciones aproximadas N-S.

De las diferentes FGPs identificadas en la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano, la principal en cuanto a los vínculos con los cauces superficiales y la explotación de los recursos almacenados es la **FGP Suprakeuper-Lías**. Se trata de una FGP de carácter cárstico, cuya disposición estructural permite la individualización en varias zonas de direcciones de flujo y de descarga diferenciadas.

La recarga se produce fundamentalmente por transferencia subterránea procedente de la FGP Dogger y, en menor proporción, por infiltración directa de las precipitaciones, por la escasez de superficie aflorante, y por infiltración a partir de sumideros y desde los cauces superficiales en algunas zonas de cabecera cuando atraviesan los materiales permeables. Asimismo, el conjunto detrítico de las facies Purbeck-Weald da lugar a un importante área de recarga por infiltración de agua de lluvia y, presumiblemente, alimenta de forma subterránea a los acuíferos calcáreos infrayacentes en la mitad oriental de la unidad³.

En líneas generales, la descarga de la unidad se verifica a través de la red fluvial, actuando los ríos como niveles de base regional, ya sea por salidas directas o mediante manantiales ubicados en sus proximidades (Figura 3). La existencia en muchas zonas de manantiales de muro indica la presencia de discontinuidades hidráulicas y fuertes compartimentaciones estructurales. Como ejemplos cabría citar que entre Fresneda de la Sierra y Turza los niveles piezométricos presentan cotas entre 795-790m snm. En el área entre Pradillo y Torrecilla de Cameros existen importantes manantiales que drenan los distintos compartimentos individualizados por fallas y niveles de baja permeabilidad a cotas variables entre 760 y 1300 m

³ Principalmente a la FGP Dogger.

snm. Entre el río Tobía y el afloramiento en Torrecilla de Cameros el drenaje se hace directamente al río Najerilla en Anguiano, a una cota de 600 m snm.

De acuerdo con la bibliografía consultada (Coloma López, P., 1999), las relaciones río-acuífero son complicadas, ya que en ocasiones no se observa un comportamiento claro ni constante en el tiempo (Figura 2), si bien, en líneas generales, la mayoría de los cauces de cierta entidad funcionan como efluentes (ganadores de caudal).

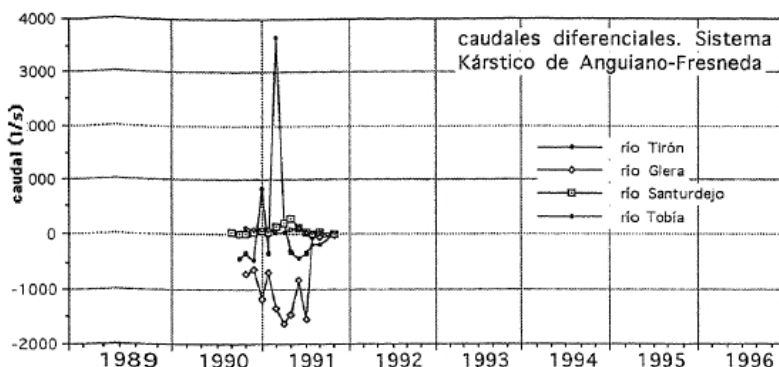


Figura 2. Hidrogramas de la aportación de la MASb 091.065 a los cauces principales (periodo de control de 1 año). Nótese como el Oja (o Glera) y el Tirón funcionan como influentes y efluentes. Tomado de Coloma López, P., 1998a.

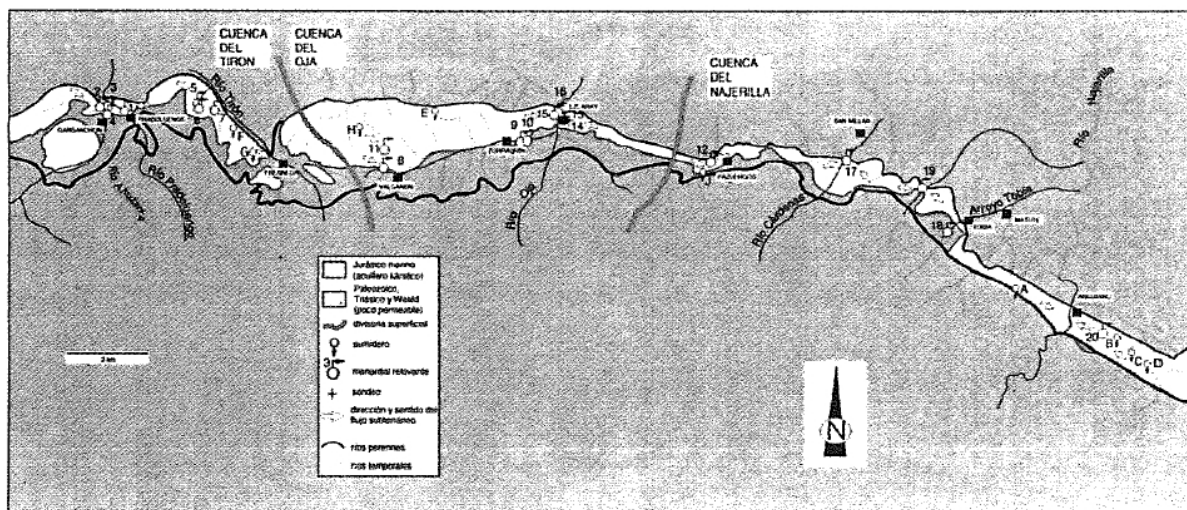


Figura 3. Esquema hidrogeológico del funcionamiento de la FGP Suprakeuper-Lías en el sector occidental de la MASb 091.065. Tomado de Coloma López, P., 1998a.

Como ejemplo del funcionamiento hidrogeológico de la **FGP Suprakeuper-Lías** en la MASb, se ilustra el comportamiento en la cuenca del río Iregua (zona al N del contacto de las sierras de la Demanda y Cameros) esquematizado en la Figura 4 y en sendos cortes hidrogeológicos esquemáticos (Figura 5).

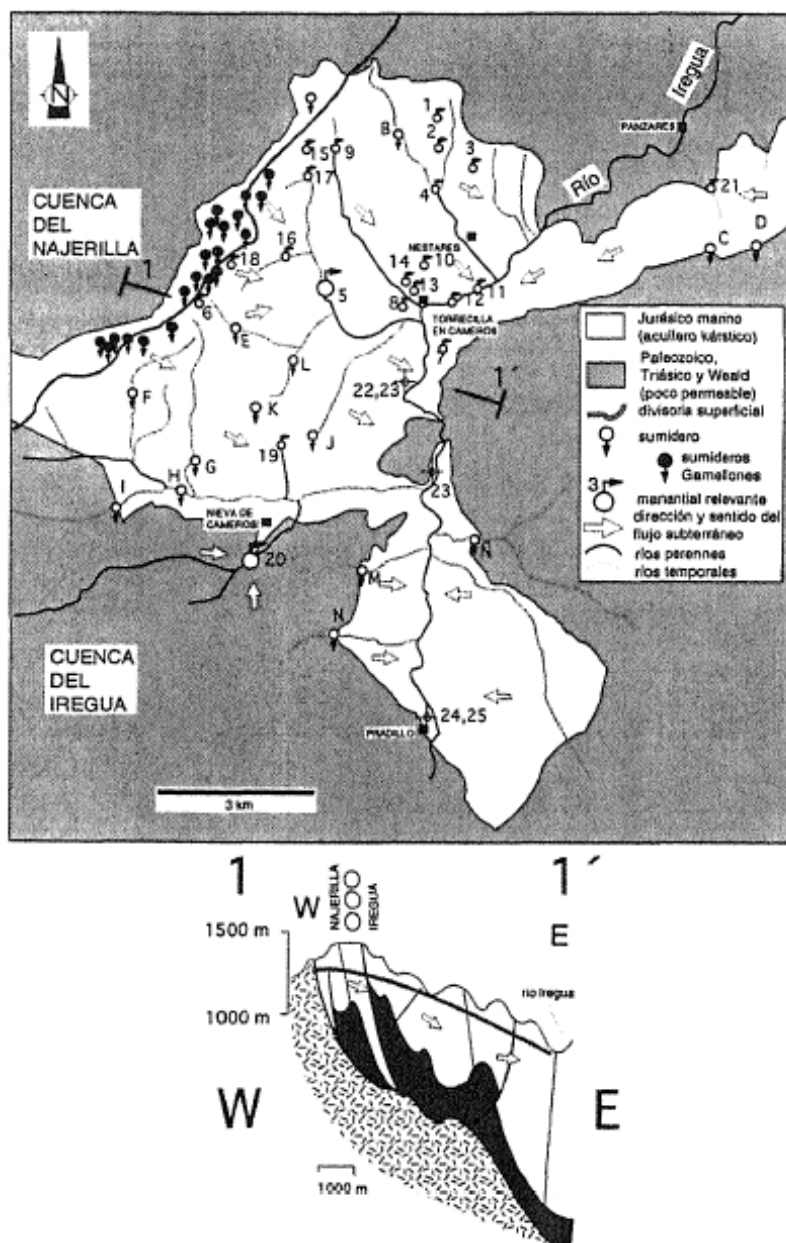


Figura 4. Esquema hidrogeológico del funcionamiento de la FGP Suprakeuper-Lías en la cuenca del río Iregua, en el entorno de Torrecilla de Cameros. Tomado de Coloma López, P., 1998a.

