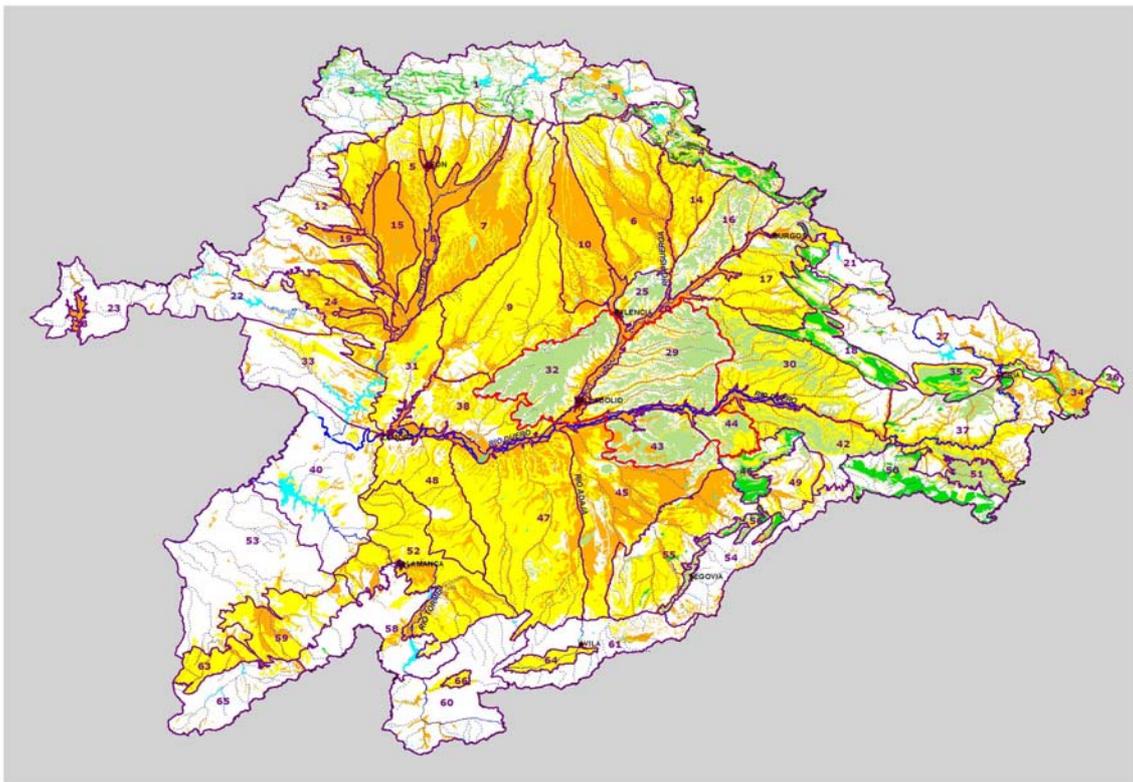


# INTEGRACIÓN DE LAS MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MODELO DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN (COEFICIENTES DE AGOTAMIENTO)



SEPTIEMBRE 2008

## ÍNDICE de CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b><u>INTRODUCCION .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b>2.</b>	<b><u>DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL DUERO.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b>3.</b>	<b><u>MODELOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN DE MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS .....</u></b>	<b><u>31</u></b>
3.1.	MODELOS AGREGADOS (MODELO UNICELULAR).....	37
3.2.	MODELOS DISTRIBUIDOS DE PARÁMETROS AGREGADOS (MODELO PLURICELULAR ENGLOBADO –MPE-).....	39
<b>4.</b>	<b><u>METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN .....</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b>5.</b>	<b><u>RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>57</u></b>
5.1.	ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA (DRENAJE A CAUCES).....	57
5.2.	PARÁMETROS DE SIMULACIÓN .....	60
5.3.	RÉGIMEN INFLUENCIADO (RETORNOS DE RIEGOS Y EXTRACCIONES).....	64
5.4.	PIEZOMETRÍA .....	70
<b>6.</b>	<b><u>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</u></b>	<b><u>73</u></b>

## APÉNDICES

APÉNDICE 1. Informes sobre masas de agua subterránea elaborados para el documento de planificación “ESQUEMA PROVISIONAL DE TEMAS IMPORTANTES. PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO”

- Sistema de Explotación Eresma-Cega
- Sistema de Explotación Águeda
- Sistema de Explotación Alto Duero
- Sistema de Explotación Arlanza
- Sistema de Explotación Bajo Duero
- Sistema de Explotación Carrión
- Sistema de Explotación Esla
- Sistema de Explotación Órbigo
- Sistema de Explotación Pisuerga
- Sistema de Explotación Riaza
- Sistema de Explotación Tera
- Sistema de Explotación Tormes

APÉNDICE 2. Fichas resumen de las Unidades Hidrogeológicas de Modelación –UHMod- consideradas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero.

- Sistemas Esla-Órbigo-Tera
- Sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza
- Sistemas Alto Duero-Riaza
- Sistemas Adaja-Cega-Bajo Duero
- Sistema Tormes-Águeda

## ÍNDICE de FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Masas de Agua Subterráneas definidas en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero .....	2
<b>Figura 2.</b> Esquema geológico de la Cuenca del Duero.....	4
<b>Figura 3.</b> Isobatas del muro de la Cuenca Detrítica Terciaria del Duero (Vera, 2004).....	8
<b>Figura 4.</b> Regiones consideradas en el Terciario Detrítico del Duero.....	9
<b>Figura 5.</b> Datos piezométricos Terciario Esla-Valderaduey.....	10
<b>Figura 6.</b> Evolución piezométrica registrada en la MASb 38-Tordesillas.....	11
<b>Figura 7.</b> Caudales específicos (l/s/m) registrados en pruebas de bombeo (Base de Datos AGUAS del IGME) .....	12
<b>Figura 8.</b> Análisis de probabilidad de datos de caudales específicos en pruebas de bombeo realizadas por el IGME en la Cuenca del Duero.....	13
<b>Figura 9.</b> Evolución piezométrica registrada en la MASb 17-Burgos .....	15
<b>Figura 10.</b> Evolución hidroquímica registrada en el MASb 17-Burgos.....	16
<b>Figura 11.</b> Datos piezométricos Terciario Pisuega-Arlanza.....	17
<b>Figura 12.</b> Evolución piezométrica registrada en el Terciario Detrítico del Alto Duero.....	19
<b>Figura 13.</b> Datos piezométricos Terciario Alto Duero .....	21
<b>Figura 14.</b> Series piezométricas registradas en el Terciario Detrítico del Adaja-Eresma-Tormes	23
<b>Figura 15.</b> Series piezométricas en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (Zona de recarga-Flujo descendente) .....	24
<b>Figura 16.</b> Series piezométricas en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (Zona intermedia) ..	24
<b>Figura 17.</b> Series piezométricas en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (Zona de descarga-Flujo ascendente) .....	24
<b>Figura 18.</b> Datos piezométricos Terciario Meridional del Duero (Adaja-Eresma-Tormes) .....	26
<b>Figura 19.</b> Serie piezométricas registradas en el Terciario Detrítico de la región Central del Duero	28
<b>Figura 20.</b> Datos piezométricos Terciario Meridional del Duero (Adaja-Eresma-Tormes) .....	29
<b>Figura 21.</b> Subcuencas hidrológicas correspondientes a las Masas de Agua Superficial definidas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero .....	43
<b>Figura 22.</b> Procedimiento metodológico para establecer los parámetros de simulación en las Unidades Hidrogeológicas de Modelación establecidas en el Duero.....	47
<b>Figura 23.</b> Unidades Hidrogeológicas de Modelación definidas en el Duero (1).....	48
<b>Figura 24.</b> Unidades Hidrogeológicas de Modelación definidas en el Duero (Flujo Profundo)	49
<b>Figura 25.</b> Unidades Hidrogeológicas de Modelación y Masas de Agua Subterránea .....	50

<b>Figura 26.</b>	Unidades Hidrogeológicas de Modelación y Masas de Agua Subterránea (Flujo Profundo)	51
<b>Figura 27.</b>	Transferencias Laterales Subterráneas entre Masas de Agua Subterránea en la Cuenca del Duero (datos bibliográficos)	54
<b>Figura 28.</b>	Transferencias Laterales Subterráneas entre Masas de Agua Subterránea en la Cuenca del Duero	55
<b>Figura 29.</b>	Hidrograma promedio mensual comparativo modelos descarga UHMod y modelo SIMPA (régimen natural)	57
<b>Figura 30.</b>	Descarga promedio anual de acuíferos a cauces. Comparativa PIAS-modelos de descarga UHMod	58
<b>Figura 31.</b>	Caudales de escorrentía subterránea a cauces en el Duero simulados mediante los modelos de agotamiento aplicados a las UHMod	59
<b>Figura 32.</b>	Escorrentía subterránea por cauces calculada a partir de modelos de agotamiento en las UHMod definidas. Cuenca del Duero	60
<b>Figura 33.</b>	Esquema resumen de la relación río-acuífero en la Cuenca del Duero	63
<b>Figura 34.</b>	Distribución mensual de la recarga en régimen natural que registran las UHMod definidas en la Cuenca del Duero y la recarga asociada a retornos de riegos	69
<b>Figura 35.</b>	Distribución mensual de las extracciones en las MASb incluidas en las UHMod definidas en la Cuenca del Duero	69
<b>Figura 36.</b>	Distribución mensual de las extracciones según usos en las MASb incluidas en las UHMod definidas en la Cuenca del Duero	70

## INDICE de TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos mesozoicos carbonáticos.....	4
<b>Tabla 2.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos paleozoicos ( <i>Calizas de Montaña</i> ) y cretácicos carbonáticos .....	5
<b>Tabla 3.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos de las Calizas del Páramo	6
<b>Tabla 4.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos aluviales.....	7
<b>Tabla 5.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad.....	13
<b>Tabla 6.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Esla-Valderaduey .....	14
<b>Tabla 7.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Esla-Valderaduey	14
<b>Tabla 8.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Pisuerga-Arlanza.....	16
<b>Tabla 9.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Pisuerga-Arlanza.....	18
<b>Tabla 10.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Alto Duero.....	20
<b>Tabla 11.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Alto Duero	20
<b>Tabla 12.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Los Arenales (Terciario Detrítico Adaja-Eresma).....	25
<b>Tabla 13.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Los Arenales (Terciario Detrítico Tormes).....	25
<b>Tabla 14.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Adaja-Eresma (región Los Arenales) .....	27
<b>Tabla 15.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Tormes	27
<b>Tabla 16.</b> Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Central Del Duero .....	28
<b>Tabla 17.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Adaja-Eresma (región Los Arenales) .....	30
<b>Tabla 18.</b> Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico de los valles del Corneja y Amblés .....	30

<b>Tabla 19.</b>	Masas de Agua Subterránea definidas en función formaciones de los macizos cristalinos y paleozoicos .....	31
<b>Tabla 20.</b>	Masas de aguas subterráneas que responden a acuíferos superficiales de escaso espesor y régimen piezométrico libre.....	33
<b>Tabla 21.</b>	Masas de aguas subterráneas que responden a acuíferos de gran espesor, régimen piezométrico libre y régimen natural o escasamente influenciado .....	34
<b>Tabla 22.</b>	Masas de aguas subterráneas que responden a acuíferos heterogéneos y anisótropos de gran espesor y régimen piezométrico semiconfinado o confinado.....	35
<b>Tabla 23.</b>	Masas de aguas subterráneas se aconsejan sean simuladas mediante autovalores	36
<b>Tabla 24.</b>	Unidades Hidrogeológicas de Modelación (UHMod) y Masas de Agua Subterránea (MASb)	52
<b>Tabla 25.</b>	Escorrentía Subterránea por Sistemas de Explotación (datos en hm <sup>3</sup> /mes) .....	59
<b>Tabla 26.</b>	Parámetros de simulación modelos de agotamiento aplicados a las UHMod. Cuenca del Duero .....	61
<b>Tabla 27.</b>	Balance hidrogeológico de las UHMod definidas en la Cuenca del Duero (Régimen Natural)	66
<b>Tabla 28.</b>	Balance hidrogeológico de las UHMod definidas en la Cuenca del Duero (Régimen Influenciado)	67
<b>Tabla 29.</b>	Datos de extracciones por MASb. Cuenca del Duero.....	68

## 1. INTRODUCCION

El presente documento constituye la memoria de los trabajos desarrollados por el Instituto Geológico y Minero de España (en adelante IGME) para la integración de las masas de aguas subterráneas definidas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero (un total de 67 Masas de Agua Subterránea), en el modelo de gestión de cuenca que servirá de referencia para el desarrollo de la nueva planificación hidrológica de la mencionada demarcación hidrográfica, que está desarrollando la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Duero (en adelante OPH-CHD).

Para el desarrollo del modelo de gestión se está utilizando la herramienta SIMGES, que permite la simulación de escenarios de gestión conjunta de recursos hídricos. Estos modelos para la simulación de la gestión conjunta se están elaborando para cada uno de los sistemas de explotación en que ha sido dividida la demarcación hidrográfica. Una vez concretados los modelos de simulación de cada sistema de explotación se procederá a montar el sistema de simulación del ámbito de planificación completo.

Para la integración de las masas de aguas subterráneas en los esquemas de gestión que están siendo desarrollados a través de la herramienta SIMGES es necesario definir los modelos matemáticos que servirán para la simulación de la respuesta hidrodinámica de las masas de aguas subterráneas en los diferentes escenarios de gestión que se planteen.

Una vez definidos los modelos matemáticos que serán utilizados para la simulación de las diferentes masas de aguas subterráneas es necesario alimentar dichos modelos con los parámetros de modelización necesarios en cada caso.

Los trabajos desarrollados por el IGME han permitido establecer los parámetros de modelización necesarios para integrar las Masas de Agua Subterránea (MASb) en los modelos de gestión conjunta. En principio se ha optado por utilizar modelos de parámetros agregados simples (unicelulares o pluricelulares) para la simulación del flujo de las MASb de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, con el objetivo de no demorar la implantación de los modelos de gestión conjunta, pero con la previsión futura de desarrollar modelos de parámetros agregados (autovalores) en aquellas MASb que lo requieran (por su importancia estratégica en la gestión de los recursos hídricos de los sistemas de explotación definidos).

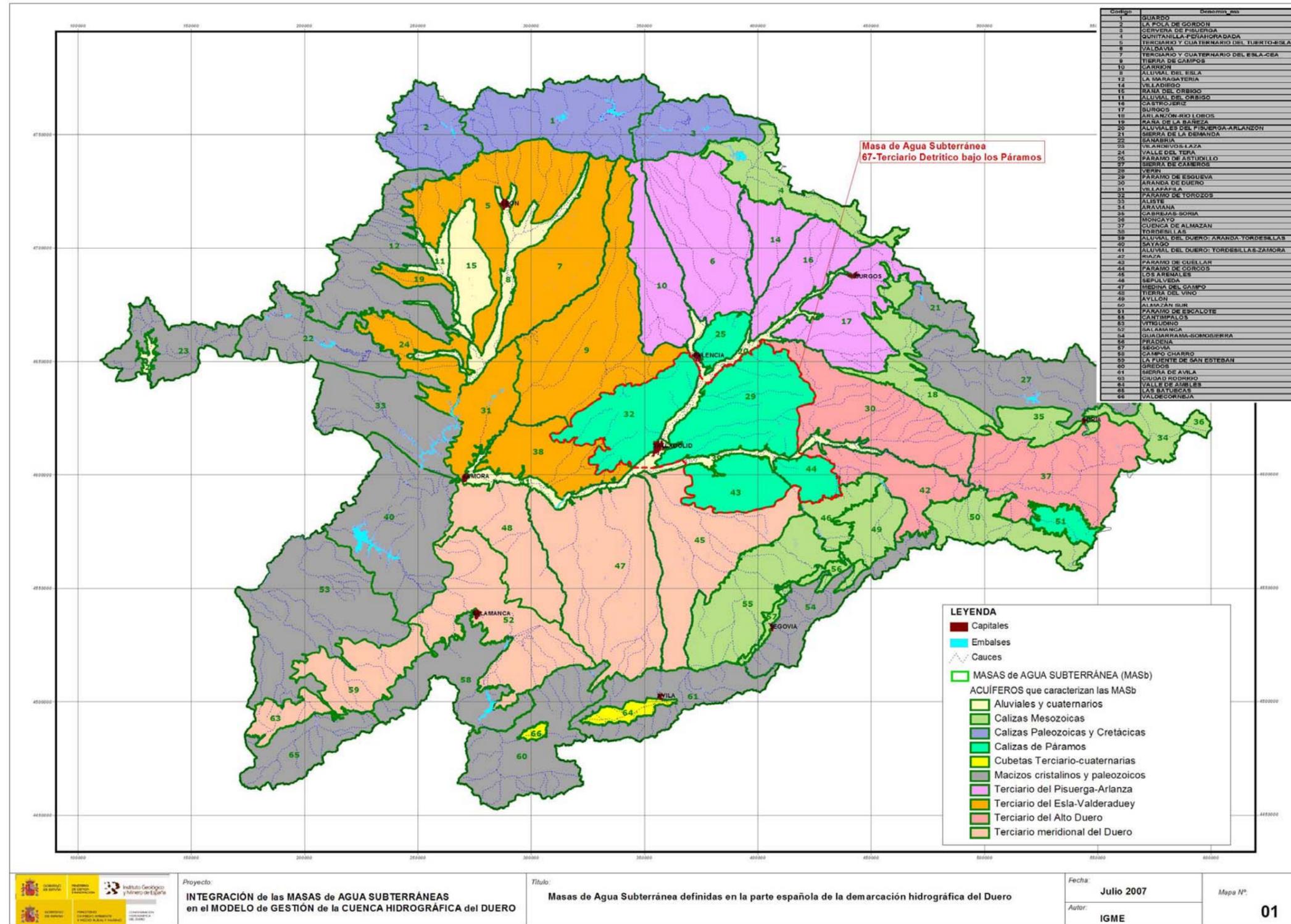


Figura 1. Masas de Agua Subterráneas definidas en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero

Para el desarrollo de los trabajos se han ejecutado las siguientes actividades:

1. Recopilación y revisión de la información hidrogeológica básica que se está elaborando dentro de los trabajos de la DMA sobre el funcionamiento y balance hidrogeológico de las masas de aguas subterráneas delimitadas en la demarcación hidrográfica del Duero.
2. Definición de los modelos conceptuales que serán utilizados para la simulación del funcionamiento hidrodinámico de las masas de aguas subterráneas.
3. Integración de las masas de aguas subterráneas en los esquemas topológicos que reproducen los sistemas de explotación hidráulica.
4. Definición de los parámetros hidrodinámicos asociados a los modelos de simulación definidos (coeficientes de agotamiento, volúmenes iniciales y restricciones para el control de bombeos).
5. Validación de los modelos de simulación desarrollados mediante la comparación con las series de aportaciones consideradas en el sistema de simulación de la gestión conjunta de la Cuenca del Duero.

## 2. DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL DUERO

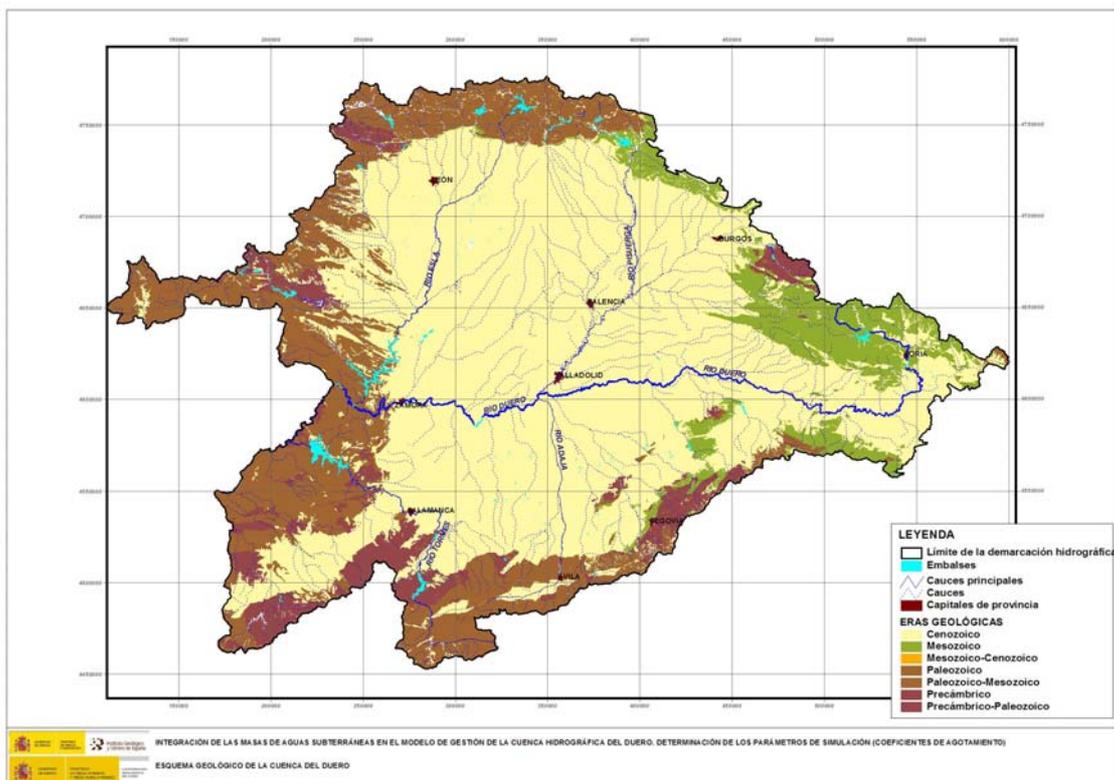
La Cuenca Hidrográfica del Duero (Figura 2) está caracterizada, desde un punto de vista hidrogeológico, por una serie de aspectos fundamentales:

- La presencia de una serie de formaciones geológicas de edad cretácico-jurásica de composición carbonática (calizas y dolomías) que funcionan como acuíferos por karstificación y que se disponen en la orla nororiental y suroriental del Alto Duero, cuyo drenaje constituye la principal aportación de origen subterráneo que reciben las cabeceras de los sistemas de explotación Alto Duero, Pisuerga, Arlanza, Riaza y Adaja-Eresma. Asimismo, parte de la descarga de estos acuíferos mesozoicos se transfiere lateralmente a las formaciones detríticas terciarias que ocupan las regiones centrales del valle del Duero. Estas formaciones geológicas constituyen los acuíferos mesozoicos carbonáticos del Duero.

Estas formaciones geológicas carbonáticas mesozoicas dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 1.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS
34	ARAVIANA
35	CABREJAS-SORIA
36	MONCAYO
46	SEPÚLVEDA <sup>(1)</sup>
49	AYLLÓN <sup>(1)</sup>
50	ALMAZÁN SUR
55	CANTIMPALOS <sup>(1)</sup>
56	PRÁDENA
57	SEGOVIA
(1)	En estas MASb junto con las formaciones geológicas mesozoicas aparecen a techo formaciones permeables terciarias de relativo interés hidrogeológico

**Tabla 1.** Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos mesozoicos carbonáticos



**Figura 2.** Esquema geológico de la Cuenca del Duero

- En el borde septentrional de la cuenca, cabecera de los sistemas de explotación Órbigo, Esla-Valderaduey, Carrión y Pisuerga (sector occidental), aparecen una serie de

formaciones permeables por karstificación asociadas a series paleozoicas (*Calizas de Montaña*) y cretácicas, cuya descarga natural constituye la principal aportación de origen subterráneo que registran estos sistemas de explotación en sus respectivas cabeceras. La transferencia lateral subterránea hacia las formaciones terciarias del valle del Duero se verifica en las zonas donde afloran las series cretácicas (borde meridional de estas formaciones pre-cenozoicas).

Estas formaciones geológicas carbonáticas paleozoicas y cretácicas dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 2.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
1	GUARDO
2	LA POLA DE GORDÓN
3	CERVERA DE PISUERGA

**Tabla 2.** Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos paleozoicos (*Calizas de Montaña*) y cretácicos carbonáticos

- En la región central de la cuenca aparecen unas formaciones superficiales de diferente interés hidrogeológico (Calizas de los Páramos de edad Pontiense).

Las litofacies corresponden a calizas y margocalizas de espesor variable (5 a 50 m). Donde estas formaciones disponen de un mayor espesor y desarrollo kárstico es donde presentan un mayor interés hidrogeológico (páramos de Cuéllar –MASb 43- y Corcos – MASb 44-). Estos acuíferos presentan un régimen piezométrico libre, con recarga por infiltración de agua de lluvia y descarga a favor de los múltiples manantiales existentes en los bordes.

Los valores de transmisividad oscilan entre 25 a 150 m<sup>2</sup>/d, localmente se pueden alcanzar los 300 m<sup>2</sup>/d, con caudales de producción de entre 10 a 30 l/s.

Estas formaciones geológicas carbonato-detriticas dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 3.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO
29	PÁRAMO DE ESGUEVA
32	PÁRAMO DE TOROZOS
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR
44	PÁRAMO DE CORCOS
51	PÁRAMO DE ESCALOTE

**Tabla 3.** Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos de las Calizas del Páramo

- La existencia de una serie de formaciones superficiales de edad Cuaternario (rañas, arenas eólicas y aluviales) que presentan un cierto interés hidrogeológico (acuíferos superficiales detríticos del Duero).

Los *depósitos de rañas* corresponden a depósitos pliocuaternarios terrígenos que se apoyan discordantes sobre las formaciones terciarias en la zona septentrional de la Cuenca (subcuencas del Órbigo, Esla, Cea y Carrión) y que presentan un espesor variable (5 a 10 m de media).

El reducido espesor y la presencia de un matriz limo-arcillosa los convierte en acuíferos superficiales de escaso interés. El régimen piezométrico es libre y las transmisividades suelen ser inferiores a los 10 m<sup>2</sup>/d, no superándose en las captaciones caudales superiores a los 2 l/s.

Las *arenas eólicas de la Moraña y Tierra de Pinares* corresponden a arenas medias a finas, generalmente limpias y con potencias que oscilan entre 2 y 20 m. Su distribución superficial es irregular en la margen izquierda del Duero (región de Los Arenales), aunque ocupan una superficie total de unos 1.800 km<sup>2</sup>, disponiéndose discordantes sobre las formaciones detríticas terciarias del Duero.

Los valores de transmisividad oscilan entre 50 a 100 m<sup>2</sup>/d y los caudales de explotación entre 0,5-22 l/s (promedio de 5 l/s). La descarga se efectúa hacia los cauces que atraviesan estas formaciones arenosas y por infiltración vertical hacia el Terciario detrítico subyacente.

Los depósitos cuaternarios asociados a terrazas y aluviales fluviales de los ríos principales de la cuenca (Órbigo, Esla, Pisuerga, Arlanzón, Esgueva y Duero) constituyen los denominados acuíferos aluviales del Duero.

Estas formaciones geológicas presentan potencias que oscilan entre 5 a 10 m. Los valores de transmisividad son muy variables. En los aluviales del Órbigo-Esla oscila entre 30 a 150 m<sup>2</sup>/d, caudales de explotación de entre 1 a 15 l/s y caudales específicos inferiores a 0,5 l/s/m. En los aluviales del Pisuerga-Arlanzón se constatan transmisividades medias de 600 m<sup>2</sup>/d (y hasta 1.200 m<sup>2</sup>/d en el aluvial del Arlanzón), con caudales de explotación que alcanzan los 40 l/s (valores promedio de 10-15 l/s) y caudales específicos de entre 1 a 20 l/s/m. El aluvial del Esgueva es de baja productividad. El aluvial del Duero presenta valores de transmisividad que oscilan entre 400 a 900 m<sup>2</sup>/d, con caudales de explotación de entre 10 a 20 l/s y caudales específicos de 4 a 9 l/s/m.

Estas formaciones geológicas carbonato-detriticas dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 3.

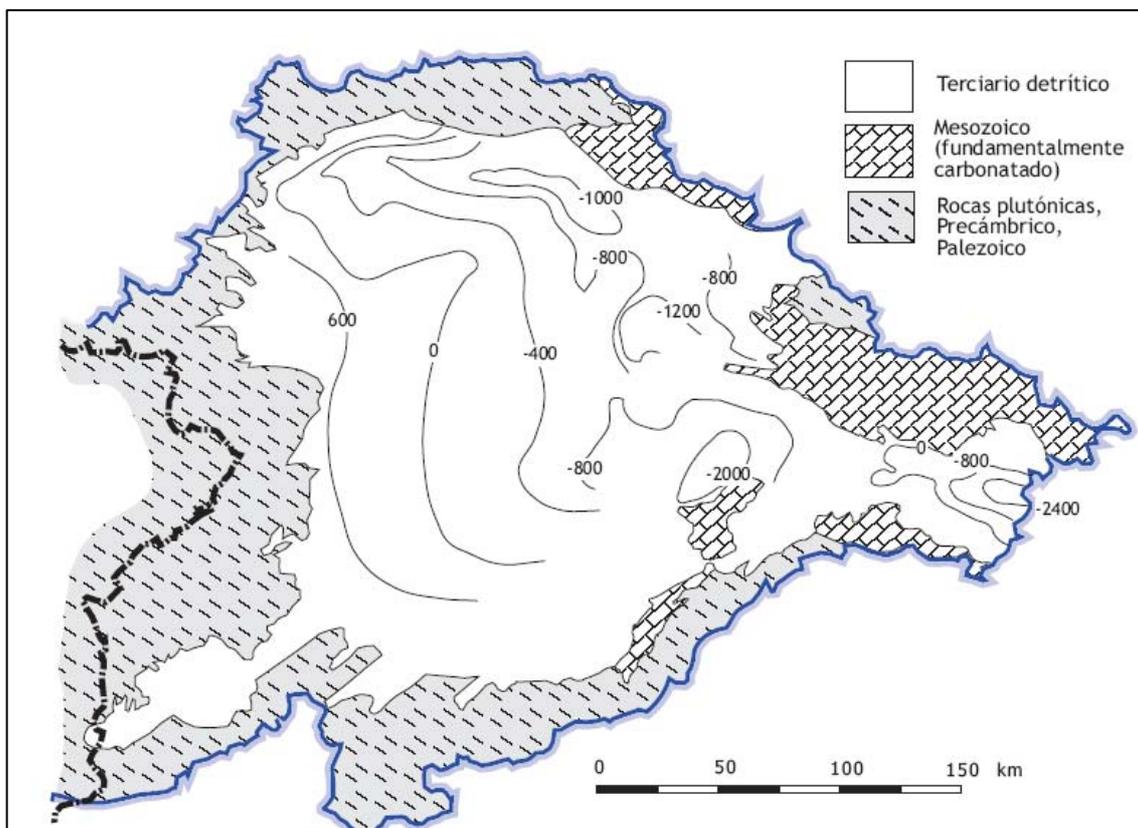
CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
8	ALUVIAL DEL ESLA
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO
15	RAÑA DEL ÓRBIGO
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN
28	VERÍN
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA

**Tabla 4.** Masas de Agua Subterránea definidas en función de acuíferos aluviales

- Los sistemas hidrogeológicos más relevantes de la demarcación se asocian a las potentes series terciarias que ocupan las zonas central y occidental de la cuenca del Duero (acuíferos Detríticos Terciarios del Duero). Se trata de formaciones geológicas detríticas que rellenan una gran depresión terciaria rellena de materiales terrígenos, con litofacies propias de sistemas continentales, y que alcanzan espesores muy importantes (hasta 2000 m –ver Figura 3-), entre las que se intercalan niveles productivos de textura, espesor y continuidad lateral muy variables (debido a cambios laterales de facies), que en conjunto no suelen superar la centena de metros en la vertical.

Por tanto, se trata de un esquema hidrogeológico en el que coexisten niveles permeables de continuidad espacial limitada y distribución vertical aleatoria (como corresponde a un medio deposicional de origen continental), embutidos en una matriz terrígena de comportamiento acuitardo.

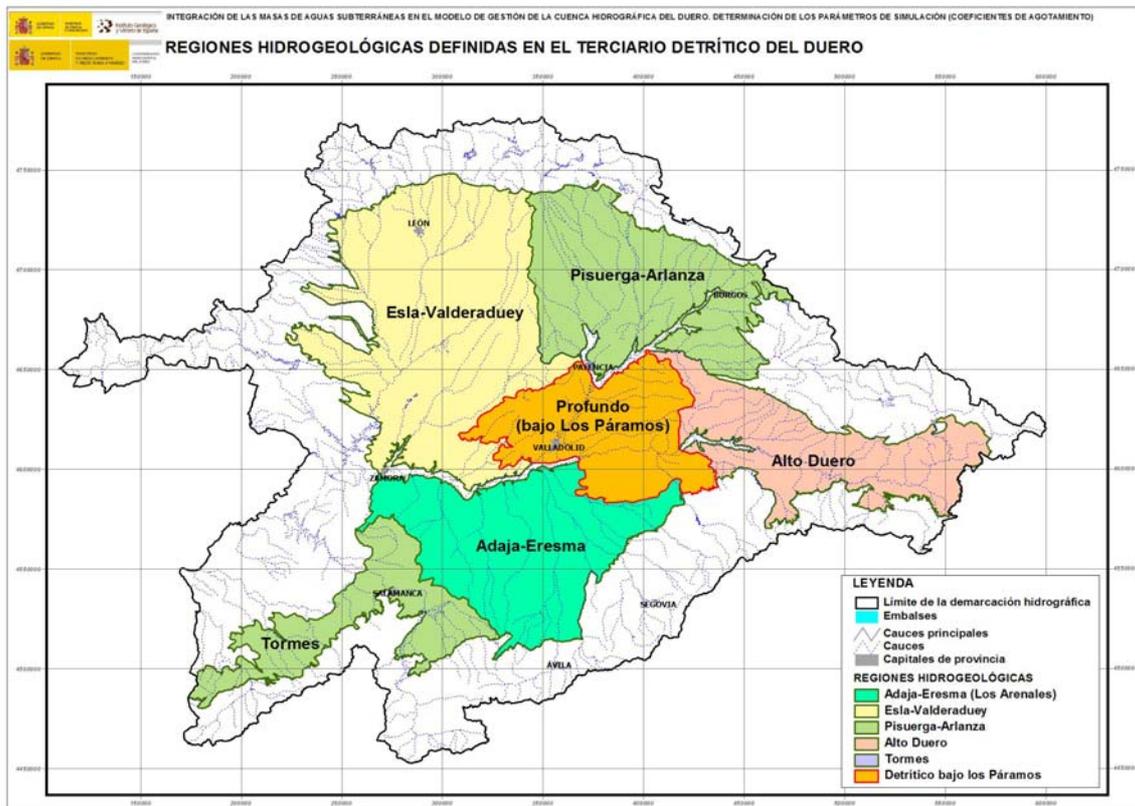
En conjunto, el Terciario Detrítico del Duero se comporta como un acuífero multicapa con flujo tridimensional, si bien, y como simplificación del sistema hidrogeológico, en algunas zonas, se puede establecer la existencia de un acuífero superficial, asociado a los niveles productivos situados a profundidades inferiores a los 250 m, cuyo funcionamiento puede admitirse como libre, aunque realmente corresponde a un acuífero multicapas con niveles productivos en régimen de semiconfinamiento; y un acuífero profundo, asociado a los niveles productivos ubicados a profundidades superiores a los 250 m, cuyo funcionamiento se admite como semiconfinado a confinado.