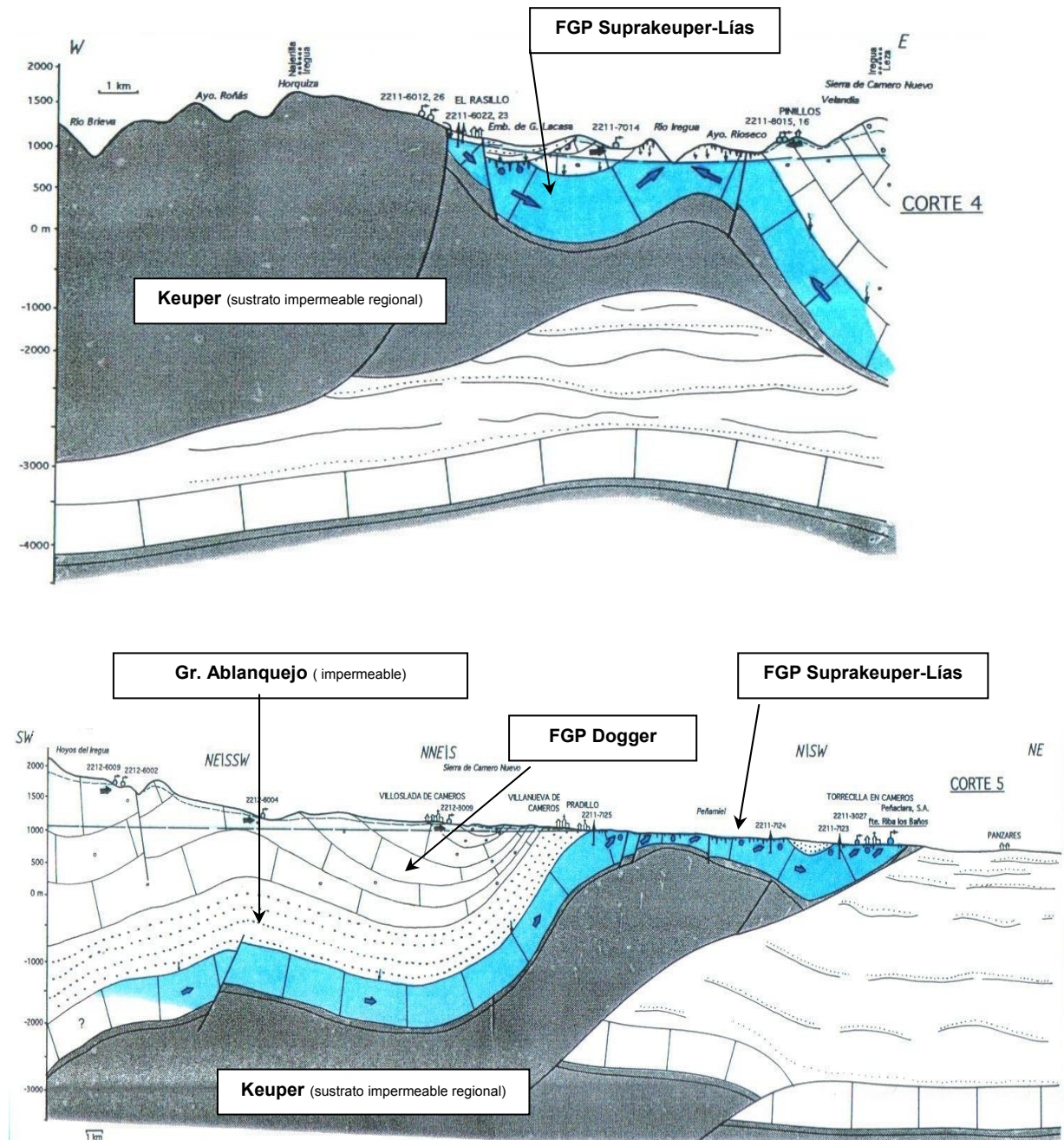
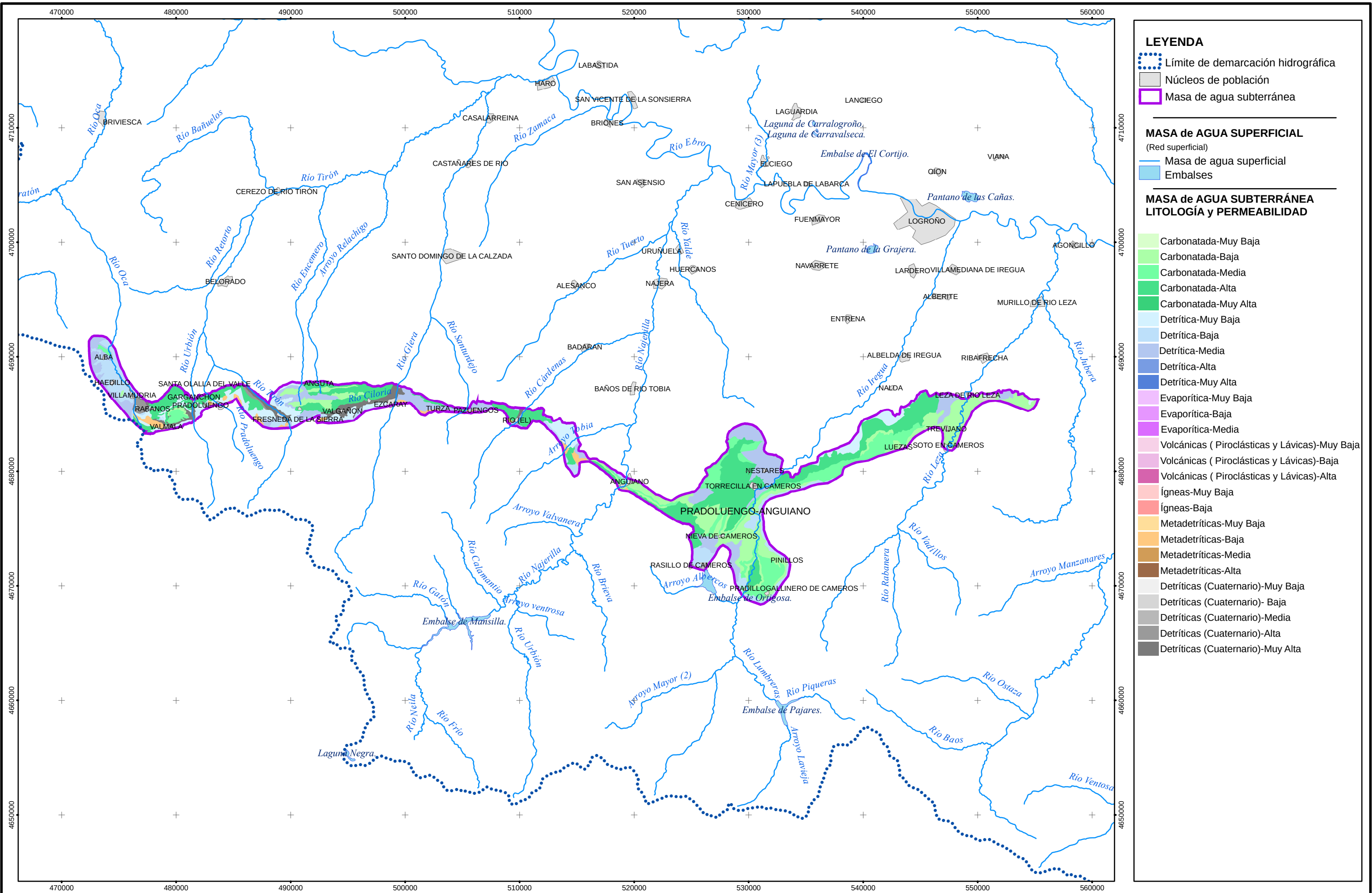


Figura 5. Cortes hidrogeológicos esquemáticos del funcionamiento de la FGP Suprakeuper-Lías (de color azul) en la cuenca del río Iregua. Tomado de Coloma López, P., 1998a.



2. Estaciones de control y medidas de caudales

Las estaciones de medida y control de la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano corresponden a dos estaciones oficiales de aforos de la CHE situadas en el río Oja en Ezcaray (EA nº 156) y en el río Najerilla aguas arriba de Anguiano (EA nº 48), a algunas secciones de control de la red histórica de control de aguas subterráneas del IGME y a numerosos puntos de control de caudales de la CHE.

2.1 Estaciones de la red oficial de aforos

La red oficial de aforos que la CHE mantiene incluye dos estaciones. La EA nº 156, situada en Ezcaray y que controla el caudal del río Glera a su paso por la citada localidad, aguas arriba de la zona de descarga de los manantiales de Ezcaray. Esta estación dispone de una serie incompleta, con datos del periodo comprendido entre 1965 y 1970. No obstante, de acuerdo con la información disponible, la estación se adecuó en el año 2000. Además, en el mismo borde de la MASb, en el río Najerilla, aguas arriba de la localidad de Anguiano, se sitúa la EA nº 48, con una amplia serie histórica.

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	Índice de representatividad
			X	Y						
156	Ezcaray	Inactiva (adecuado en el 2000)	499238	4686265	800	Glera	262	1.826	Oct 1965 a Sept 1970	-
48	Anguiano	Activa	518403	4678446	623	Najerilla	502	24.097	Ene 1931 a Sept 2002	-
37	Garganchón	Inactiva	481245	4687947	900	Urbión	494	11.057	Ene 1931 a Sept 1978	
197	Leza en Leza del río Leza	Activa	548890	4686720	518	Leza	276	9.496	Oct 1976 a Sept 2002	

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

2.2 Estaciones de la red oficial de control hidrométrico

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

2.3 Otra información hidrométrica

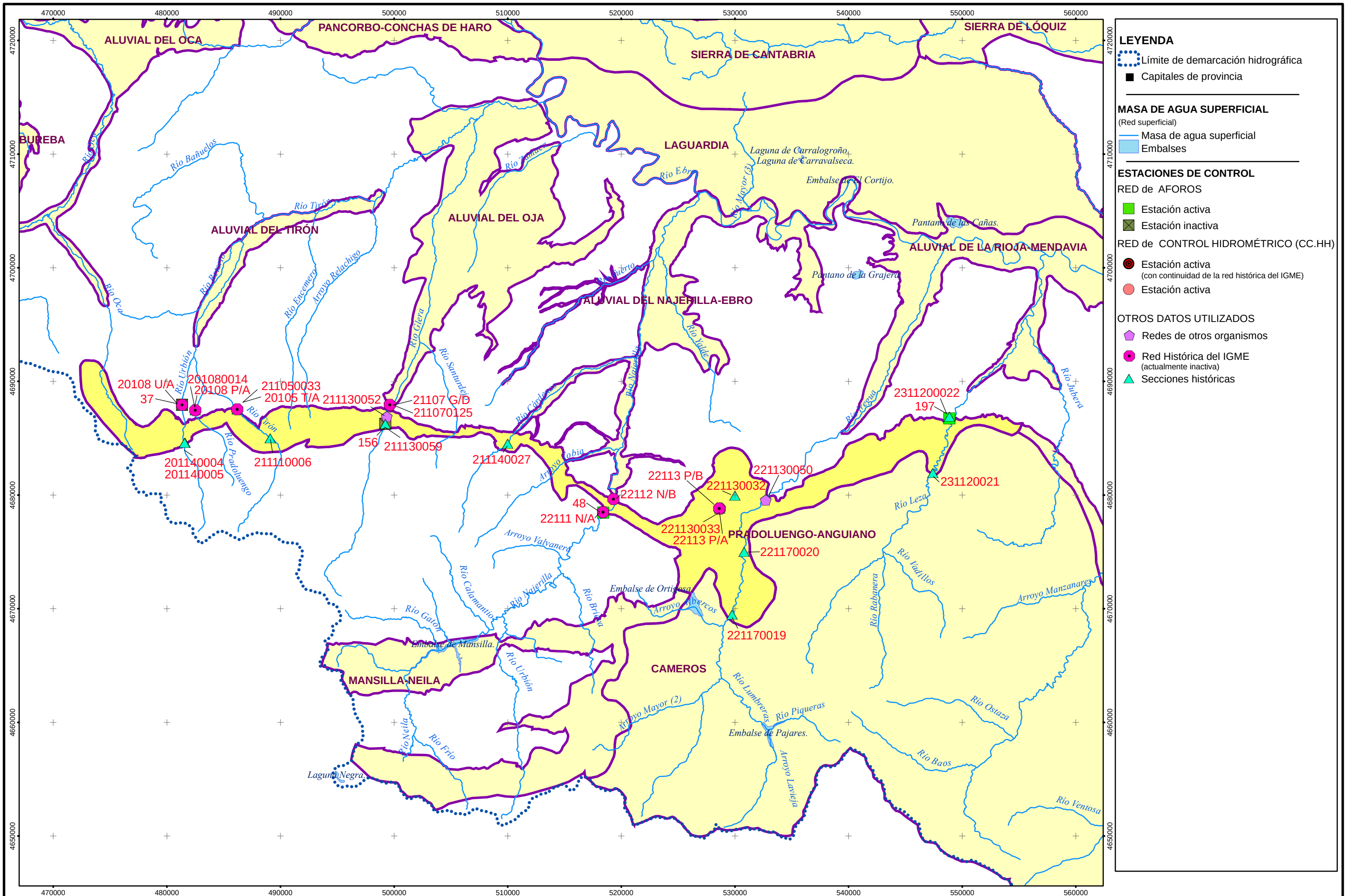
Se tiene constancia de medidas específicas realizadas en el ámbito geográfico de la MASb por la CHE en puntos de control que pudieron medirse bien durante un periodo de tiempo, bien

ocasionalmente; así como datos de aforos realizados por el IGME en las secciones de control que conformaron la red histórica de control hidrométrico de este organismo. Las secciones y puntos de control quedan sintetizadas en la siguiente tabla:

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
21105 T/A	IGME	Río Tirón en Santa Olalla	312	Ago 90 – jun 01	0	1.251	19.607
22113 P/A	IGME	Cauce del arroyo de San Pedro (ermita aguas abajo del manantial)	224	Ago 90 – jun 01	0	120	697
22113 P/B	IGME	Manantial de San Pedro	73	Abr 92 – jun 94	7	38	112
22111 N/A	IGME	Río Najerilla antes de Anguiano	13	Ene 90 – oct 00	1.717	5.309	10.000
22112 N/B	IGME	Río Najerilla después de Anguiano	17	nov 90 – oct 00	1.953	5.281	10.212
	211110006 ⁽¹⁾	Escala en la ermita de San Pedro de Torrecilla de Cameros (aguas abajo del manantial homónimo)	5	Ago 90 – sep 96	13	344	855
	211130059 ⁽¹⁾	Río Glera en la vieja estación de aforos de Ezcaray	6	ene 00 – nov 00	0	1.616	3.271
	211130052 ⁽¹⁾	Río Glera en Ezcaray (aguas abajo de los manantiales)	24	abr 85 – nov 91	0	1.151	4.680
	211110005 ⁽¹⁾	Escala acequia de Fresneda	5	Ago 90 – sep 96	10	53	105
	211110006 ⁽¹⁾	Escala del puente de Fresneda de la Sierra en el Río Tirón	5	Ago 90 – sep 96	13	344	855
	211050033 ⁽¹⁾	Escala del puente de Santa Olalla en el Río Tirón	10	Ago 90 – dic 98	0	603	2.114
	201140004 ⁽¹⁾	Río Urbión en Santa Cruz	7	Ago 90 – sep 96	24	273	691
	211140027 ⁽¹⁾	Río Cárdenas	4	Ago 90 – nov 91	36	185	334
	221110032 ⁽¹⁾	Captación abastecimiento en el Río Tobía	4	Ago 90 – nov 91	40	188	493
	221170019 ⁽¹⁾	Escala del puente de Pradillo en el Río Iregua	4	sep 90 – oct 91	553	899	1.244
	231120021 ⁽¹⁾	Escala del puente de Soto de Cameros en el Río Leza	4	sep 90 – oct 91	18	122	330
	221170019 ⁽¹⁾	Escala del puente de Pradillo en el Río Iregua	4	sep 90 – oct 91	553	899	1.244
	221130050 ⁽¹⁾	Río Iregua aguas debajo de Torrecilla de Cameros	2	oct 04 – dic 04	2.742	2.969	3.196
	221130032 ⁽¹⁾	Escala en la central de Panzares	6	sep 90 – oct 91	1.087	1.704	2.382

(1) Punto de control realizado por la CHE.

Tabla 2. Datos en estaciones de medida y control hidrométrico



LEYENDA

● Límite de demarcación hidrográfica
■ Capitales de provincia

MASA DE AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)
— Masa de agua superficial
— Embalses

ESTACIONES DE CONTROL
RED de AFOROS
■ Estación activa
■ Estación inactiva
RED de CONTROL HIDROMÉTRICO (CC.HH)
● Estación activa (con continuidad de la red histórica del IGME)
● Estación activa

OTROS DATOS UTILIZADOS
■ Redes de otros organismos
● Red Histórica del IGME (actualmente inactiva)
▲ Secciones históricas

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

En líneas generales, en la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano la descarga de las FGPs definidas, principalmente las FGPs Suprakeuper-Lías y Dogger, se verifica a través de la red fluvial, actuando los ríos como niveles de base regionales, ya sea por salidas directas o mediante manantiales ubicados en sus proximidades. No obstante, se ha identificado un tramo en el río Oca en el que una de las FGPs se recarga a través del cauce superficial, especialmente debido a la presencia de sumideros.

3.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

Dentro de la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano se han definido 12 tramos donde existe conexión hidráulica entre los ríos y las FGPs definidas, sobre todo la FGP Suprakeuper-Lías. Buena parte de los tramos identificados se han podido establecer gracias a la información bibliográfica consultada, principalmente los trabajos de Coloma López, P., 1998a, 1998b y 1999.

Los tramos identificados son los siguientes:

- **Tramo río Oca I** (091.065.001-tramo conectado con la MAS código 221). Corresponde al tramo de cabecera del río Oca en el que éste discurre primero por los conglomerados permeables del terciario detrítico, que se apoyan sobre los materiales carbonatados del Cretácico sup. y después sobre éstos directamente. En total puede decirse que se trata de unos 3,5km de longitud del tramo en el que se han identificado dos puntos en los que la MAS es drenada a favor de la FGP Cretácico sup., especialmente a través de dos sumideros. La MAS relacionada es el río Oca desde su nacimiento hasta el río Santa Casilda, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo río Oca II (manantial de San Indalecio)** (091.065.002-tramo conectado con la MAS código 221). Corresponde al tramo de cabecera del río Oca en el que éste discurre por los materiales carbonatados de la FGP Cretácico sup., justo en el límite de la MASb y aguas arriba de la población de Montes de Oca. En este tramo de unos 25m la FGP descarga a la MAS en forma de manantial. La MAS relacionada es el río Oca desde su nacimiento hasta el río Santa Casilda, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

- **Tramo río Urbión (manantial de Garganchón)** (091.065.003-tramo conectado con la MAS código 180). Corresponde al tramo de cabecera del río Urbión en el que éste discurre por los materiales carbonatados de la FGP Suprakeuper-Lías, justo en el límite de la MASb en la población de Garganchón. En este tramo de unos 25m la FGP descarga a la MAS en forma de manantial. La MAS relacionada es el río Urbión desde su nacimiento hasta la EA nº 37 en Garganchón, que corresponde con un río de montaña mediterránea silíceo.
- **Tramo río Pradoluengo** (091.065.004-tramo conectado con la MAS código 493). Corresponde al tramo del río Pradoluengo situado en la localidad homónima en el que el río recibe la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías a través del cuaternario aluvial que lo recubre en un tramo de unos 500m, tal y como aparece recogido en la bibliografía consultada (Coloma López, P., 1999). La MAS relacionada es el río Tirón desde la población de Fresneda de la Sierra hasta el río Urbión, que corresponde con un río de montaña húmeda calcárea.
- **Tramo río Tirón** (091.065.005-tramo conectado con la MAS código 493). Corresponde al tramo del río Tirón en el que éste recibe la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías a través del cuaternario aluvial que lo recubre en un tramo de unos 3000m comprendido entre la localidad de Fresneda de la Sierra y el límite de la MASb, tal y como aparece recogido en la bibliografía consultada (Coloma López, P., 1999). La MAS relacionada es el río Tirón desde la población de Fresneda de la Sierra hasta el río Urbión, que corresponde con un río de montaña húmeda calcárea.
- **Tramo río Oja (manantiales de Ezcaray)** (091.065.006-tramo conectado con la MAS código 262). Corresponde al tramo medio del río Oja (o Glera) en el que éste recibe la descarga de la FGP Suprakeuper-Lías a través de diversos manantiales situados aguas abajo de la población de Ezcaray. Se han identificado 3 manantiales que descargan en un tramo de 500m. La MAS relacionada es el río Oja desde la población de Ezcaray hasta el río Santurdejo, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo río Cárdenas** (091.065.007-tramo conectado con la MAS código 505). Corresponde a la casi totalidad del tramo del río Cárdenas que discurre por la MASb. En él, la MAS drena de manera difusa la FGPs Suprakeuper-Lías al atravesar los materiales permeables y, en menor medida, de manera directa a través de dos pequeños manantiales situados en el límite N de la MASb. Este tramo tiene una longitud estimada de unos 1,5 km. La MAS relacionada es el río Cárdenas desde su nacimiento hasta la localidad de San Millán de la Cogolla. La MAS corresponde a un río de montaña húmeda calcárea.

- **Tramo río Najerilla** (091.065.008-tramo conectado con la MAS código 502). Corresponde al tramo del río Najerilla comprendido entre el límite S de la MASb y la población de Anguiano, en el que la MAS drena la FGP Suprakeuper-Lías de manera difusa al atravesar los materiales permeables de ésta. Este tramo tiene una longitud estimada de unos 500m. La MAS relacionada es el río Najerilla desde el río Valvanera hasta el río Tobía, que corresponde con un río de montaña húmeda calcárea.
- **Tramo río Iregua I** (091.065.009-tramo conectado con la MAS código 203). Corresponde al tramo del río Iregua comprendido entre la población de Pradillos y el puente de la carretera de Almarza, en el que la MAS drena la FGP Suprakeuper-Lías de manera difusa al atravesar los materiales permeables de ésta, tal y como aparece representado en las Figuras 4 y 5, o a través de los suprayacentes. Este tramo tiene una longitud estimada de unos 5 km. La MAS relacionada es el río Iregua desde el río Albercos hasta el puente de la carretera de Almarza, que corresponde con un río de montaña mediterránea silíceo.
- **Tramo río Iregua II** (091.065.010-tramo conectado con la MAS código 506). Corresponde al tramo del río Iregua comprendido entre unos 2 km aguas arriba de la población de Torrecilla de Cameros y el límite de la MASb, en el que la MAS drena tanto de manera difusa la FGP Suprakeuper-Lías al atravesar los materiales permeables, como directa a través del manantial de la embotelladora de Peñaclara, S.A., tal y como aparece representado en las Figuras 4 y 5. Este tramo tiene una longitud estimada de unos 4 km. La MAS relacionada es el río Iregua desde el puente de la carretera de Almarza hasta el azud de Islallana, que corresponde con un río de montaña húmeda calcárea.
- **Tramo río Leza I** (091.065.0011-tramo conectado con la MAS código 276). Corresponde al tramo del río Leza en el que éste recibe la descarga de la FGP Cretácico inferior (facies purbeck) de forma directa a través del manantial “El Restauero”, localizado en el fondo del cañón. Este tramo tiene una longitud estimada de unos 25m. La MAS relacionada es el río Leza desde el río Rabanera y el río Vadillos hasta la EA nº 197 de Leza, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.
- **Tramo río Leza II** (091.065.0012-tramo conectado con la MAS código 276). Corresponde al tramo del río Leza comprendido entre las cotas 650 y 520m snm (Coloma López, P., 1999), esto es, unos 2 km aguas arriba de la población de Leza y el límite de la MASb. En él, la MAS drena de manera difusa las FGPs Suprakeuper-Lías y Dogger al atravesar los materiales permeables. Este tramo tiene una longitud estimada de unos 1,5 km. La MAS relacionada es el río Leza desde el río Rabanera y el río Vadillos hasta la EA nº 197 de Leza, que corresponde con un río de montaña mediterránea calcárea.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.065.001	Río Oca	221	Río Oca desde su nacimiento hasta el río Santa Casilda	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Cretácico sup.
091.065.002	Río Oca	221	Río Oca desde su nacimiento hasta el río Santa Casilda	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Cretácico sup.
091.065.003	Río Urbión	180	Río Urbión desde su nacimiento hasta la EA nº 37 en Garganchón	Río	Río de montaña mediterránea silíceo	Masa natural	Suprakeuper-Lías
091.065.004	Río Pradoluengo	493	Río Tirón desde la población de Fresneda de la Sierra hasta el río Urbión	Río	Río de montaña húmeda calcárea	Masa natural	Suprakeuper-Lías
091.065.005	Río Tirón	493	Río Tirón desde la población de Fresneda de la Sierra hasta el río Urbión	Río	Río de montaña húmeda calcárea	Masa natural	Suprakeuper-Lías
091.065.006	Río Oja	262	Río Oja desde la población de Ezcaray hasta el río Santurdejo	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Suprakeuper-Lías
091.065.007	Río Cárdenas	505	Río Cárdenas desde su nacimiento hasta la población de San Millán de la Cogolla	Río	Río de montaña húmeda calcárea	Masa natural	Suprakeuper-Lías
091.065.008	Río Najerilla	502	Río Najerilla desde el río Valvanera hasta el río Tobía	Río	Río de montaña húmeda calcárea	Masa influenciada	Suprakeuper-Lías
091.065.009	Río Iregua	203	Río Iregua desde el río Albercos hasta el puente de la carretera de Almarza	Río	Río de montaña mediterránea silíceo	Masa influenciada	Suprakeuper-Lías
091.065.010	Río Iregua	506	Río Iregua desde el puente de la carretera de Almarza hasta el azud de Islallana	Río	Río de montaña húmeda calcárea	Masa influenciada	Suprakeuper-Lías
091.065.011	Río Leza	276	Río Leza desde el río Rabanera y el río Vadillos hasta la EA nº 197 de Leza	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Cretácico inf.
091.065.012	Río Leza	276	Río Leza desde el río Rabanera y el río Vadillos hasta la EA nº 197 de Leza	Río	Río de montaña mediterránea calcárea	Masa natural	Suprakeuper-Lías y Dogger

Tabla 3. Identificación de los tramos de ríos conectados

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero de los tramos identificados en la MASb Pradoluengo-Anguiano.