**Figura 3.** Isobatas del muro de la Cuenca Detrítica Terciaria del Duero (Vera, 2004)

Dentro de la vasta región que ocupan las formaciones terciarias en el Duero (35.521,12 km<sup>2</sup>) y considerando la distribución de Masas de Agua Subterráneas consideradas, se pueden distinguir diferentes dominios o regiones hidrogeológicas (ver Figura 4):

- Terciario del Esla-Valderaduey.
- Terciario Detrítico del Pisuerga-Arlanza.
- Terciario Detrítico del Alto Duero.
- Terciario Detrítico del Adaja-Eresma.
- Terciario Detrítico del Tormes.
- Terciario Detrítico Profundo (bajo Los Páramos).



**Figura 4.** Regiones consideradas en el Terciario Detrítico del Duero

A continuación de hace una descripción hidrogeológica de los dominios hidrogeológicos definidos.

- Terciario del Esla-Valderaduey, asociado a las formaciones terciarias terrígenas que ocupan los sistemas de explotación Tera, Órbigo, Esla-Valderaduey y margen derecha del Bajo Duero. En este ámbito hidrogeológico no suele distinguirse entre acuífero superficial y profundo, sólo se considera un acuífero multicapa único con flujo tridimensional que da origen a ciertas zonas con artesianismo.

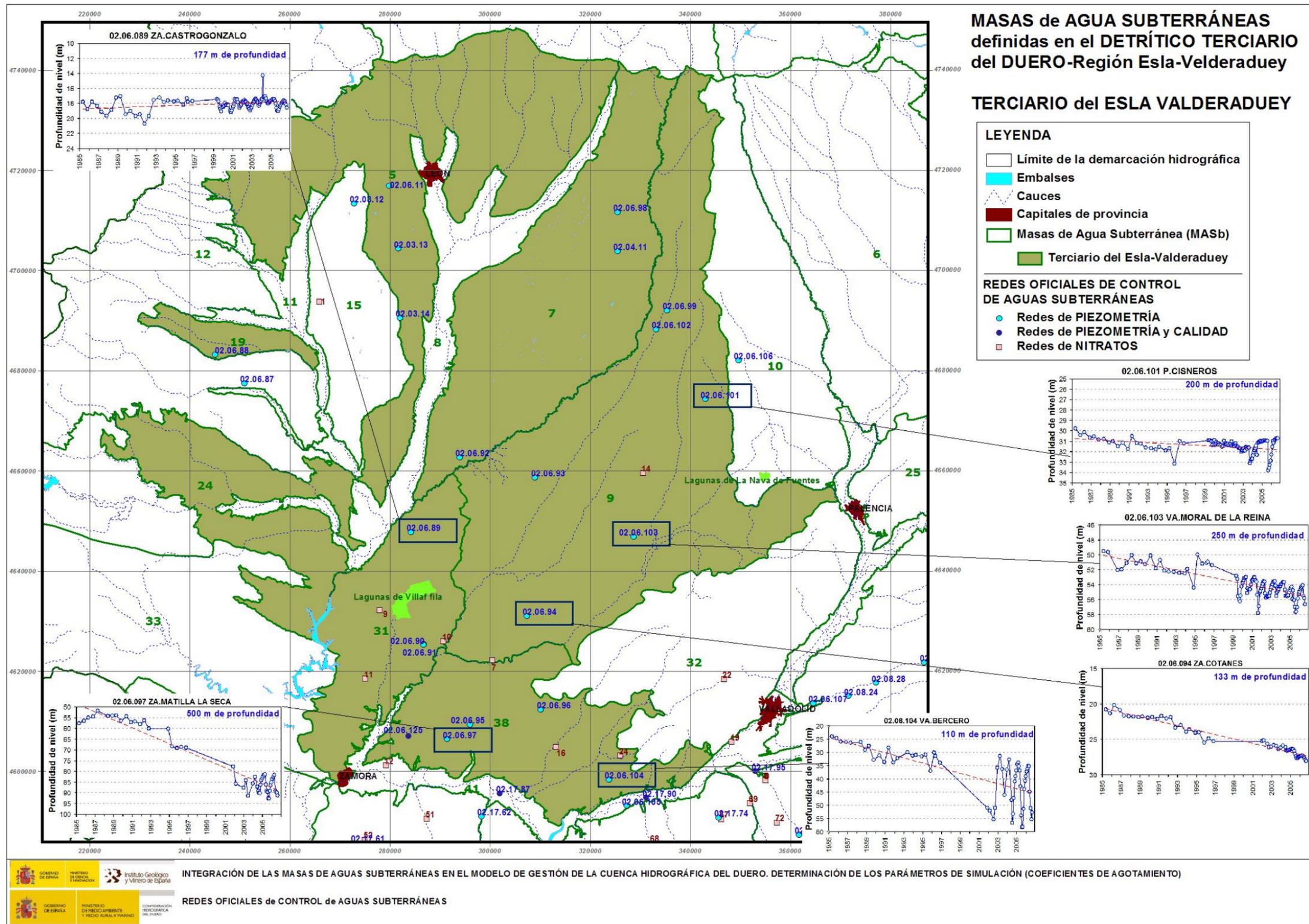
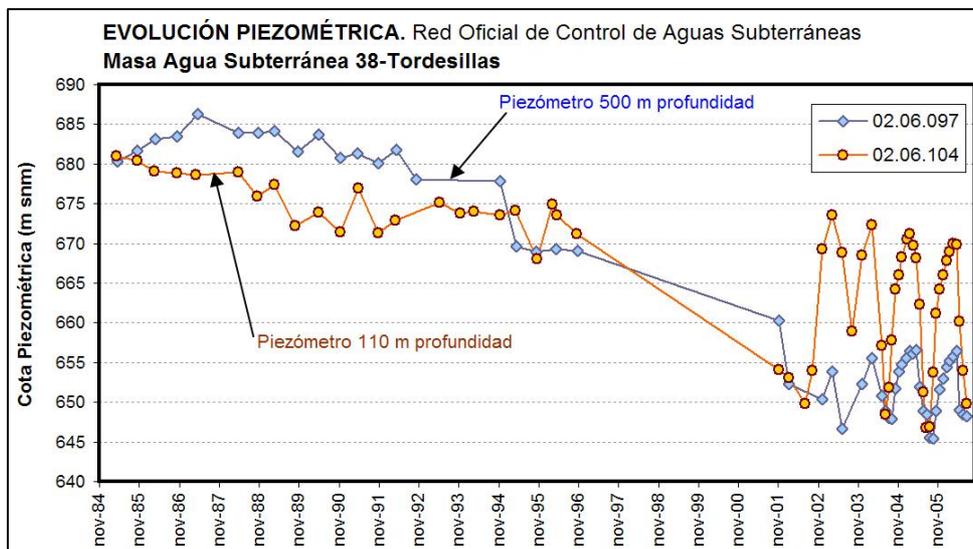


Figura 5. Datos piezométricos Terciario Esla-Valderaduey

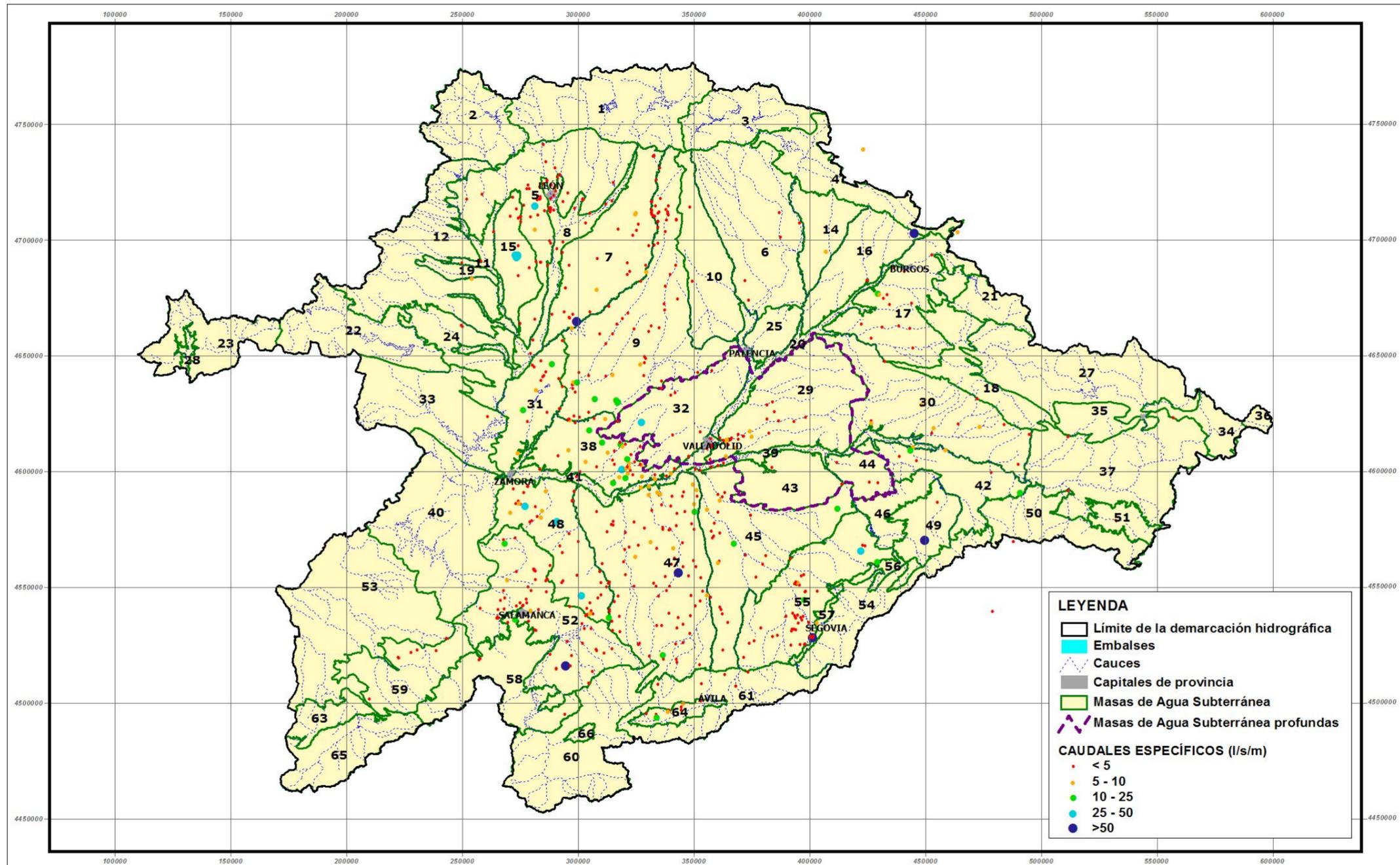
En este ámbito hidrogeológico se aprecian áreas de intensa explotación, como ocurre en el sector meridional (MASb 38-Tordesillas y sector meridional de la MASb 9-Tierra de Campos) (ver Figura 4).

Como se observa en la Figura 6, no existe una clara diferenciación piezométrica entre los niveles productivos más superficiales (registrados mediante el piezómetro 02.06.104, de 110 m de profundidad) y los niveles productivos más profundos (registrados mediante el piezómetro 02.06.097 –Figura 7–, de 500 m de profundidad). Aunque si se analiza con detenimiento la gráfica y partiendo del hecho que el piezómetro profundo no disponen de sellos aislantes, se concluye la posible mayor carga hidráulica, hasta el año 1994, en los niveles profundos alcanzados por el piezómetro 02.06.097, como muestra de un flujo ascendente de descarga, corroborando así el modelo de funcionamiento del Terciario Detrítico. A partir de la intensa sequía de 1993-1995, se produce una inversión en el funcionamiento, pero como consecuencia del régimen influenciado que impone la explotación de los niveles inferiores.



**Figura 6.** Evolución piezométrica registrada en la MASb 38-Tordesillas

La transmisividad de las formaciones detríticas terciarias toma valores de entre 30 a 70 m<sup>2</sup>/d en el valle del Tera, de entre 60 a 250 m<sup>2</sup>/d en los valles del Órbigo y Esla y de entre 50 a 250 en el sector meridional del Esla (Villafáfila-Tordesillas).

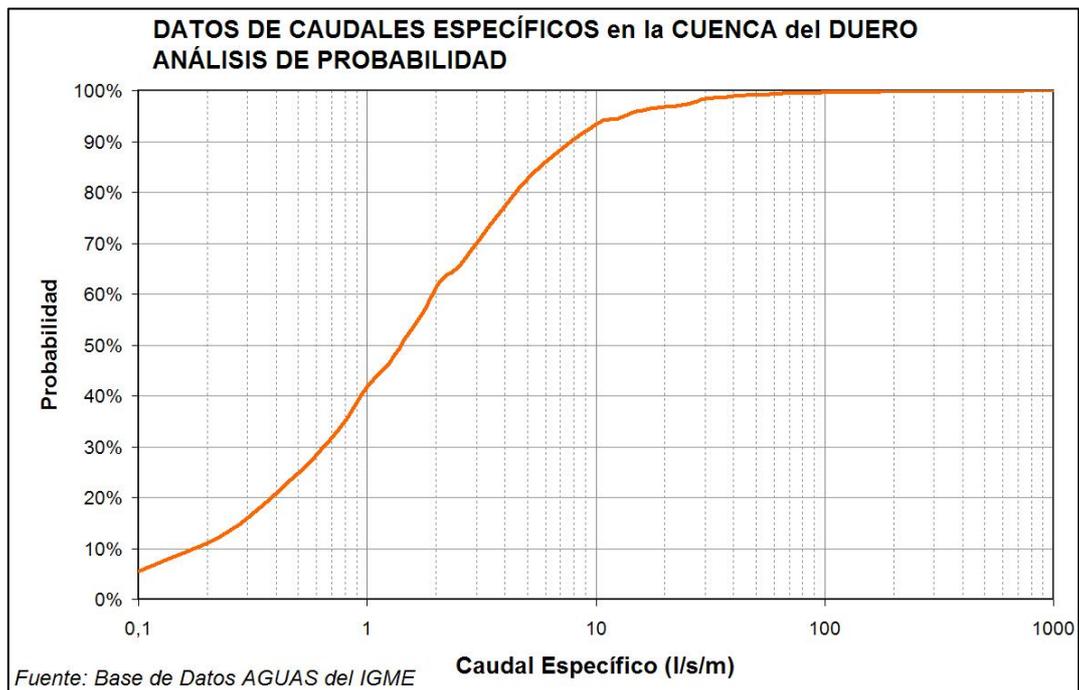


INTEGRACIÓN DE LAS MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MODELO DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN (COEFICIENTES DE AGOTAMIENTO)  
 CAUDALES ESPECÍFICOS REGISTRADOS en PRUEBAS de BOMBEO (BASE DE DATOS AGUAS del IGME)

**Figura 7.** Caudales específicos (l/s/m) registrados en pruebas de bombeo (Base de Datos AGUAS del IGME)

En la Figura 8 se muestran los datos de caudales específicos registrados en las pruebas de bombeo realizadas por el IGME en sondeos con más de 50 m de profundidad en la cuenca del Duero.

Según los datos registrados en la Base de Datos AGUAS del IGME, el caudal específico más probable se cifra en 1,43 l/s/m, con una oscilación de entre 0,52 a 3,81 l/s/m (ver figura 8).



**Figura 8.** Análisis de probabilidad de datos de caudales específicos en pruebas de bombeo realizadas por el IGME en la Cuenca del Duero

Si estos datos se analizan en función de a profundidad de los sondeos, se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 5, según los cuales, el aumento de profundidad implica una mayor productividad, como consecuencia de atravesar más niveles productivos.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	650	1,43	0,52	3,81
50-100 m	167	1,07	0,36	2,74
100-250 m	304	1,5	0,60	4,29
>250 m	179	1,57	0,65	3,38

**Tabla 5.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad

Si sólo se consideran los datos asociados a la región hidrogeológica Esla-Valderaduey (ver Figura 4) se obtiene que el caudal específico más probable se cifra en 1,53 l/s/m, con una oscilación de entre 0,56 a 3,63 l/s/m que con una distribución, según profundidades, según se muestra en la Tabla 6.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	243	1,53	0,56	3,63
50-100 m	62	0,68	0,30	1,80
100-250 m	107	1,57	0,62	5,09
>250 m	74	1,89	0,94	3,68

**Tabla 6.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detritico terciario de la región Esla-Valderaduey

Las formaciones geológicas detríticas del Esla-Valderaduey dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 7.

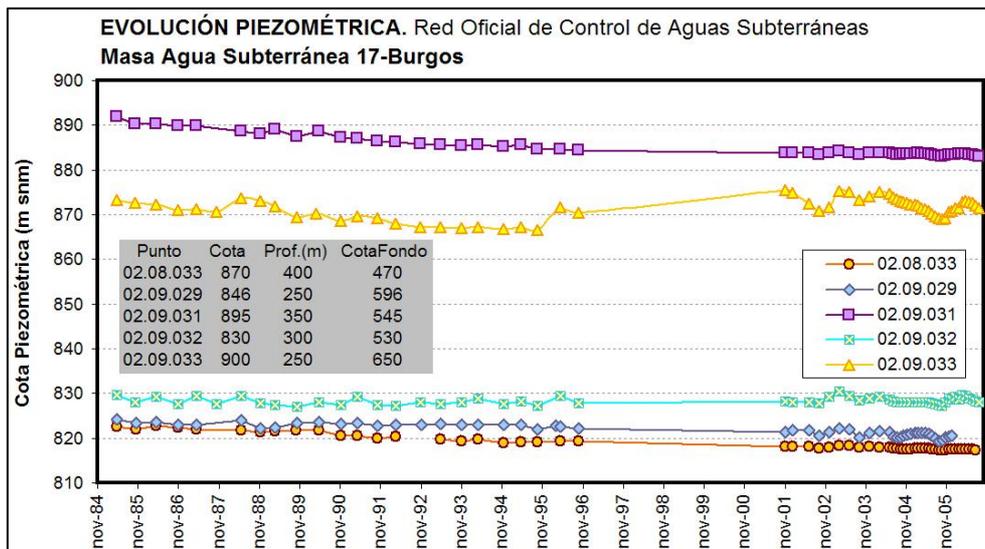
CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA
9	TIERRA DE CAMPOS
19	RAÑA DE LA BAÑEZA
24	VALLE DEL TERA
31	VILLAFÁFILA
38	TORDESILLAS

**Tabla 7.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detritico del Esla-Valderaduey

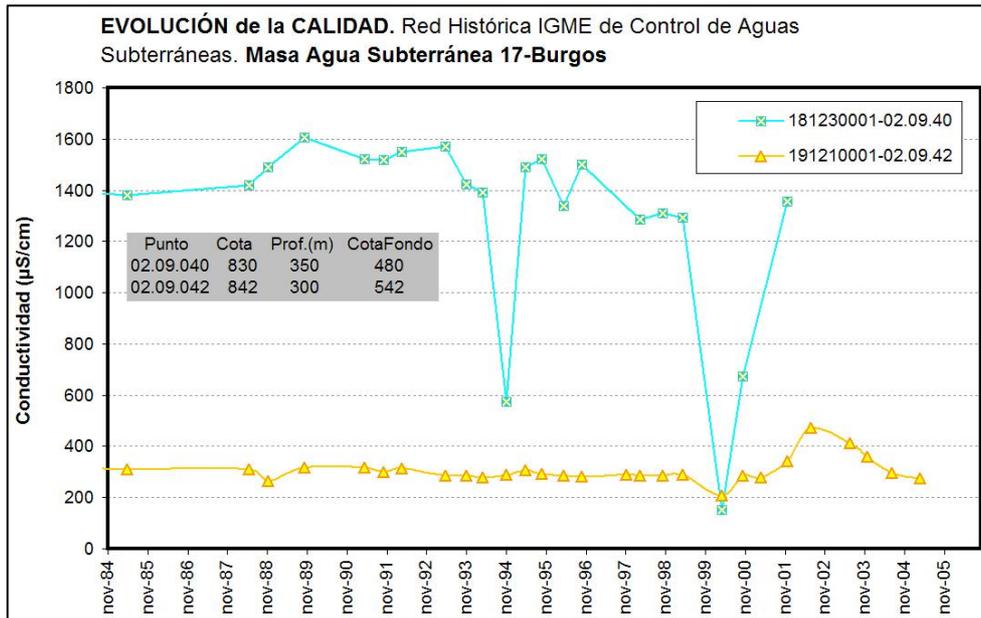
- Terciario del Pisuega-Arlanza, asociado a las formaciones terciarias terrígenas que ocupan los sistemas de explotación Carrión, Pisuega y Arlanza. En este ámbito hidrogeológico, el sector occidental presenta un funcionamiento muy similar al descrito para el Terciario del Esla-Valderaduey (subcuencas del Carrión y margen derecha del Pisuega), sin embargo en el sector occidental (margen izquierda del Pisuega y Arlanza-Arlanzón) se puede distinguir entre un acuífero superficial y uno profundo, como se pone de manifiesto en los datos

piezométricos (ver figuras 9 y 11). Asimismo, en los datos de calidad registrados por el IGME en su red de control histórica, aparece una cierta diferenciación hidroquímica cuando los sondeos interceptan los niveles profundos (ver Figura 10). Según se desprende de los datos registrados en el sondeo nº30 de la Red de Nitratos que controla la CHDuero (piezómetro surgente de 56 m de profundidad), es posible que los niveles superiores alberguen aguas subterráneas de peor calidad.

En este dominio hidrogeológico existen ciertas zonas con artesianismo, sobre todo en zonas de valle y cuando se alcanzan los niveles más profundos (> 250 m de profundidad), como respuesta a un esquema de flujo regional de carácter tridimensional, en el que la descarga se verifica hacia los cauces principales.



**Figura 9.** Evolución piezométrica registrada en la MASb 17-Burgos



**Figura 10.** Evolución hidroquímica registrada en el MASb 17-Burgos

La recarga, en régimen natural, se produce por infiltración de agua de lluvia y transferencia lateral subterráneas procedentes de las formaciones carbonáticas mesozoicas de los bordes septentrional y oriental.

La transmisividad de las formaciones detríticas terciarias toma valores de entre 10 a 100 m<sup>2</sup>/d en las subcuencas del Carrión, Valdavia y Pisuerga y de entre 50 a 200 en las subcuencas del Arlanza y Arlanzón.

Si se analizan los datos de caudales específicos de la región hidrogeológica Pisuerga-Arlanza (ver Figura 4), se obtiene que el caudal específico más probable se cifra en 1,71 l/s/m, con una oscilación de entre 0,62 a 3,74 l/s/m que con una distribución, según profundidades, según se muestra en la Tabla 8.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	23	1,71	0,62	3,74
50-250 m	5	1,35	0,35	3,06
>250 m	18	1,90	0,89	3,90

**Tabla 8.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Pisuerga-Arlanza

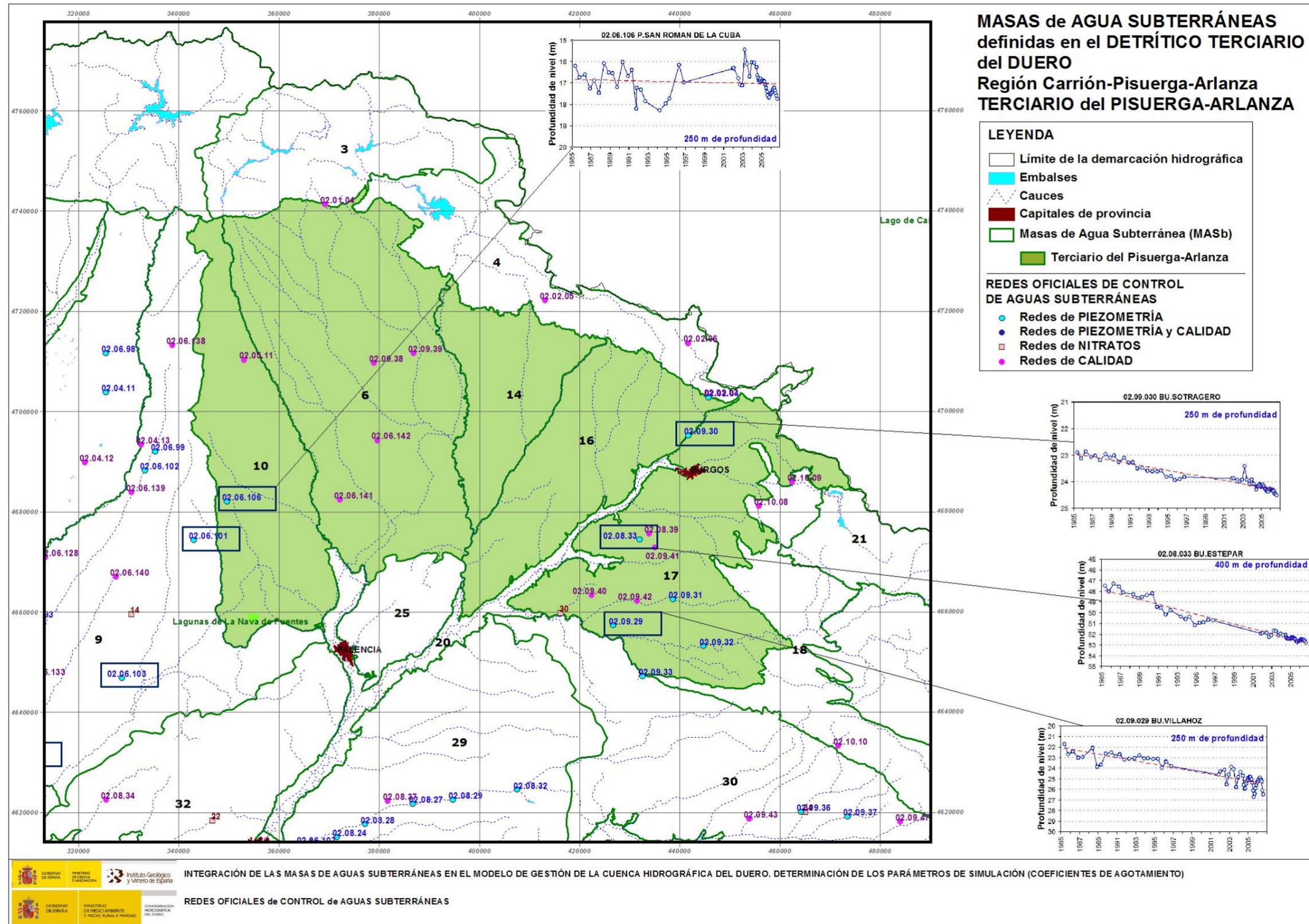


Figura 11. Datos piezométricos Terciario Pisuerga-Arlanza

Las formaciones geológicas detríticas del Pisuerga-Arlanza dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 9.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
6	VALDAVIA
10	CARRIÓN
14	VILLADIEGO
16	CASTROJERIZ
17	BURGOS

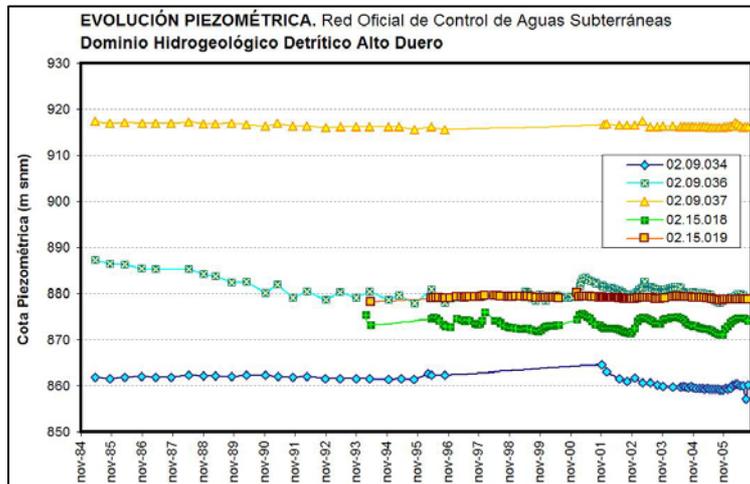
**Tabla 9.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Pisuerga-Arlanza

- Terciario del Alto Duero, en este ámbito hidrogeológico del Alto Duero es conveniente distinguir entre los depósitos terciarios detríticos de la Cubeta de Almazán y el Terciario Detrítico de Aranda de Duero-Riaza (margen derecha e izquierda del Duero, respectivamente).

La *Cubeta de Almazán* (MASb 37-Cubeta de Almazán) corresponde a un potente conjunto de materiales terrígenos de comportamiento acuitardo en el que se intercalan niveles discontinuos de arenas, areniscas y conglomerados. A pesar de su heterogeneidad hidrogeológica se puede considerar como un sistema hidrogeológico de funcionamiento único con régimen piezométrico libre (aunque el flujo es tridimensional), que recibe una importante transferencia lateral subterránea procedente de los acuíferos carbonáticos mesozoicos que circundan y constituyen la base de esta cubeta terciaria. El drenaje se desarrolla, fundamentalmente, hacia el río Duero y parcialmente por salidas subterráneas laterales a los Terciarios Detríticos de Aranda de Duero y Riaza.

En el *Terciario Detrítico de la margen derecha del Alto Duero* (MASb 30-Aranda de Duero) se puede diferenciar entre un acuífero superficial (flujo subterráneo superficial), constituido por intercalaciones permeables discontinuas dispuestas en los 200 m superiores de la serie terciaria, que alcanza en este ámbito un espesor de hasta 1.000 m; y un acuífero inferior (flujo profundo), que se asocia a los niveles productivos dispuestos a profundidades superiores a los 200 m. La existencia de esta diferenciación en el flujo subterráneo se observa en los datos

piezométricos registrados (Figura 12, piezómetros 02.09.36 –flujo profundo- y 02.09.37 –flujo superficial-).



**Figura 12.** Evolución piezométrica registrada en el Terciario Detrítico del Alto Duero

Los acuíferos terciarios reciben la recarga lateral subterránea procedente de los acuíferos mesozoicos carbonáticos del borde septentrional. La descarga del flujo subterráneo tiene al río Duero como eje fundamental de drenaje.

El *Terciario Detrítico de la margen izquierda del Alto Duero* (MASb 42-Riaza) es previsible que presente un funcionamiento similar al descrito para la margen derecha, si bien no existen datos piezométricos que lo corroboren (Figura 12, piezómetro 02.09.34).

Los valores de piezometría registrados en el Terciario Detrítico del Alto Duero (Figura 12) ponen de manifiesto que la transferencia lateral que se verifica desde la Cubeta de Almazán hacia los Terciarios Detríticos de Aranda de Duero y Riaza se efectúa a través de los niveles del acuífero profundo.

La transmisividad de las formaciones detríticas terciarias de Aranda de Duero y Riaza toma valores de entre 50 a 350 m<sup>2</sup>/d; mientras que en la Cubeta de Almazán oscila entre 80 a 150 m<sup>2</sup>/d.

Si se analizan los datos de caudales específicos de la región hidrogeológica Alto Duero (ver Figura 4), se obtiene que el caudal específico más probable se cifra en

0,93 l/s/m, con una oscilación de entre 0,50 a 6,26 l/s/m que con una distribución, según profundidades, según se muestra en la Tabla 9.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	20	0,93	0,50	6,26
50-100 m	3	6,00 <sup>(1)</sup>	3,59	6,51
100-250 m	5	0,95	0,53	5,36
>250 m	12	0,85	0,46	3,08
(1)	Los datos están afectados por 2 sondeos, en los que es previsible que se atravesase el sustrato mesozoico carbonático y en los que se alcanzan caudales específicos superiores a 15 l/s/m			

**Tabla 10.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Alto Duero

Las formaciones geológicas detríticas del Alto Duero dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 11.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
30	ARANDA DE DUERO
37	CUENCA DE ALMAZÁN
42	RIAZA

**Tabla 11.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Alto Duero

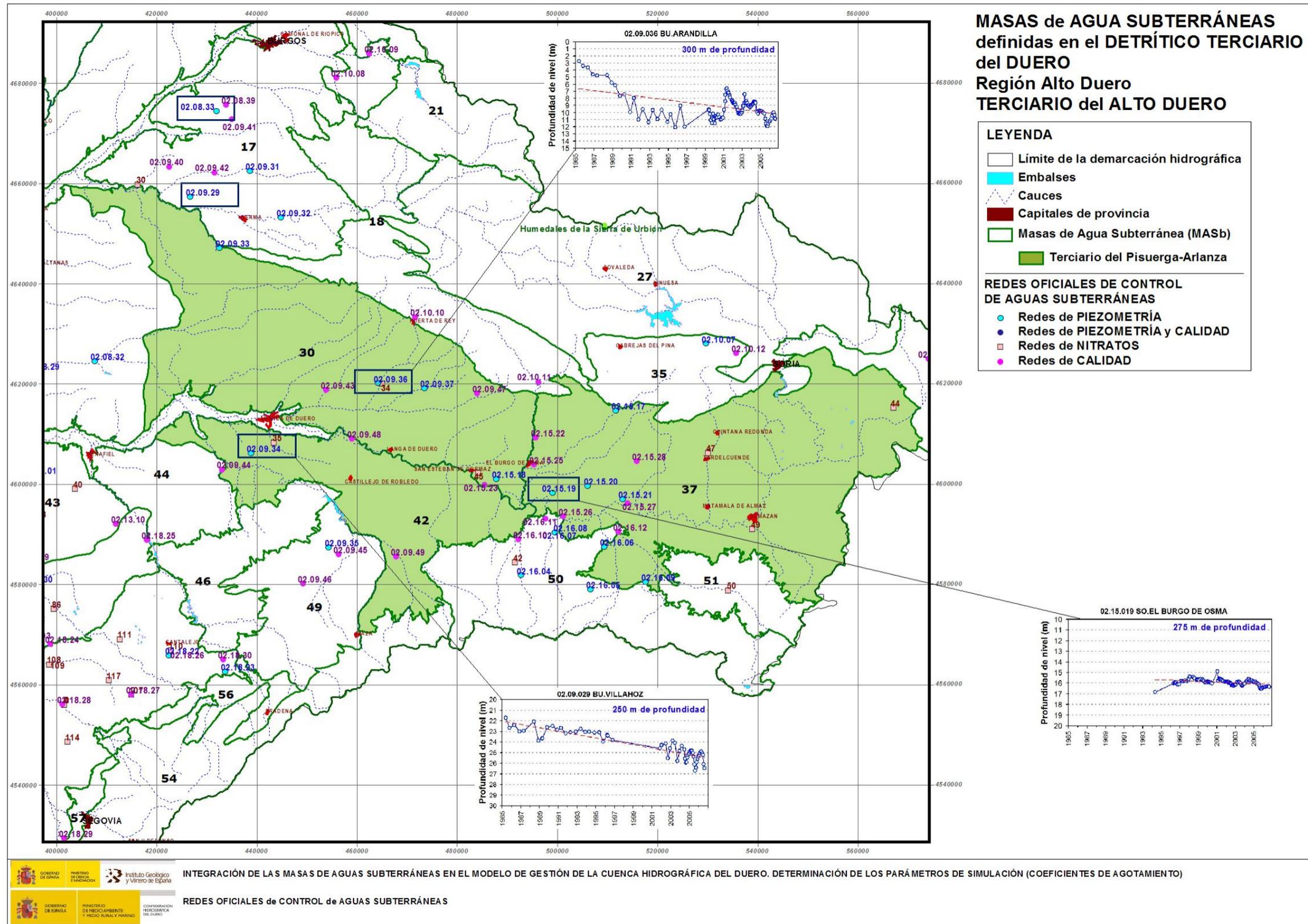


Figura 13. Datos piezométricos Terciario Alto Duero

- Dentro del Terciario meridional del Duero es conveniente diferenciar entre el Terciario Detrítico del Adaja-Eresma y el Terciario Detrítico del Tormes.