- **Tramo Oca I (091.065.001).** En este tramo de cabecera *sensu stricto* el río Oca discurre primero por los conglomerados permeables del terciario detrítico, que se apoyan sobre los materiales carbonatados del Cretácico sup. y después sobre éstos directamente, hasta el contacto con los materiales en facies weald que afloran en el núcleo de una pequeña estructura anticlinal. De este modo, la FGP Cretácico sup. es recargada directa e indirectamente durante todo el tramo y, de manera especial a través de dos sumideros situados en puntos concretos del cauce. Estos puntos son los siguientes:

- IPA CHE 201130002: Ctra. Villamudria-Rábanos, que se localiza en las coordenadas (X)476440 - (Y)4686658, y del que se dispone de una medida puntual de caudal de 12 litros tomada en abril de 1998.
- IPA CHE 201070003: Pozo Punegro, que se localiza en las coordenadas (X)475129 - (Y)4688373, y del que se dispone de una medida puntual de caudal de 1 litro tomada en octubre de 1998.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta por sumideros (código 421-Conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico modificado debido a la construcción del Embalse de Alba.

- **Tramo río Oca II (manantial de San Indalecio)** (091.065.002). En este tramo el río Oca drena la FGP Cretácico sup. a través del manantial de San Indalecio, inventariado por la CHE con código 201070002 y situado a una cota de 975 m snm. El manantial se sitúa en el flanco N de un sinclinal plegado y fallado de manera que se produce una barrera hidráulica al contactar las facies weald (barrera basal) con los conglomerados silíceos y provocar, por tanto, un rebose hidrogeológico. Las descargas en este tramo se cifraron a partir de una medida puntual en 45 l/s.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un único manantial (código 451-Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico influenciado por la regulación del embalse de Alba.

- **Tramo río Urbión (manantial de Garganchón)** (091.065.003). En este tramo el río Urbión drena la FGP Suprakeuper-Lías a través del manantial de Garganchón, inventariado por la CHE y el IGME con código 201140008 y situado a una cota de 910 m snm. La descarga de la FGP tiene lugar mediante transferencia al cuaternario aluvial en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la presencia de una barrera hidrogeológica formada en la última escama del frente de cabalgamiento de Demanda-Cameros al ponerse en contacto el keuper y el terciario detrítico del Ebro. Los datos de aforos disponibles en la base IPA de la CHE indican una descarga promedio de 80 l/s (6 medidas registradas en el periodo jul 1992-jun 2001).

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un único manantial (código 451-Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo río Pradoluengo (091.065.004).** Corresponde al tramo del río Pradoluengo entre la población homónima y el límite de la MASb, o lo que es lo mismo, el frente de cabalgamiento de la Demanda sobre el terciario detrítico. En este tramo la MAS recibe la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la presencia de la barrera hidrogeológica formada por el frente de cabalgamiento de Demanda-Cameros al poner en contacto el keuper y la FGP.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión difusa directa en cauces efluentes (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo río Tirón (091.065.005).** Corresponde al tramo del río Tirón entre la población de Fresneda de la Sierra y el límite de la MASb, o lo que es lo mismo, el frente de cabalgamiento de la Demanda sobre el terciario detrítico. En este tramo la MAS recibe la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la presencia de la barrera hidrogeológica formada por el frente de cabalgamiento de Demanda-Cameros al poner en contacto el keuper y la FGP.

Sin embargo, otra información recogida en *Coloma López, P., 1998a* dice lo contrario, esto es, que el río Tirón a su paso por la localidad de Fresneda de la Sierra pierde, aproximadamente, 1,5 hm³/año, recargando el acuífero en el sector más occidental del sistema cárstico de Anguiano-Fresneda de la Sierra. Lo que parece coincidente con el hidrograma de aportación del río Tirón en la Figura 2, elaborado con datos del periodo comprendido entre 1990 y 1991.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río de régimen variable (ganador-perdedor pero que mantiene una conexión difusa directa (código 403-Conexión difusa directa cauces variables). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo río Oja I (manantiales de Ezcaray) (091.065.006).** En este tramo el río Oja drena la FGP Suprakeuper-Lías a través de 3 manantiales que se sitúan aguas abajo de la población de Ezcaray: códigos IPA CHE 211130014 (27 I), 211130034 (27 I) y 211130033 (150 I). La descarga de la FGP tiene lugar mediante transferencia al cuaternario aluvial en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la presencia de la barrera hidrogeológica formada en diferentes escamas del frente de cabalgamiento de Demanda-Cameros al ponerse en contacto con el keuper. Los datos obtenidos de *Coloma López, P., 1999* indican que el río Oja a su paso por la localidad de Ezcaray gana, aproximadamente, 50 l/s a los que hay que sumar unos 225 l/s de la descarga directa de los tres manantiales de Ezcaray.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador con conexión directa puntual a través de un grupo de manantiales (código 461-Descarga puntual por un único

manantial en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo río Cárdenas** (091.065.007). Corresponde a la casi totalidad del río Cárdenas a su paso por la MASb. En este tramo la MAS recibe tanto la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías como directa a través de varios pequeños manantiales: códigos IPA CHE 211140008 y 211140009, situados ambos a cota de 700m snm. En este tramo la MAS constituye el nivel de base del flujo subterráneo de la FGP Suprakeuper-Lías y además, hacia el final del tramo, se ve forzado a ascender por la existencia de la barrera que provoca el contacto con el keuper debido al frente de cabalgamiento de la Demanda.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión mixta difusa indirecta y a través de manantiales (código 471-Conexión mixta difusa directa y a través de manantiales en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo río Najerilla** (091.065.008). Corresponde al tramo del río Najerilla comprendido entre el límite S de la MASb y la población de Anguiano. En este tramo la MAS recibe la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías a través de un pequeño aluvial, dado que el río constituye el nivel de base del flujo subterráneo.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión difusa directa (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

- **Tramo río Iregua I** (091.065.009). Corresponde al tramo del río Iregua entre la población de Pradillos (comienzo de la zona de descarga ya que según *Coloma López, P., 1999* la descarga se inicia a una cota de 870m snm) y el puente de la carretera de Almarza. En este tramo la MAS recibe la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías dado que el río Iregua constituye el nivel de base del flujo subterráneo, tal y como queda ilustrado en la Figura 5. Destaca la irregularidad del régimen de descargas en este tramo, claramente influenciado por el régimen de precipitaciones, reflejando así un comportamiento típicamente cárstico.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión difusa directa (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

- **Tramo río Iregua II** (091.065.010). Corresponde al tramo del río Iregua comprendido entre unos 2 km aguas arriba de la población de Torrecilla de Cameros y el límite de la MASb

(final de la zona de descarga ya que según Coloma López, P., 1999 la descarga finaliza a una cota de 712m snm). En este tramo la MAS recibe tanto la descarga difusa de la FGP Suprakeuper-Lías como directa a través del manantial de la embotelladora Peñaclara, S.A., inventariado por la CHE y el IGME con código 221130026 y situado a una cota de 730m snm. En esta zona el flujo subterráneo local de la FGP Suprakeuper-Lías se ve forzado a ascender por la existencia de la barrera que provoca el contacto con el keuper al aflorar debido a un frente de cabalgamiento (Figura 5).

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión mixta difusa indirecta y a través de manantiales (código 471-Conexión mixta difusa directa y a través de manantiales en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

- **Tramo río Leza I** (091.065.011). En este tramo el río Oca drena la FGP Cretácico Inf. (facies purbeck) a través del manantial de “El Restauero”, inventariado por la CHE con código 231120014 y situado a una cota de 640m snm. El manantial se sitúa en la base de las calizas oolíticas y el techo de areniscas, limolitas y arcillas rojas del Malm, de manera que se produce un contraste de permeabilidades y la descarga de la FGP en dicho contacto. Las descargas en este tramo se cifraron en 543 l/s a partir de una medida puntual realizada por la CHE en octubre de 1983. No obstante, datos obtenidos de la bibliografía consultada (Coloma López, P., 1998b) cifran el caudal medio en unos 90 l/s.

El modelo conceptual para este tramo corresponde a un río ganador a favor de un manantial (código 451-Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes). En este tramo, el río dispone de un régimen hidrológico natural.

- **Tramo río Leza II** (091.065.012). Corresponde al tramo del río Leza comprendido entre unos 2 km aguas arriba de la población de Leza (inicio de la zona de descarga a una cota de 650m snm, según Coloma López, P., 1999) y el límite de la MASb (final de la zona de descarga a una cota de 520m snm, según Coloma López, P., 1999). En este tramo la MAS recibe la descarga difusa de la FGPs Suprakeuper-Lías. En esta zona el flujo subterráneo local de la FGP Suprakeuper-Lías se ve forzado a ascender por la existencia de la barrera que provoca el contacto con el keuper al aflorar debido al frente de cabalgamiento, haciéndolo a través de la FGP Dogger.

El modelo conceptual del tramo corresponde a un río ganador con conexión difusa directa (código 401-Conexión difusa directa en cauces efluentes). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

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)
091.065.001	Río Oca	Conexión difusa indirecta con sumideros en cauces influentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Infiltración a través de los depósitos permeables Cuaternarios a la FGP Dogger. Presencia de sumideros.	3.500
091.065.002	Río Oca	Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Rebose hidrogeológico asociado a una estructura sinclinal fallada.	25
091.065.003	Río Urbión	Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes	Natural	Con depósitos Cuaternarios	-	Rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	25
091.065.004	Río Pradoluengo	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Natural	Con depósitos Cuaternarios	-	Rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	500
091.065.005	Río Tirón	Conexión difusa directa cauces variables	Natural	Con depósitos Cuaternarios	-	Rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	3000
091.065.006	Río Oja	Descarga puntual por un grupo de manantiales en cauces efluentes	Natural	Con depósitos Cuaternarios	-	Rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	500
091.065.007	Río Cárdenas	Conexión mixta difusa directa y a través de manantiales en cauces efluentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Descarga hidráulica en tramo permeable debido a rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	1000
091.065.008	Río Najerilla	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Con depósitos Cuaternarios	-	Descarga hidráulica en tramo permeable.	500
091.065.009	Río Iregua	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Influenciado	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Descarga hidráulica en tramo permeable.	5000
091.065.010	Río Iregua	Conexión mixta difusa directa y a través de manantiales en cauces efluentes	Influenciado	Con depósitos Cuaternarios	-	Descarga hidráulica en tramo permeable y rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	4000
091.065.011	Río Leza	Descarga puntual por un único manantial en cauces efluentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Descarga hidráulica por contraste de permeabilidad	25
091.065.012	Río Leza	Conexión difusa directa en cauces efluentes	Natural	Sin lecho o de muy limitado desarrollo	-	Descarga hidráulica en tramo permeable y rebose hidrogeológico asociado al frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.	1500

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

3.2 Relación río-acuífero

Los tramos de cauces en los que se han definido conexión río-acuífero en la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano corresponden a:

- Tramos perdedores mediante conexión difusa indirecta por sumideros (091.065.001).
- Tramos variables (ganador-perdedor) pero que mantienen una conexión difusa directa (091.065.005 y 091.065.006).
- Tramos ganadores con conexión difusa directa (091.065.003, 091.065.004, 091.065.007 y 091.065.008).
- Tramos ganadores con conexión difusa directa y descarga a través de uno (091.065.002, 091.065.009 y 091.065.011) o varios manantiales (091.065.010).

La única estación oficial de aforos que se encuentra dentro del ámbito de la MASb, la EA nº 156, situada en el río en Ezcaray únicamente dispone de una escasa serie y se sitúa aguas arriba del tramo identificado (091.065.006), por lo que no permite cuantificar dicho tramo. Igualmente sucede con la EA nº 48, que si bien se sitúa fuera del límite de la MASb, también está ubicada aguas arriba del tramo identificado (091.065.008), con lo que no es útil de cara a la cuantificación.