El *Terciario detrítico del Adaja-Eresma* corresponde al sistema hidrogeológico Los Arenales, que se trata de un sistema hidrogeológico complejo con flujo tridimensional que alcanza los 1.000 m de espesor, en las proximidades del Duero.

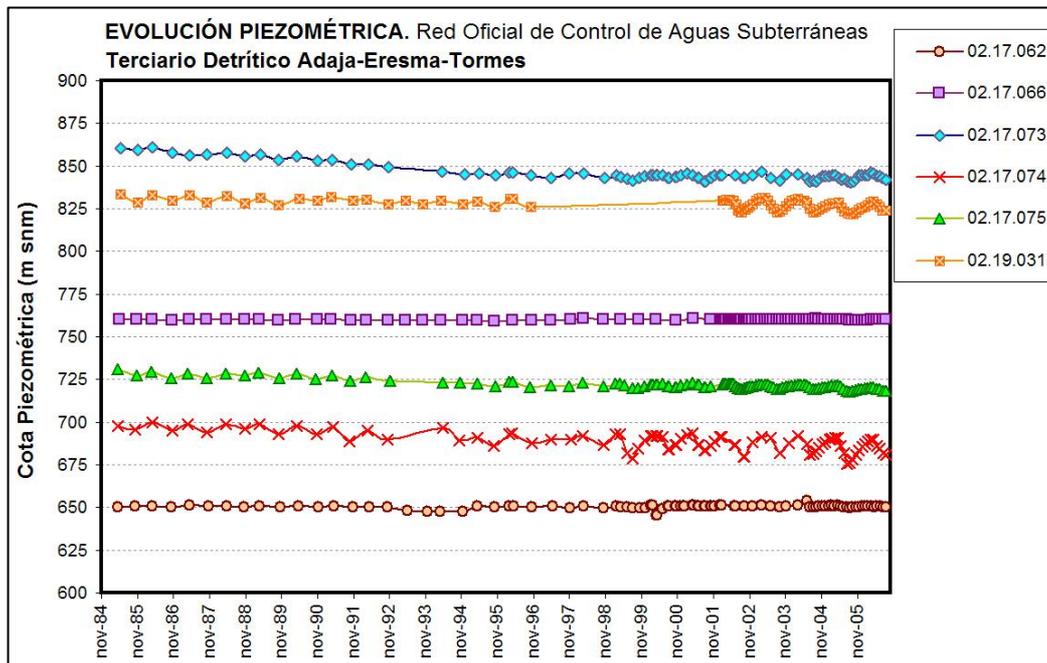
Sobre los depósitos terciarios se disponen unas formaciones de arenas cuaternarias (arenas eólicas de La Moraña y Tierra de Pinares) que juegan un papel importante en la recarga del acuífero subyacente terciario. Estas arenas presentan espesores que oscilan entre los 5 y los 15 m, alcanzando hasta los 30 m, y constituyen un acuífero libre de limitado interés hidrogeológico (transmisividades de entre 10-100 m<sup>2</sup>/d y caudales de entre 1 a 23 l/s) que se descarga por drenaje hacia los cauces que atraviesan el Terciario (Cega, Pirón, Adaja, Eresma, Voltoya, Zapardiel, Trabancos y Guareña) y por infiltración hacia el terciario subyacente.

El acuífero terciario corresponde a niveles discontinuos de materiales de textura gruesa (arenas y gravas) embutidos en un matriz limo-arcillosa de comportamiento acuitado, que se descarga, fundamentalmente, hacia el río Duero y parcialmente hacia el resto de cauces. Aunque el flujo es tridimensional y el régimen piezométrico semiconfinado a confinado, se puede distinguir entre un flujo superficial (hasta 200 m de profundidad), que, parcialmente, puede tener relación con los cauces que atraviesan el Terciario en sus tramos finales (próximos al Duero), y uno más profundo (más de 200 m de profundidad) que sólo descarga al Duero.

El *Terciario Detrítico del Tormes*, que incluye los depósitos terciarios terrígenos presentes en las cuencas del Tormes y Águeda, corresponde a un acuífero heterogéneo. Se distingue entre las formaciones situadas en la margen derecha del Tormes, que presentan unas características hidrogeológicas similares a la Región Los Arenales (sector La Armuña), pero con descarga hacia el Tormes, si bien, una porción de la descarga constituye una transferencia lateral profunda hacia los niveles inferiores terciarios de la Región Los Arenales.

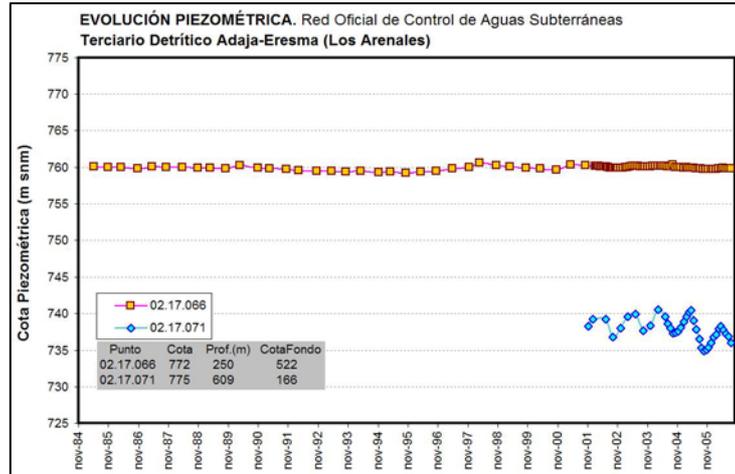
En los depósitos terciarios de la margen izquierda del Tormes y Águeda (sector de Ciudad Rodrigo) el flujo está condicionado por la estructura geológica del substrato paleozoico-granítico.

Los valores de piezometría registrados en el Terciario Detrítico del Adaja-Eresma-Tormes (ver figuras 14 y 18) ponen de manifiesto que el río Duero constituye el eje principal del drenaje subterráneo.

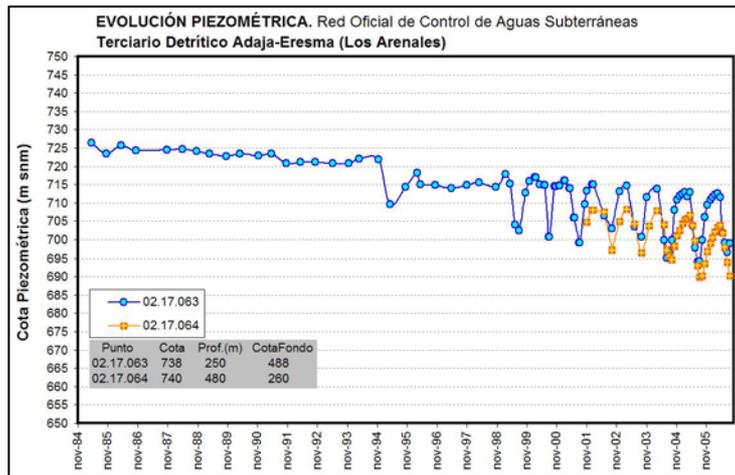


**Figura 14.** Series piezométricas registradas en el Terciario Detrítico del Adaja-Eresma-Tormes

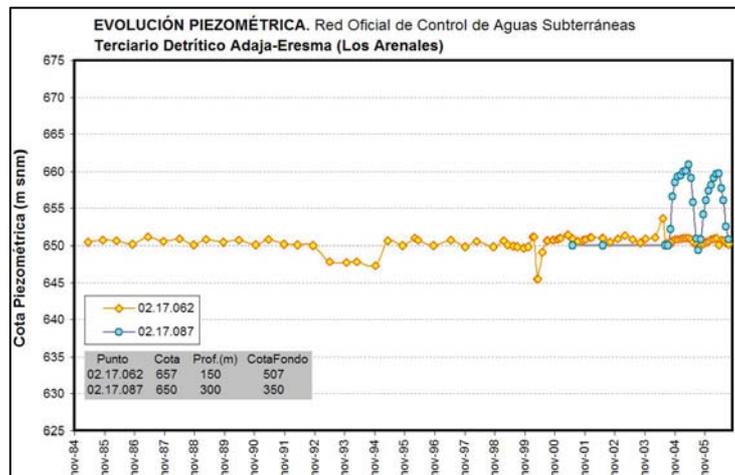
Los datos piezométricos que permiten establecer la existencia de un flujo tridimensional en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (región Los Arenales) se muestran en las figuras 15 a 17, donde se observa las diferentes cotas piezométricas según se sitúen los piezómetros en las zonas de recarga (flujo descendente) o en las zonas de descarga –más próximas al río Duero- (flujo ascendente).



**Figura 15.** Series piezométricas en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (Zona de recarga-Flujo descendente)



**Figura 16.** Series piezométricas en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (Zona intermedia)



**Figura 17.** Series piezométricas en el Terciario Detrítico Adaja-Eresma (Zona de descarga-Flujo ascendente)

La transmisividad de las formaciones detríticas terciarias de la Región Los Arenales toma valores de entre 50 a 350 m<sup>2</sup>/d; mientras que en la zona de La Armuña oscila entre 25 a 300 m<sup>2</sup>/d; y en el sector Ciudad Rodrigo entre 20 y 100 m<sup>2</sup>/d.

Si se analizan los datos de caudales específicos de la región hidrogeológica Los Arenales (ver Figura 4), en sondeos de mas de 50 m de profundidad, se obtiene que el caudal específico más probable se cifra en 0,93 l/s/m, con una oscilación de entre 0,50 a 6,26 l/s/m que con una distribución, según profundidades, según se muestra en la Tabla 12.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	243	1,53	0,56	3,63
50-100 m	24	4,39 <sup>(1)</sup>	1,20	10,25
100-250 m	97	1,79	0,63	4,44
>250 m	42	1,08	0,48	2,72
(1)	Los datos están afectados por sondeos, en los que es previsible que se atraviesen niveles de arenas eólicas cuaternarias			

**Tabla 12.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Los Arenales (Terciario Detrítico Adaja-Eresma)

Los datos de caudales específicos para el Terciario Detrítico del Tormes (ver Figura 4), en sondeos de mas de 50 m de profundidad, se obtiene que el caudal específico más probable se cifra en 0,65 l/s/m, con una oscilación de entre 0,31 a 1,42 l/s/m que con una distribución, según profundidades, según se muestra en la Tabla 13.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	62	0,65	0,31	1,42
50-100 m	25	0,74	0,30	1,50
100-250 m	30	0,61	0,30	1,36
>250 m	7	0,63	0,42	2,34

**Tabla 13.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Los Arenales (Terciario Detrítico Tormes)

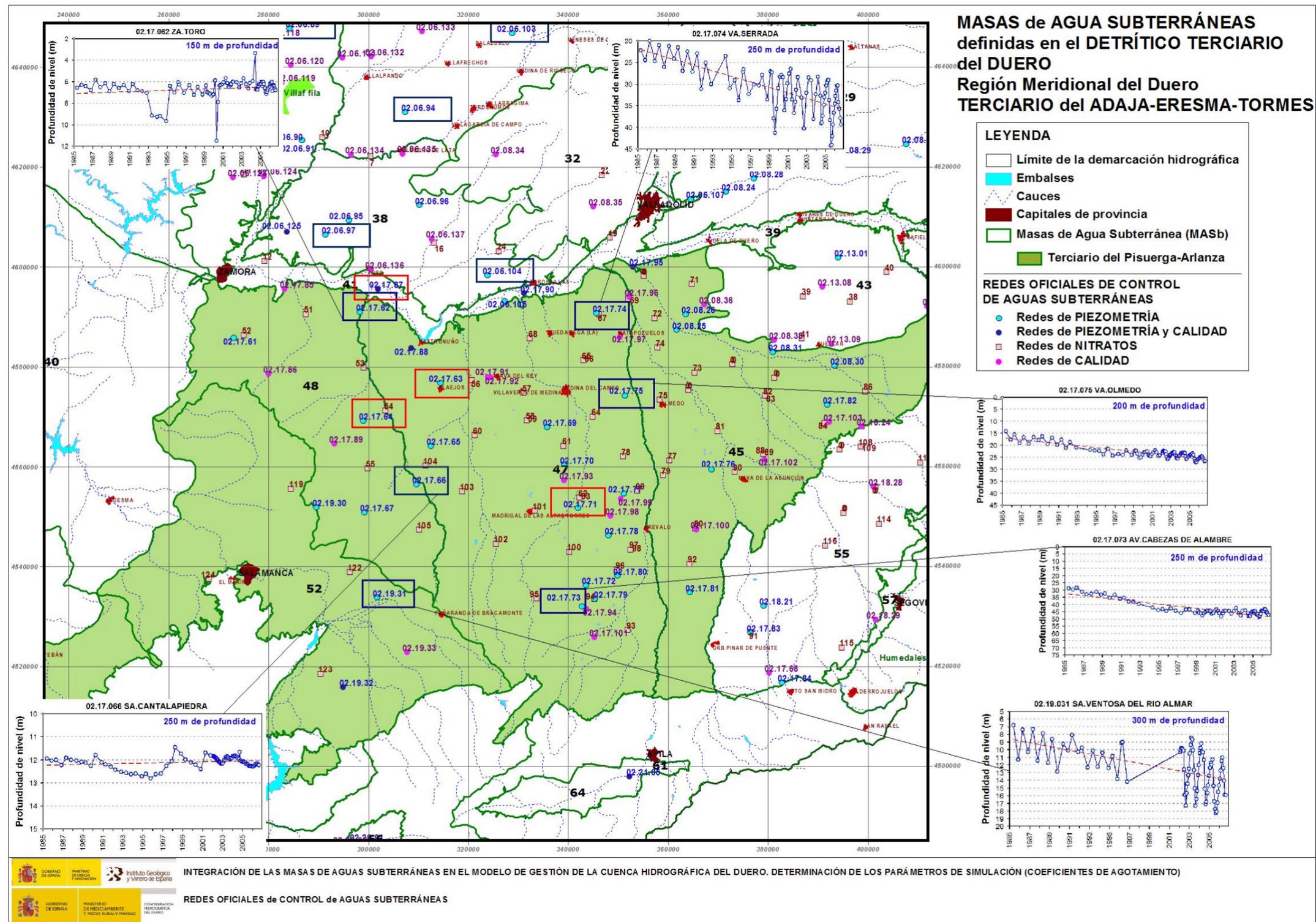


Figura 18. Datos piezométricos Terciario Meridional del Duero (Adaja-Eresma-Tormes)

Las formaciones geológicas detríticas del Adaja-Eresma dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 14.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
45	LOS ARENALES
47	MEDINA DEL CAMPO
48	TIERRA DEL VINO

**Tabla 14.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Adaja-Eresma (región Los Arenales)

Las formaciones geológicas detríticas del Tormes dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 15.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
52	SALAMANCA
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN
63	CIUDAD RODRIGO

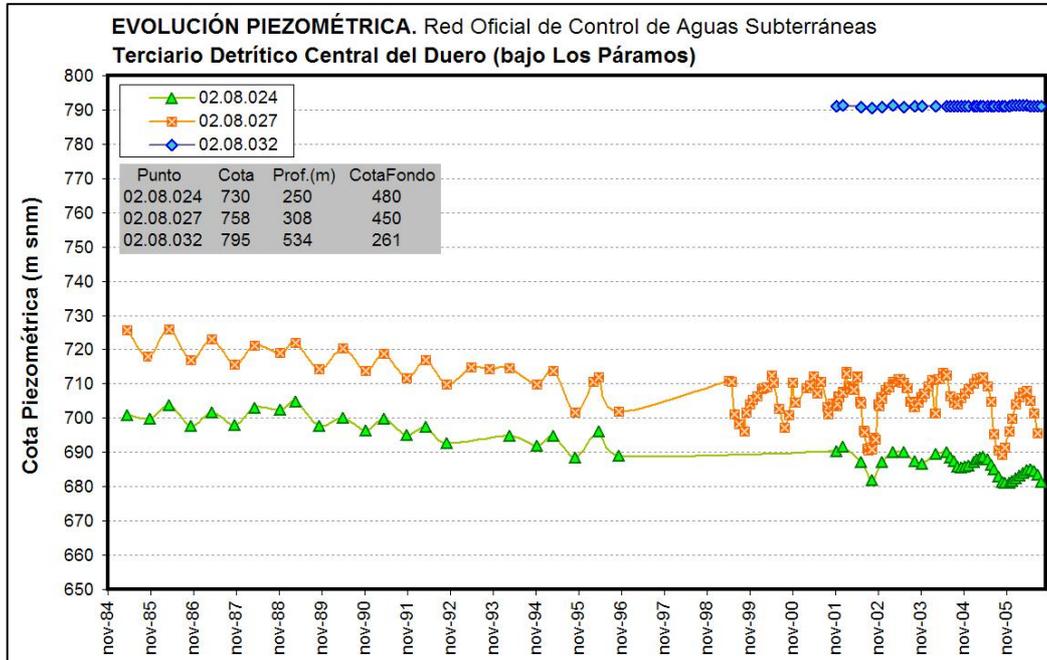
**Tabla 15.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Tormes

- Terciario Profundo bajo Los Páramos, corresponde a la zona central de la cuenca del Duero y se caracteriza porque bajo las formaciones superficiales presentes (Calizas de los Páramos) se dispone una formación margoyesífera impermeable, de entre 80 a 400 m de espesor, que desconecta a los niveles Terciarios Detríticos permeables subyacentes de los acuíferos superficiales y de los cauces.

El acuífero corresponde a niveles terrígenos permeables (arenas, areniscas y conglomerados) embutidos en una matriz de comportamiento acuitado, con régimen piezométrico confinado y que reciben la transferencia lateral subterránea de las formaciones detríticas terciarias del Esla-Valderaduey (sector oriental), del Pisuegra-Arlanza y del Alto Duero (Aranda de Duero-Riaza).

La descarga se efectúa hacia el sector oriental del Terciario Detrítico Adaja-Eresma (región Los Arenales) y el sector meridional del Terciario Detrítico del Esla-Valderaduey (MASb 38-Tordesillas). Es decir, existe un flujo de dirección

predominante NE-SW (figuras 19 y 20), muy influenciado por los intensos bombeos existentes.



**Figura 19.** Serie piezométricas registradas en el Terciario Detrítico de la región Central del Duero

La transmisividad de las formaciones detríticas terciarias de la Región Central del Duero toma valores de entre 10 a 50 m<sup>2</sup>/d.

Los datos de caudales específicos para el Terciario Detrítico de la Región Central del Duero –detrítico Profundo bajo Los Parámos- (ver Figura 4), en sondeos de mas de 50 m de profundidad, se obtiene que el caudal específico más probable se cifra en 2,53 l/s/m, con una oscilación de entre 1,00 a 4,34 l/s/m que con una distribución, según profundidades, según se muestra en la Tabla 16.

Prof. (m)	Nºdatos	Mediana	Q25%	Q75%
>50 m	41	2,53	1,00	4,34
50-100 m	-	-	-	-
100-250 m	24	2,85	1,32	4,40
>250 m	17	2,00	0,94	2,76

**Tabla 16.** Análisis de datos de caudal específico en sondeos según la profundidad en el Detrítico terciario de la región Central Del Duero

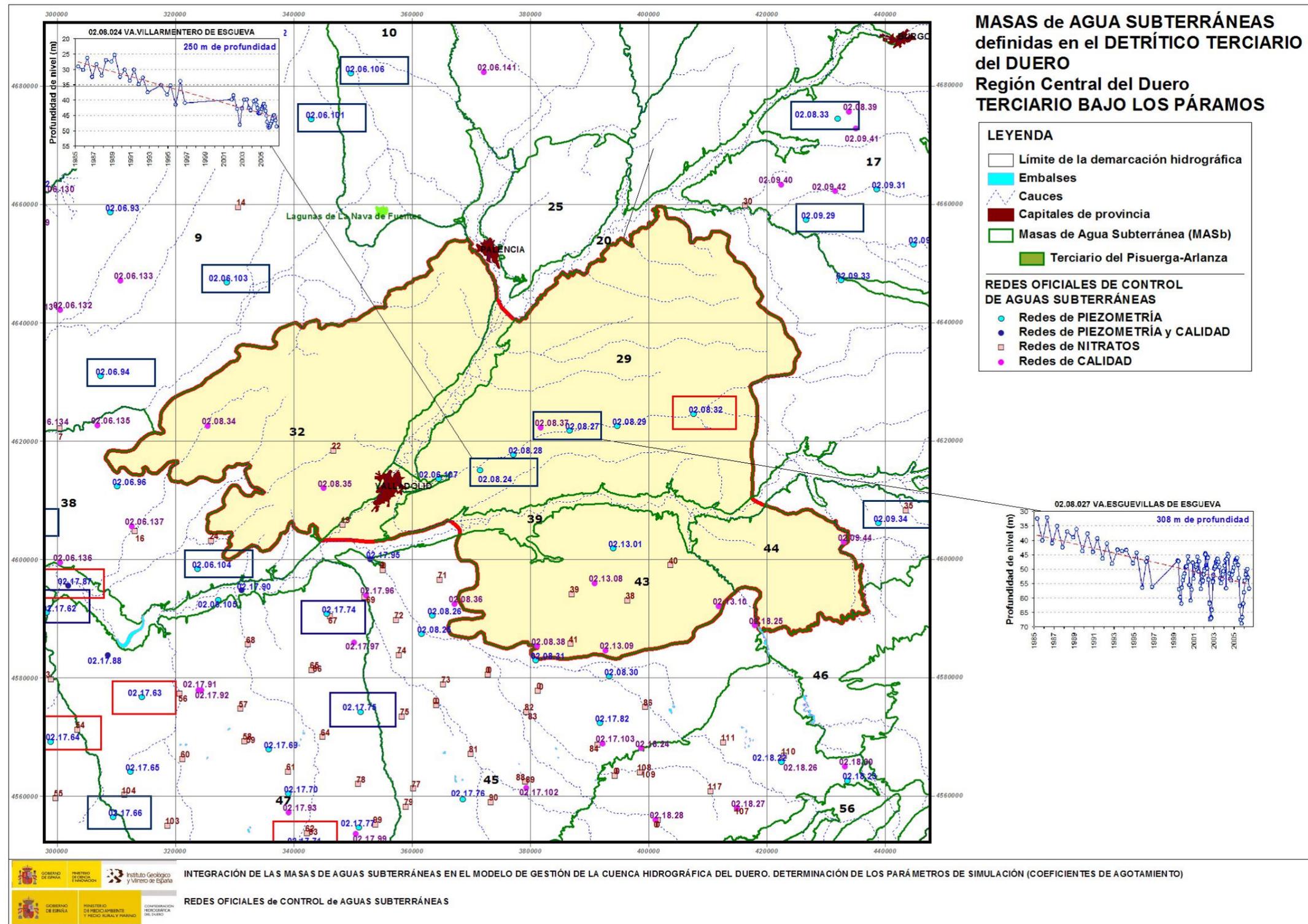


Figura 20. Datos piezométricos Terciario Meridional del Duero (Adaja-Eresma-Tormes)

Las formaciones geológicas detríticas profundas de la región Central del Duero, dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 17.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS

**Tabla 17.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico del Adaja-Eresma (región Los Arenales)

- En la zona suroccidental de la demarcación existen una serie de cubetas rellenas de materiales terrígenos de edad Terciario-cuaternario, que constituyen acuíferos de cierto interés local (valles del Amblés y del Corneja –provincia de Ávila-).

En el valle del Amblés los depósitos terrígenos alcanzan espesores de hasta 600 m. Los valores de transmisividad de este acuífero detrítico oscilan entre 30 y 150 m<sup>2</sup>/d y los caudales específicos promedio son de 0,3 l/s/m. El acuífero está conectado al río Adaja.

En el valle del Corneja los depósitos terrígenos alcanzan espesores de entre 150 a 4000 m. No existen datos de parámetros hidráulicos.

Las formaciones geológicas detríticas de los valles del Amblés y Corneja dan origen a las Masas de Agua Subterránea que se incluyen en la Tabla 18.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
64	VALLE DE AMBLÉS
66	VALDECORNEJA

**Tabla 18.** Masas de Agua Subterránea definidas en función del Terciario Detrítico de los valles del Corneja y Amblés

- En el conjunto de materiales de edad Paleozoica y formaciones graníticas (Macizos cristalinos y paleozoicos), aflorantes en la demarcación hidrográfica del Duero (22167,54 km<sup>2</sup>) se han diferenciado una serie de Masas de Agua Subterránea (Tabla 19).

Estas formaciones geológicas presentan un comportamiento hidrogeológico acuífugo, y de hecho, constituyen el zócalo impermeable de la mayor parte de los sistemas hidrogeológicos del Duero. Si bien, la presencia de discontinuidades geológicas

(fracturas, diques, diaclasas, etc.) y franjas de alteración superficial, propicia que presenten una cierta permeabilidad secundaria.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN MASb
12	LA MARAGATERÍA
21	SIERRA DE LA DEMANDA
22	SANABRIA
23	VILARDEVÓS-LAZA
27	SIERRA DE CAMEROS
33	ALISTE
40	SAYAGO
53	VITIGUDINO
54	GUADARRAMA-SOMOSIERRA
58	CAMPO CHARRO
60	GREDOS
61	SIERRA DE ÁVILA
65	LAS BATUECAS

**Tabla 19.** Masas de Agua Subterránea definidas en función formaciones de los macizos cristalinos y paleozoicos

### 3. MODELOS UTILIZADOS EN LA SIMULACIÓN DE MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los modelos para la simulación del uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas exigen la integración de las masas de agua subterráneas (acuíferos) mediante modelos de simulación simples, que permitan simular la conexión río-acuífero y las influencias que los diferentes escenarios de gestión a simular presentan sobre dicha conexión.

En la Cuenca del Duero se están empleando modelos de simulación basados en la herramienta SIMGES, por lo que los modelos para la simulación de MASb deben atender a los requerimientos de esta herramienta.

Así, de los modelos de simulación de sistemas hidrogeológicos de que dispone la herramienta SIMGES, en una primera Fase, han sido utilizado modelos agregados (unicelular) y distribuidos de parámetros agregados (pluricelular).

En una segunda Fase a desarrollar en un futuro próximo, se pretende simular los sistemas hidrogeológicos más relevantes mediante modelos distribuidos de parámetros distribuidos

(métodos de autovalores), los cuales exigen disponer de un modelo de parámetros distribuidos en diferencias finitas con mallado regular y calibrado (distribución espacial de valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento y modelo conceptual consistente -condiciones de contorno y borde-).

Para la aplicación de los modelos agregados y distribuidos de parámetros agregados es necesario realizar ciertas consideraciones:

- Este tipo de modelos sólo es aplicable a sistemas hidrogeológicos lineales. Un acuífero tiene un comportamiento lineal cuando se puede modelar con ecuaciones lineales y, por tanto, es aplicable el principio de superposición (*Pulido Velázquez et al, 2006*). La condición exigible para que un acuífero responda a un sistema lineal es que los parámetros hidrodinámicos (transmisividad y coeficiente de almacenamiento) no dependan del nivel piezométrico, lo que acontece en acuíferos confinados o semiconfinados y en acuíferos libres en los que se verifica las condiciones de Dupuit (flujo horizontal con gradiente hidráulico suave –el nivel piezométrico casi no varía a lo largo de la vertical-)<sup>1</sup>.
- Cuando un sistema hidrogeológico se simula mediante ecuaciones lineales se puede aplicar el principio de superposición, de manera que se pueden simular las acciones que registra el sistema como una combinación lineal de acciones unitarias, obteniendo la respuesta del sistema (nivel piezométrico o caudal de intercambio río-acuífero) mediante la misma combinación lineal de las respuestas unitarias. De manera que, considerando una serie de acciones unitarias se obtiene la solución por superposición de las respectivas soluciones unitarias.
- En la Cuenca del Duero existen, a grandes rasgos, tres tipologías de acuíferos, atendiendo a lo que se ha descrito en el apartado anterior:
  - *Acuíferos superficiales de escaso espesor y con régimen piezométrico libre* (masas de agua subterráneas definidas en virtud de las formaciones geológicas Calizas del Páramo, rañas y aluviales), que no puede ser considerados como sistemas lineales excepto en los casos en que se considere que funcionan en régimen natural o casi

---

<sup>1</sup> Las condiciones de Dupuit no se cumplen en el entorno de las zonas de borde en las que las superficies equipotenciales dejan de ser verticales, como ocurre en la zona de desagüe.

natural y las variaciones piezométricas no son significativas respecto al reducido espesor saturado (Tabla 20).

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DOMINIO HIDROGEOLÓGICO
8	ALUVIAL DEL ESLA	Aluviales y cuaternarios
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	Aluviales y cuaternarios
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	Aluviales y cuaternarios
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	Aluviales y cuaternarios
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	Calizas de Páramos
28	VERÍN	Aluviales y cuaternarios
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	Calizas de Páramos
32	PÁRAMO DE TOROZOS	Calizas de Páramos
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	Aluviales y cuaternarios
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	Aluviales y cuaternarios
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	Calizas de Páramos
44	PÁRAMO DE CORCOS	Calizas de Páramos
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	Calizas de Páramos

**Tabla 20.** Masas de aguas subterráneas que responden a acuíferos superficiales de escaso espesor y régimen piezométrico libre

- Acuíferos de gran espesor y con régimen piezométrico libre que presentan un régimen de funcionamiento natural o escasamente influenciado* (masas de agua subterráneas definidas en virtud de las formaciones geológicas carbonatadas Paleozoicas –Fm. Calizas de Montaña- y Cretácicas de la orla septentrional; formaciones geológicas carbonatadas mesozoicas –Jurásico-Cretácicas- de la orla nororiental, oriental y suroriental). Estos acuíferos que corresponde a grandes sistemas hidrogeológicos kársticos, presentan un elevado espesor saturado, y, por tanto, a pesar de su anisotropía funcional, se puede considerar que las variaciones de nivel piezométrico no modifican sustancialmente la transmisividad, por lo que pueden aproximarse como sistemas lineales (Tabla 21), habiéndose utilizado para su simulación modelos unicelulares y pluricelulares englobados –MPE-.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DOMINIO HIDROGEOLÓGICO
1	GUARDO	Calizas Paleozoicas y Cretácicas
2	LA POLA DE GORDÓN	Calizas Paleozoicas y Cretácicas
3	CERVERA DE PISUERGA	Calizas Paleozoicas y Cretácicas
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	Calizas Mesozoicas
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	Calizas Mesozoicas
34	ARAVIANA	Calizas Mesozoicas
35	CABREJAS-SORIA	Calizas Mesozoicas
36	MONCAYO	Calizas Mesozoicas
46	SEPÚLVEDA	Calizas Mesozoicas
49	AYLLÓN	Calizas Mesozoicas
50	ALMAZÁN SUR	Calizas Mesozoicas
55	CANTIMPALOS	Calizas Mesozoicas
56	PRÁDENA	Calizas Mesozoicas
57	SEGOVIA	Calizas Mesozoicas

**Tabla 21.** Masas de aguas subterráneas que responden a acuíferos de gran espesor, régimen piezométrico libre y régimen natural o escasamente influenciado

- Acuíferos de gran espesor y con régimen piezométrico semiconfinado a confinado* (masas de agua subterráneas definidas en los acuíferos del Terciario Detrítico del Duero). Estos acuíferos corresponden a sistemas hidrogeológicos heterogéneos, anisótropos y con flujo tridimensional, por lo que resultan muy complejos de simular, si bien, atendiendo a la necesidad de simplificar que exigen los modelos de simulación del uso conjunto, se ha considerado que estos sistemas hidrogeológicos pueden ser aproximados mediante sistemas lineales utilizando modelos distribuidos de parámetros agregados (pluricelular), ya que a efectos prácticos, y pese a que en muchas áreas están sometidos a una intensa explotación con agotamiento de reservas (descensos piezométricos continuados), se puede considerar que el parámetros transmisividad permanece invariante (estacionario) a nivel regional.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DOMINIO HIDROGEOLÓGICO
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	Terciario del Esla-Valderaduey
6	VALDAVIA	Terciario del Pisuega-Arlanza
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	Terciario del Esla-Valderaduey
9	TIERRA DE CAMPOS	Terciario del Esla-Valderaduey
10	CARRIÓN	Terciario del Pisuega-Arlanza
14	VILLADIEGO	Terciario del Pisuega-Arlanza
16	CASTROJERIZ	Terciario del Pisuega-Arlanza
17	BURGOS	Terciario del Pisuega-Arlanza
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	Terciario del Esla-Valderaduey
24	VALLE DEL TERA	Terciario del Esla-Valderaduey
30	ARANDA DE DUERO	Terciario del Alto Duero
31	VILLAFÁFILA	Terciario del Esla-Valderaduey
37	CUENCA DE ALMAZÁN	Terciario del Alto Duero
38	TORDESILLAS	Terciario del Esla-Valderaduey
42	RIAZA	Terciario del Alto Duero
45	LOS ARENALES	Terciario del Adaja-Eresma (región Los Arenales)
47	MEDINA DEL CAMPO	Terciario del Adaja-Eresma (región Los Arenales)
48	TIERRA DEL VINO	Terciario del Adaja-Eresma (región Los Arenales)
52	SALAMANCA	Terciario del Tormes
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	Terciario del Tormes
63	CIUDAD RODRIGO	Terciario del Tormes
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	Terciario Profundo (bajo Los Páramos). Región Central del Duero

**Tabla 22.** Masas de aguas subterráneas que responden a acuíferos heterogéneos y anisótropos de gran espesor y régimen piezométrico semiconfinado o confinado

Es necesario considerar que la utilización de un modelo pluricelular puede resultar una aproximación indispensable para simular la relación río-acuífero, pero no puede ser empleado para simular la respuesta hidrodinámica del sistema hidrogeológico, por la heterogeneidad que estos sistemas complejos presentan.