Así pues, las cuantificaciones presentadas se han podido realizar o bien porque para los tramos identificados se ha encontrado alguna estación oficial de aforos aguas abajo de los tramos identificados y próximas al límite de la MASb (EA nº 37 para el tramo 091.065.003 y EA nº 197 para el tramo 091.065.011) o existe información en las bases de datos de la CHE y/o IGME de aforos diferenciales, o se han recopilado estimaciones de caudales que aparecen recogidos en la bibliografía consultada⁴.

3.2.1 Análisis de series de aforos

Como ya se ha comentado, en la MASb Pradoluengo-Anguiano sólo resultan útiles de cara a una cuantificación de las relaciones río-acuífero los datos de aforos de las estaciones de la CHE nº 37 y nº 197, respectivamente. La primera se sitúa dentro de los límites de la MASb y fuera la segunda. En el primer caso, la serie es incompleta, pero hace referencia a un gran número de años, de 1931 a 1944 y de 1960 hasta 1978. En el segundo, la serie está completa desde 1976 hasta 2002.

⁴ Fundamentalmente, Coloma López, P., 1998a y Coloma López, P., 1999.

➤ EA nº 37

Se ha procedido a descomponer por el método Barnes los hidrogramas de la serie media mensual correspondiente al periodo que va desde febrero de 1931 a julio de 1944 y desde octubre de 1960 a septiembre de 1978 en la EA nº 37 (Figura 6) y cuyo resultado arroja los siguientes valores:

- Aportación media anual: 1.297,77 l/s
- Aportación subterránea: 409,1 l/s (31,56%)
- Aportación superficial: 888,17 l/s (68,44%)

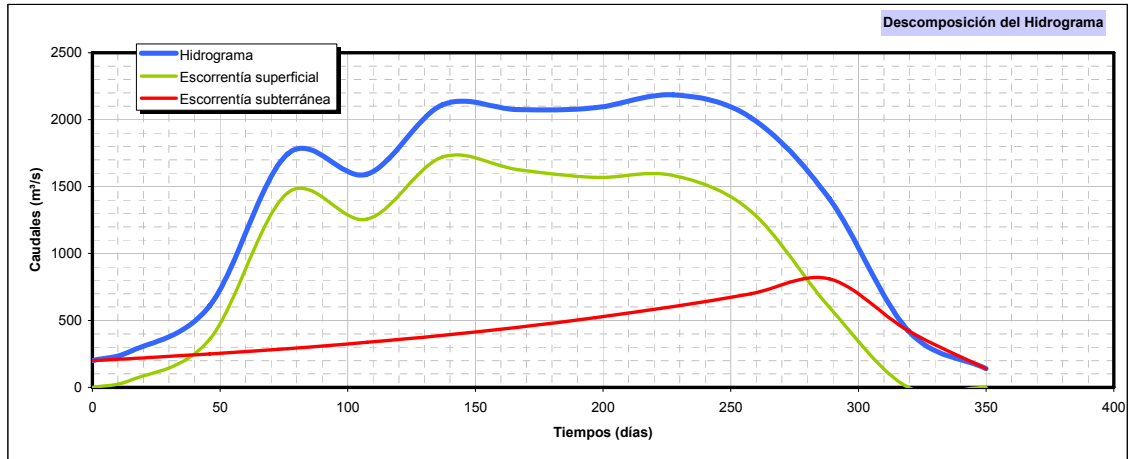


Figura 6. Descomposición del hidrograma (método Barnes) de la estación de aforos nº 37 (Urbión en Garganchón)

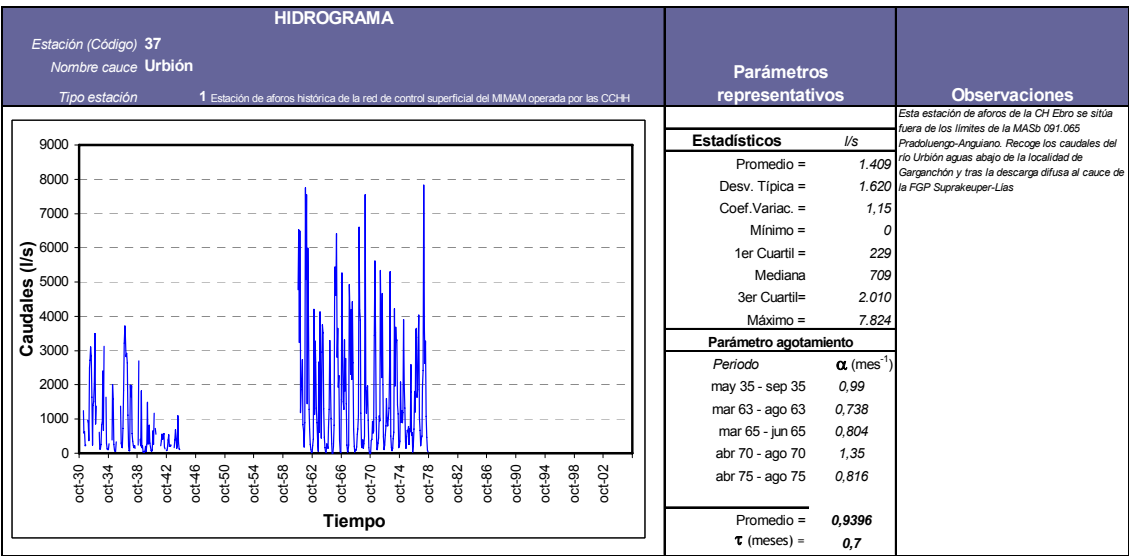


Figura 7. Análisis del hidrograma EA nº 37 (Urbión en Garganchón)

Según el análisis de las curvas de agotamiento del hidrograma correspondiente a la EA nº 37 (Figura 7) se obtiene un parámetro de agotamiento promedio de 0,9396 mes⁻¹, lo que implica un periodo de semi-agotamiento de 0,7 meses (21 días).

➤ EA nº 197

Se ha procedido a descomponer por el método Barnes los hidrogramas de la serie media mensual correspondiente al periodo que va desde octubre de 1976 hasta septiembre de 2002 en la EA nº 197 (Figura 8) y cuyo resultado arroja los siguientes valores:

- Aportación media anual: 1.539.85 l/s
- Aportación subterránea: 793,74 l/s (51,55%)
- Aportación superficial: 746,12 l/s (48,45%)

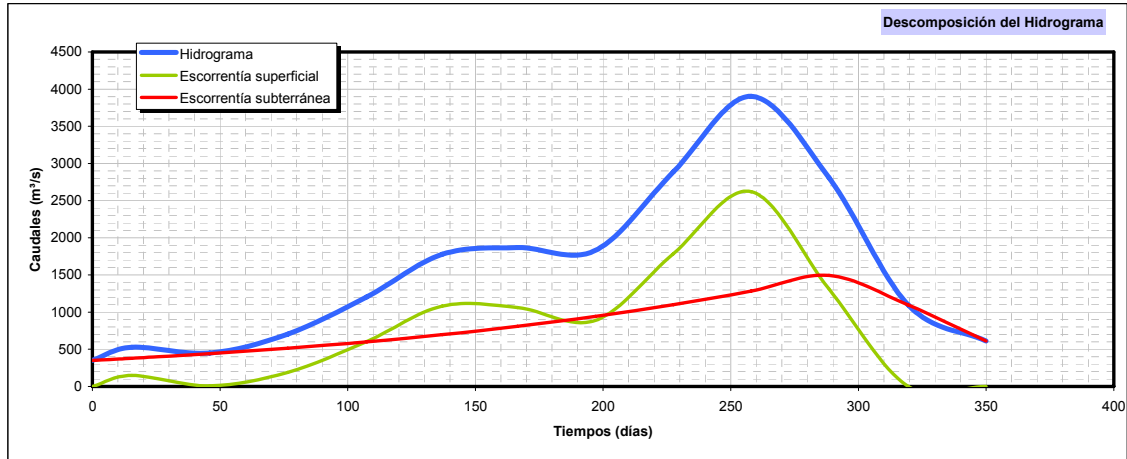


Figura 8. Descomposición del hidrograma (método Barnes) de la estación de aforos nº 197 (Leza en Leza)

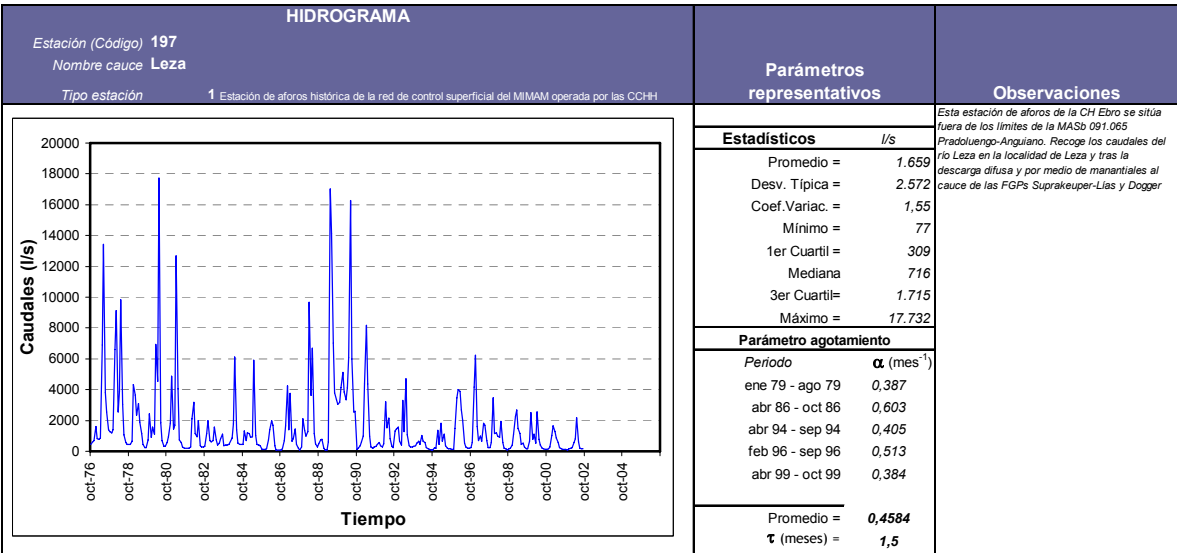


Figura 9. Análisis del hidrograma EA nº 197 (Leza en Leza)

Según el análisis de las curvas de agotamiento del hidrograma correspondiente a la EA nº 197 (Figura 9) se obtiene un parámetro de agotamiento promedio de 0,4584 mes⁻¹, lo que implica un periodo de semi-agotamiento de 1,5 meses.

3.2.2 Otros datos hidrométricos

Los datos hidrométricos disponibles que permiten cuantificar las relaciones identificadas corresponden tanto a la CHE y/o IGME como a datos de aforos diferenciales o estimaciones de caudales que aparecen recogidos en la bibliografía consultada.

Tanto los tramos que cuentan con datos disponibles, como los propios datos, se presentan a continuación:

- Tramo 091.065.003: Los datos obtenidos de *Coloma López, P., 1999* indican que el río Urbión a su paso por la localidad de Garganchón gana, aproximadamente, 150 l/s. Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre 1990 y 1998 entre los puntos de control de la CHE 201140004 (serie de 7 medidas tomadas desde ago 90 hasta sep 96 y que arrojan un caudal promedio de 273,7 l/s) y 201080012⁵ (serie de 11 medidas tomadas desde ago 90 hasta dic 98 y que arrojan un caudal promedio de 490,7 l/s), indican una ganancia media de 217 l/s.
- Tramo 091.065.004: Los datos obtenidos de *Coloma López, P., 1999* indican que el río Pradoluengo a su paso por la localidad homónima gana, aproximadamente, 30 l/s. Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre 1990 y 1998 entre los puntos de control de la CHE 201140006 (serie de 5 medidas tomadas desde ago 90 hasta sep 96 y que arrojan un caudal promedio de 38,5 l/s) y 201080014 (serie de 10 medidas tomadas desde ago 90 hasta dic 98 y que arrojan un caudal promedio de 94,6 l/s), indican una ganancia media de 56,1 l/s.
- Tramo 091.065.005: Los datos obtenidos de *Coloma López, P., 1999* indican que el río Tirón a su paso por la localidad de Fresneda de la Sierra gana, aproximadamente, 150 l/s. Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre los puntos de control de la CHE 211110006 (serie de 5 medidas tomadas desde ago 90 hasta sep 96 y que arrojan un caudal promedio de 133,4 l/s) y 211050033 (serie de 10 medidas tomadas desde ago 90 hasta dic 98 y que arrojan un caudal promedio de 344,5 l/s), indican una ganancia media de 258,4 l/s. Sin embargo, otra información recogida en *Coloma López, P., 1998a*, dice lo contrario, esto es, que el río Tirón a su paso por la localidad de Fresneda de la Sierra pierde, aproximadamente, 1,5 hm³/año, recargando el acuífero en el sector más occidental del sistema cárstico de Anguiano-Fresneda de la Sierra. Lo que parece coincidente con el hidrograma de aportación del río Tirón en la Figura 2, elaborado con datos del periodo comprendido entre 1990 y 1991.