Razón por la que se ha considerado conveniente que, en una segunda Fase, algunos de los acuíferos anteriormente mencionados (Tabla 22) sean representados mediante un modelo de parámetros distribuidos (autovalores) (Tabla 23).

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	DOMINIO HIDROGEOLÓGICO
31	VILLAFÁFILA	Terciario del Esla-Valderaduey
38	TORDESILLAS	Terciario del Esla-Valderaduey
45	LOS ARENALES	Terciario del Adaja-Eresma (región Los Arenales)
47	MEDINA DEL CAMPO	Terciario del Adaja-Eresma (región Los Arenales)
48	TIERRA DEL VINO	Terciario del Adaja-Eresma (región Los Arenales)
52	SALAMANCA	Terciario del Tormes

**Tabla 23.** Masas de aguas subterráneas se aconsejan sean simuladas mediante autovalores

En el presente trabajo, las masas de agua subterránea definidas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero han simulado mediante modelos unicelulares y pluricelulares englobados en razón de la necesidad de desarrollar con la máxima celeridad los modelos para la simulación de la gestión conjunta que esta elaborando la OPHCHD, si bien se han tenido en cuenta una serie de consideraciones previas:

- Los grandes acuíferos kársticos de los bordes septentrional, nororiental y oriental de la cuenca funcionan, a efectos prácticos, en régimen natural, en función de las limitadas extracciones de aguas subterráneas que soportan; por lo que su simulación mediante modelos unicelulares o pluricelulares asegura una representación bastante aproximada de los caudales que drenan hacia los cauces, que es el resultado que se desea en la simulación de la gestión conjunta (relación río-acuífero) y del volumen almacenado por encima de la cota de rebose, fijada por los manantiales y cauces hidráulicamente conectados. Incluso permiten evaluar las afecciones que se producirían sobre los drenajes a cauces si se establecen extracciones (detracción de caudales en régimen influenciado).
- Los acuíferos del Terciario Detrítico han sido segregados en un nivel superior o acuífero superior que permite simular la descarga hacia los cauces; y un nivel profundo o acuífero inferior (flujo profundo) que pretende simular la descarga lateral subterránea que existe entre los acuíferos del Terciario detrítico y entre éstos y los acuíferos carbonático mesozoicos de borde; y la descarga de flujo profundo que recibe el río Duero.
- Los acuíferos cuaternarios (rañas, arenas eólicas y aluviales) han sido englobados en los modelos pluricelulares que simulan los acuíferos superiores en el Terciario Detrítico del Duero, ya que se ha considerado que los acuíferos superficiales cuaternarios y los niveles superiores del Terciario detrítico subyacente constituyen un sistema hidrogeológico regional único, ya que:

- La descarga a ríos del Terciario Detrítico se efectúa a través de los aluviales.
- Las rañas y arenas eólicas alimentan por infiltración vertical al Terciario detrítico subyacente, y la descarga propia a cauces se puede considerar como parte del conjunto Terciario a efectos prácticos, considerando que el periodo de simulación de los modelos de uso conjunto es mensual, por lo que la escorrentía subterránea de los acuíferos cuaternarios (flujo más rápido) se enmascara con la escorrentía subterránea procedente de los niveles detríticos Terciarios (flujo más lento).
- Los acuíferos asociados a la Formación Calizas del Páramo se simulan mediante modelos unicelulares, los cuales permiten fijar la descarga que éstos sistemas hidrogeológicos registran a los cauces, tanto en régimen natural como influenciado (efecto de los bombeos), ya que las cotas de rebose coinciden, prácticamente, con las cotas del muro.
- Ha sido necesario establecer unas figuras hidrogeológicas (Unidades Hidrogeológicas de Modelación -UHMod-) que permitan incluir las masas de agua subterránea en los modelos de simulación de la gestión conjunta, ya que los límites hidrogeológicos impuestos a las MASb definidas en el Duero, en muchas ocasiones, no corresponden a condiciones de contorno que puedan ser modeladas mediante los modelos unicelulares o pluricelulares. Estas UHMod han sido definidas considerando el funcionamiento regional de las MASb.

### 3.1. Modelos agregados (Modelo Unicelular)

Los modelos agregados determinan el estado medio del acuífero frente a unas acciones globalizadas sin tener en cuenta la ubicación espacial de las acciones (*Pulido Velázquez et al, 2006*). Los modelos agregados más simples se definen en función de la siguiente ecuación de balance:

$$\frac{dV(t)}{dt} = R(t) - Q(t) \quad (1)$$

donde:

V(t), volumen de agua subterráneo almacenado en el acuífero por encima de la cota de rebose natural en el instante de tiempo t.

R(t), flujo de recarga neta (recarga menos extracciones) en el instante de tiempo t.

Q(t), caudal de intercambio acuífero-río en el instante t.

Esta ecuación de balance expresa que la variación que experimenta el volumen de agua subterránea almacenada en un acuífero por encima de la cota de rebose, es igual a las entradas menos las salidas, por lo que será aplicable siempre que el acuífero descargue agua subterránea al cauce, esto es, mientras que el acuífero mantenga su superficie piezométrica por encima de la cota de rebose natural. En los casos en los que no se asegura que esta hipótesis se reproduce durante todo el periodo de simulación, no debe utilizarse este tipo de modelos.

El modelo agregado mas simple corresponde a modelo unicelular, que ha sido en empleado en la simulación de algunas de las UHMod consideradas, en el que se considera que los caudales de descarga son linealmente proporcionales al volumen almacenado en la UHMod por encima de su umbral o cota de rebose natural, es decir (*Pulido Velázquez et al, 2006*):

$$Q(t) = \alpha \cdot V(t) \quad (2)$$

donde:

$\alpha$ , coeficiente de agotamiento (se expresa en  $\text{mes}^{-1}$ ).

Considerando unas condiciones iniciales de almacenamiento  $-V(0)=V(t=0)-$  y el parámetro de agotamiento se puede expresar:

$$V(t) = V(t-1) \cdot e^{-\alpha \Delta t} + \frac{R(\Delta t)}{\alpha} \cdot (1 - e^{-\alpha \Delta t}) \quad (3)$$

donde:

$\Delta t$ , paso de tiempo considerado (en los modelos de simulación del uso conjunto se considera 1 mes):  $\Delta t = t - (t-1) = cte = 1 \text{ mes}$

$R(\Delta t)$ , recarga neta aplicable al periodo  $\Delta t$  como consecuencia de las acciones que recibe la UHMod (recarga y/o extracciones), que se considera un valor constante durante el paso de tiempo considerado.

En el modelo de simulación se trabaja por superposición, técnica matemática aplicable por cuanto se utilizan modelos lineales, por lo que éstos modelos permiten simular la detracción de caudales que sufriría el sistema superficial como consecuencia de las extracciones impuestas (acciones unitarias que se ejercen sobre la UHMod).

Asimismo, el caudal drenado por la UHMod al sistema superficial, en cada paso de tiempo  $-\Delta t-$ , vendrá dado por la siguiente expresión:

$$D(\Delta t) = V(t-1) + R(\Delta t) - V(t) =$$

$$V(t-1) + R(\Delta t) - V(t-1) \cdot e^{-\alpha \cdot \Delta t} - \frac{R(\Delta t)}{\alpha} \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t}) \Rightarrow$$

$$D(\Delta t) = V(t-1) \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t}) + R(\Delta t) \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t}}{\alpha}\right) \Rightarrow$$

$$D(\Delta t) = V(t-1) \cdot \beta + R(\Delta t) \cdot \left(1 - \frac{\beta}{\alpha}\right) \quad (4)$$

donde:

$D(\Delta t)$ , caudal drenado por la UHMod a los ríos, en el paso de tiempo  $\Delta t$

$\beta$ , parámetro que depende del coeficiente de agotamiento:  $\beta = 1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t}$

Para la aplicación de este tipo de modelos uncelulares con necesarios los siguientes parámetros:

- Coeficiente de agotamiento  $-\alpha$ .
- Valor del almacenamiento al inicio de la simulación o del caudal de drenaje al inicio de la simulación:  $V(0) = \frac{Q(0)}{\alpha}$ .
- Serie temporal de las acciones que registra la UHMod (recarga neta: recarga y extracciones) para cada paso de tiempo considerado en el periodo de simulación.

Estos modelos pueden ser calibrados utilizando las series hidrométricas de control de aguas subterráneas o de aforos superficiales en cauces (periodos de estiaje –agotamiento-).

### 3.2. Modelos distribuidos de parámetros agregados (Modelo Pluricelular Englobado –MPE-)

Para la simulación conjunta de aguas superficiales y subterráneas mediante modelos distribuidos de parámetros agregados, se emplean modelos lineales definidos como soluciones analíticas de la ecuación lineal de flujo (*Pulido Velázquez et al, 2006*). El Modelo Pluricelular Englobado –MPE- permite estimar una expresión analítica explícita (directa) de la evolución del estado global del acuífero (volumen almacenado) y el intercambio de flujo acuífero-masa de agua superficial.

Se parte de que la transmisividad es invariante, que las acciones exteriores sobre la UHMod son constantes durante cada paso de tiempo de simulación y que la UHMod está constituida por una serie de depósitos, cada uno de los cuales está caracterizado por un parámetro de descarga, que depende de la geometría, las condiciones de contorno y los parámetros hidrodinámicos, de manera que el caudal de descarga subterráneo al cauce, al final de cada paso de tiempo de simulación  $-\Delta t-$ , puede aproximarse mediante la siguiente expresión:

$$Q(t) = \left[ \sum_{n=1}^{Np} \alpha_n \cdot V_n(t-1) \cdot e^{-\alpha_n \cdot \Delta t} \right] + \sum_{m=1}^{Na} R^m(\Delta t) \cdot \left[ \sum_{n=1}^{Np} (1 - e^{-\alpha_n \cdot \Delta t}) \cdot b_n^m \right] \quad (5)$$

donde:

$Np$ , número de depósitos lineales considerados

$Na$ , número de acciones exteriores elementales consideradas

$b_n^m$ , coeficiente de reparto de cada acción elemental  $-m-$  en cada depósito lineal  $-n-$ . Para cada acción exterior, la intensidad total  $R^m(\Delta t)$  multiplicada por su correspondiente coeficiente de reparto  $-b_n^m-$ , proporciona la intensidad de la acción exterior aplicada sobre cada depósito lineal. Además, se debe verificar que

$$\sum_{n=1}^{Np} b_n^m = 1 \text{ para cada acción elemental } -m-$$

En la ecuación explícita del MPE anteriormente presentada, ha sido aplicado el principio de superposición considerando la ocurrencia de diferentes acciones externas elementales con diferente distribución espacial e intensidad constante e cada periodo de acción  $-\Delta t-$ .

El valor correspondiente a la condición inicial para el estado global del acuífero (volumen almacenado) corresponde a:

$$V(0) = \sum_{n=1}^{Np} V_n(0) \quad (6)$$

En cada instante de tiempo se puede calcular el volumen de agua almacenado en la UHMod como suma de los volúmenes almacenados en cada depósito lineal considerado, de tal modo que se puede expresar:

$$V(t) = \left[ \sum_{n=1}^{Np} V_n(t-1) \cdot e^{-\alpha_n \cdot \Delta t} \right] + \sum_{m=1}^{Na} R^m(\Delta t) \cdot \left[ \sum_{n=1}^{Np} \frac{(1 - e^{-\alpha_n \cdot \Delta t})}{\alpha_n} \cdot b_n^m \right] \quad (7)$$

Similarmente como se procedió en el caso del modelo unicelular, es factible conocer la descarga de agua subterránea  $-D(\Delta t)$ - que se establece en un periodo de acción  $-\Delta t$ -, a partir de los volúmenes almacenados en los depósitos lineales a la finalización del instante precedente  $-t-1$ - y de las distribución de las acciones exteriores unitarias aplicadas sobre la UHMod en cada uno de los depósitos lineales considerados.

$$V(t) = \left[ \sum_{n=1}^{Np} V_n(t-1) \cdot \beta_n \right] + \sum_{m=1}^{Na} R^m(\Delta t) \cdot \left[ \sum_{n=1}^{Np} \left( 1 - \frac{\beta_n}{\alpha_n} \right) \cdot b_n^m \right] \quad (8)$$

donde:

$D(\Delta t)$ , caudal drenado por la UHMod a los ríos, en el paso de tiempo  $\Delta t$  (periodo de acción)

$\beta_n$ , parámetro que depende del coeficiente de descarga de cada depósito lineal considerado:  $\beta_n = 1 - e^{-\alpha_n \cdot \Delta t}$

Para la aplicación de este tipo de modelos pluricelulares con necesarios los siguientes parámetros:

- Coeficiente de descarga de cada depósito lineal considerado  $-\alpha_n$ -.
- Valor del almacenamiento al inicio de la simulación o del caudal de drenaje al inicio de la simulación en cada depósito lineal considerado:  $V_n(0) = \frac{Q_n(0)}{\alpha_n}$ .
- Serie temporal de las acciones que registra la UHMod (recarga neta: recarga y extracciones) y distribución de las mismas en cada depósito lineal considerado - coeficientes de reparto  $-b_n^m$  - para cada paso de tiempo considerado  $-\Delta t$ - en el periodo de simulación.

Estos modelos pueden ser calibrados utilizando las series hidrométricas de control de aguas subterráneas o de aforos superficiales en cauces (periodos de estiaje -agotamiento-).

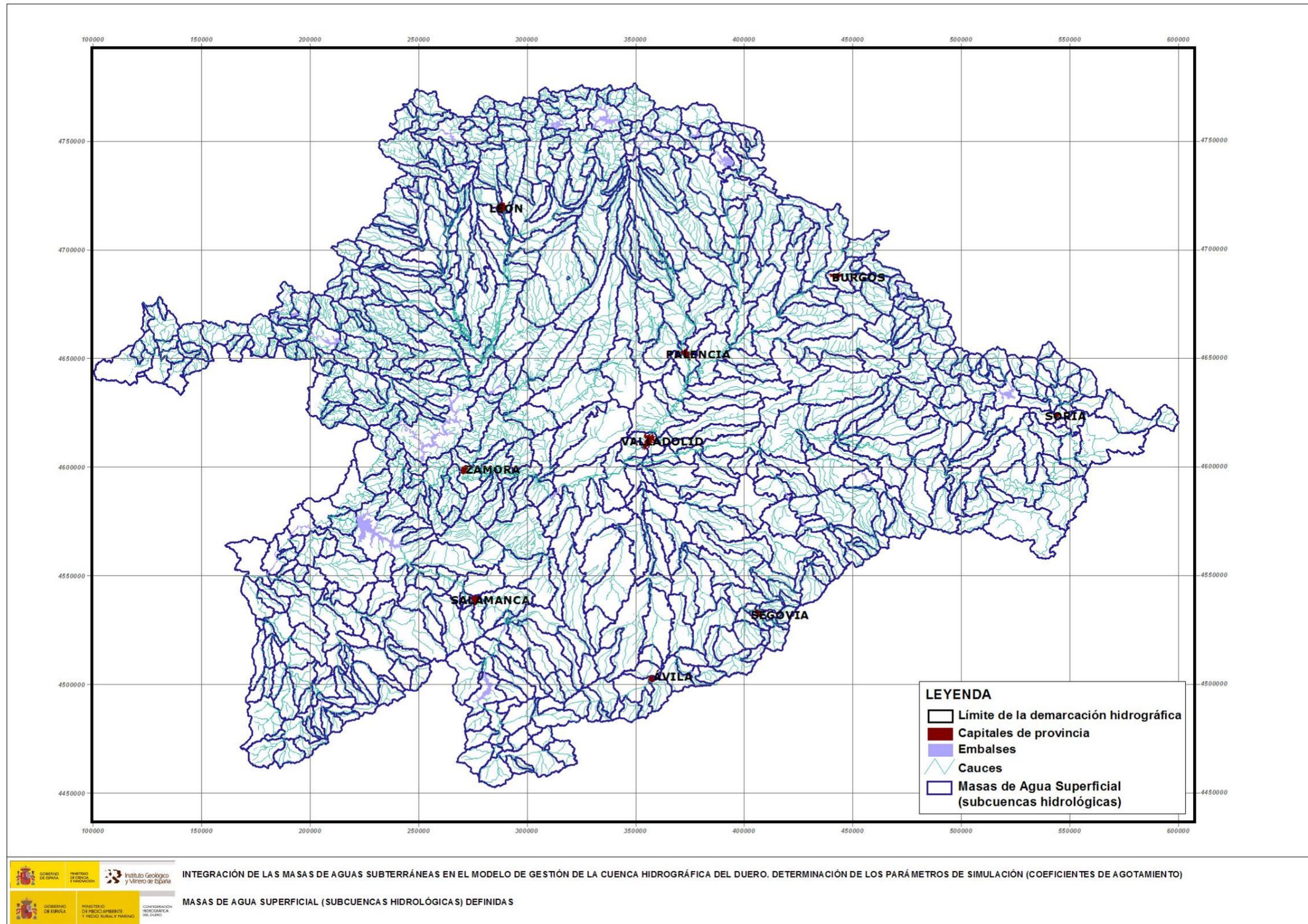
## 4. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

Como se ha relatado en apartados anteriores, ha sido necesario considerado una serie de elementos de simulación, a los que se ha denominado como Unidades Hidrogeológicas de Modelación –UHMod-, que partiendo de los límites definidos para las diferentes Masas de Agua Subterránea –MASb-, permitan fijar modelos conceptuales de flujo subterráneo consistentes, donde se concretan unas condiciones de contorno que resultan modelables mediante los modelos lineales a emplear en el modelo que para la simulación del uso conjunto está desarrollando la OPHCHD, ya que algunas de las MASb tal y como fueron definidas y considerando el funcionamiento de los sistemas hidrogeológicos a los que hacen referencia, no resulta aplicables los modelos lineales considerados (unicelulares y pluricelulares).

Además, en la definición de estas UHMod se parte del condicionante que impone el que los esquemas topológicos sobre los que se desarrollan los modelos de uso conjunto corresponden a los sistemas de explotación de recursos hídricos que han sido definidos en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, en referencia a los sistemas hídricos e hidráulicos superficiales. No se ha considerando, por tanto, el funcionamiento regional que presentan ciertos sistemas hidrogeológicos, lo que condiciona la simulación de las transferencia laterales subterráneas que existen entre acuíferos que se simularán en modelos de uso conjunto independientes. Este problema desaparece al considerar el modelo global del Duero. A continuación se relata detalladamente la metodología empleada en la definición y caracterización de las UHMod definidas, las cuales han sido incluidas en los modelos de simulación de la gestión conjunta mediante acuíferos unicelulares o pluricelulares.

Los datos de partida corresponden a:

- Series de aforos en cauces de la red de control superficial de la Confederación Hidrográfica del Duero.
- Series temporales de escorrentía superficial y subterráneas por masas de agua superficial (subcuencas) calculadas a partir del modelo SIMPA desarrollado por el CEDEX.



**Figura 21.** Subcuencas hidrológicas correspondientes a las Masas de Agua Superficial definidas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero

El procedimiento metodológico consiste en los siguientes pasos:

- Delimitación de las UHMod, a partir de las MASb definidas en los sistemas de explotación objeto de modelación de uso conjunto. Las UHMod definidas corresponde a los acuíferos a incluir en el esquema topológico que simula el uso conjunto.
- Definición de la subcuenca hidrológica asociada a la UHMod, considerando la tipología de la descarga y los cauces receptores de la misma.
- Concreción de los parámetros asociados a los modelos de simulación de la descarga subterránea, considerando modelos de agotamiento para la generación de series temporales de escurrentía subterránea asociadas a las UHMod, que reproduzcan las series de aportación promedio mensual ofrecidas por SIMPA para la escurrentía subterránea en el conjunto de MAS que engloba la UHMod de referencia, a partir de (Figura 22):
  - Coeficiente de agotamiento característico de la UHMod  $-\alpha-$ .
  - Caudal inicial de descarga para el periodo de simulación considerado  $-\mathbf{Q}_0-$ .
  - Tasa de infiltración promedio anual (en mm)  $-\mathbf{TR}-$ , aplicando una recarga por infiltración de agua de lluvia promedio mensual a partir de esta tasa anual y según el modelo de distribución de aportaciones en régimen natural que ofrece de SIMPA, sesgado según un periodo de recarga efectivo (meses en los que se produce recarga en los acuíferos).

Modelo activación recarga mensual:

$$m_j = \begin{cases} 1, & \text{si existe recarga efectiva} \\ 0, & \text{si NO existe recarga efectiva} \end{cases} \quad j = 1 \text{ a } 12 \quad (9)$$

- Superficie permeable  $-\mathbf{S}_{per}-$  (afloramientos permeables de los acuíferos implicados), se calcula como un porcentaje de la superficie total.

La recarga promedio mensual que reciben los implicados en la UHMod definida, por infiltración de agua de lluvia en régimen natural, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_j = 10^{-3} \cdot S_{per} \cdot TR \cdot \frac{m_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^{12} m_j \cdot A_j} \quad (10)$$

El caudal de descarga al final de cada mes se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_j = Q_{j-1} \cdot e^{-\alpha} + R_j \cdot (1 - e^{-\alpha}) \quad (11)$$

El caudal de drenaje promedio mensual de la UHMod o escorrentía subterránea promedio mensual se calcula mediante la expresión:

$$D_j = \frac{(Q_{j-1} - Q_j)}{\alpha} + R_j \quad (12)$$

Los parámetros del modelo se ajustan calibrando las series de caudales promedio de escorrentía subterránea obtenidos  $-D_j-$ , con las series de escorrentía subterránea ofertados por el modelo SIMPA para el conjunto de MAS (subcuencas) implicadas.

El modelo precipitación-escorrentía SIMPA se basa en el modelo de Temez y ofrece la serie de escorrentía superficial y subterránea correspondiente a cada celda regular en que ha sido discretizado el territorio de la demarcación hidrográfica del Duero (mallado regular de 1 km<sup>2</sup>) para el periodo septiembre 1940-septiembre 2006 considerando que se verifican las condiciones correspondientes al régimen natural.

El modelo SIMPA entiende que la precipitación que registra cada celda se transforma en escorrentía superficial y subterránea, considerando la evapotranspiración y los parámetros del modelo de Temez aplicados a dicha celda. Por tanto SIMPA corresponde a un modelo distribuido de parámetros agregados.

El condicionante que presenta SIMPA que es que no se ha considerado que la escorrentía subterránea que se genera en cada celda no se concreta espacialmente en dicha celda, sino que la infiltración (parámetro que también se calcula) se transforma en escorrentía subterránea en un punto o tramo del cauce que viene impuesto por el funcionamiento del sistema hidrogeológico receptor de la recarga (infiltración) y que no tiene porque circunscribirse a la celda de referencia.

Así, si se considera el grupo de celdas que da origen a cada Masa de Agua Superficial (MAS) definida en la demarcación Duero (Figura 21), la escorrentía superficial de dicha masa coincide con la suma de las escorrentías superficiales generadas en cada celda unitaria. No ocurre lo mismo para la escorrentía subterránea, la cual se materializa en un punto o tramo de cauce que puede estar fuera de dicha MAS.

Por tanto es necesario definir el conjunto de MAS asociadas a la UHMod definida y calcular, por agregación, la escorrentía subterránea correspondiente al grupo de MAS asociada a la UHMod, asegurando, así que la escorrentía subterránea que ofrece SIMPA si se corresponde,

conceptualmente, con la escorrentía subterránea de la UHMod, ya que se contemplan todos los cauces relacionados con los acuíferos incluidos en la UHMod.

Los datos de las series de aforos de la red superficial de la CHDuero se han utilizado para obtener un valor aproximado de los parámetros de agotamiento de los acuíferos que descargan aguas arriba de dichas estaciones de control, considerando periodos de estiaje y que el registro de caudales corresponda a un régimen natural o escasamente influenciado.

Asimismo, las series de aforos se han comparado con las series de aportaciones (suma de escorrentía superficial y subterránea) ofrecidas por SIMPA para el conjunto de subcuencas (MAS) incluidas en la cuenca de recepción de la estación de aforos.

Para la definición de las Unidades Hidrogeológicas de Modelación (UHMod) se ha partido del régimen funcionamiento hidrogeológico regional que presentan los grandes sistemas del Duero y de las MASb delimitadas.

El objetivo era fijar unos sistemas con entidad hidrogeológica propia que dispongan de las condiciones intrínsecas (parámetros hidrodinámicos) y de contorno necesarias para aproximar la evolución del estado global del acuífero (volumen almacenado) y el intercambio de flujo acuífero-masa de agua superficial como si se tratase de un sistema lineal. Por tanto, se han establecidos unidades con modelos conceptuales de flujo consistentes para asegurar una correcta aproximación mediante modelos unicelulares y pluricelulares que permitan simular la conexión río-acuífero.

Las UHMod establecidas y su correlación con las MASb definidas en la demarcación del Duero se citan en la Tabla 24 y se expresan gráficamente en las figura 23 y 25.

La representatividad de las MASb en las UHMod se ha plasmado mediante el denominado coeficiente de reparto que indica la "participación" de la MASb en la UHMod en términos de balance hidrogeológico.

En algunos de los acuíferos del Terciario Detrítico del Duero se han establecido una serie de UHMod que representan el flujo profundo (niveles permeables situados por debajo de 250 m de profundidad), que permitan simular con continuidad en toda la cuenca el flujo que se desarrolla en profundidad (figuras 24 y 26) y aproximar el flujo tridimensional existente en estos grandes sistemas hidrogeológicos.

## METODOLOGÍA EMPLEADA PARA OBTENER LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN EN LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE MODELACIÓN -UHMod-. CUENCA DEL DUERO

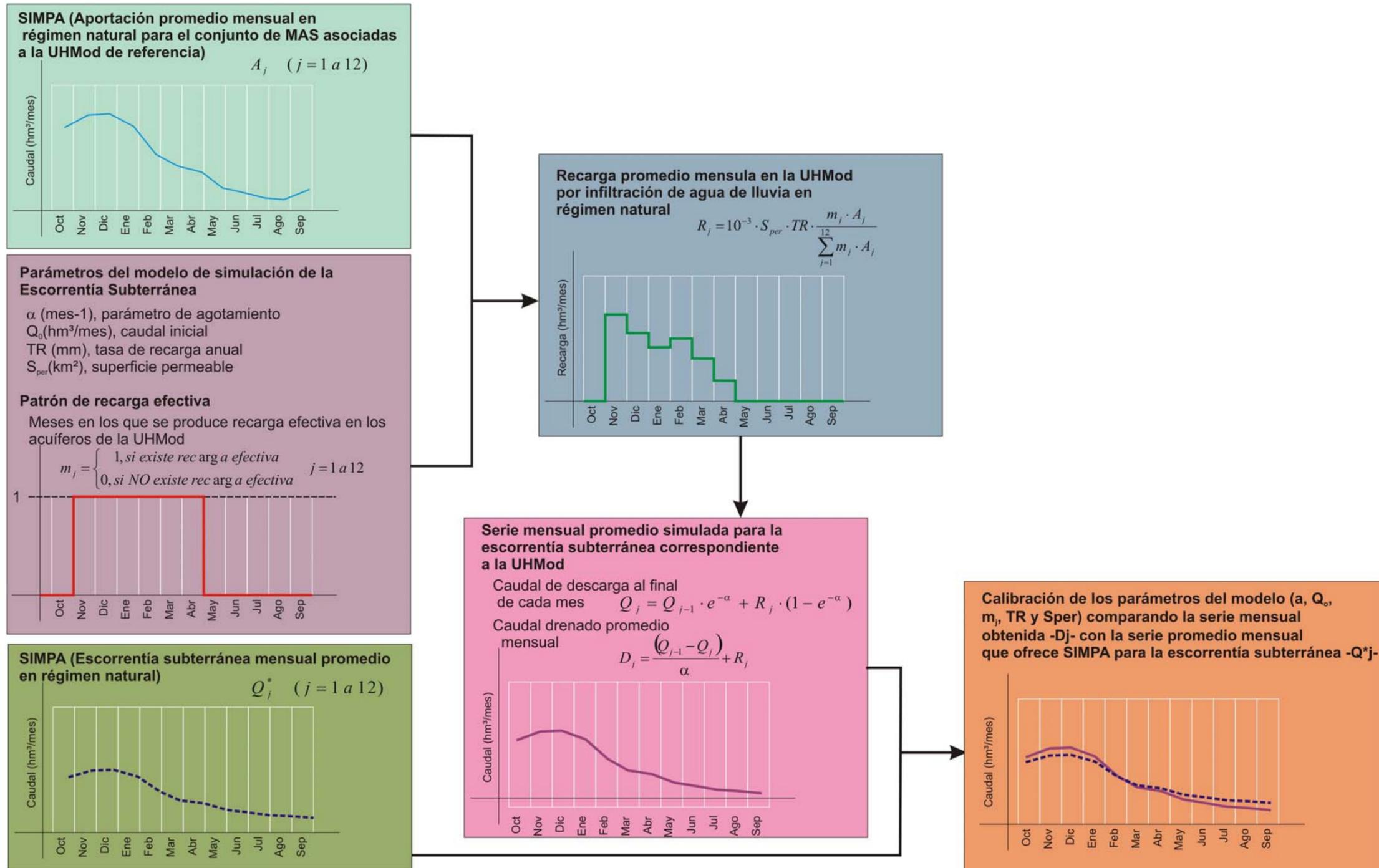


Figura 22. Procedimiento metodológico para establecer los parámetros de simulación en las Unidades Hidrogeológicas de Modelación establecidas en el Duero

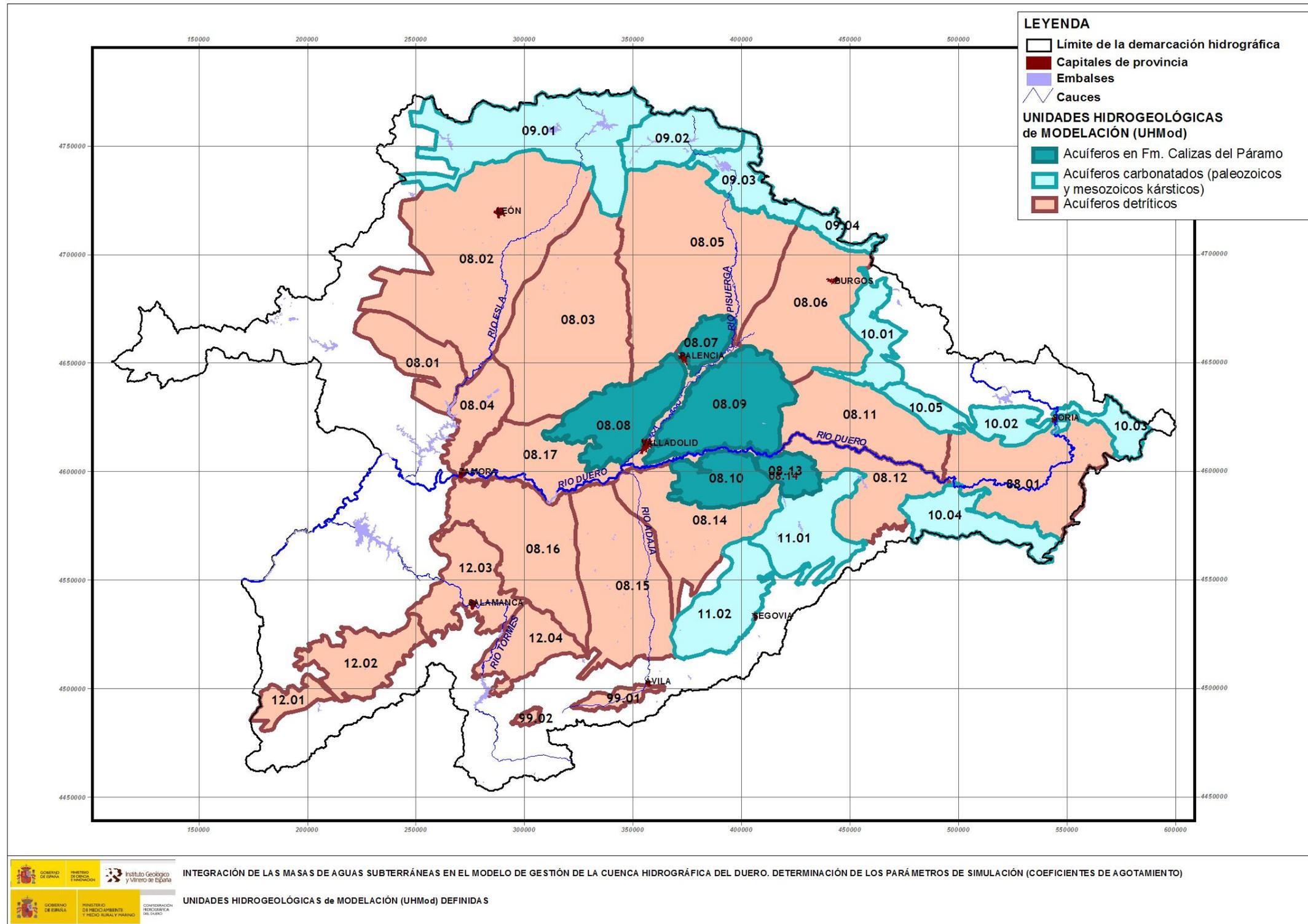


Figura 23. Unidades Hidrogeológicas de Modelación definidas en el Duero (1)

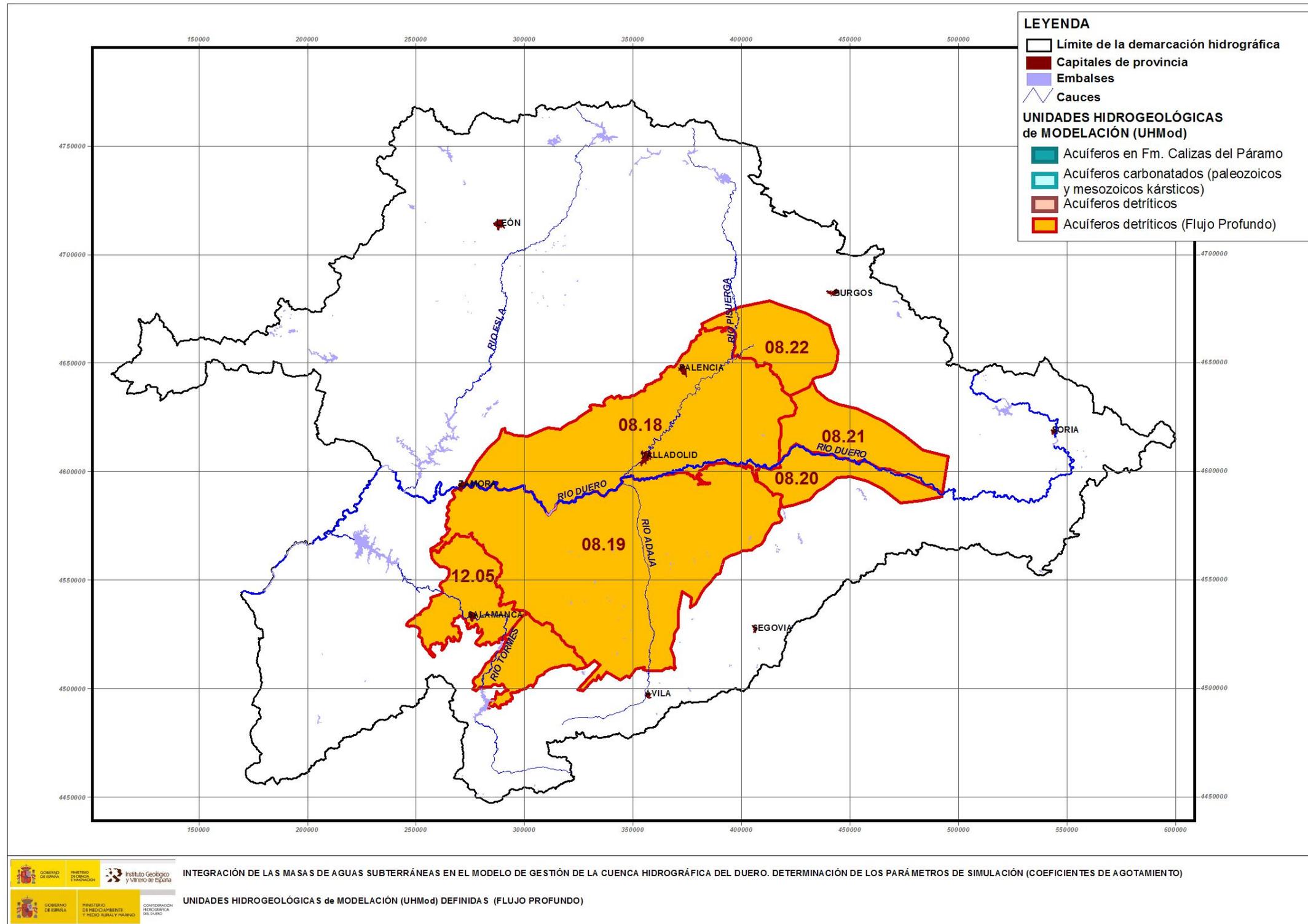


Figura 24. Unidades Hidrogeológicas de Modelación definidas en el Duero (Flujo Profundo)

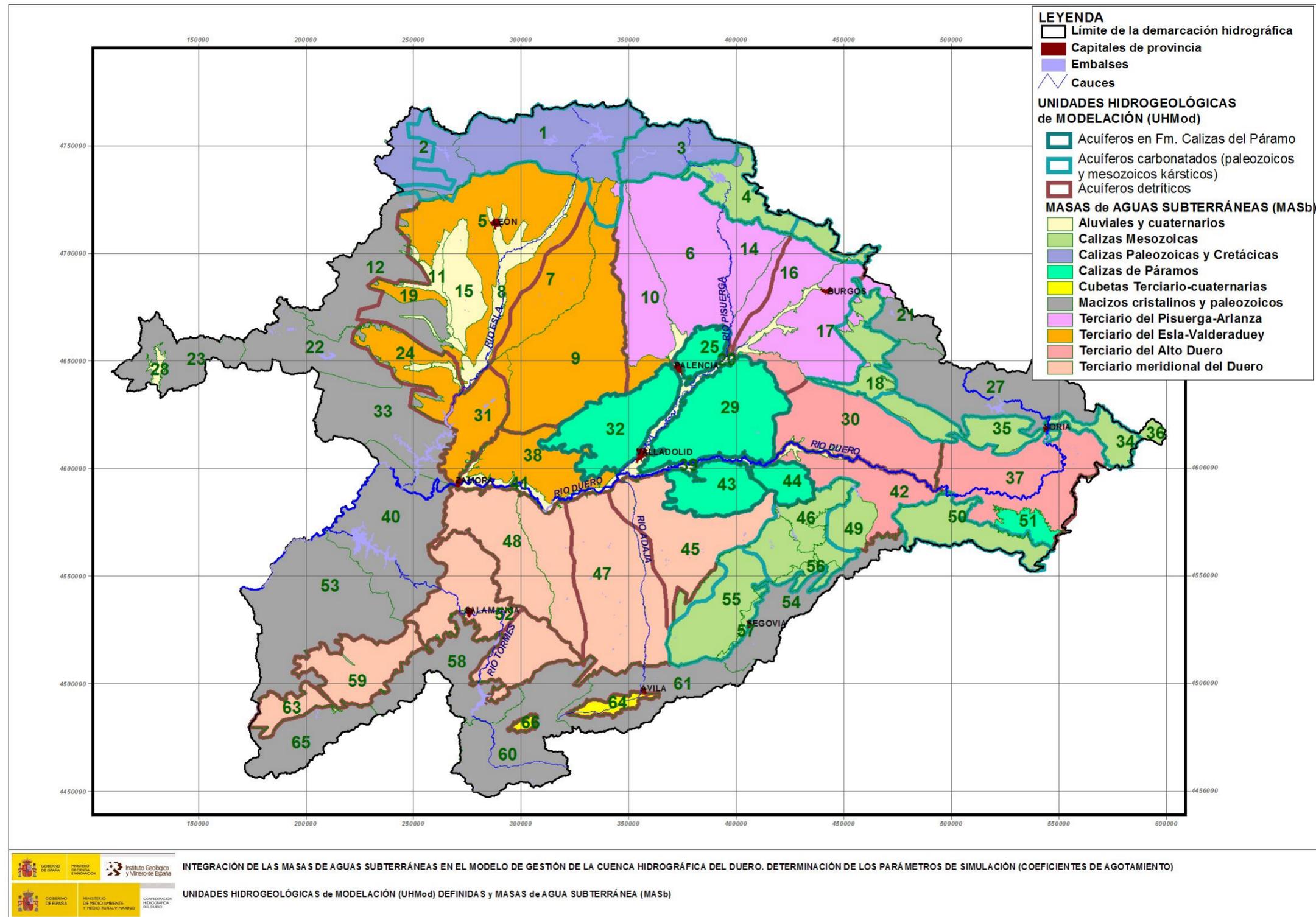


Figura 25. Unidades Hidrogeológicas de Modelación y Masas de Agua Subterránea

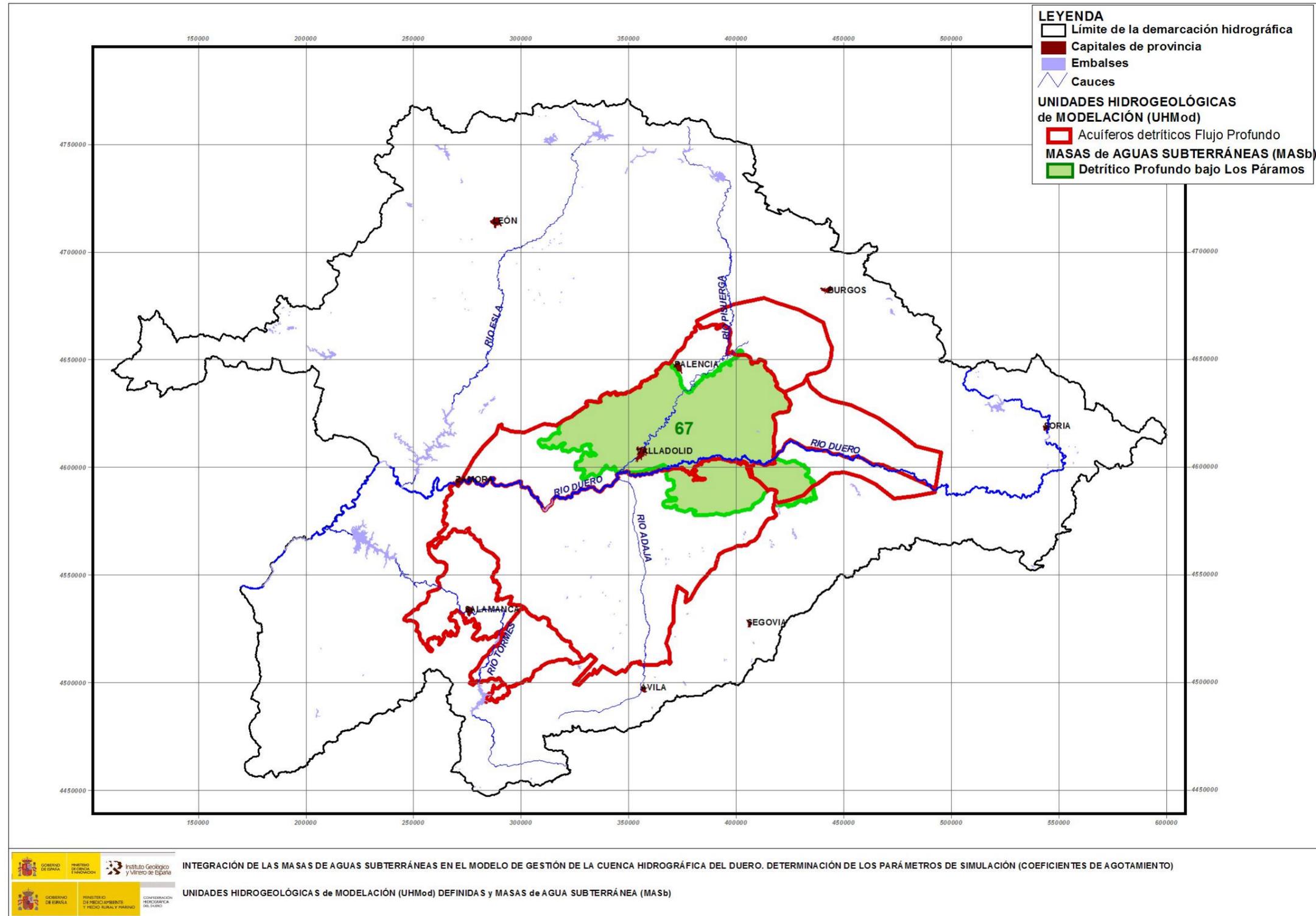


Figura 26. Unidades Hidrogeológicas de Modelación y Masas de Agua Subterránea (Flujo Profundo)

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA- COEFICIENTES de REPARTO		UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)																
		SISTEMAS Esla-ÓRBIGO-TERA					SISTEMAS Pisuerga-CARRIÓN-ARLANZA											
Masas de Aguas Subterráneas		09.01	08.01	08.02	08.03	08.04	09.02	09.03	09.04	10.01	08.06	08.07	08.08	08.09	08.17	08.18	08.22	
		Calizas cantábricas Esla-Osa	Detritico Valle del Tera	Detritico Cuaternario y Terciario Orbigo	Detritico Tierra de Campos	Detritico Valdeañia	Calizas cantábricas Carrion-Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzon	Calizas Alto Arlanza-Arlanzon	Detritico Carrion-Pisuerga	Detritico Arlanza-Arlanzon	Paramo de Astudillo	Paramo de Torozos	Paramo de Esgueva	Detritico y aluviales Tordesillas-Valledolid	Detritico Profundo Paramos-Tordesillas	Detritico Profundo Arlanza
1	GUARDO	76,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%												
2	LA POLA DE GORDÓN	23,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%												
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,00%	0,00%	43,66%	0,00%	0,00%												
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL Esla-CEA	0,00%	0,00%	0,00%	35,86%	0,00%												
8	ALUVIAL DEL Esla	0,00%	9,07%	15,54%	0,00%	0,00%												
9	TIERRA DE CAMPOS	0,00%	0,00%	0,00%	64,14%	0,00%												
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	6,95%	0,00%	0,00%												
12	LA MARAGATERIA	0,00%	0,00%	14,73%	0,00%	0,00%												
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	15,28%	0,00%	0,00%												
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,00%	0,00%	3,84%	0,00%	0,00%												
24	VALLE DEL TERA	0,00%	90,93%	0,00%	0,00%	0,00%												
28	VERIN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%												
31	VILLAFÁFILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%												
3	CERVERA DE PISUERGA	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%												
4	QUINTANILLA-PENAHORADADA	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%												
6	VALDAVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,91%												
10	CARRIÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,75%												
14	VILLADIEGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,33%												
16	CASTROVERIZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%												
17	BURGOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,13%												
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%												
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%									21,35%	0,00%	0,00%	
25	PARAMO DE ASTUDILLO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
29	PARAMO DE ESGUEVA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
32	PARAMO DE TOROZOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
38	TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	44,05%	0,00%	0,00%	0,00%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	20,54%	0,00%	0,00%	0,00%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	14,06%	0,00%	0,00%	0,00%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PARAMOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
30	ARANDA DE DUERO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
34	ARAVIANA	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
35	CABREJAS-SORIA	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
37	CUENCA DE ALMAZÁN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	87,45%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
42	RIAZA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						61,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
49	AYLLÓN (Terciario)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						38,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50	ALMAZÁN SUR	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
51	PARAMO DE ESCALOTE	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,55%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
43	PARAMO DE CUELLAR	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
44	PARAMO DE CORCOS	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
45	LOS ARENALES	0,00%	0,00%	100,00%	16,04%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
46	SEPUVEDA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						34,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
47	MEDINA DEL CAMPO	0,00%	0,00%	0,00%	83,96%	41,26%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
48	TIERRA DEL VINO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	58,74%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
49	AYLLÓN (Cretácico)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,46%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
55	CANTIMPALOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	42,86%						91,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
64	VALLE DE AMBLES	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%						0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
52	SALAMANCA	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
53	VITIGUDINO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
63	CIUDAD RODRIGO	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
66	VALDECORNEJA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%									0,00%	100,00%	0,00%	0,00%

Tabla 24. Unidades Hidrogeológicas de Modelación (UHMod) y Masas de Agua Subterránea (MASb)

Las MASb definidas en los Macizos Paleozoicos y Cristalinos no han sido incluidas en las UHMod consideradas, ya que la escorrentía subterránea de estas MASb es poco relevante en el conjunto de los sistemas de explotación representados, además de disponer de una capacidad de regulación natural muy limitada y quedar contemplada dicha escorrentía en las aportaciones superficiales en cabecera que se suministran a los modelos de simulación de la gestión conjunta.

Un aspecto que ha sido necesario considerar con especial atención han sido las transferencias laterales subterráneas que existen entre Masas de Agua Subterránea. De hecho las UHMod establecidas pretenden facilitar la simulación de estas relaciones hidráulicas que se establecen entre MASb del mismo sistema de explotación o de sistemas contiguos. Un análisis preliminar de los datos bibliográficos disponibles (IGME, 1977 e IGME-1979) ha permitido construir la Figura 27, donde se muestran y cuantifican las transferencias laterales subterráneas entre las UHMod definidas.

Los trabajos realizados durante la elaboración del presente documento han permitido profundizar en el análisis de las transferencias laterales subterráneas. Así, ha sido necesario disponer una serie de UHMod que permitan simular el flujo profundo, para dar continuidad hidrogeológica a estas transferencias laterales (ver Figura 28), habiéndose efectuado una nueva cuantificación de este elemento del balance hidrogeológico.

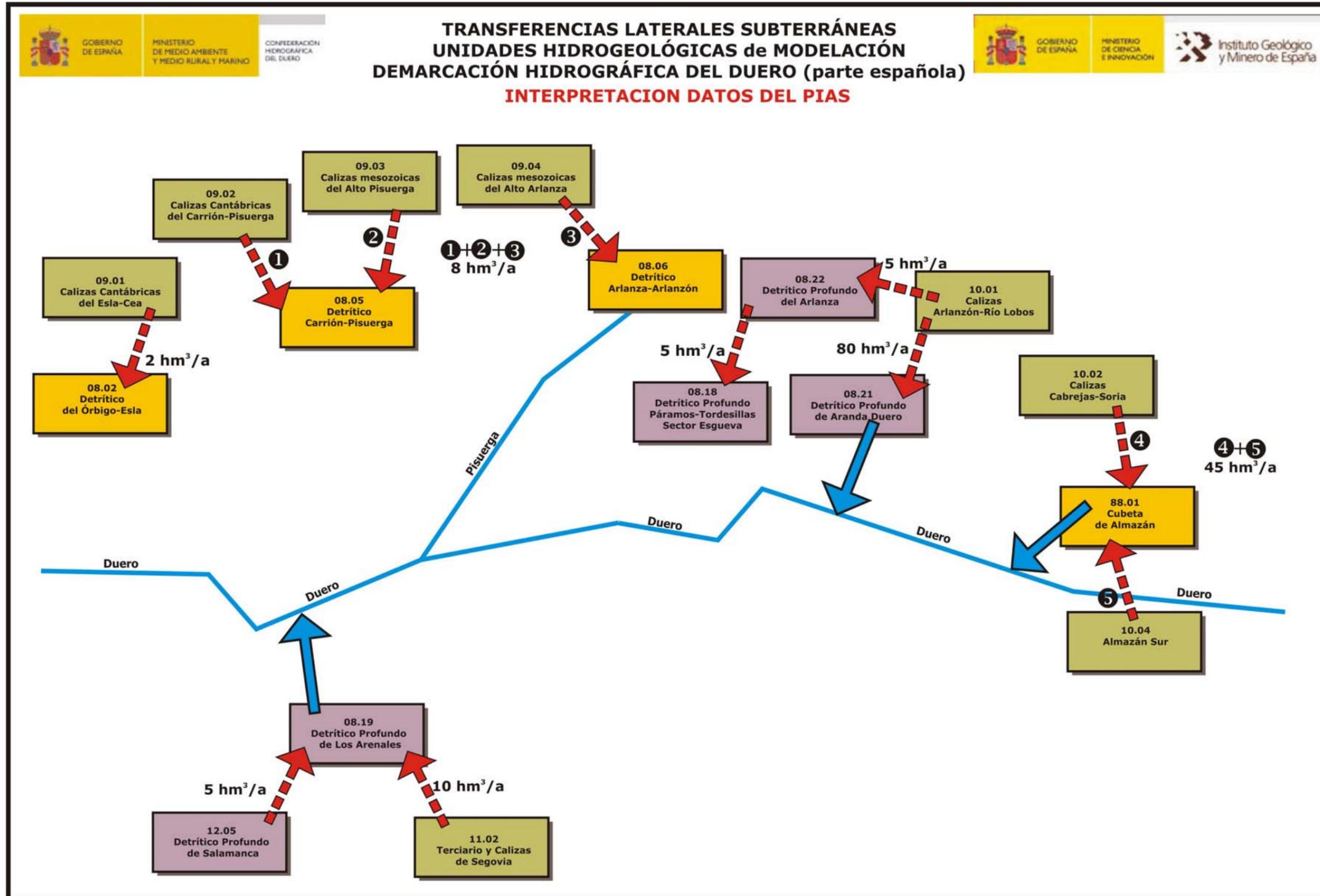


Figura 27. Transferencias Laterales Subterráneas entre Masas de Agua Subterránea en la Cuenca del Duero (datos bibliográficos)

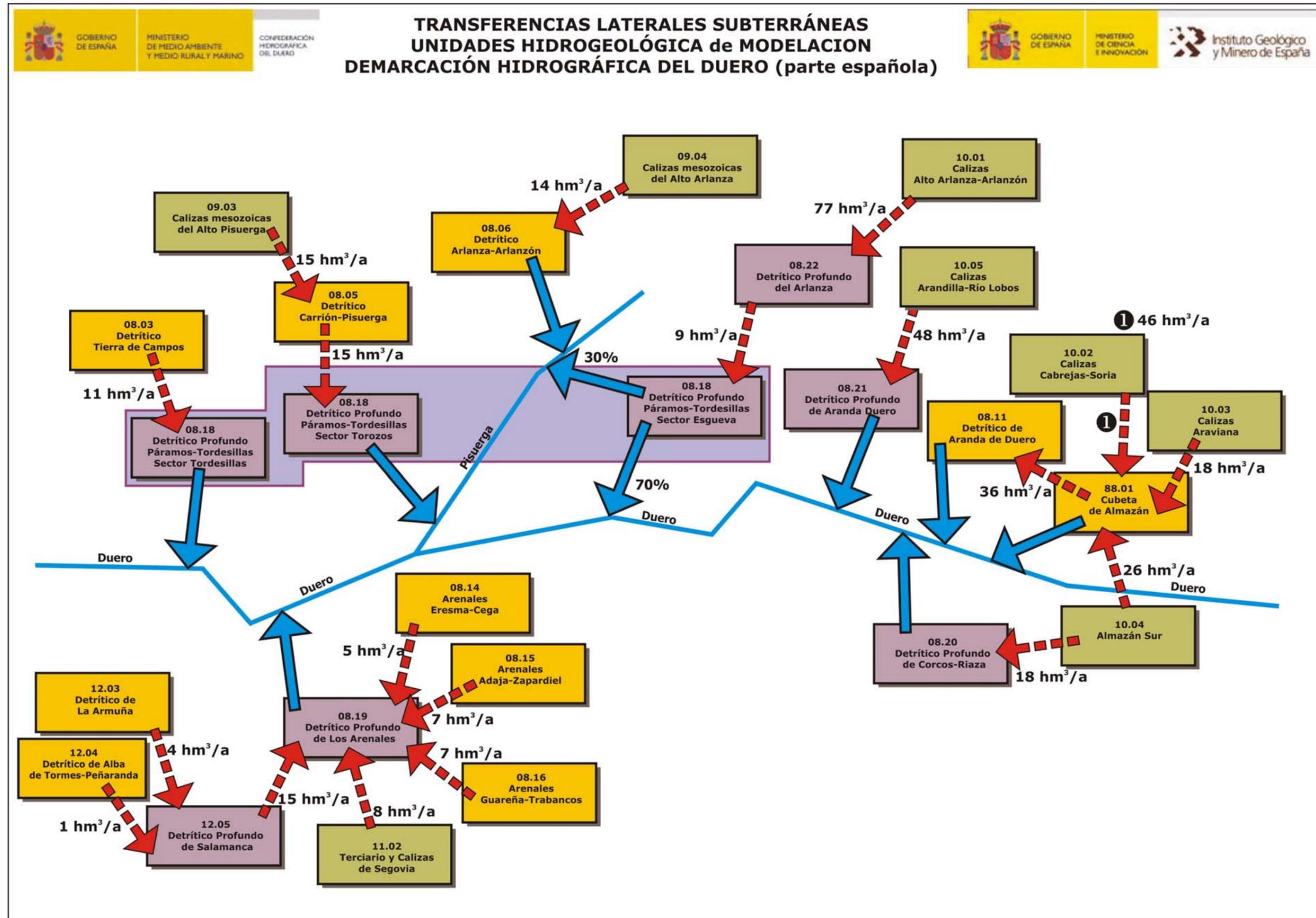


Figura 28. Transferencias Laterales Subterráneas entre Masas de Agua Subterránea en la Cuenca del Duero

En el Apéndice 2 se presentan las fichas resumen de las Unidades Hidrogeológicas de Modelación –UHMod- consideradas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. En estas fichas se incluye la siguiente información:

- Datos hidrogeológicos básicos (acuifero, parámetros hidrodinámicos, extensión y superficie permeable)
- Masas de Agua Subterráneas que reciben la descarga de las MASb aglutinadas en la UHMod en régimen natural. Se establece un coeficiente de reparto de la descarga según cauce y se fijan el segmento que registra esta descarga en los esquemas topológicos correspondientes a los modelos para la simulación de la gestión conjunta.
- Se fijan las estaciones de aforos vinculadas con la UHMod y se presenta el caudal mensual promedio registrado, indicando el régimen hidrológico al que corresponden estos registros. Se calcula el parámetro de agotamiento para el periodo de estiaje correspondiente al hidrograma promedio mensual obtenido.
- Se concretan las Masas de Agua Superficial vinculadas con la UHMod. Se calcula la aportación promedio mensual que ofrece SIMPA para el conjunto de Masas de Agua Superficial relacionadas con la UHMod y se compara este hidrograma con el obtenido para las estaciones de aforo. Se calcula el parámetro de agotamiento correspondiente al hidrograma promedio mensual obtenido de SIMPA.
- Se calculan los parámetros característicos de la UHMod, ajustando la descarga obtenida mediante el modelo de agotamiento implementado con los datos ofrecidos por SIMPA para la escorrentía subterránea en el conjunto de Masas de Agua Superficial vinculada con la UHMod.

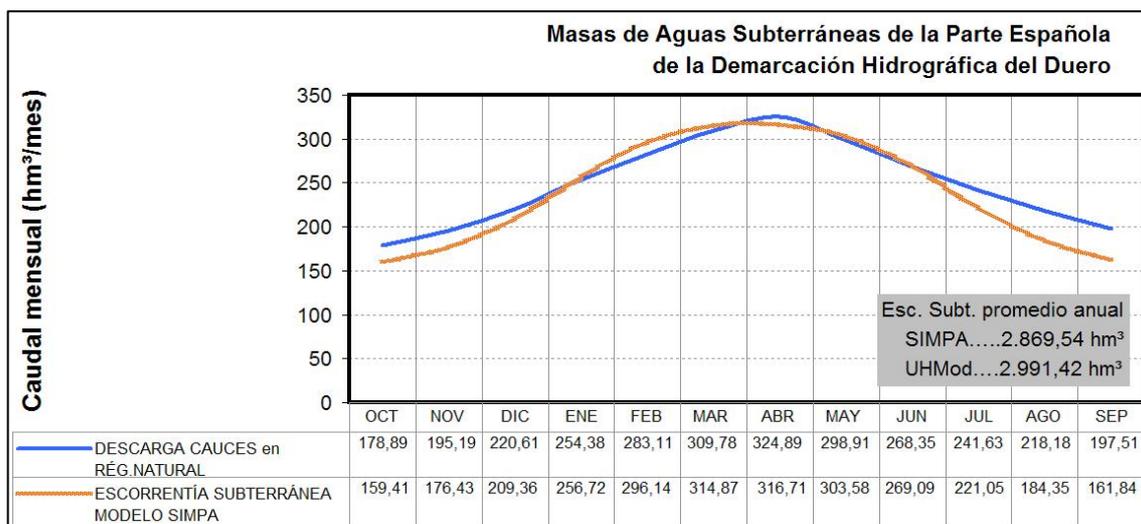
## 5. RESULTADOS

A continuación se muestran, de forma resumida, los resultados obtenidos en el desarrollo del presente trabajo, segregando según diferentes aspectos: escorrentía subterránea (drenaje a cauces), parámetros de simulación, régimen influenciado (retornos de riegos y extracciones) y piezometría.

### 5.1. Escorrentía Subterránea (drenaje a cauces)

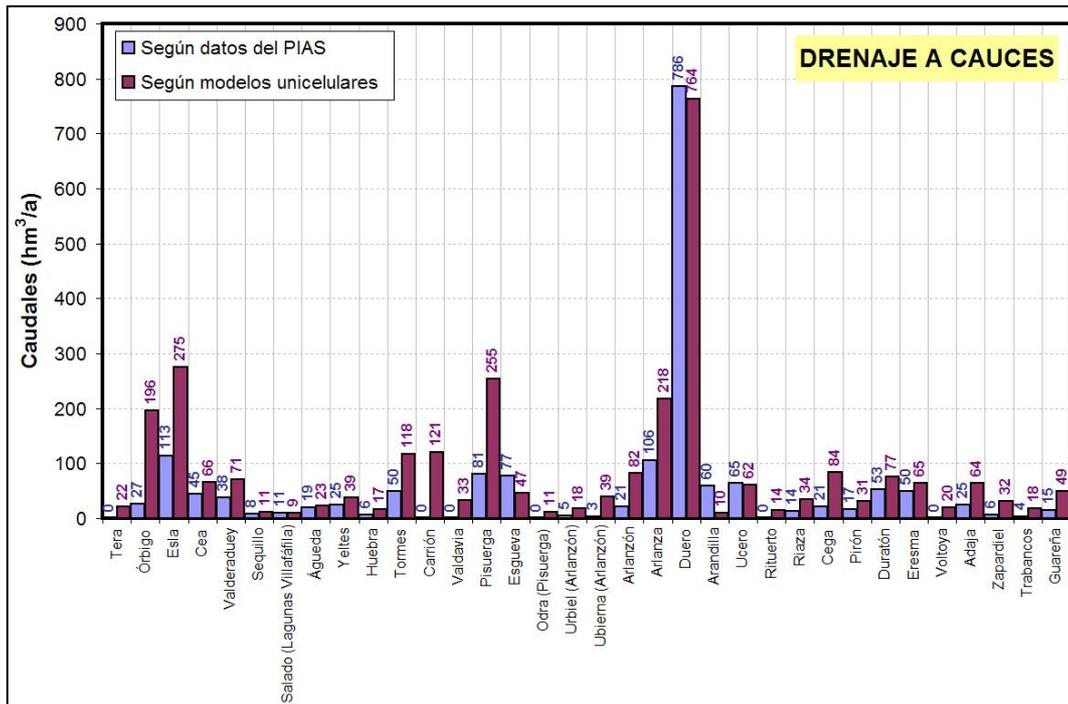
La simulación de la escorrentía subterránea realizada para las Unidades Hidrogeológicas de Modelación (UHMod) definidas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, ha producido resultado coherentes con las series de escorrentía subterránea procedentes del modelo precipitación-escorrentía SIMPA, ya que los parámetros característicos de los modelos de agotamiento empleados para simular la descarga de las UHMod definidas, se han calibrado aproximando las series generadas a las ofrecidas por SIMPA.

Así, el modelo SIMPA ofrece para el conjunto de la demarcación hidrográfica una escorrentía subterránea promedio anual de 2.869,54 hm<sup>3</sup>, mientras que los modelos de descarga aplicados a las UHMod definidas ofrecen una cifra de 2.991,42 hm<sup>3</sup>/a, con un reparto mensual según se muestra en la Figura 29.



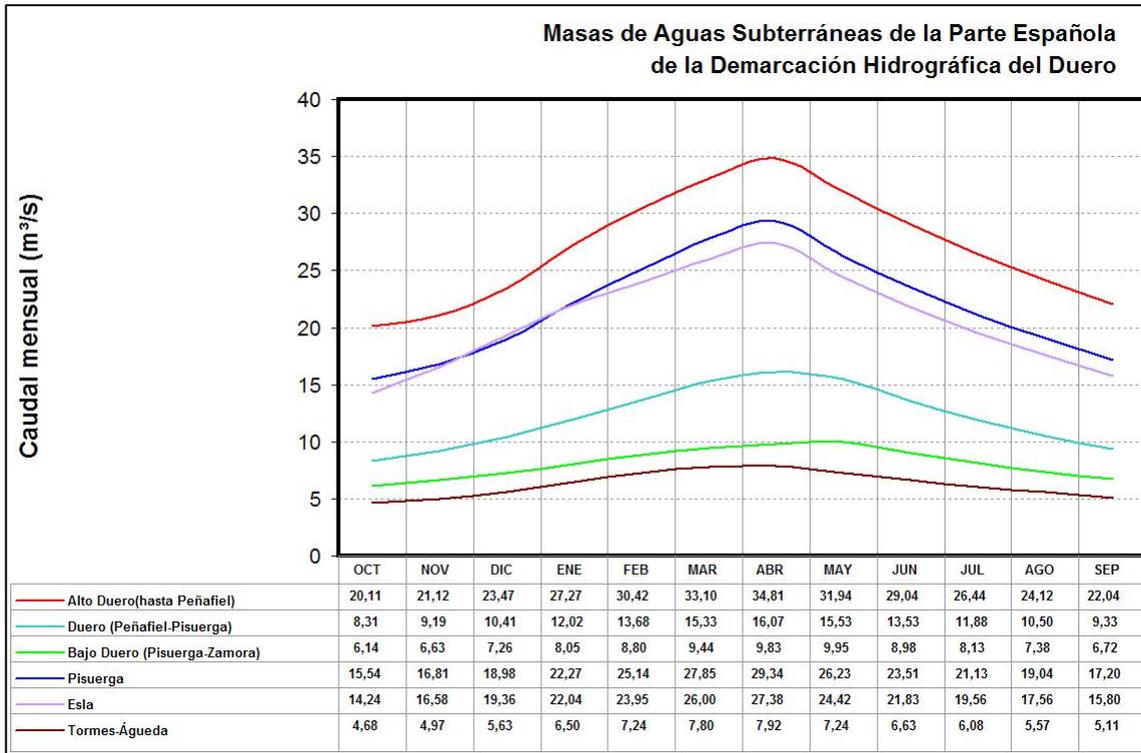
**Figura 29.** Hidrograma promedio mensual comparativo modelos descarga UHMod y modelo SIMPA (régimen natural)

Según datos bibliográficos que aparecen en el PIAS (IGME, 1979), la descarga de los sistemas acuíferos del Duero asciende a una cifra promedio anual de 1.915 hm<sup>3</sup>/a, cifra bastante inferior a las obtenidas mediante SIMPA. En la Figura 30 se muestran las diferencias entre los valores obtenidos en las simulaciones en régimen natural efectuadas mediante los modelos de agotamiento aplicados para simular la descarga de las UHMod y las cifras barajadas en el PIAS. Las cifras más dispares aparecen asociadas a los cauces del Órbigo, Esla, Tormes, Carrión, Pisuerga, Arlanza y Cega.



**Figura 30.** Descarga promedio anual de acuíferos a cauces. Comparativa PIAS-modelos de descarga UHMod

En los trabajos desarrollados durante la elaboración del PIAS se realizaron aforos en el Medio-Bajo Duero (entre la desembocadura del Pisuerga y Zamora), estimándose una aportación subterránea promedio de 6,3 m<sup>3</sup>/s (IGME, 1979), de la que un 80% se considera que procede de la descarga de los acuíferos terciarios de la Región Los Arenales y el 20% restante de los acuífero terciarios del Esla-Valderaduey. La zona del cauce del Duero que registra una mayor descarga corresponde al tramo comprendido entre el azud de San José y Zamora. Los datos obtenidos al aplicar los modelos de agotamiento a las UHMod definidas ofrecen unos resultados similares (ver Figura 31).