⁵ Situada fuera de la MASb, aguas abajo.

- Tramo 091.065.006: Los datos obtenidos de *Coloma López, P.*, 1999 indican que el río Oja a su paso por la localidad de Ezcaray gana, aproximadamente, 50 l/s a los que hay que sumar los 225 l/s de la descarga directa de los tres manantiales de Ezcaray.
- Tramo 091.065.007: Los datos obtenidos de *Coloma López, P.*, 1999 indican que el río Cárdenas a su paso por la localidad de San Millán de la Cogolla gana, aproximadamente, 180 l/s. Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre 1990 y 1991 entre los puntos de control de la CHE 211140027 (serie de 4 medidas tomadas desde ago 90 hasta nov 91 y que arrojan un caudal promedio de 181,7 l/s) y 211140028⁶ (serie de 5 medidas tomadas desde ago 90 hasta nov 91 y que arrojan un caudal promedio de 301,5 l/s), indican una ganancia media de 119,8 l/s.
- Tramo 091.065.008: Los datos obtenidos de *Coloma López, P.*, 1999 indican que el río Najerilla a su paso por la localidad de Anguiano gana, aproximadamente, 250 l/s.
- Tramo 091.065.009: Los datos obtenidos de *Coloma López, P.*, 1999 indican que el río Iregua en el sector de Pradillo gana, aproximadamente, 170 l/s (Figura 10). Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre 1990 y 2004 entre los puntos de control de la CHE 211140027 (serie de 4 medidas tomadas desde ago 90 hasta nov 91 y que arrojan un caudal promedio de 899,4 l/s) y 221170020 (serie de 8 medidas tomadas desde sep 90 hasta dic 04 y que arrojan un caudal promedio de 1.357 l/s), indican una ganancia media de 457,6 l/s.

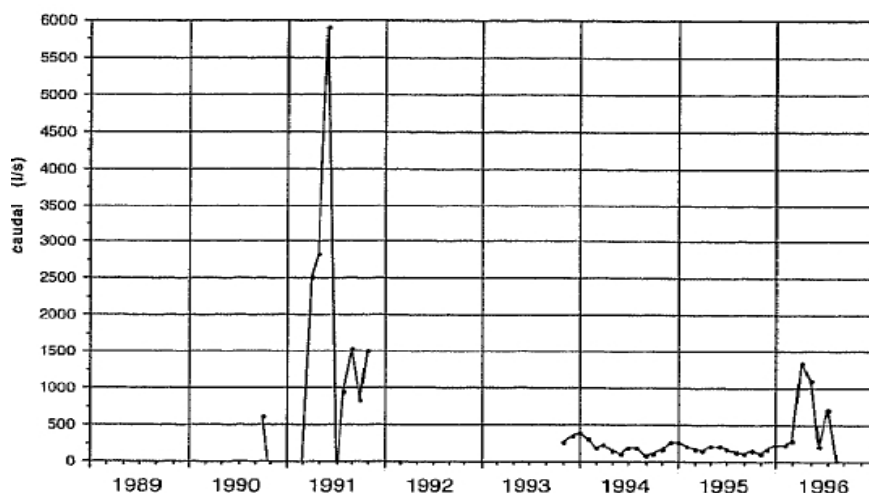


Figura 10. Hidrograma de las descargas al río Iregua en el sector de Pradillo. Tomado de *Coloma López, P.*, 1999.

⁶ Situada fuera de la MASb, aguas abajo.

- Tramo 091.065.010: Los datos obtenidos de Coloma López, P., 1999 indican que el río Iregua en el sector de Torrecilla gana, aproximadamente, 240 l/s (Figura 11). Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre 1990 y 2004 entre los puntos de control de la CHE 221170020 (serie de 8 medidas tomadas desde sep 90 hasta dic 04 y que arrojan un caudal promedio de 1.357 l/s) y 211140027 (serie de 2 medidas tomadas desde oct 04 hasta dic 04 y que arrojan un caudal promedio de 2.969 l/s), indican una ganancia media de 1.612 l/s.

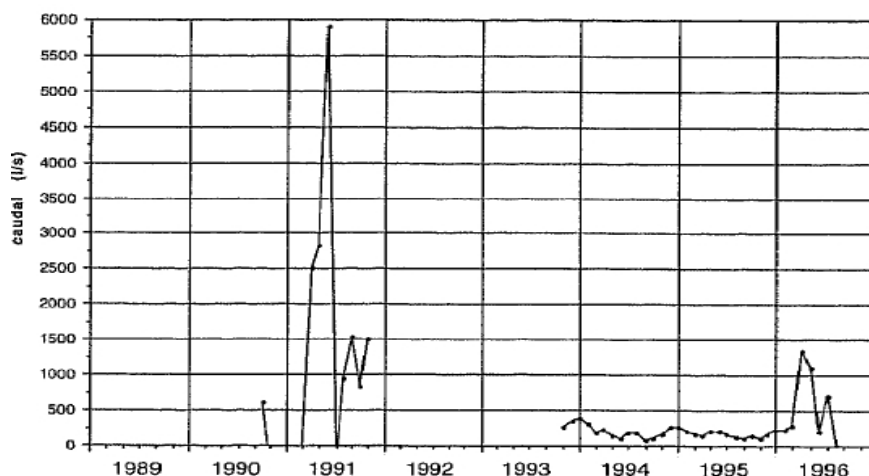


Figura 11. Hidrograma de las descargas al río Iregua en el sector de Torrecilla de Cameros. Tomado de Coloma López, P., 1999.

- Tramo 091.065.011: Los datos obtenidos de la bibliografía (Coloma López, P., 1998b) asignan al manantial de “El Restauro” un caudal medio de 90 l/s.
- Tramo 091.065.012: Los datos obtenidos de Coloma López, P., 1998b indican que el río Leza entre Soto de Cameros y Leza gana caudales que oscilan entre los 20 y 900 l/s, siendo el caudal medio ligeramente superior a los 200⁷ l/s. Además, aforos llevados a cabo por la CHE entre 1990 y 1991 (Figura 12) entre los puntos de control de la CHE 231120021 (serie de 4 medidas tomadas desde sep 90 hasta oct 91 y que arrojan un caudal promedio de 122,5 l/s) y 231120022⁸ (serie de 4 medidas tomadas desde sep 90 hasta oct 91 y que arrojan un caudal promedio de 265,8 l/s), indican una ganancia media de 143,3 l/s. Asimismo, de la descomposición del hidrograma de la EA nº 197, situada en Leza, aguas abajo del presente tramo y del anterior, arroja una aportación subterránea de 379,54 l/s (24,40% del caudal circulante).

⁷ Incluyendo unos 90 l/s de caudal medio del manantial de “El Restauro”.

⁸ Situada fuera de la MASb, aguas abajo.

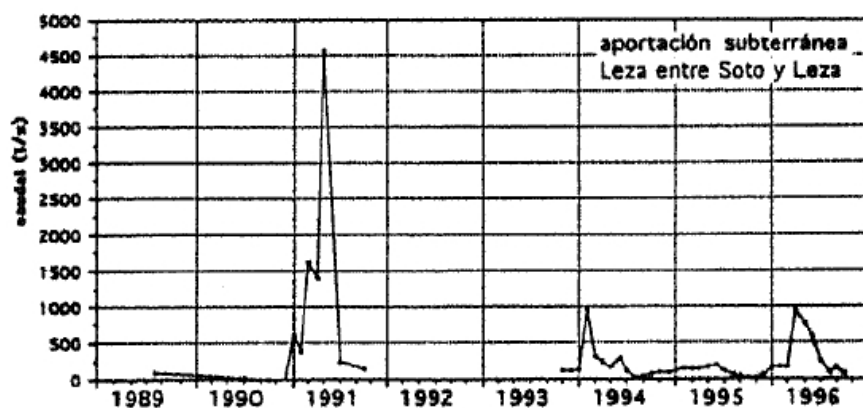


Figura 12. Hidrograma de las descargas al río Leza entre Soto y Leza. Tomado de Coloma López, P., 1998a.

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)		
091.065.001	No existen datos				Natural	Las pérdidas en este tramo del río no han sido controladas.
091.065.002	45 ⁽¹⁾	-			Natural	Se trata de la descarga del manantial de San Indalecio (IPA CHE 201070002), que registra el referido caudal en una medida realizada en octubre de 1997.
091.065.003	409 ⁽¹⁾ 217 ⁽¹⁾ 150 ⁽⁴⁾	-			Natural	Se entiende que tanto en los 409 l/s, calculados mediante descomposición del hidrograma de la EA nº 37, como en los 217 l/s, calculados mediante aforos diferenciales, incluyen la descarga del manantial de Garganchón (IPA CHE 201140008), que registra un caudal medio de 80 l/s.
091.065.004	56,1 ⁽¹⁾ 30 ⁽⁴⁾	-			Natural	
091.065.005	258,4 ⁽¹⁾ 150 ⁽⁴⁾	-			Natural	Otra información recogida en <i>Coloma López, P., 1998a</i> , dice lo contrario, esto es, que el río Tirón a su paso por la localidad de Fresneda de la Sierra pierde, aproximadamente, 1,5 hm³/año, recargando el acuífero en el sector más occidental del sistema cárstico de Anguiano-Fresneda de la Sierra.
091.065.006	204 ⁽¹⁾ 275 ⁽⁴⁾	-			Natural	La ganancia difusa en este tramo del río Oja no ha podido ser cuantificada a partir de datos hidrométricos. Pero sí la directa a través de los manantiales de Ezcaray: códigos IPA CHE 211130014 (27 l/s), 211130034 (27 l/s) y 211130033 (150 l/s). Sólo las aportaciones de los manantiales se cifran en unos 204 l/s. El valor de 275 l/s obtenido de la bibliografía incluye las aportaciones de los manantiales de Ezcaray, que ascienden a 225 l/s.

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)		
091.065.007	119,8 ⁽¹⁾ 180 ⁽⁴⁾	-			Natural	
091.065.008	250 ⁽⁴⁾	-			Influenciado	
091.065.009	457,6 ⁽¹⁾ 170* ⁽⁴⁾	-			Influenciado	* Este valor debe tomarse como estimativo dada la enorme dificultad con la que se llevan a cabo los aforos en el río Iregua como consecuencia de la irregularidad de las secciones y de los elevados caudales circulantes.
091.065.010	1612 ⁽¹⁾ 240* ⁽⁴⁾	-			Influenciado	* Este valor debe tomarse como estimativo dada la enorme dificultad con la que se llevan a cabo los aforos en el río Iregua como consecuencia de la irregularidad de las secciones y de los elevados caudales circulantes.
091.065.011	90 ⁽⁵⁾	-			Natural	
091.065.012	143,3 ⁽¹⁾ 794* ⁽¹⁾ 200 ⁽⁵⁾	-			Natural	* Calculados mediante descomposición del hidrograma de la EA nº 197, lo que implica que en este valor está incluida la descarga del manantial "El Restauro" del tramo anterior.

⁽¹⁾ Dato obtenido de la CHE a partir de aforos diferenciales llevados a cabo en diferentes puntos de la red hidrométrica o mediante descomposición de hidrogramas de estaciones oficiales de aforos.

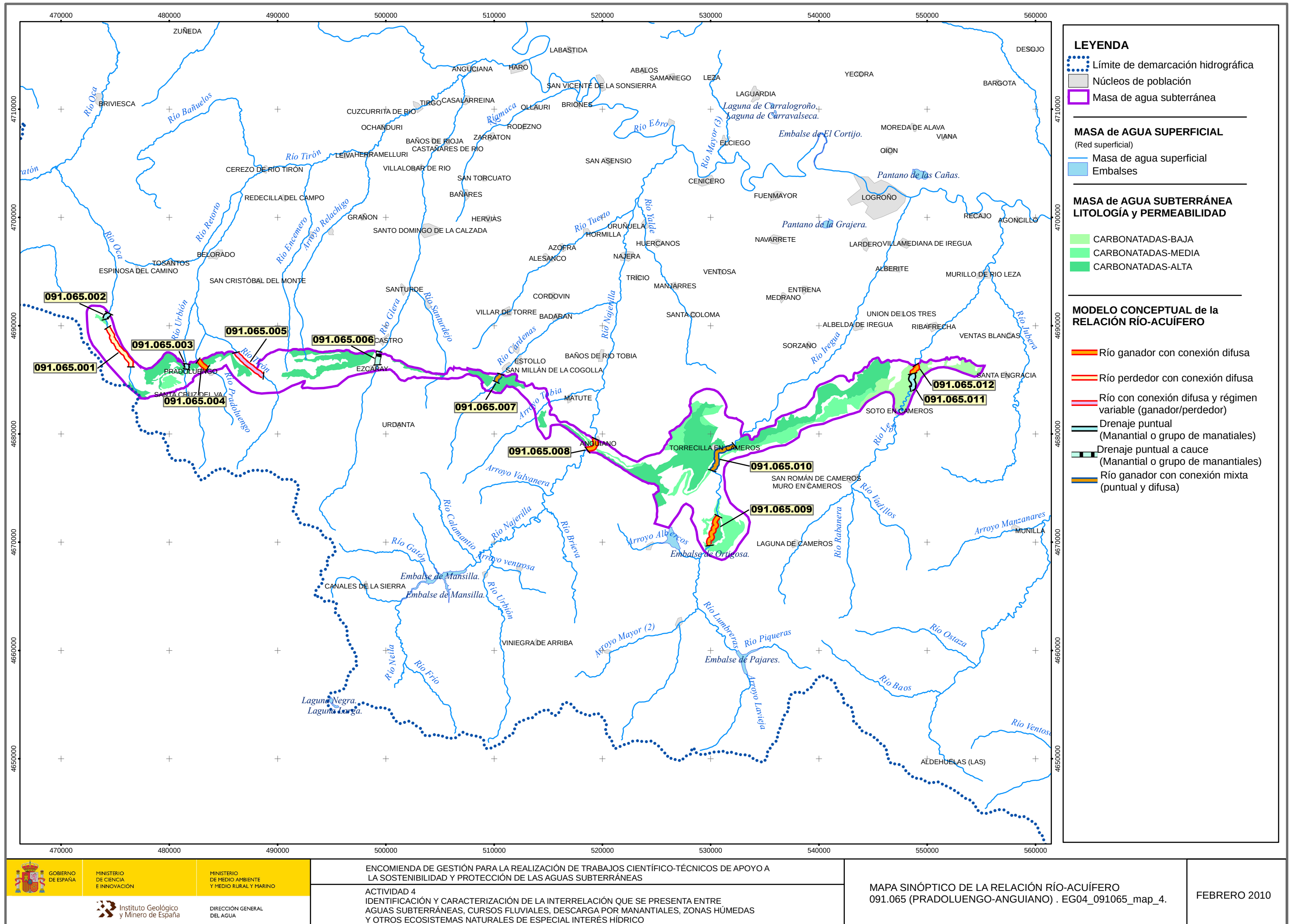
⁽²⁾ Dato obtenido de la base de datos del IGME.

⁽³⁾ Dato obtenido de Coloma López, P., 1998a.

⁽⁴⁾ Dato obtenido de Coloma López, P., 1999.

⁽⁵⁾ Dato obtenido de Coloma López, P., 1998b.

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



4. Manantiales

A continuación se describen los manantiales existentes en la MASb 091.065 Pradoluengo-Anguiano, diferenciando entre manantiales principales, aquellos vinculados a las FGP definidas y que por tanto 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 dentro de las FGP definidas.

4.1 Manantiales principales

En el ámbito de la MASb Pradoluengo-Anguiano se han identificado diferentes manantiales que corresponden con descargas preferenciales de las FGP identificadas. Estos manantiales pueden agruparse o bien presentar un carácter aislado.

- Manantial de San Indalecio. Tiene el código IPA CHE 201070002. Supone la descarga de la FGP Cretácico sup. en el río Oca y se sitúa en el extremo noroccidental de la MASb. Los datos de aforos disponibles indican una única medida puntual realizada en octubre de 1997 en la que se obtuvo un caudal de 45 l/s. El manantial se sitúa en el flanco N de un sinclinal plegado y fallado, de manera que se produce una barrera hidráulica al contactar las facies weald (impermeable de base de la FGP Cretácico sup.) con los conglomerados silíceos del terciario detrítico y provocar, por tanto, un rebose hidrogeológico.
- Manantial de Garganchón. Tiene el código IPA CHE y del IGME 201140008 y está situado a una cota de 1.010m snm. Supone la descarga de la FGP Suprakeuper-Lías en el río Urbión y tiene lugar mediante transferencia al cuaternario aluvial en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la presencia de una barrera hidrogeológica formada en la última escama del frente de cabalgamiento de Demanda-Cameros al ponerse en contacto el keuper y el terciario detrítico del Ebro. Los datos de aforos disponibles en la base IPA de la CHE indican una descarga promedio de 80 l/s (6 medidas registradas en el periodo jul 92 - jun 01).
- Manantiales de Ezcaray. Se encuentran localizados en la localidad de Ezcaray a cotas en torno a los 800m snm, dentro del tramo identificado 091.065.006. Suponen la descarga directa de la FGP Suprakeuper-Lías en virtud de un rebose hidrogeológico provocado por la presencia de una barrera hidrogeológica formada en la última escama del frente de cabalgamiento de Demanda-Cameros al ponerse en contacto el keuper. Agrupa a tres manantiales inventariados por la CHE y el IGME, que suponen una descarga media conjunta de 204 l/s. Los códigos y caudales aforados son los siguientes:

- IPA CHE 211130014: Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 27 l/s (6 medidas registradas en el periodo oct 68 - jun 00), con valores que oscilan entre 81 l/s y 7 l/s.
- IPA CHE 211130034: Los datos de aforos sólo disponen de dos medidas puntuales realizadas en nov 87: 27 l/s (IGME) y 97 l/s (IPA CHE).
- IPA CHE 211130033: Los datos de aforos sólo disponen de dos medidas puntuales realizadas en sep 87: 150 l/s (IGME) y 540 l/s (IPA CHE).

Asimismo, datos obtenidos de Coloma López, P., 1999 indican que la descarga directa de los tres manantiales de Ezcaray suponen, aproximadamente, 225 l/s.

- Manantial de San Pedro. Se sitúa en la localidad de Torrecilla de Cameros y constituye el nacedero del arroyo de San Pedro, que en poco recorrido desemboca en el río Iregua. Corresponde a la descarga de la FGP Suprakeuper-Lías que se produce en el contacto entre las Carniolas de Cortes de Tajuña y las Dolomías tableadas de Cuevas Labradas que podrían producir en ese punto un contraste de permeabilidad (barrera brusca) y, consecuentemente, un rebose natural a una cota de 1.000m snm. Tiene el código IPA CHE 221130009. Los datos de aforos disponibles indican una descarga promedio de 76 l/s (6 medidas registradas en el periodo abr 69 – jun 00), con valores que oscilan entre 317 l/s y 10 l/s. A su vez, la CHE aforó la escala del manantial en la ermita en su punto de control 221130033, en el periodo nov 90 – dic 98, con los que obtuvo un caudal promedio de 54 l/s. Además, el IGME realizó 224 aforos en el manantial en su sección histórica 22113 P/A, en el periodo ago 90 – jun 01, con los que obtuvo un caudal promedio de 120 l/s. Asimismo, en las referencias bibliográficas se cita un caudal medio de 74 l/s (Figura 13) y presenta un típico comportamiento cárstico fuertemente influenciado por las precipitaciones (Coloma López, P., 1999).

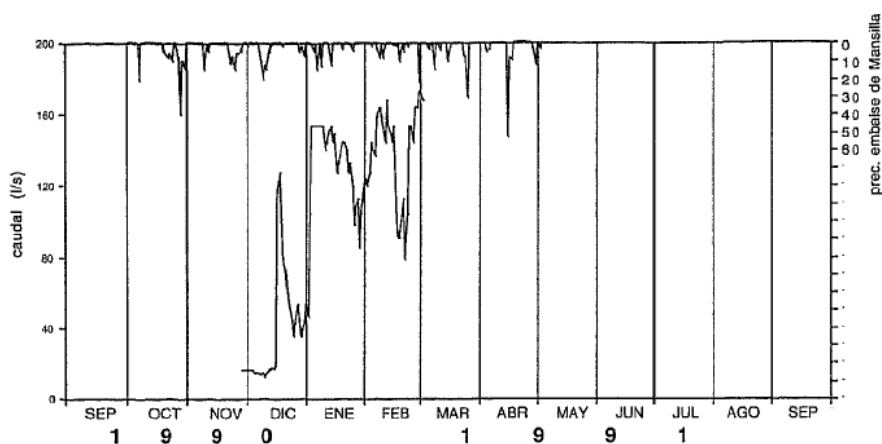


Figura 13. Hidrograma del manantial de San Pedro. Tomado de Coloma López, P., 1999.

- Manantial de Fuente Riba - Los Baños (embotelladora Peñaclara, SA). Se sitúa en la localidad de Torrecilla de Cameros y constituye el aprovechamiento de la embotelladora Peñaclara, SA. Corresponde a la descarga de la FGP Suprakeuper-Lías que se produce en el contacto con el impermeable de techo (Gr. Ablanquejo), con lo que se produce en ese punto un contraste de permeabilidad (barrera brusca) y, consecuentemente, un rebose natural a una cota de 820m snm. Tiene el código IPA CHE 221130044 e IGME 221130026. Los datos de aforos disponibles en la CHE indican una descarga promedio de 3,5 l/s (2 medidas registradas en el periodo ene 69 – ago 01), con un valor máximo de 7 l/s. El dato disponible del IGME indica una descarga puntual de 7 l/s, medida en octubre de 1983.

- Manantial de “El Restauero”. Se sitúa al fondo del cañón del río Leza, aguas arriba de la localidad de Leza. Corresponde a la descarga de las calizas oncolíticas de la FGP Cretácico inf. (facies purbeck) que se produce en el contacto con el impermeable de muro (areniscas, limolitas y arcillas rojas del Malm), con lo que se produce en ese punto un contraste de permeabilidad (barrera brusca) y, consecuentemente, una descarga natural a una cota de 640m snm. Tiene el código IPA CHE 231120014. El dato disponible de la base de datos IPA CHE indica una descarga puntual de 543 l/s, medida en octubre de 1983. No obstante, de la bibliografía consultada (Coloma López, P., 1998b), se menciona un caudal medio de 90 l/s.