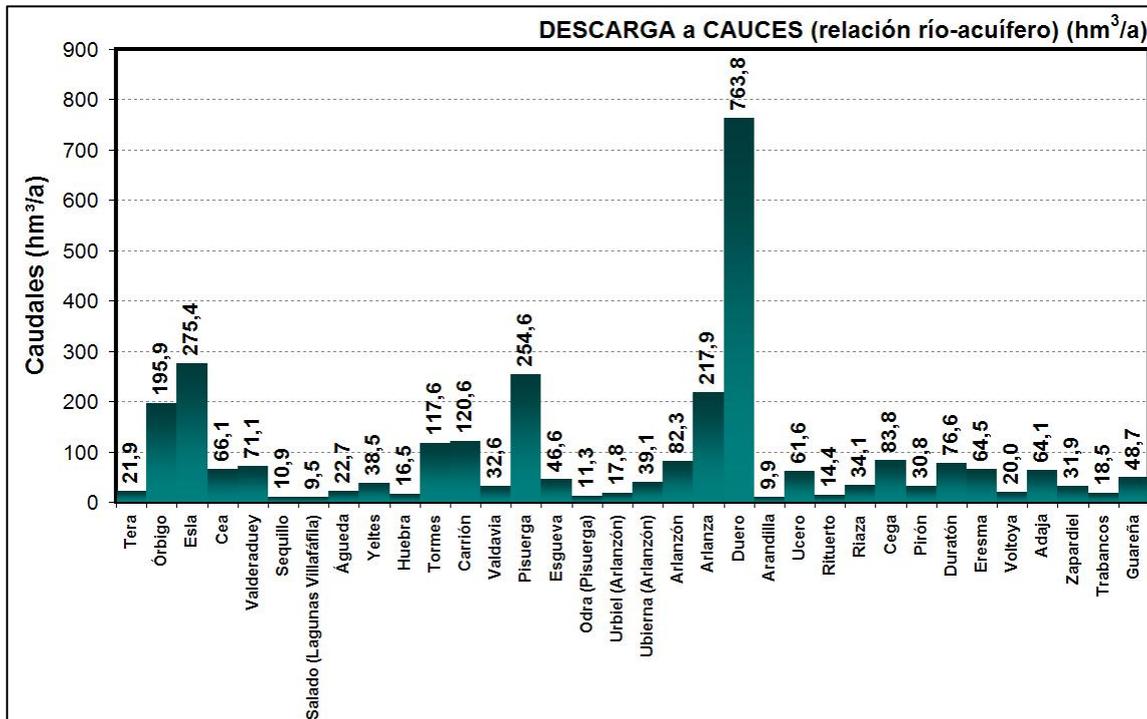


**Figura 31.** Caudales de escorrentía subterránea a cauces en el Duero simulados mediante los modelos de agotamiento aplicados a las UHMod

En la Tabla 25 se muestran los resultados obtenidos para la escorrentía subterránea (drenaje de acuíferos a cauces), al aplicar los modelos de agotamiento a las UHMod definidas en la Cuenca del Duero.

Meses	Esla-Tera-Orbigo	Pisuerga-Carrión-Arlanza	Alto Duero	Adaja-Cega	Tormes-Águeda	Bajo Duero	Duero completo
OCT	36,90	45,52	44,05	31,71	12,13	8,58	<b>178,89</b>
NOV	42,98	49,98	45,98	33,93	12,89	9,42	<b>195,19</b>
DIC	50,19	57,79	50,26	37,30	14,58	10,49	<b>220,61</b>
ENE	57,12	69,29	57,41	42,01	16,85	11,70	<b>254,38</b>
FEB	62,07	79,28	63,23	47,00	18,76	12,76	<b>283,11</b>
MAR	67,39	88,43	68,29	51,76	20,21	13,71	<b>309,78</b>
ABR	70,97	92,97	71,70	54,61	20,52	14,12	<b>324,89</b>
MAY	63,30	83,11	65,91	53,93	18,78	13,88	<b>298,91</b>
JUN	56,59	72,99	60,68	48,40	17,19	12,49	<b>268,35</b>
JUL	50,70	64,45	55,94	43,49	15,75	11,30	<b>241,63</b>
AGO	45,52	57,19	51,63	39,12	14,44	10,27	<b>218,18</b>
SEP	40,95	50,97	47,72	35,23	13,25	9,39	<b>197,51</b>
ANUAL (hm³/a)	<b>644,68</b>	<b>811,99</b>	<b>682,80</b>	<b>518,51</b>	<b>195,34</b>	<b>138,10</b>	<b>2.991,42</b>

**Tabla 25.** Escorrentía Subterránea por Sistemas de Explotación (datos en hm³/mes)



**Figura 32.** Escorrentía subterránea por cauces calculada a partir de modelos de agotamiento en las UHMod definidas. Cuenca del Duero

En el Apéndice 2 se muestran unas fichas resumen donde se detallan las descargas a cauces y las transferencias laterales subterráneas, en régimen natural, calculadas a partir de los modelos de agotamiento aplicados a las UHMod definidas.

## 5.2. Parámetros de simulación

Los modelos de agotamiento aplicados a las UHMod definidas en la Cuenca del Duero han permitido aproximar los parámetros de simulación necesarios para los modelos unicelulares y pluricelulares mediante los que se han integrado los acuíferos en los modelos para la simulación de la gestión conjunta en los sistemas de explotación de recursos hídricos de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero.

En la Tabla 26 se muestran los parámetros de simulación obtenidos para las UHMod consideradas, los cuales se han trasladado a los modelos de simulación de la gestión conjunta (las UHMod corresponden a los acuíferos considerados en los esquema topológicos de SIMGES).

Sistema Explotación	Unidades Hidrogeológicas de Modelación		Extensión (km <sup>2</sup> )	Superficie permeable (km <sup>2</sup> )	Tasa recarga (mm/a)	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)	Descarga (hm <sup>3</sup> /a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (mes)	$V_o$ (hm <sup>3</sup> )
Esla	08.01	Detrítico Valle del Tera	1.121,79	841,35	37	31,1	31,2	0,065	10,7	34,62
	08.02	Detrítico Cuaternario y Terciario Orbigo-Esla	5.586,06	4.748,15	66	313,4	313,5	0,085	8,2	255,29
	08.03	Detrítico Tierra de Campos	4.244,80	3.608,08	31,5	113,7	113,2	0,075	9,2	96,67
	08.04	Detrítico Villafáfila	925,19	786,41	30	23,6	23,6	0,105	6,6	13,81
	09.01	Calizas cantábricas Esla-Cea	3.104,81	1.241,92	140	173,9	173,9	0,185	3,7	48,65
Pisuerga	09.02	Calizas cantábricas Carrión-Pisuerga	1.047,44	523,72	325	170,2	170,1	0,185	3,7	47,30
	09.03	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	836,32	752,69	100	75,3	75,1	0,12	5,8	39,58
	09.04	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	291,21	232,96	305	71,1	71,0	0,115	6,0	39,57
	10.01	Calizas Alto Arlanza-Arlanzón	798,26	638,60	255	162,8	162,6	0,155	4,5	59,68
	08.05	Detrítico Carrión-Pisuerga	5.018,36	4.265,61	30	143,0	142,4	0,085	8,2	118,24
	08.06	Detrítico Arlanza-Arlanzón	2.725,43	2.316,62	70	176,4	176,4	0,09	7,7	137,22
	08.07	Páramo de Astudillo	397,67	357,90	35	12,5	12,6	0,235	2,9	2,34
	08.08	Páramo de Torozos	1.516,65	1.364,99	40	54,6	54,5	0,185	3,7	16,22
	08.09	Páramo de Esgueva	2.099,04	1.259,42	35	44,1	44,1	0,35	2,0	4,29
	08.17	Detrítico y aluviales Tordesillas-Valladolid	2.124,62	2.018,39	30	60,6	60,5	0,075	9,2	56,67
	08.18	Detrítico Profundo Páramos-Tordesillas	5.945,22	0,00	0	36,6	36,0	0,035	19,8	85,71
08.22	Detrítico Profundo Arlanza	1.474,10	0,00	0	76,5	76,2	0,035	19,8	182,86	
Alto Duero	10.05	Calizas Arandilla-Rio Lobos	424,06	339,25	230	78,0	78,0	0,14	5,0	33,21
	10.02	Calizas Cabrejas-Soria	496,96	447,27	260	116,3	116,1	0,155	4,5	40,32
	10.03	Calizas de Araviana	435,04	217,52	270	58,7	58,8	0,115	6,0	33,04
	10.04	Almazán Sur	1.051,04	788,28	280	220,7	220,7	0,12	5,8	116,67
	88.01	Detrítico Cubeta de Almazán	2.669,72	2.269,26	40	181,3	180,7	0,075	9,2	186,67
	08.11	Detrítico de Aranda de Duero	2.062,02	1.649,61	35	93,9	93,7	0,095	7,3	73,68
	08.12	Detrítico de Riaza	1.575,09	1.260,08	35	44,1	43,9	0,095	7,3	31,58
	08.20	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	1.063,97	0,00	0	36,1	35,9	0,045	15,4	66,67
	08.21	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	1.474,10	0,00	0	48,3	47,7	0,035	19,8	114,29
Adaja-Eresma	08.10	Páramo de Cuéllar	899,39	719,51	55	39,6	39,4	0,14	5,0	16,79
	08.13	Páramo de Corozos	410,53	369,47	42	15,5	15,4	0,145	4,8	6,21
	08.14	Arenales Esgueva-Cega	2.042,20	1.633,76	30	49,0	49,0	0,118	5,9	27,97
	08.15	Arenales Adaja-Zapardiel	2.875,63	2.300,50	30	69,0	69,0	0,11	6,3	43,18
	08.16	Arenales Guareña-Trabancos	2.664,75	2.131,80	35	74,6	74,6	0,095	7,3	55,26
	11.01	Calizas Duratón-Sepúlveda	1.403,34	701,67	185	129,8	129,7	0,135	5,1	61,85
	11.02	Terciario y calizas de Segovia	1.385,32	969,72	95	92,1	91,9	0,095	7,3	65,26
	08.19	Detrítico Profundo de Los Arenales	8.658,12	0,00	0	43,5	43,5	0,035	19,8	104,29
	99.01	Detrítico del Amblés	229,09	206,19	165	34,0	33,9	0,11	6,3	20,91
Tormes	12.01	Detrítico de Ciudad Rodrigo	416,10	353,69	65	23,0	22,7	0,075	9,2	20,67
	12.02	Detrítico de San Esteban	1.181,28	1.004,09	55	55,2	55,0	0,08	8,7	47,50
	12.03	Detrítico de La Armuña (superficial)	1.480,17	1.258,14	65	81,8	81,8	0,095	7,3	56,84
	12.04	Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	974,77	779,82	30	23,4	23,3	0,135	5,1	10,37
	12.05	Detrítico Profundo de Salamanca	2.454,94	2.332,19	5	16,9	17,3	0,025	27,7	56,00
	99.02	Detrítico del Corneja	61,16	55,04	275	15,1	15,2	0,105	6,6	9,52
					Suma	<b>3.379,3</b>	<b>3.374,1</b>			

**Tabla 26.** Parámetros de simulación modelos de agotamiento aplicados a las UHMod. Cuenca del Duero

Los datos bibliográficos existentes sobre tasas de recarga indican valores de entre 18 a 36 mm en el Terciario Detrítico, de 120 mm en la Fm. Calizas de Páramo y de entre 125-180 mm en las formaciones carbonáticas mesozoicas, por lo que los valores obtenidos mediante la calibración de los modelos de agotamiento en la UHMod, utilizando las series de escorrentía subterránea ofrecidas por SIMPA, no resultan disonantes, quizás los valores de tasa de recarga fijados en las formaciones mesozoicas carbonáticas resulten algo elevados. También resultan elevadas las tasas de infiltración concedidas a las cubetas terciarias de Ambles y Corneja. En estos casos es posible que sea necesario revisar a la baja las tasas de infiltración y plantear la posible alimentación de los acuíferos a favor de cauce influentes (perdedores), sobre los que no se dispone de datos.

Los modelos definidos para SIMGES se recogen en las fichas resumen que aparecen en el Apéndice 2, en el cual se indica si el modelo de simulación correspondiente a cada UHMod es unicelular o pluricelular, y en el caso de modelo pluricelular de cuantas celdas se compone. Como se indicó en la metodología, los modelos pluricelulares pretenden englobar en las UHMod definidas las MASb, de manera que en las fichas del Apéndice 2 se indica la vinculación entre las UHMod y las MASb y los parámetros de simulación que corresponderían a cada MASb.

Para establecer la descarga a los cauces, y a partir de la información bibliográfica disponible, se han fijado los coeficientes de reparto a aplicar a la cada UHMod (acuíferos en SIMGES) que permitan trasladar la escorrentía subterránea a cada cauce. Asimismo, considerando los esquema topológicos definidos para cada sistema de explotación, se han fijado los tramos de cauces en concreto que serían los receptores de la escorrentía subterránea, para ello se ha considerado el esquema regional de relación río-acuífero que se muestra en la Figura 33, para el régimen natural.

Según se muestra en la Figura 33, la práctica totalidad de los cauces de la Cuenca del Duero, cuando mantienen conexión hidráulica con los acuíferos, funcionan como efluentes, bien como consecuencia de descargas puntuales (manantiales) o favor de descargas difusas. Sólo ciertas zonas del valle bajo del Esla funcionan, en régimen natural, como influentes: río Cea, en un tramo de 8 km aguas abajo del Aº de Toro; el río Valderaduey, aguas arriba del Aº Ahogaborricos, tramo final del río Sequillo y algunos tramos altos de poscauces de la Región Los Arenales –recarga de las arenas eólicas- (IGME, 1979).

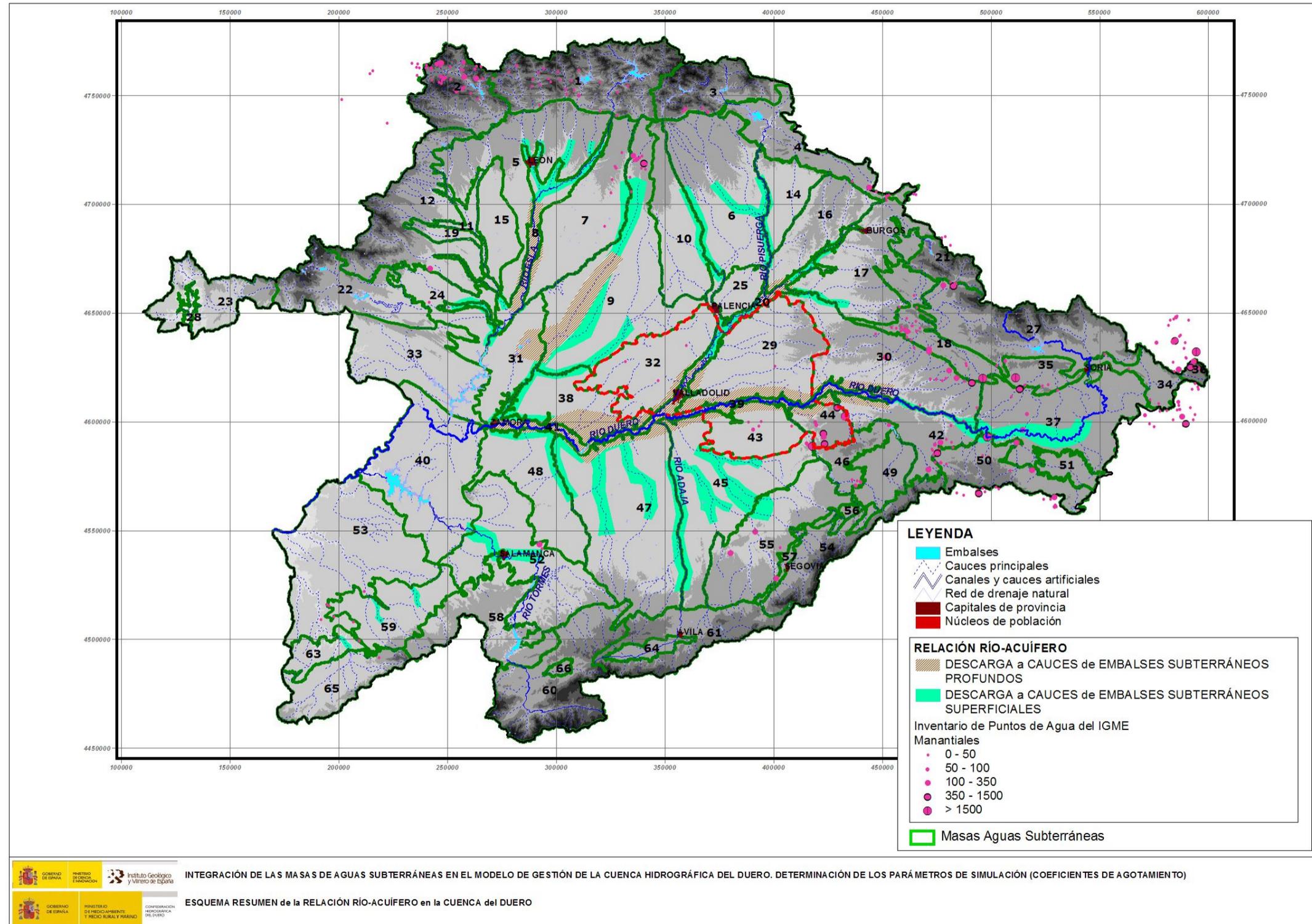


Figura 33. Esquema resumen de la relación río-acuífero en la Cuenca del Duero

### 5.3. Régimen Influenciado (retornos de riegos y extracciones)

Para la ejecución de los modelos para la simulación de la gestión conjunta desarrollados para cada sistema de explotación ha sido necesario generar algunos de los elementos que caracterizan el régimen influenciado en las UHMod definidas. Así, se han establecido los retornos de riego y las extracciones para cada UHMod, y para cada MASb.

Una vez fijados los elementos que caracterizan el régimen influenciado (materializado a través de los retornos de riegos y extracciones), el modelo de simulación pueda calcular las modificaciones que el régimen influenciado en los acuíferos impone en la escorrentía subterránea (afección a las descargas a cauces), las mediante la utilización del principio de superposición (aplicable ya que se consideran los acuíferos como sistemas lineales, aún en régimen influenciado).

Para el cálculo de los retornos de riego se ha utilizado la siguiente información, suministrada por la OPHCHD referente a las Unidades de Demanda Agrícola (UDA): localización, coeficientes de eficiencia de riegos (coeficientes de eficiencia en el transporte, distribución y aplicación) y demanda total.

Cada una de las UDAs consideradas en cada sistema de explotación ha sido asignada a una UHMod, considerando que los retornos de riegos cada una de las Udas recarga a un acuífero en concreto (la asignación UDA-UHMod se recoge en una ficha resumen del Apéndice 2).

El coeficiente de infiltración en regadíos, que permite calcular la recarga adicional, que reciben los acuíferos, proveniente de la infiltración de aguas aplicadas en el regadío se ha fijado mediante las siguientes expresiones:

Coeficiente de consumo:

$$C_{consumo} = Ef_{transporte} \cdot Ef_{distribución} \cdot Ef_{aplicación} \quad (13)$$

Coeficiente de retorno (al sistema superficial):

$$C_{retorno} = 1 - (Ef_{transporte} \cdot Ef_{distribución}) \quad (14)$$

Coeficiente de infiltración:

$$C_{infiltración} = Ef_{transporte} \cdot Ef_{distribución} \cdot (1 - Ef_{aplicación}) \quad (15)$$

donde:

$E_{\text{transporte}}$ , eficiencia en el transporte del agua (en %)

$E_{\text{distribución}}$ , eficiencia en la distribución del agua de riego (en %)

$E_{\text{aplicación}}$ , eficiencia en la aplicación del agua de riego, depende del sistema de regadío –gravedad, aspersión, localizado, etc.- (en %)

Los coeficientes de consumo, retorno e infiltración a considerar en cada UDA y el acuífero o acuíferos asociados se recogen en el Apéndice 2. A modo se resumen en las tablas 27 y 28 los balances hidrogeológicos de las UHMod definidas correspondientes al régimen natural e influenciado, considerando los retornos de riegos que registrarían las UHMod definidas considerando los datos de demanda de riego que maneja la OPHCHD para las diferentes UDAs y los datos de extracciones que ha suministrado la OPDCHD.

En la Tabla 28, correspondiente al régimen influenciado se observan ciertas UHMod que incluyen MASb que están sometidas a un extracción no sostenible de sus recursos hídricos subterráneos, lo que se manifiesta en detracciones a cauces (drenaje a cauces negativos) e inversiones de flujo en las transferencias laterales/verticales (salidas laterales subterráneas negativas). Las MASb afectadas son: 38-Tordesillas, 47-Medina del Campo y 48-Tierra del Vino.

Respecto a las extracciones en la Tabla 29 se muestran los datos por MAS, segregando las demandas urbanas (asociadas a Unidades de Demanda Urbana –UDA-) y las agrícolas (Unidades de Demanda Agrícola –UDA-). A nivel de demarcación hidrográfica, el 93,3% de las extracciones de aguas subterráneas se emplean en satisfacer demandas agrícolas y tan sólo el 6,7% restante se utiliza para suministrar demandas urbanas.

Sistema Explotación	Unidades Hidrogeológicas de Modelación		RÉGIMEN NATURAL					
			Recarga Inf. Lluvia (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subt. (hm <sup>3</sup> /a)	ENTRADAS (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Salida Lateral Subt. (hm <sup>3</sup> /a)	SALIDAS (hm <sup>3</sup> /a)
Esla	08.01	Detrítico Valle del Tera	31,13	0,00	<b>31,13</b>	31,24	0,00	<b>31,24</b>
	08.02	Detrítico Cuaternario y Terciario Orbigo-Esla	313,38	0,00	<b>313,38</b>	313,54	0,00	<b>313,54</b>
	08.03	Detrítico Tierra de Campos	113,65	0,00	<b>113,65</b>	102,33	10,89	<b>113,22</b>
	08.04	Detrítico Villafáfila	23,59	0,00	<b>23,59</b>	23,64	0,00	<b>23,64</b>
	09.01	Calizas cantábricas Esla-Cea	173,87	0,00	<b>173,87</b>	173,92	0,00	<b>173,92</b>
Pisuerga	09.02	Calizas cantábricas Carrión-Pisuerga	170,21	0,00	<b>170,21</b>	170,08	0,00	<b>170,08</b>
	09.03	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	75,27	0,00	<b>75,27</b>	60,09	15,02	<b>75,12</b>
	09.04	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	71,05	0,00	<b>71,05</b>	56,82	14,21	<b>71,03</b>
	10.01	Calizas Alto Arlanza-Arlanzón	162,84	0,00	<b>162,84</b>	86,09	76,52	<b>162,61</b>
	08.05	Detrítico Carrión-Pisuerga	127,97	15,02	<b>142,99</b>	128,12	14,24	<b>142,36</b>
	08.06	Detrítico Arlanza-Arlanzón	162,16	14,21	<b>176,37</b>	176,38	0,00	<b>176,38</b>
	08.07	Páramo de Astudillo	12,53	0,00	<b>12,53</b>	12,55	0,00	<b>12,55</b>
	08.08	Páramo de Torozos	54,60	0,00	<b>54,60</b>	54,48	0,00	<b>54,48</b>
	08.09	Páramo de Esgueva	44,08	0,00	<b>44,08</b>	44,14	0,00	<b>44,14</b>
	08.17	Detrítico y aluviales Tordesillas-Valladolid	60,55	0,00	<b>60,55</b>	60,48	0,00	<b>60,48</b>
	08.18	Detrítico Profundo Páramos-Tordesillas	0,00	36,55	<b>36,55</b>	36,04	0,00	<b>36,04</b>
08.22	Detrítico Profundo Arlanza	0,00	76,52	<b>76,52</b>	64,74	11,42	<b>76,16</b>	
Alto Duero	10.05	Calizas Arandilla-Río Lobos	78,03	0,00	<b>78,03</b>	29,65	48,31	<b>77,96</b>
	10.02	Calizas Cabrejas-Soria	116,29	0,00	<b>116,29</b>	69,65	46,43	<b>116,08</b>
	10.03	Calizas de Araviana	58,73	0,00	<b>58,73</b>	41,17	17,64	<b>58,81</b>
	10.04	Almazán Sur	220,72	0,00	<b>220,72</b>	176,59	44,15	<b>220,73</b>
	88.01	Detrítico Cubeta de Almazán	90,77	90,56	<b>181,33</b>	144,54	36,14	<b>180,68</b>
	08.11	Detrítico de Aranda de Duero	57,74	36,14	<b>93,87</b>	93,75	0,00	<b>93,75</b>
	08.12	Detrítico de Riaza	44,10	0,00	<b>44,10</b>	43,85	0,00	<b>43,85</b>
	08.20	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	18,48	17,66	<b>36,14</b>	35,87	0,00	<b>35,87</b>
08.21	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	0,00	48,31	<b>48,31</b>	47,70	0,00	<b>47,70</b>	
Adaja-Eresma	08.10	Páramo de Cuéllar	39,57	0,00	<b>39,57</b>	39,36	0,00	<b>39,36</b>
	08.13	Páramo de Corozos	15,52	0,00	<b>15,52</b>	15,39	0,00	<b>15,39</b>
	08.14	Arenales Esgueva-Cega	49,01	0,00	<b>49,01</b>	44,09	4,90 <sup>(a)</sup>	<b>48,99</b>
	08.15	Arenales Adaja-Zapardiel	69,02	0,00	<b>69,02</b>	62,08	6,90 <sup>(a)</sup>	<b>68,98</b>
	08.16	Arenales Guareña-Trabancos	74,61	0,00	<b>74,61</b>	67,15	7,46 <sup>(a)</sup>	<b>74,61</b>
	11.01	Calizas Duratón-Sepúlveda	129,81	0,00	<b>129,81</b>	129,67	0,00	<b>129,67</b>
	11.02	Terciario y calizas de Segovia	92,12	0,00	<b>92,12</b>	83,49	8,42	<b>91,91</b>
	08.19	Detrítico Profundo de Los Arenales	0,00	42,40	<b>42,40</b>	43,34	0,00	<b>43,34</b>
	99.01	Detrítico del Amblés	34,02	0,00	<b>34,02</b>	33,91	0,00	<b>33,91</b>
	Tormes	12.01	Detrítico de Ciudad Rodrigo	22,99	0,00	<b>22,99</b>	22,67	0,00
12.02		Detrítico de San Esteban	55,22	0,00	<b>55,22</b>	55,02	0,00	<b>55,02</b>
12.03		Detrítico de La Armuña (superficial)	81,78	0,00	<b>81,78</b>	77,69	4,09 <sup>(b)</sup>	<b>81,78</b>
12.04		Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	23,39	0,00	<b>23,39</b>	22,15	1,17 <sup>(b)</sup>	<b>23,32</b>
12.05		Detrítico Profundo de Salamanca	11,66	5,25	<b>16,92</b>	2,60	14,72	<b>17,32</b>
99.02		Detrítico del Corneja	15,14	0,00	<b>15,14</b>	15,19	0,00	<b>15,19</b>
		<b>CUENCA del DUERO</b>	<b>2.995,61</b>	<b>382,63</b>	<b>3.378,24</b>	<b>2.991,25</b>	<b>382,63</b>	<b>3.373,88</b>

<sup>(a)</sup> y <sup>(b)</sup> Corresponden a transferencias verticales desde los niveles mas superficiales a los profundos

**Tabla 27.** Balance hidrogeológico de las UHMod definidas en la Cuenca del Duero (Régimen Natural)

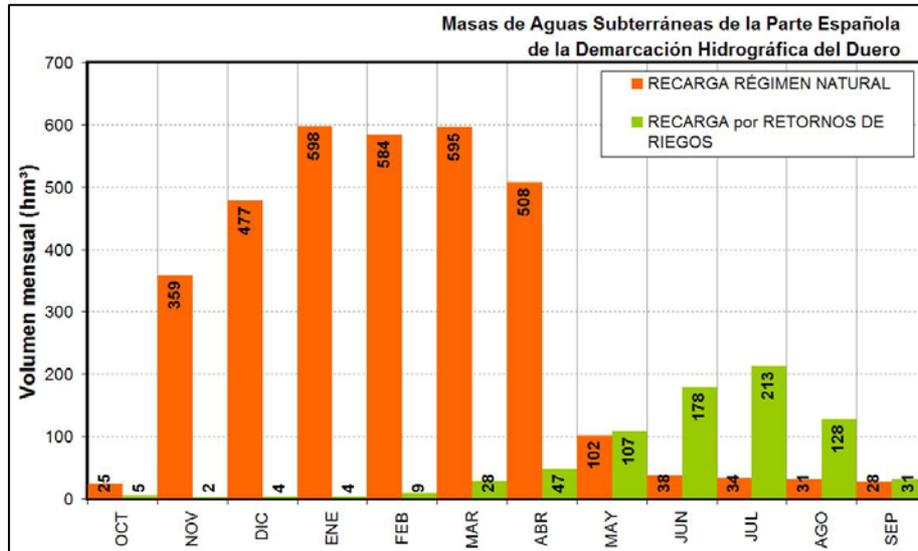
Sistema Explotación	Unidades Hidrogeológicas de Modelación		RÉGIMEN INFLUENCIADO							
			Recarga (hm <sup>3</sup> /a)			ENTRADAS (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje MAS (hm <sup>3</sup> /a)	Salida Lateral Subt. (hm <sup>3</sup> /a)	SALIDAS (hm <sup>3</sup> /a)
			Inf. Lluvia	Inf. Riegos	Transf. Lateral					
Esla	08.01	Detrítico Valle del Tera	31,13	29,44	0,00	<b>60,57</b>	2,11	58,47	0,00	<b>60,57</b>
	08.02	Detrítico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	313,38	314,51	0,00	<b>627,89</b>	56,36	571,53	0,00	<b>627,89</b>
	08.03	Detrítico Tierra de Campos	113,65	12,82	0,00	<b>126,47</b>	51,63	67,64	7,20	<b>126,47</b>
	08.04	Detrítico Villafafila	23,59	3,62	0,00	<b>27,21</b>	15,37	11,85	0,00	<b>27,21</b>
	09.01	Calizas cantábricas Esla-Cea	173,87	0,00	0,00	<b>173,87</b>	6,89	166,98	0,00	<b>173,87</b>
Pisuerga	09.02	Calizas cantábricas Carrión-Pisuerga	170,21	0,00	0,00	<b>170,21</b>	1,52	168,69	0,00	<b>170,21</b>
	09.03	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	75,27	0,00	0,00	<b>75,27</b>	1,10	59,34	14,83	<b>75,27</b>
	09.04	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	71,05	0,00	0,00	<b>71,05</b>	0,73	56,26	14,06	<b>71,05</b>
	10.01	Calizas Alto Arlanza-Arlanzón	162,84	0,00	0,00	<b>162,84</b>	1,22	85,56	76,06	<b>162,84</b>
	08.05	Detrítico Carrión-Pisuerga	127,97	124,07	14,83	<b>266,87</b>	14,99	226,69	25,19	<b>266,87</b>
	08.06	Detrítico Arlanza-Arlanzón	162,16	13,22	14,06	<b>189,45</b>	6,84	182,60	0,00	<b>189,45</b>
	08.07	Páramo de Astudillo	12,53	0,63	0,00	<b>13,15</b>	2,51	10,64	0,00	<b>13,15</b>
	08.08	Páramo de Torozos	54,60	2,05	0,00	<b>56,65</b>	5,96	50,70	0,00	<b>56,65</b>
	08.09	Páramo de Esgueva	44,08	9,95	0,00	<b>54,03</b>	4,01	50,02	0,00	<b>54,03</b>
	08.17	Detrítico y aluviales Tordesillas-Valladolid	60,55	81,38	0,00	<b>141,93</b>	74,70	67,22	0,00	<b>141,93</b>
	08.18	Detrítico Profundo Páramos-Tordesillas	0,00	0,00	43,38	<b>43,38</b>	81,75	-38,36	0,00	<b>43,38</b>
08.22	Detrítico Profundo Arlanza	0,00	0,00	76,06	<b>76,06</b>	2,75	62,31	11,00	<b>76,06</b>	
Alto Duero	10.05	Calizas Arandilla-Rio Lobos	78,03	0,00	0,00	<b>78,03</b>	1,26	29,19	47,57	<b>78,03</b>
	10.02	Calizas Cabrejas-Soria	116,29	0,00	0,00	<b>116,29</b>	0,22	69,64	46,43	<b>116,29</b>
	10.03	Calizas de Araviana	58,73	0,00	0,00	<b>58,73</b>	0,07	41,06	17,60	<b>58,73</b>
	10.04	Almazán Sur	220,72	0,00	0,00	<b>220,72</b>	0,18	176,43	44,11	<b>220,72</b>
	88.01	Detrítico Cubeta de Almazán	90,77	12,74	90,49	<b>194,00</b>	1,84	153,73	38,43	<b>194,00</b>
	08.11	Detrítico de Aranda de Duero	57,74	20,61	38,43	<b>116,78</b>	3,28	113,50	0,00	<b>116,78</b>
	08.12	Detrítico de Riaza	44,10	10,98	0,00	<b>55,08</b>	1,96	53,12	0,00	<b>55,08</b>
	08.20	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	18,48	0,19	17,64	<b>36,31</b>	0,98	35,33	0,00	<b>36,31</b>
	08.21	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	0,00	0,00	47,57	<b>47,57</b>	7,66	39,91	0,00	<b>47,57</b>
Adaja-Eresma	08.10	Páramo de Cuéllar	39,57	3,11	0,00	<b>42,68</b>	10,88	31,80	0,00	<b>42,68</b>
	08.13	Páramo de Corozos	15,52	0,32	0,00	<b>15,84</b>	1,99	13,85	0,00	<b>15,84</b>
	08.14	Arenales Esgueva-Cega	49,01	14,66	0,00	<b>63,67</b>	32,30	28,23	3,14	<b>63,67</b>
	08.15	Arenales Adaja-Zapardiel	69,02	40,21	0,00	<b>109,23</b>	115,19	-5,37	-0,60	<b>109,23</b>
	08.16	Arenales Guareña-Trabancos	74,61	26,54	0,00	<b>101,15</b>	117,66	-14,86	-1,65	<b>101,15</b>
	11.01	Calizas Duratón-Sepúlveda	129,81	2,05	0,00	<b>131,86</b>	8,96	122,90	0,00	<b>131,86</b>
	11.02	Terciario y calizas de Segovia	92,12	8,72	0,00	<b>100,84</b>	19,34	74,03	7,47	<b>100,84</b>
	08.19	Detrítico Profundo de Los Arenales	0,00	0,00	16,11	<b>16,11</b>	68,77	-52,66	0,00	<b>16,11</b>
Tormes	99.01	Detrítico del Ambles	34,02	1,13	0,00	<b>35,15</b>	4,82	30,33	0,00	<b>35,15</b>
	12.01	Detrítico de Ciudad Rodrigo	22,99	2,33	0,00	<b>25,32</b>	0,59	24,73	0,00	<b>25,32</b>
	12.02	Detrítico de San Esteban	55,22	1,43	0,00	<b>56,66</b>	3,39	53,26	0,00	<b>56,66</b>
	12.03	Detrítico de La Armuña (superficial)	81,78	11,75	0,00	<b>93,53</b>	25,01	65,09	3,43	<b>93,53</b>
	12.04	Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	23,39	7,44	0,00	<b>30,84</b>	13,64	16,33	0,86	<b>30,84</b>
	12.05	Detrítico Profundo de Salamanca	11,66	0,00	4,29	<b>15,95</b>	6,82	1,37	7,76	<b>15,95</b>
99.02	Detrítico del Corneja	15,14	0,02	0,00	<b>15,15</b>	0,10	15,05	0,00	<b>15,15</b>	
<b>CUENCA del DUERO</b>			<b>2.995,61</b>	<b>755,90</b>	<b>362,87</b>	<b>4.114,38</b>	<b>777,37</b>	<b>2.974,14</b>	<b>362,87</b>	<b>4.114,38</b>