Manantial	Código NIPA (IGME)	Cauce receptor de la descarga	Tramo conexión río-acuífero	Ubicación			FGP relacionada y Génesis Hidrogeológica
				Coordenadas UTM Huso 30		Cota (m snm)	
				X	Y		
San Indalecio	201070002	Oca	091.065.002	474432	4691010	975	Descarga asociada a la brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Cretácico sup. y los materiales detríticos paleógenos de la Depresión del Ebro.
Garganchón	201140008	Urbión	091.065.003	481558	4686381	910	Rebose hidrogeológico asociado a brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Suprakeuper-Lías y los materiales detríticos paleógenos de la Depresión del Ebro.
Manantiales de Ezcaray	211130014	Oja	091.065.006	499398	4686578	805	Rebose hidrogeológico asociado a brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Suprakeuper-Lías y el keuper en el frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.
	211130033	Oja		499310	4686863	798	Rebose hidrogeológico asociado a brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Suprakeuper-Lías y el keuper en el frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.
	211430034	Oja		499409	4686685	800	Rebose hidrogeológico asociado a brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Suprakeuper-Lías y el keuper en el frente de cabalgamiento de la Demanda-Cameros.
San Pedro	221130009	Iregua	-	528765	4678797	1.000	Rebose hidrogeológico asociado a barrera de permeabilidad entre las dos Fms que conforman la FGP Suprakeuper-Lías.
Fuente Riba – Los Baños	221130044	Iregua	091.065.010	532274	4678924	820	Rebose hidrogeológico asociado a barrera de permeabilidad entre la FGP Suprakeuper-Lías y las Fms del Grupo Ablanquejo (impermeable a techo).
“EL Restauero”	231120014	Leza	091.065.011	548431	4684030	640	Descarga asociado a la brusca barrera de permeabilidad entre la FGP Cretácico inf. y las areniscas limolitas y arcillas rojas del Malm (impermeable de base).

Tabla 6. Manantiales principales. Pradoluengo-Anguiano (091.065)

4.2 Resto de manantiales

En la MASb Pradoluengo-Anguiano hay inventariado numerosos manantiales asociados a Las FGPs identificadas, principalmente a la de mayor extensión y envergadura, la FGP Suprakeuper-Lías. La mayor parte de ellos presentan caudales inferiores a los 5 l/s.

Entre los numerosos manantiales referidos se incluyen los siguientes, agrupados por cuencas:

- Cuenca del Oca, en su cabecera asociado a la FGP Suprakeuper-Lías: 201130001. En oct 83 se aforó en 3 l/s.
- Cuenca del Urbión, asociado a la FGP Suprakeuper-Lías: 201140001. En oct 83 se aforó en 7 l/s.
- Cuenca del Oja, asociados a la FGP Suprakeuper-Lías y localizados entre Valgañón y Ezcaray se encuentran varios manantiales con caudales inferiores a 5 l/s. Entre ellos, los siguientes: 211120011, 211120015 y 211130017.
- Cuenca del Santurdejo, asociado a la FGP Suprakeuper-Lías: 211130001 con caudales medios inferiores a 5 l/s.
- Cuenca del Cárdenas, asociados a la FGP Suprakeuper-Lías y localizados en el límite de la MASb (frente de cabalgamiento) se encuentran varios manantiales con caudales inferiores a 5 l/s. Entre ellos, los siguientes: 211140007, 211140008, 211140012 y 211140008.
- Cuenca del Tobía: asociados a la FGP Suprakeuper-Lías con caudales inferiores a 5 l/s: 221110024, 221110009 y 221110008.
- Cuenca del Najerilla: asociados a la FGP Suprakeuper-Lías con caudales inferiores a 5 l/s: 221120009 (caudal medio < 10 l/s) y 221120006 y 221120007.
- Cuenca del Iregua: asociados a la FGP Suprakeuper-Lías con caudales inferiores a 5 l/s existen numerosos manantiales, sobre todo en su margen izquierda. Atendiendo a la localidad más cercana, se encuentran los siguientes: Nieva de Cameros (códigos 221170011 a 221170017), Nestares (códigos 221130001 a 221130004 y 221130025), Torrecilla de Cameros (códigos 221130009 a 221130015 y 221130026) y Pradillo (códigos 22170005 a 221170009).

5. Zonas húmedas

En esta MASb no existe ningún humedal relacionando las aguas subterráneas. Únicamente se encuentra la Laguna de la Dehesa, situada entre Ezcaray y Fresneda de la Sierra, a una cota de 1.226 m snm.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

6.1 Valoración de la información utilizada y de los resultados obtenidos

Atendiendo a la información extraída de las fuentes bibliográficas consultadas, el comportamiento de los ríos a su paso por la MASb es difícil de determinar con claridad, ya que, en ocasiones, éste no es claro ni constante. En líneas generales, los cauces muestran un comportamiento efluente (ganador), aunque en algunos casos, su comportamiento se torna en perdedor en según qué época del año. Esto último se ha comprobado para los ríos Tirón y Oca en aforos diferenciales realizados entre 1990 y 1991 (Coloma López, P., 1999).

Teniendo en cuenta lo anterior, y que buena parte de las cuantificaciones presentadas provienen de fuentes bibliográficas y, en general, las calculadas en el presente trabajo lo han sido de aforos diferenciales llevados a cabo con escasos datos y muy espaciados durante el periodo de control (casos descargas difusas de las FGPs) o escaso número de medidas o mayoritariamente puntuales (caso descargas directas a través de manantiales), se considera que para la mayoría de los tramos identificados la cuantificación no resulta razonablemente fiable, recomendándose actuaciones complementarias encaminadas a reducir la incertidumbre que pesa en los datos presentados.

No obstante, se considera que algunos de los tramos identificados sí presentan una cuantificación razonablemente fiable, al existir una razonable coincidencia entre los valores calculados con la información disponible y la obtenida de las referencias bibliográficas, por lo que no se sugieren actuaciones complementarias. Estos tramos son los siguientes: 091.065.003, 091.065.004, 091.065.006, 091.065.007 y 091.065.012.

6.2 Propuesta de actuaciones

Atendiendo a la incertidumbre que pesa en las cuantificaciones presentadas, se recomienda implementar medidas encaminadas a mejorar la fiabilidad de éstas, que pasan todas ellas por llevar a cabo campañas de aforos diferenciales de un año de duración y periodicidad mensual en los puntos de control ya existentes⁹, para cada uno de los tramos identificados en los que se producen descargas difusas y campañas de aforos de un año de duración y periodicidad

⁹ No se presentan las coordenadas de los puntos de control dado que ya existen, esto es, en ellos se han llevado a cabo aforos anteriormente. Los puntos aparecen entre los listados en la tabla 2.

mensual en los manantiales vinculados con los tramos identificados, de manera que se caracterice adecuadamente las descargas en dichos puntos.

Además se propone controlar la relación río-acuífero de los ríos Leza e Iregua mediante estaciones de aforos, así como en el manantial de San Indalecio, en el río Oca.

Actuación propuesta	Objetivo	Comunidad Autónoma	Población próxima
Estación de aforos	Futura presa de Terroba	La Rioja	Soto de Cameros
Estación de aforos	Control aportes Leza		Leza de río Leza
Estación de aforos			
Acondicionamiento estación de aforos	Canal derivación Margen Izquierda		Anguiano
Instalación limnógrafo	Manantial de San Indalecio	Castilla-León	Villafranca-Montes de Oca
Estación de aforos	Afluente Puente de Almarza	La Rioja	Nieva de Cameros

Tabla 7. *Propuesta de actuaciones*

7. Referencias Bibliográficas

- (1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).
- (2) IGME (1981): Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. Informe Final.
- (3) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 201, 202, 239, 240 241 y 242.
- (4) Coloma López, P. (1996). Zonas húmedas de interés medioambiental relacionadas con la descarga de aguas subterráneas. Cuencas de los ríos Alhama, Cidacos, Leza-Jubera e Iregua. Monográfico: Zubía nº 8, pp 187-204.
- (5) Coloma López, P. et al. (1997). Sistemas de flujo subterráneo regional en el acuífero carbonatado mesozoico de la Sierra de Cameros. Sector oriental. Est. Geológicos 53. pp. 159-172.
- (6) Coloma López, P. (1998a). El agua subterránea en La Rioja. Monográfico: Zubía nº 10, pp 63-132.
- (7) Coloma López, P. (1998b). Evaluación de las descargas subterráneas de los acuíferos kársticos jurásicos del macizo de Cameros en la Cuenca del Ebro. Geogaceta, 24 pp 83-86.
- (8) Coloma López, P. (1999). Estudio hidrogeológico de los sistemas acuíferos kársticos riojanos occidentales (Neila-La Demanda). Monográfico: Zubía nº 17, pp 195-232.
- (9) Dirección General del Agua (2004-2006): Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).
- (10) DGOH-CHE (1991). Estudio de los recursos hídricos subterráneos de los acuíferos de la margen derecha del Ebro (Zona I, Acuíferos de cabecera). UH 9.32 Ezcaray-Pradoluengo.
- (11) ITGE (1992). Estudio hidrogeológico de las Unidades de Jubera-Anguiano y Torrecilla-Mancilla-Neila.

8. Bibliografía de interés

- (1) Custodio, E. y Llamas, M.R (2001): Hidrología Subterránea. Editorial Omega, Barcelona.
 - (2) Web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: www.chebro.es
 - (3) Web del Instituto Geológico y minero de España: www.igme.es
-

Anejo 1. Tabla de estaciones de control y medida

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. 091.065-Pradoluengo-Anguiano

Estación de control y medida			Cauce		Régimen hidrológico		MASb (a)		FGP	Tramo relación río-acuífero (b)			Situación geográfica respecto al tramo
Código	Nombre	Tipo	Código	Nombre	Tipo	Observaciones	Código	Nombre		Código	Cauce	Descripción	
EA 156	Oja en Ezcaray	01	262	Oja	Natural	Dispone de una serie corta y que terminó en 1970. Controlaba el caudal del río Oja, pero se sitúa aguas arriba de la zona de descarga de los manantiales de Ezcaray.	091.065	Pradoluengo-Anguiano	FGP Suprakeuper-Lías	091.065.006	Oja	Conexión mixta difusa y descarga directa por un grupo de manantiales	Aguas arriba

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. 091.065-Pradoluengo-Anguiano

Masa de aguas subterránea asociada (<i>Codmsbt_def</i>)			091.065	Pradoluengo-Anguiano				LISTADO DE MANANTIALES PRINCIPALES					
Código de la demarcación hidrográfica donde se ubica (<i>Cod_demar_id</i>)			091	Ebro									
Código del manantial (<i>Cod_mant</i>)	Código IGME del manantial (<i>Codigme_mant</i>)	Nombre del manantial (<i>Nombre_mant</i>)	Tramo relación río-acuífero asociado (<i>Codrioacuif_id</i>)	Formación geológica asociada (<i>FGP_mant</i>)	Ubicación geográfica			Cota MDT del manantial (<i>Cotamdt_mant</i>)	Datos de Caudales (l/s)				Uso del manantial-IGME (<i>Usoigme_mant</i>) (<i>Uso_mant</i>)
					Coordenadas UTM-Huso 30 (<i>CoorX_mant</i>)	Coordenadas UTM-Huso 30 (<i>CoorY_mant</i>)	Cota del manantial (<i>Cota_mant</i>)		Caudal histórico IGME (<i>Qhistigme_mant</i>)	Mínimo	Promedio	Máximo	
201070002	201070002	San Indalecio	091.065.002	Cretácico sup.	474432	4691010	975	974	-	-	-	-	-
201140008	201140008	Garganchón	091.065.003	Suprakeuper-Lías	481558	4686381	910	916	-	-	-	-	-
211130014	211130014	Manantiales de Ezcaray	091.065.006	Suprakeuper-Lías	499398	4686578	805	799	-	-	-	-	-
211130033	211130033				499310	4686863	798	796	150	-	-	-	Agricultura
211430034	211430034				499409	4686685	800	798	27	-	-	-	Agricultura
221130009	22113 P/B	San Pedro	-	Suprakeuper-Lías	528765	4678797	1.000	962	49,6	7,6	38	112	Abastecimiento a núcleos urbanos
221130044	221130026	Fuente Riba – Los Baños	091.065.010	Suprakeuper-Lías	532274	4678924	820	738	7	7	7	7	Aguas de bebida envasadas natural
231120014	231120014	“EL Restauero”	091.065.011	Cretácico inf.	548431	4684030	640	635	-	-	-	-	-