**Tabla 28.** Balance hidrogeológico de las UHMod definidas en la Cuenca del Duero (Régimen Influenciado)

Sistema Explotación	Masas de Aguas Subterráneas	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	UDAs (hm <sup>3</sup> /a)	UDU (hm <sup>3</sup> /a)
Esla	1 GUARDO	6,32	4,78	1,54
	2 LA POLA DE GORDÓN	0,57	0,10	0,47
	5 TERCARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	18,53	10,85	7,69
	7 TERCARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	14,29	13,30	0,99
	8 ALUVIAL DEL ESLA	13,74	10,66	3,08
	9 TIERRA DE CAMPOS	37,35	35,22	2,13
	11 ALUVIAL DEL ÓRBIGO	9,60	7,41	2,19
	12 LA MARAGATERÍA	1,94	1,09	0,84
	15 RAÑA DEL ÓRBIGO	9,12	7,72	1,40
	19 RAÑA DE LA BAÑEZA	3,43	3,33	0,10
	24 VALLE DEL TERA	2,11	1,87	0,23
31 VILLAFÁFILA	15,37	14,49	0,88	
Pisuerga	3 CERVERA DE PISUERGA	1,52	0,99	0,53
	4 QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	1,83	1,52	0,31
	6 VALDAVIA	6,00	5,27	0,73
	10 CARRIÓN	7,00	6,54	0,46
	14 VILLADIEGO	1,99	1,56	0,43
	16 CASTROJERIZ	2,71	2,20	0,51
	17 BURGOS	6,88	5,42	1,46
	18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1,22	1,09	0,13
	20 ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	11,64	10,76	0,88
	25 PÁRAMO DE ASTUDILLO	2,51	2,50	0,01
	29 PÁRAMO DE ESGUEVA	13,36	13,04	0,32
	32 PÁRAMO DE TOROZOS	8,51	8,22	0,29
	38 TORDESILLAS	67,15	64,80	2,35
	39 ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	5,90	5,67	0,23
41 ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	10,16	9,67	0,49	
67 TERCARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	49,70	49,37	0,33	
Alto Duero	18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1,26	1,09	0,17
	30 ARANDA DE DUERO	10,94	6,38	4,56
	34 ARAVIANA	0,07	0,00	0,07
	35 CABREJAS-SORIA	0,22	0,10	0,12
	37 CUENCA DE ALMAZÁN	1,82	0,95	0,87
	42 RIAZA	1,58	0,98	0,60
	49 AYLLÓN (Terciario)	0,70	0,49	0,20
	50 ALMAZÁN SUR	0,18	0,00	0,18
51 PÁRAMO DE ESCALOTE	0,02	0,00	0,02	
Adaja-Eresma	43 PÁRAMO DE CUÉLLAR	13,36	12,42	0,94
	44 PÁRAMO DE CORCOS	2,65	1,83	0,82
	45 LOS ARENALES	50,47	49,00	1,47
	46 SEPÚLVEDA	0,23	0,05	0,18
	47 MEDINA DEL CAMPO	191,28	188,15	3,13
	48 TIERRA DEL VINO	89,69	87,80	1,89
	49 AYLLÓN (Cretácico)	0,30	0,21	0,09
	55 CANTIMPALOS	27,27	25,16	2,11
	56 PRÁDENA	0,25	0,08	0,17
57 SEGOVIA	0,26	0,23	0,03	
64 VALLE DE AMBLÉS	4,82	4,53	0,29	
Tormes	52 SALAMANCA	45,48	42,86	2,62
	59 LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	3,39	3,12	0,27
	63 CIUDAD RODRIGO	0,59	0,06	0,53
	66 VALDECORNEJA	0,10	0,07	0,03
	<b>Cuenca del Duero</b>	<b>777,37</b>	<b>725,01</b>	<b>52,36</b>
		93,3%	6,7%	

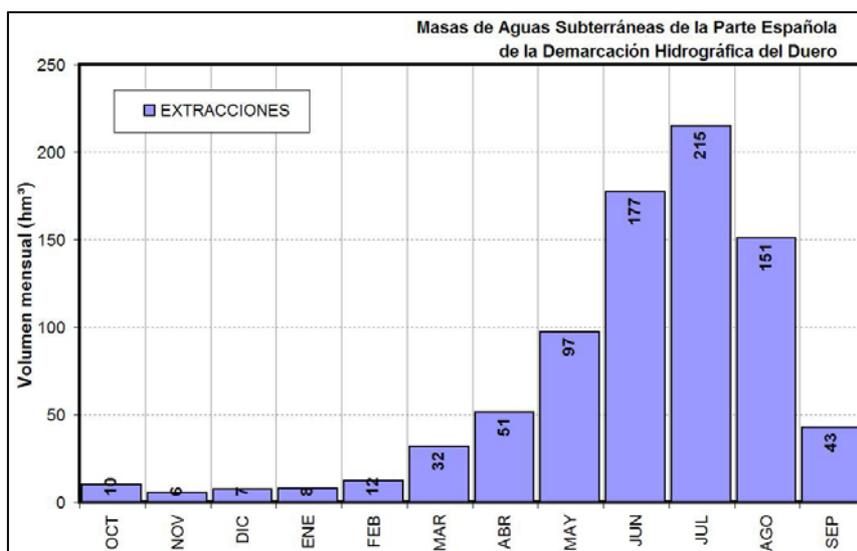
**Tabla 29.** Datos de extracciones por MASb. Cuenca del Duero

En la Figura 34 se muestra la distribución mensual de la recarga en régimen natural que registran las UHMod definidas en la Cuenca del Duero, evaluada en un promedio anual de 3.373,88 hm<sup>3</sup>, y la recarga asociada a retornos de riegos, evaluada en un promedio anual de 755,90 hm<sup>3</sup>.

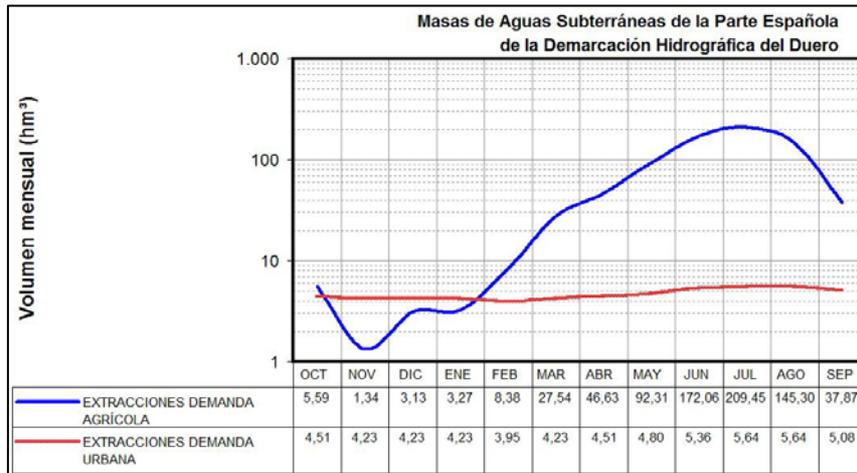


**Figura 34.** Distribución mensual de la recarga en régimen natural que registran las UHMod definidas en la Cuenca del Duero y la recarga asociada a retornos de riegos

En la Figura 35 se muestra la distribución mensual de las extracciones que registran las MASb definidas en la Cuenca del Duero (809,30 hm<sup>3</sup>/a). En la Figura 36 se muestran las extracciones mensuales segregadas para uso agrícola (UDA) y uso urbano (UDU).



**Figura 35.** Distribución mensual de las extracciones en las MASb incluidas en las UHMod definidas en la Cuenca del Duero



**Figura 36.** Distribución mensual de las extracciones según usos en las MASb incluidas en las UHMod definidas en la Cuenca del Duero

## 5.4. Piezometría

Al objeto de analizar la bondad de los ajustes, además de comparar las series de escorrentía subterránea obtenidas de aplicar los modelos de agotamiento a las UHMod definidas, se ha incluido un modelo piezométrico simplificado, mediante el que se pretende obtener un valor de piezometría en cada una de las celdas en que haya sido discretizada la UHMod correspondiente, considerando que se han simulado mediante modelos unicelulares o pluricelulares, la cual puede ser comparada con la piezometría registrada en las redes de control oficial de aguas subterráneas.

Así, si la UHMod se ha simulado mediante un modelo unicelular, se podrá obtener la piezométrica de referencia del sistema hidrogeológico simulado considerando:

- La cota de rebose natural de la UHMod  $-H_0-$ , la cual puede quedar definida de las siguientes formas:
  - *Modelo de drenaje puntual*, si la descarga es puntual y asociada a un manantial o grupo de manantiales, la cota de rebose corresponde con la cota de drenaje de la concreta donde se produce la descarga preferencial de los acuíferos que constituyen la UHMod.

- Modelo de drenaje multi-puntual, ya que el drenaje se desarrolla por diversos puntos (manantiales o grupo de manantiales situados en el borde), la cota de rebosa corresponde con el promedio de las cotas de drenaje de los diferentes puntos por donde se produce la descarga preferencial de los acuíferos que constituyen la UHMod.
  - Modelo de drenaje lineal, cuando el drenaje se asocia a un cauce, existiendo un tramo del mismo que recoge la descarga difusa de los acuíferos que constituyen la UHMod. En este caso la cota de rebosa no es única, quedando restringida por las cotas de los puntos aguas arriba y abajo que definen el tramo efluente del cauce. Por convenio se toma como cota de rebosa la cota mínima, o sea la del extremo situado aguas abajo, entendiendo que los cauces naturales suelen presentar una pendiente hidráulica suave.
- La superficie efectiva de la UHMod, que corresponde con la superficie permeable- $A_0$ -.
  - El parámetro de almacenamiento  $-S$ -, que dependiendo de si el régimen piezométrico es libre o confinado corresponderá a la porosidad eficaz  $-S_e$ - o al almacenamiento elástico específico  $-S_s$ -.

Ya que se puede expresar el volumen almacenado por encima de la cota de rebosa o volumen de almacenamiento dinámico  $-V(t)$ - al final de un paso de tiempo  $-\Delta t$ - como:

$$V(t) = \frac{Q(t)}{\alpha} = \frac{Q(t-1)}{\alpha} \cdot e^{-\alpha \cdot \Delta t} + \frac{(1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t})}{\alpha} \cdot \sum_{m=1}^{N_a} R^m(\Delta t) \quad (16)$$

donde:

$Q(t-1)$ , caudal de descarga al inicio del paso de tiempo  $\Delta t$  [ $\Delta t = t - (t-1)$ ]

$Q(t)$ , caudal de descarga al final del paso de tiempo  $\Delta t$

$\alpha$ , parámetro de agotamiento

$R^m$ , acciones elementales que se ejercen sobre la UHMod, toman un valor constante durante el paso de tiempo  $-\Delta t$ - ( $N_a$ : número de acciones elementales). El sumatorio , corresponde a la recarga neta que registra la UHMod en el paso de tiempo  $\Delta t$ .

De tal manera que este volumen de almacenamiento dinámico corresponde a:

$$V(t) = A_0 \cdot S \cdot [H(t) - H_0] \quad (17)$$

donde:

$V(t)$ , volumen de almacenamiento dinámico (volumen de agua subterránea por encima de la cota de rebose) en  $\text{hm}^3$

$A_o$ , superficie permeable en  $\text{km}^2$

$S$ , coeficiente de almacenamiento

$H(t)$ , cota piezométrica simplificada

$H_o$ , cota de rebose

Y, por tanto se puede expresar:

$$H(t) = H_o + \frac{V(t)}{A_o \cdot S} = H_o + \frac{Q(t-1)}{\alpha \cdot A_o \cdot S} \cdot e^{-\alpha \cdot \Delta t} + \frac{(1 - e^{-\alpha \cdot \Delta t})}{\alpha \cdot A_o \cdot S} \cdot \sum_{n=1}^{Na} R_n^m(\Delta t) \quad (18)$$

De igual manera, para un modelo pluricelular se tendría que:

$$H_{(n)}(t) = H_{o(n)} + \frac{Q_{(n)}(t-1)}{\alpha_{(n)} \cdot A_{o(n)} \cdot S_{(n)}} \cdot e^{-\alpha_{(n)} \cdot \Delta t} + \frac{(1 - e^{-\alpha_{(n)} \cdot \Delta t})}{\alpha_{(n)} \cdot A_{o(n)} \cdot S_{(n)}} \cdot \sum_{m=1}^{Na} R_n^m(\Delta t) \quad (19)$$

Siendo  $n$  el indicador del depósito lineal o celda considerada, por lo que es necesario fijar una cota de rebose para cada celda. Como en los modelos pluricelulares definidos cada celda se ha hecho coincidir con cada una de las MASb que han servido de referencia para definir la UHMod, estas cotas de rebose se definen en función del modelo de descarga que presente cada MASb.

Este tipo de modelos piezométricos simplificados sólo son aplicables cuando la UHMod responda a un sistema hidrogeológico lineal.

En las fichas resumen de las MASb que se recogen en el Apéndice 2 se fijan las cotas de rebose y se comparan los resultados del modelo piezométrico simplificado con las series de datos correspondientes a los datos de cota piezométrica registrados en los puntos de control existentes en la red piezométrica oficial de la MASb, de hecho se compara la cota piezométrica simplificada con la cota mínima, promedio y máxima registrada en el conjunto de piezómetros, cuando existe red piezométrica. Los datos de coeficientes de almacenamiento que son necesario imponer para obtener unas cotas piezométricas simplificadas coherentes con las registradas en las redes de control resultan bastante próxima a los datos existentes.

## 6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

IGME, 1977: "Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Subsector Cuenca del Duero".

IGME, 1979: "Investigación de Aguas Subterráneas de la Cuenca del Duero. Sistemas N<sup>os</sup> 8 y 12".

Pulido Velázquez, D.; Sahuquillo Heráiz, A.; Andreu Álvarez, J.; Pulido Velázquez, M. (2006): *"Simulación del Flujo Subterráneo en Sistemas Complejos de Uso Conjunto"*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Vera, J.A. (Editor) (2004): Geología de España. Soc. Geol. España-IGME, 890 pp. Mapas Geológico y Tectónico, escala 1:2.000.000.

# APÉNDICES

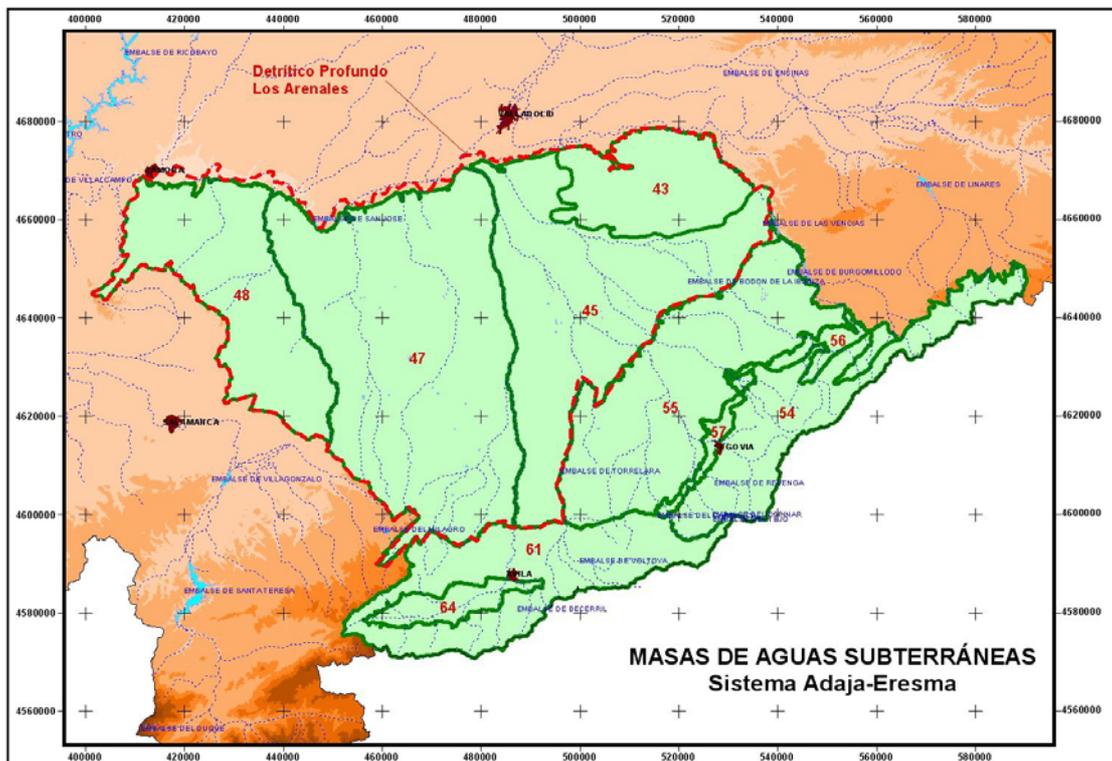
# **APÉNDICE 1. Informes sobre masas de agua subterránea elaborados para el documento de planificación “ESQUEMA PROVISIONAL DE TEMAS IMPORTANTES. PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO”**

## Sistema de Explotación Eresma-Cega

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema Eresma-Cega un total de diez (10) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), de las cuales siete (8) han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones carbonatadas mesozoicas (55-Cantimpalos, 56-Prádena y 57-Segovia), las formaciones detríticas del Terciario del Duero pertenecientes al sistema hidrogeológico Los Arenales (45-Los Arenales, 47-Medina del Campo y 48-Tierra del Vino), las formaciones de calizas tabulares de los Páramos (43-Páramo de Cuéllar) y el detrítico del valle del Amblés (64-Valle del Amblés); y las dos (2) restantes vinculadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo (54-Guadarrama-Somosierra y 61-Sierra de Ávila).

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	899	720
45	LOS ARENALES	2.426	2.003
47	MEDINA DEL CAMPO	3.628	3.184
48	TIERRA DEL VINO	1.550	1.252
55	CANTIMPALOS	1.945	1.189
56	PRÁDENA	187	102
57	SEGOVIA	118	106
64	VALLE DE AMBLÉS	230	206
54	GUADARRAMA-SOMOSIERRA	1.133	0
61	SIERRA DE AVILA	1.395	0
SUMA		13.510	8.762



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Adaja-Cega, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Adaja-Cega se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero (13.885 km<sup>2</sup>) del sistema de explotación Adaja-Cega, se han concretado un total de 7 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

En el sistema Adaja-Cega, para el sistema hidrogeológico de Los Arenales, conformado por las MAS 45-Los Arenales, 47-Medina del Campo y 48-Tierra del Vino, se han diferenciado varias unidades de modelación correspondientes a los acuíferos superficiales (niveles productivos situados a profundidades inferiores a 200 m) asociados a las citadas MAS; y una unidad de modelación que pretende simular los niveles productivos más profundos (por debajo de 200 m de profundidad) que existen en este vasto sistema hidrogeológico, y que presentan un régimen piezométrico y una calidad segregadas de los embalses subterráneos superficiales (niveles productivos a menos de 200 m de profundidad).

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación Riaza		Unidades de Modelación Adaja-Eresma								
		08.12	08.20	08.10	08.13	08.14	08.15	08.16	11.01	11.02	08.19	99.01
Sistemas de Explotación	Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	Detrítico de Riaza	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	Páramo de Cuéllar	Páramo de Corcos	Arenales Esgueva-Cega	Arenales Adaja-Zapardiel	Arenales Guareña-Trabancos	Calizas Duratón-Sepúlveda	Terciario y calizas de Segovia	Detrítico Profundo de Los Arenales	Detrítico del Ambles
Riaza	42	RIAZA	61,98%									
	49	AYLLÓN (Terciario)	38,02%									
	44	PÁRAMO DE CORCOS			100,00%							
	-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza		100,00%								
	46	SEPÚLVEDA							34,10%			
Adaja-Eresma	43	PÁRAMO DE CUÉLLAR		100,00%								
	45	LOS ARENALES				100,00%	16,04%					
	47	MEDINA DEL CAMPO					83,96%	41,26%				
	48	TIERRA DEL VINO						58,74%				
	49	AYLLÓN (Cretácico)							8,46%			
	55	CANTIMPALOS							42,86%	91,60%		
	56	PRÁDENA							14,58%			
	57	SEGOVIA								8,40%		
	64	VALLE DE AMBLÉS										100,00%
	-	Detrítico Profundo de Los Arenales									100,00%	

*Coefficientes de reparto UMod del sistema de explotación Adaja-Cega*

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Adaja-Cega, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Adaja-Cega en régimen natural. En total, el sistema Adaja-Cega dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 459 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (433 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente a MAS del propio sistema (28 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	40	39	0
45	LOS ARENALES	60	54	6
47	MEDINA DEL CAMPO	89	80	9
48	TIERRA DEL VINO	44	39	4
55	CANTIMPALOS	123	115	8
56	PRÁDENA	19	19	0
57	SEGOVIA	8	8	0
64	VALLE DE AMBLÉS	34	34	0
-	Detrítico Profundo de Los Arenales	42	43	0
<b>Sistema Adaja-Cega</b>		<b>459</b>	<b>431</b>	<b>28</b>

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Adaja-Cega en régimen natural*

La transferencia vertical declarada para las MAS del sistema Adaja-Cega corresponde a los siguientes aspectos:

- Transferencia vertical subterránea desde las MAS 45-Los Arenales, 47-Medina del Campo y 48-Tierra del Vino hacia el Detrítico Profundo de Los Arenales, que en su conjuntos se cifra en 20 hm<sup>3</sup>/a. A este respecto, este volumen es posible que sea mayor por la recarga forzada a través de sondeos mal construidos que ponen en comunicación los acuíferos superficiales con el profundo.
- Transferencia lateral subterráneas desde la MAS 55-Cantimpalos hacia el Detrítico Profundo de Los Arenales, cifrada en 8 hm<sup>3</sup>/a.

Además, el Detrítico Profundo de Los Arenales recibe una transferencia lateral subterránea procedente de los acuíferos profundos del sistema Tormes, cifrada en 15 hm<sup>3</sup>/a.

Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Adaja-Cega procedentes del drenaje de las MAS.

También se han incluido las MAS de los sistemas de explotación Alto Duero y Riaza, al objeto de disponer de una visión de conjunto.

Descarga Natural a Cauces		Duero	Arandilla	Ucero	Riñuerto	Riaza	Duratón	Cega	Pirón	Eresma	Voltoya	Adaja	Zapardiel	Trabancos	Guareña	Drenaje a CAUCES
Alto Duero	18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	9,88	19,77												29,65
	30	ARANDA DE DUERO	93,75													93,75
	-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	47,70													47,70
	34	ARAVIANA	26,76		14,41											41,16
	35	CABREJAS-SORIA	27,86		41,79											69,66
	37	CUENCA DE ALMAZÁN	121,88													121,88
	50	ALMAZÁN SUR	176,59													176,59
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	22,68													22,68	
Riaza	42	RIAZA	26,32			0,87										27,19
	44	PÁRAMO DE CORCOS					15,40									15,40
	-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	35,87													35,87
	46	SEPÚLVEDA				13,26	30,95									44,21
	49	AYLLÓN (Terciario)				16,68										16,68
	49	AYLLÓN (Cretácico)				3,29	7,68									10,97
Adaja-Cega	43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	19,69				5,91	13,78								39,37
	45	LOS ARENALES						12,25	9,80	14,70	7,35	9,96				54,05
	47	MEDINA DEL CAMPO										20,27	31,85	18,47	9,24	79,83
	48	TIERRA DEL VINO														39,45
	55	CANTIMPALOS					16,68	38,91	21,05	42,10	12,63					131,36
	56	PRÁDENA						18,91								18,91
	57	SEGOVIA								7,72						7,72
	64	VALLE DE AMBLÉS										33,91				33,91
	-	Detrítico Profundo de Los Arenales	43,34													43,34
<b>SUMA</b>		642,44	9,88	61,56	14,41	34,10	76,61	83,84	30,85	64,52	19,98	64,13	31,85	18,47	48,68	1.201,32
																<b>603,07</b>
																<b>150,31</b>
																<b>447,93</b>

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistemas Alto Duero, Riaza y Adaja-Cega*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar.

Es reseñable el gran número de ecosistemas tipo humedal que existen en el sistema de explotación Adaja-Eresma y cuyo modo de alimentación es de origen subterráneo (humedales hipogénicos), bien procedente de flujos superficiales (rezumes a favor de niveles permeables superficiales -rañas, depósitos de arena eólicas o terrazas fluviales-) o de flujo regional o profundo asociado a las masas de aguas subterráneas. Los humedales de mayor relevancia ocupan una superficie de 440,6 ha y se estima una evaporación media anual de 1,80 hm<sup>3</sup>/a, pudiendo considerarse esta cifra como la demanda ecológica vinculada a estos humedales, como objetivo para mantener una tasa de renovación hídrica adecuada que permita la persistencia de estos espacios naturales de carácter estepario de gran interés, no sólo por constituir reductos naturales donde persisten especies vegetales de gran interés (halófitas), sino por el endemismo y relictismo que ha sido identificado en algunas de ellos.

MAS	SUPERF.(ha)	DEMANDA ECOLÓGICA ASOCIADA A HUMEDALES (hm <sup>3</sup> /a)
45 LOS ARENALES	121,40	0,55
47 MEDINA DEL CAMPO	209,17	0,94
48 TIERRA DEL VINO	3,14	0,01
55 CANTIMPALOS	66,78	0,30
SUMA	<b>400,49</b>	<b>1,80</b>

La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	40	39	0	4	0	0	4	36
45	LOS ARENALES	60	54	6	5	0,5	0	6	54
47	MEDINA DEL CAMPO	89	80	9	8	0,9	0	9	80
48	TIERRA DEL VINO	44	39	4	4	0,0	0	4	40
55	CANTIMPALOS	123	115	8	11	0,3	0	12	112
56	PRÁDENA	19	19	0	2	0	0	2	17
57	SEGOVIA	8	8	0	1	0	0	1	7
64	VALLE DE AMBLÉS	34	34	0	3	0	0	3	31
-	Detrítico Profundo de Los Arenales	42	43	0	4	0	0	4	38
<b>Sistema Adaja-Cega</b>		<b>459</b>	<b>431</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>414</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Adaja-Cega para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Adaja-Cega dispondría de un total de 414 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	40	39	0	8	0	0	8	32
45	LOS ARENALES	60	54	6	11	0,5	0	11	49
47	MEDINA DEL CAMPO	89	80	9	16	0,9	0	17	72
48	TIERRA DEL VINO	44	39	4	8	0,0	0	8	36
55	CANTIMPALOS	123	115	8	23	0,3	0	23	100
56	PRÁDENA	19	19	0	4	0	0	4	15
57	SEGOVIA	8	8	0	2	0	0	2	6
64	VALLE DE AMBLÉS	34	34	0	7	0	0	7	27
-	Detrítico Profundo de Los Arenales	42	43	0	9	0	0	9	34
<b>Sistema Adaja-Cega</b>		<b>459</b>	<b>431</b>	<b>28</b>	<b>86</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>371</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Adaja-Cega para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Adaja-Cega dispondría de un total de 371 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Adaja-Cega se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 500 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero y las calizas mesozoicas.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 371,95 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	0,75	9,94	10,69
45	LOS ARENALES	1,18	39,20	40,38
47	MEDINA DEL CAMPO	2,50	150,52	153,03
48	TIERRA DEL VINO	1,51	70,24	71,75
55	CANTIMPALOS	1,49	67,47	68,96
56	PRÁDENA	1,69	20,13	21,81
57	SEGOVIA	0,17	0,08	0,25
64	VALLE DE AMBLÉS	0,03	0,23	0,26
-	Detrítico Profundo de Los Arenales	0,29	4,53	4,82
<b>Total Demandas</b>		<b>9,61</b>	<b>362,34</b>	<b>371,95</b>
		2,6%	97,4%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Adaja-Cega*

Según los datos de extracciones, el 2,6% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (9,61 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 97,4% (362,34 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
ZAMORA	48	Tierra del Vino
SEGOVIA	54	Guadarrama-Somosierra
	55	Cantimpalos
ÁVILA	61	Sierra de Ávila
	64	Valle del Amblés
ARÉVALO	46	Medina del Campo
MEDINA DEL CAMPO		
ÍSCAR	45	Los Arenales

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	40	3	43	11	32	0
45	LOS ARENALES	60	21	81	40	37	4
47	MEDINA DEL CAMPO	89	45	133	153	-18	0
48	TIERRA DEL VINO	44	16	59	72	-11	0
55	CANTIMPALOS	123	9	132	22	103	8
56	PRÁDENA	19	0	19	0	19	0
57	SEGOVIA	8	0	8	0	7	0
64	VALLE DE AMBLÉS	34	1	35	5	30	0
-	Detrítico Profundo de Los Arenales	42	0	42	69	-27	0
SISTEMA ADAJA-CEGA		459	95	553	372	228	12

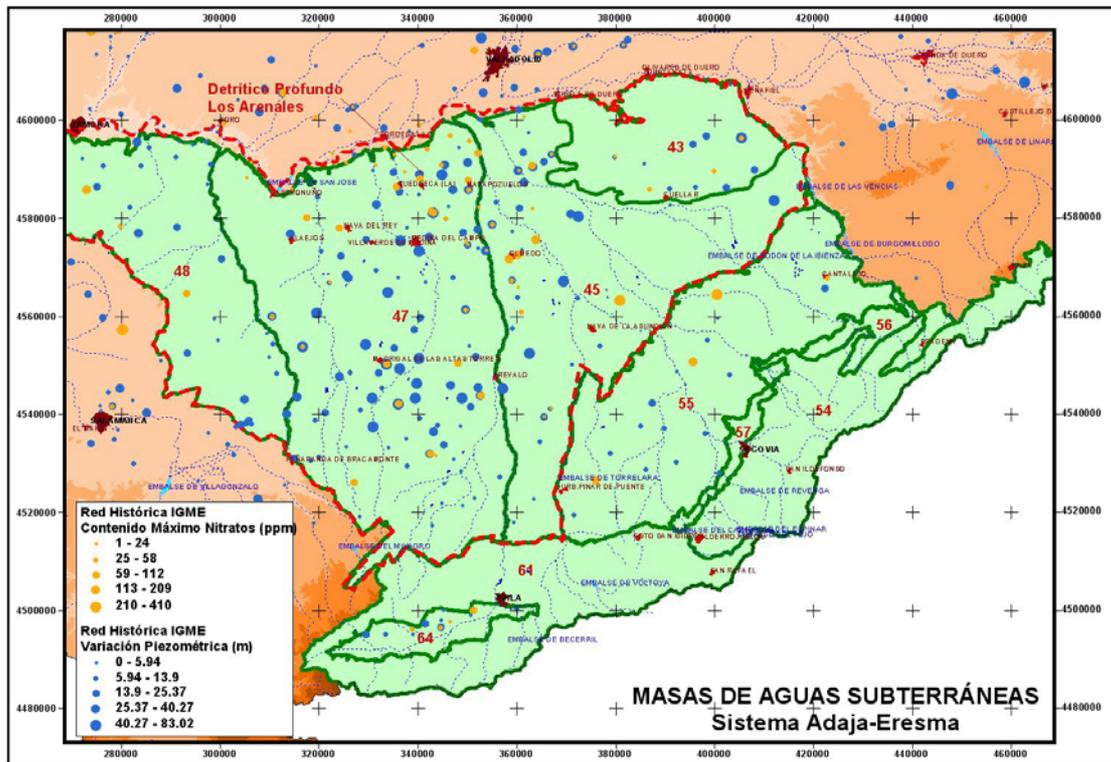
*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Adaja-Cega para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Adaja-Cega, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 228 hm<sup>3</sup>/a.

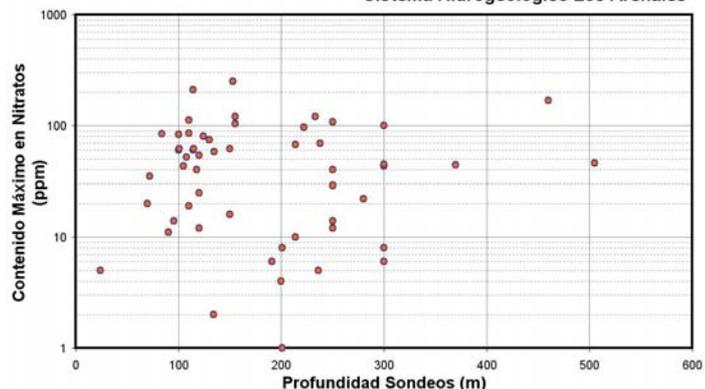
Según los datos disponibles sobre balance hidrogeológico en las MAS asociadas al sistema hidrogeológicos de Los Arenales (MAS 45-Los Arenales, 47-Medina del Campo y 48-Tierra del Vino, así como el Detrítico Profundo de Los Arenales), las cuantiosas extracciones existentes han propiciado una situación insostenible que está produciendo un vaciado de las reservas de estos embalses subterráneos como queda de manifiesto en las evoluciones piezométricas registradas.

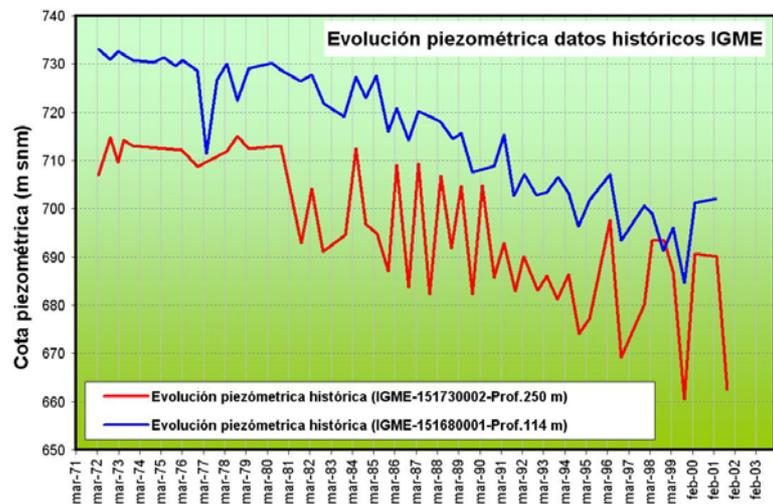
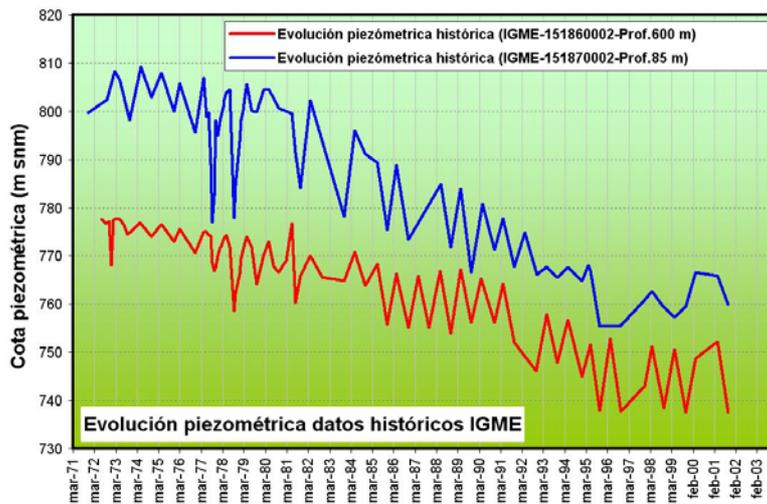
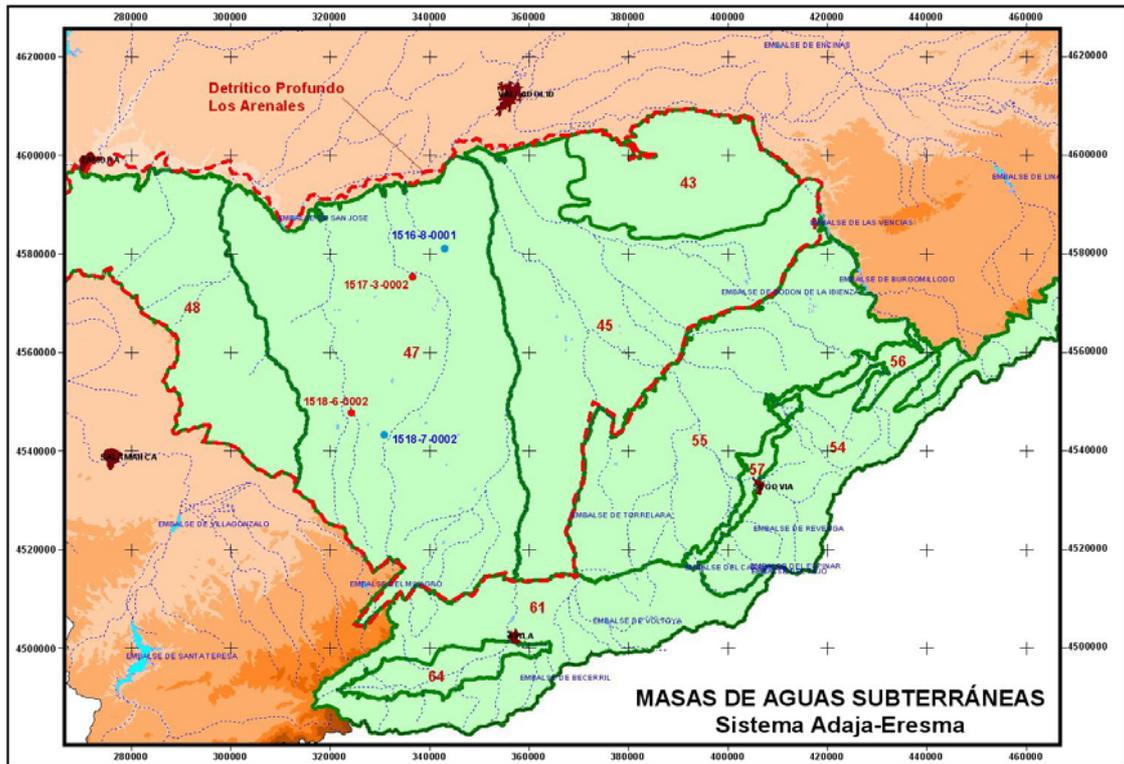
Según los datos de balance, en el sistema hidrogeológicos de Los Arenales se produce un déficit medio anual de 55 hm<sup>3</sup>/a.

No obstante, y a pesar de los descensos piezométricos detectados, los datos piezométricos indican que se sigue produciendo una cierta transferencia vertical desde los niveles más superficiales (< 200 m de profundidad) a los más profundos (Detrítico Profundo de Los Arenales: niveles productivos por debajo de los 200 m de profundidad), proceso que está favorecido por el gran número de sondeos mal construidos que existen, los cuales constituyen una vía preferencial de contaminación del embalse subterráneo profundo, en principio menos vulnerable que el superficial.



Red histórica Calidad Aguas Subterráneas IGME  
 Sistema Hidrogeológico Los Arenales



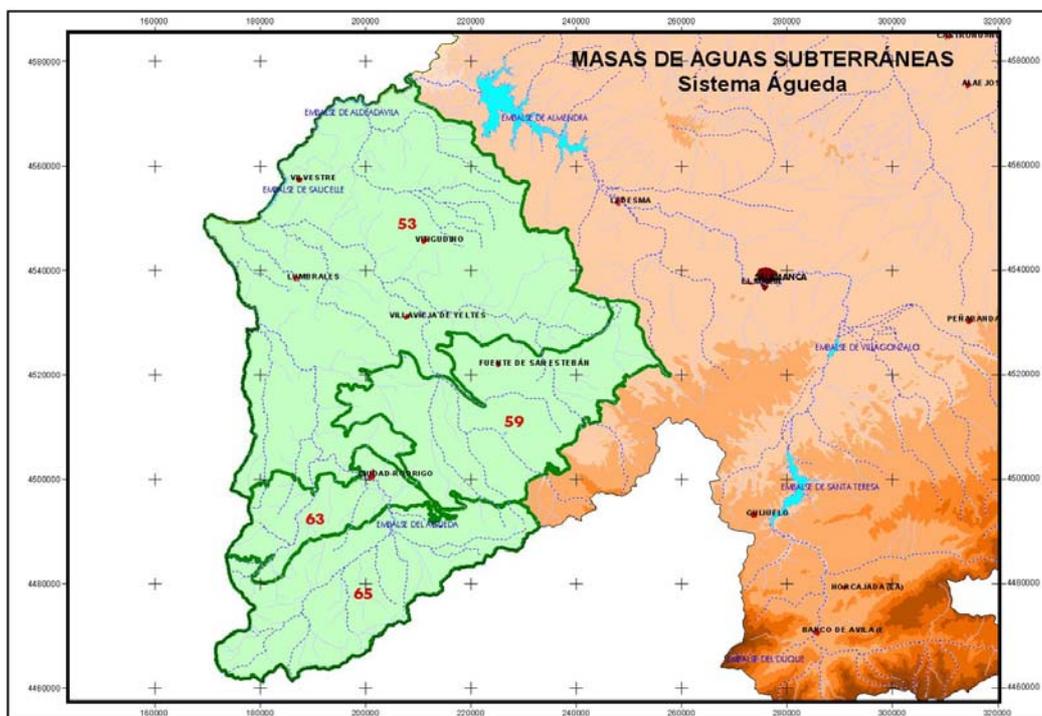


## Sistema de Explotación Águeda

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Águeda han sido incluidas un total de cuatro (4) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), de las que dos (2) de ellas se han definido en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo (53-Vitigudino y 65-Las Batuecas) y el resto (2) vinculadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo.

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	995
63	CIUDAD RODRIGO	354
SUMA		1.349



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Tormes, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Águeda se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

Las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo presentes en el sistema Águeda, ocupan una significativa extensión de la cuenca vertiente del Tormes, en concreto el 22% de la misma corresponde a afloramientos permeables (1.349 km<sup>2</sup>). Así, en este sistema se han concretado un total de 4 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación-Coeficientes de reparto MAS					
		Sistema explotación Águeda		Sistema de explotación Tormes			
		12.01	12.02	12.03	12.04	12.05	99.02
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Detrítico de Ciudad Rodrigo	Detrítico de San Esteban	Detrítico de La Armuña (superficial)	Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	Detrítico Profundo de Salamanca	Detrítico del Corneja
52	SALAMANCA	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
53	VITIGUDINO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
58	CAMPO CHARRO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
60	GREDOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
63	CIUDAD RODRIGO	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
65	LAS BATUECAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
66	VALDECORNEJA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
40	SAYAGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Tormes-Águeda*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. En el caso del sistema conjunto Tormes-Águeda sólo una MAS se encuentra compartida entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación	
		Tormes	Águeda
52	SALAMANCA	100%	
53	VITIGUDINO		100%
58	CAMPO CHARRO	69,5%	30,5%
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN		100%
60	GREDOS	100%	
63	CIUDAD RODRIGO		100%
65	LAS BATUECAS		100%
66	VALDECORNEJA	100%	
40	SAYAGO	100%	

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los

recursos renovables subterráneos del sistema Tormes, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Águeda en régimen natural. En total, el sistema Águeda dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 78 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (78 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
52	SALAMANCA	0	0	0
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	55	55	0
63	CIUDAD RODRIGO	23	23	0
66	VALDECORNEJA	0	0	0
Sistema Tormes		78	78	0

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Águeda en régimen natural*

En el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Tormes procedentes del drenaje de las MAS.

Descarga Natural		Águeda	Yeltes	Huebra	Tormes	SUMA
52	SALAMANCA				102,44	102,44
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN		38,52	16,51		55,02
63	CIUDAD RODRIGO	22,67				22,67
66	VALDECORNEJA				15,19	15,19
SUMAS		22,67	38,52	16,51	117,63	195,32

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistemas Tormes y Águeda*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
52	SALAMANCA	0	0	0	0	0	0	0	0
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	55	55	0	6	0	0	6	50
63	CIUDAD RODRIGO	23	23	0	2	0	0	2	21
66	VALDECORNEJA	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema Tormes		78	78	0	8	0	0	8	70
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Águeda para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Tormes dispondría de un total de 70 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
52	SALAMANCA	0	0	0	0	0	0	0	0
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	55	55	0	11	0	0	11	44
63	CIUDAD RODRIGO	23	23	0	5	0	0	5	18
66	VALDECORNEJA	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema Águeda		78	78	0	16	0	0	16	63
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Águeda para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Tormes dispondría de un total de 63 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Águeda se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 250 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario de las cubetas de Ciudad Rodrigo y la Fuente de San Esteban.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 6,10 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
53	VITIGUDINO	0,55	0,43	0,98
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0,27	3,12	3,39
63	CIUDAD RODRIGO	0,53	0,06	0,59
65	LAS BATUECAS	0,05	1,09	1,14
<b>Total Demandas</b>		<b>1,40</b>	<b>4,70</b>	<b>6,10</b>
		22,96%	77,04%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Águeda*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 22,96% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (1,40 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 77,04% (4,70 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
Ciudad Rodrigo	63	CIUDAD RODRIGO

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	55	1	57	3	53	0
63	CIUDAD RODRIGO	23	2	25	1	25	0
SISTEMA ÁGUEDA		78	4	82	4	78	0

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Águeda para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

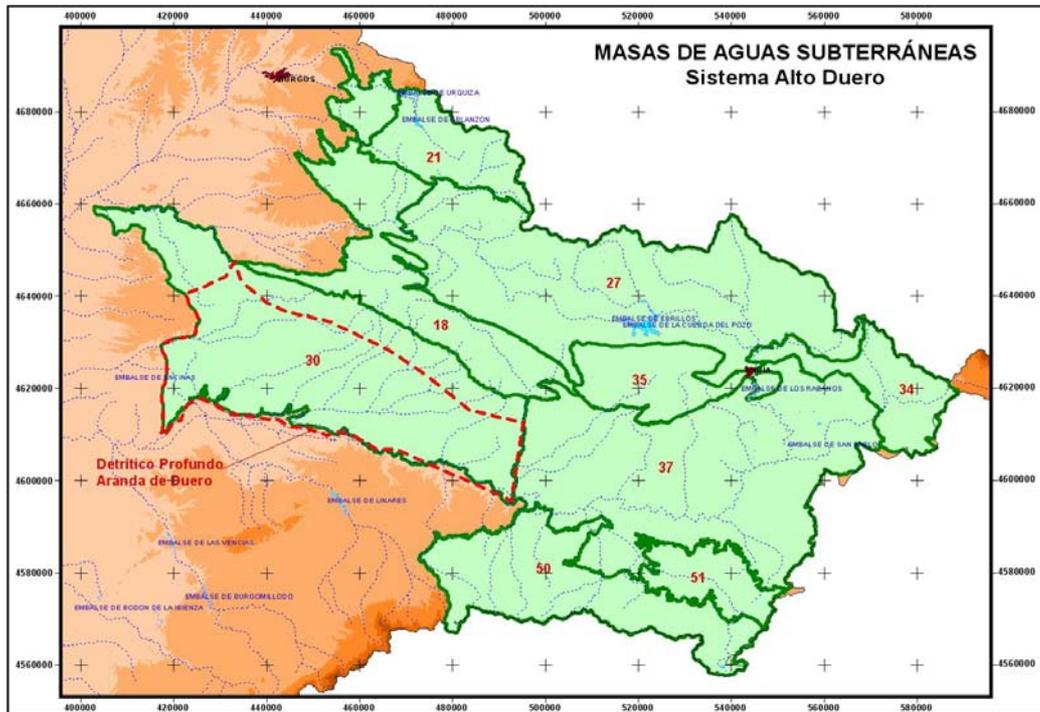
Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Águeda, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 78 hm<sup>3</sup>/a.

## Sistema de Explotación Alto Duero

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Alto Duero han sido incluidas un total de seis (9) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), de las cuales siete (7) han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones carbonatadas mesozoicas (18-Arlanzón-río Lobos, 34-Araviana, 35-Cabrejas-Soria y 50-Almazán Sur), las formaciones detríticas del Terciario del Duero (30-Aranda de Duero y 37-Cuenca de Almazán) y las formaciones de calizas tabulares de los Páramos (51-Páramo de Escalote); y las dos (2) restantes vinculadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo (21-Sierra de la Demanda y 27-Sierra de Cameros).

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1.114	339
21	SIERRA DE LA DEMANDA	454	-
27	SIERRA DE CAMEROS	2.249	-
30	ARANDA DE DUERO	2.292	1.650
34	ARAVIANA	431	218
35	CABREJAS-SORIA	478	447
37	CUENCA DE ALMAZÁN	2.379	1.984
50	ALMAZÁN SUR	1.024	788
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	323	285
SUMA		10.745	5.711



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Alto Duero, la

integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Alto Duero se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero (8.041 km<sup>2</sup>) del sistema de explotación Alto Duero, se han concretado un total de 7 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación Alto Duero						
		10.05	10.02	10.03	10.04	88.01	08.11	08.21
Sistemas de Explotación	Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	Calizas Arandilla-Río Lobos	Calizas Cabrejas-Soria	Calizas de Araviana	Almazán Sur	Detrítico Cubeta de Almazán	Detrítico de Aranda de Duero	Detrítico Profundo de Aranda de Duero
		18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	30 ARANDA DE DUERO	34 ARAVIANA	35 CABREJAS-SORIA	37 CUENCA DE ALMAZÁN	50 ALMAZÁN SUR	51 PÁRAMO DE ESCALOTE
Alto Duero		100,00%						
				100,00%			100,00%	
						87,45%		
					100,00%			
						12,55%		
								100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del sistema de explotación Alto Duero*

La MAS 30-Aranda de Duero ha sido discretizada en dos unidades de modelación, una que corresponde con los niveles productivos superficiales (hasta 200 m de profundidad) y otra asociada a los niveles productivos más profundos (a partir de 200 m de profundidad). Esta segregación está justificada en virtud de datos piezométricos y de calidad de las aguas registrados en las redes de control oficiales de reciente construcción.

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Sistemas de Explotación			Unidades de Modelación Alto Duero							Unidades de Modelación Rianza			Unidades de Modelación Adaja-Cega									
					10.05	10.02	10.03	10.04	88.01	08.11	08.21	08.12	08.13	08.20	08.10	08.14	08.15	08.16	11.01	11.02	08.19	99.01		
Unidades de Modelación	Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	Alto Duero	Rianza	Adaja-Cega	Calizas Arandilla-Río Lobos	Calizas Cabrejas-Soria	Calizas de Araviana	Almazán Sur	Detrítico Cubeta de Almazán	Detrítico de Aranda de Duero	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	Detrítico de Rianza	Páramo de Corcos	Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	Páramo de Cuéllar	Arenales Esgueva-Cega	Arenales Adaja-Zapardiel	Arenales Guareña-Trabancos	Calizas Duratón-Sepúlveda	Terciario y calizas de Segovia	Detrítico Profundo de Los Arenales	Detrítico del Ambles		
					Alto Duero	18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	100%		100,00%														
30	ARANDA DE DUERO	100%								100,00%														
34	ARAVIANA	100%					100,00%																	
35	CABREJAS-SORIA	100%				100,00%																		
37	CUENCA DE ALMAZÁN	100%							87,45%															
50	ALMAZÁN SUR	100%						100,00%																
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	100%							12,55%															
-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	100%									100,00%													
Rianza	42	RIAZA		100%								61,98%												
	44	PÁRAMO DE CORCOS		100%									100,00%											
	-	Detrítico Profundo de Corcos-Rianza		100%										100,00%										
	46	SEPÚLVEDA		100%																34,10%				
	49	AYLLÓN (Terciario)		100%									38,02%											
		AYLLÓN (Cretácico)		100%																	8,46%			
Adaja-Cega	43	PÁRAMO DE CUÉLLAR		65%	35%										100,00%									
	45	LOS ARENALES			100%											100,00%	16,04%							
	47	MEDINA DEL CAMPO			100%												83,96%	41,26%						
	48	TIERRA DEL VINO			100%													58,74%						
	55	CANTIMPALOS			100%															42,86%	91,60%			
	56	PRÁDENA			100%															14,58%				
	57	SEGOVIA			100%																8,40%			
	64	VALLE DE AMBLÉS			100%																		100,00%	
	-	Detrítico Profundo de Los Arenales			100%																	100,00%		

En la tabla anterior se han incluido las masas de aguas subterráneas de los sistemas Alto Duero, Riaza y Adaja-Cega y su vinculación con las Unidades de Modelación definidas.

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Alto Duero, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Alto Duero en régimen natural. En total, el sistema Alto Duero dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 797 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (604 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente a MAS del propio sistema (193 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	78	30	48 <sup>(a)</sup>
30	ARANDA DE DUERO	94	94	0
34	ARAVIANA	59	41	18 <sup>(b)</sup>
35	CABREJAS-SORIA	116	70	46 <sup>(c)</sup>
37	CUENCA DE ALMAZÁN	159	122	36 <sup>(d)</sup>
50	ALMAZÁN SUR	221	177	44 <sup>(e)</sup>
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	23	23	0
-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	48	48	0
Sistema Alto Duero		797	604	193
<p>(a) <i>Transferencia lateral subterránea al Detrítico Profundo de Aranda de Duero</i>            (b) <i>Transferencia lateral subterránea a la MAS 37-Cuenca del Almazán</i>            (c) <i>Transferencia lateral subterránea a la MAS 30-Aranda de Duero</i>            (d) <i>Transferencia lateral subterránea a la MAS 37-Cuenca del Almazán</i>            (e) <i>Transferencia lateral subterránea a la MAS 37-Cuenca del Almazán</i></p>				

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Alto Duero en régimen natural*

La transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Alto Duero es recibida por masas de aguas subterráneas del propio sistema Alto Duero.

Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Alto Duero procedentes del drenaje de las MAS.

También se han incluido las MAS de los sistemas de explotación Riaza y Adaja-Cega, al objeto de disponer de una visión de conjunto.

Descarga Natural a Cauces			Duero	Arandilla	Ucero	Rituerto	Riaza	Duración	Cega	Piñón	Eresma	Voltoya	Adaja	Zapardiel	Trabancos	Guareña	Drenaje a CAUCES
Alto Duero	18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS		9,88	19,77												29,65
	30	ARANDA DE DUERO	93,75														93,75
	-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	47,70														47,70
	34	ARAVIANA	26,76			14,41											41,16
	35	CABREJAS-SORIA	27,86		41,79												69,66
	37	CUENCA DE ALMAZÁN	121,88														121,88
	50	ALMAZÁN SUR	176,59														176,59
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	22,68														22,68	
Riaza	42	RIAZA	26,32			0,87											27,19
	44	PÁRAMO DE CORCOS					15,40										15,40
	-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	35,87														35,87
	46	SEPÚLVEDA				13,26	30,95										44,21
	49	AYLLÓN (Terciario)				16,68											16,68
49	AYLLÓN (Cretácico)				3,29	7,68										10,97	
Adaja-Cega	43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	19,69				5,91	13,78									39,37
	45	LOS ARENALES						12,25	9,80	14,70	7,35	9,96					54,05
	47	MEDINA DEL CAMPO										20,27	31,85	18,47	9,24		79,83
	48	TIERRA DEL VINO															39,45
	55	CANTIMPALOS					16,68	38,91	21,05	42,10	12,63						131,36
	56	PRÁDENA						18,91									18,91
	57	SEGOVIA								7,72							7,72
	64	VALLE DE AMBLÉS										33,91					33,91
-	Detrítico Profundo de Los Arenales	43,34														43,34	
<b>SUMA</b>			642,44	9,88	61,56	14,41	34,10	76,61	83,84	30,85	64,52	19,98	64,13	31,85	18,47	48,68	<b>1.201,32</b>

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistemas Alto Duero, Riaza y Adaja-Cega*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	78	30	48	3	0	0	3	75
30	ARANDA DE DUERO	94	94	0	9	0	0	9	85
34	ARAVIANA	59	41	18	4	0	0	4	55
35	CABREJAS-SORIA	116	70	46	7	0	0	7	109
37	CUENCA DE ALMAZÁN	159	122	36	12	0	0	12	146
50	ALMAZÁN SUR	221	177	44	18	0	0	18	203
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	23	23	0	2	0	0	2	20
-	Detritico Profundo de Aranda de Duero	48	48	0	5	0	0	5	44
	<b>Sistema Alto Duero</b>	<b>798</b>	<b>605</b>	<b>192</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>737</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

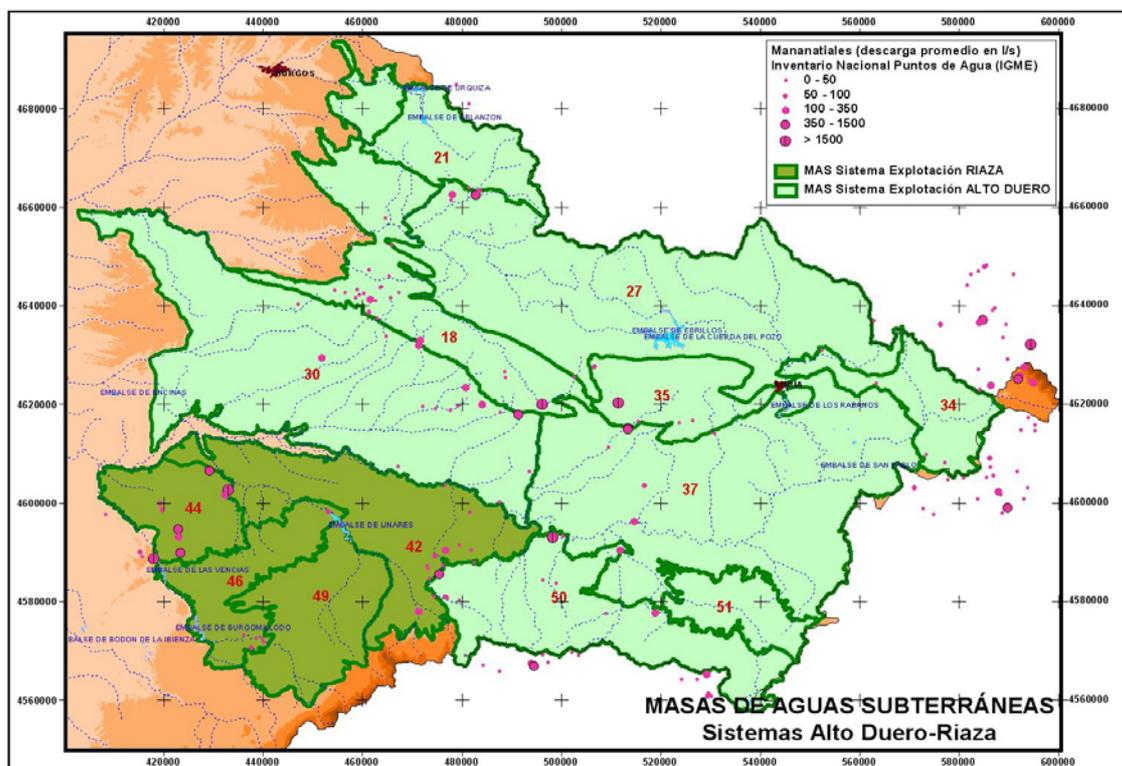
*Recursos disponibles MAS-Sistema Alto Duero para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Alto Duero dispondría de un total de 737 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	78	30	48	6	0	0	6	72
30	ARANDA DE DUERO	94	94	0	19	0	0	19	75
34	ARAVIANA	59	41	18	8	0	0	8	50
35	CABREJAS-SORIA	116	70	46	14	0	0	14	102
37	CUENCA DE ALMAZÁN	159	122	36	24	0	0	24	134
50	ALMAZÁN SUR	221	177	44	35	0	0	35	185
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	23	23	0	5	0	0	5	18
-	Detritico Profundo de Aranda de Duero	48	48	0	10	0	0	10	39
Sistema Alto Duero		797	603	193	121	0	0	121	677
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Alto Duero para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Alto Duero dispondría de un total de 677 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.



*Principales drenajes puntuales (manantiales) asociados a las masas de aguas subterráneas del Alto Duero y Riaza*

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Alto Duero se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 350 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero, las calizas de los Páramos y las calizas mesozoicas.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 14,52 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,17	1,09	1,26
30	ARANDA DE DUERO	1,37	1,91	3,28
34	ARAVIANA	0,07	0,00	0,07
35	CABREJAS-SORIA	0,12	0,10	0,22
37	CUENCA DE ALMAZÁN	0,87	0,95	1,82
50	ALMAZÁN SUR	0,18	0,00	0,18
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	0,02	0,00	0,02
-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	3,19	4,47	7,66
<b>Total Demandas</b>		<b>5,99</b>	<b>8,53</b>	<b>14,52</b>
		41,26%	58,74%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Alto Duero*

Según los datos de extracciones, el 41,26% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (5,99 hm<sup>3</sup>/a), mientras que una mayor cuantía, el 58,74% (8,53 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola. Es muy posible que la captación de recursos subterráneos con destino a satisfacer la demanda agrícola en el Alto Duero sea bastante superior a la cifra aludida, en virtud de las numerosas captaciones existentes en los manantiales.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
SORIA	27	Sierra de Cameros
SAN LEONARDO DE YAGÜE	18	Arlanzón-río Lobos
	35	Cabrejas-Soria
COVALEDA	27	Sierra de Cameros
	35	Cabrejas-Soria
ALMAZÁN	37	Cuenca de Almazán

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	78	0	78	1	29	48
30	ARANDA DE DUERO	94	21	114	3	111	0
34	ARAVIANA	59	0	59	0	41	18
35	CABREJAS-SORIA	116	0	116	0	70	46
37	CUENCA DE ALMAZÁN	159	13	171	2	131	39
50	ALMAZÁN SUR	221	0	221	0	176	44
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	23	0	23	0	23	0
-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	48	0	48	8	41	0
SISTEMA ALTO DUERO		797	33	831	15	622	194

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Alto Duero para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

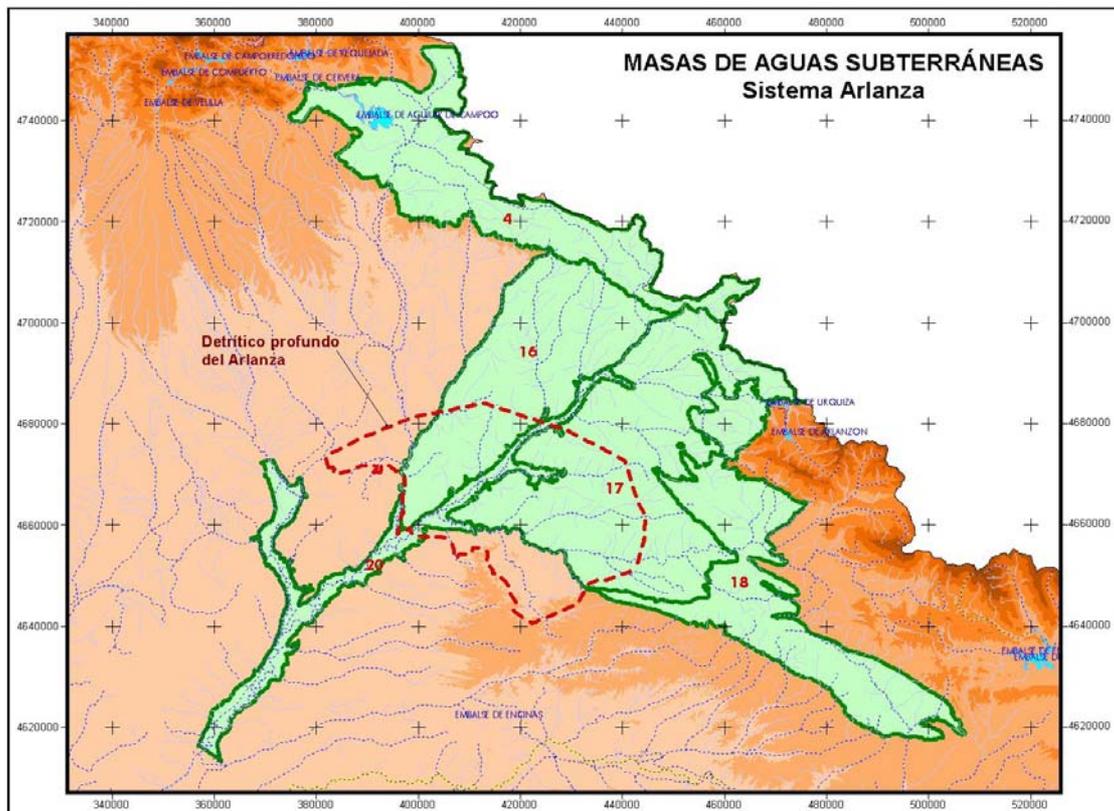
Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Alto Duero, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 622 hm<sup>3</sup>/a. Asimismo, en régimen influenciado, la transferencia lateral subterránea hacia las MAS del propio sistema Alto Duero ascendería a 194 hm<sup>3</sup>/a, por término medio.

## Sistema de Explotación Arlanza

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Arlanza han sido incluidas un total de seis (5) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), las cuales han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones carbonatadas paleozoicas (calizas de montaña) y mesozoicas del alto Pisuerga-Arlanzón (4-Quintanilla-Peñahoradada) y alto Arlanza-Arlanzón (18-Arlanzón-río Lobos) y las formaciones detríticas del Terciario y Cuaternario del Duero (16-Castrojeriz, 17-Burgos) y 20-Aluviales del Pisuerga-Arlanzón).

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	1.084	986
16	CASTROJERIZ	1.119	924
17	BURGOS	1.688	1.393
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1.114	639
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	490	358
-	Detrítico Profundo Arlanza	1474	0
SUMA		5.495	4.299



Bajo las masas de aguas del Terciario Detrítico del Duero asignadas al sistema Arlanza (16-Castrojeriz y 17-Burgos) ha sido necesario considerar segregar las formaciones

permeables superficiales (situadas a profundidades de hasta 200 m), que han sido asignadas a las MAS definidas (16 y 17), de las formaciones detríticas acuíferas profundas (situadas a profundidades superiores a 200 m) las cuales se han agrupado bajo la denominación de Detrítico Profundo del Arlanza, dando origen a una unidad de modelación de aguas subterráneas que permite simular el flujo subterráneo profundo que se establece en la cubeta del Duero a favor de estos acuíferos profundos, procedente de la descarga lateral subterránea que éstos reciben de los acuíferos carbonatados del Alto Arlanza-Arlanzón (18-Arlanzón-río Lobos) y que se descarga hacia los cauces principales del sistema Pisuegra y Arlanza y subterráneamente a las MAS 67-Detrítico Profundo Páramos. Estos flujos subterráneos profundos dan origen a una masa de aguas subterránea con entidad propia tanto en términos de régimen piezométrico como de calidad, como se ha puesto de manifiesto por la investigación hidrogeológica reciente que acompañó a la construcción de las redes de control de aguas subterráneas de la Cuenca del Duero.

Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Arlanza, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Arlanza se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.071 km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva y Bajo Duero, se han concretado un total de 12 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLOGICA		Unidades de Modelación											
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		09.02	09.03	09.04	10.01	08.05	08.06	08.07	08.08	08.09	08.17	08.18	08.22
		Calizas cantábricas Carrión-Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	Calizas Alto Arlanza-Arlanzón	Detrítico Carrión-Pisuerga	Detrítico Arlanza-Arlanzón	Páramo de Astudillo	Páramo de Torozos	Páramo de Esgueva	Detrítico y aluviales Tordesillas-Valladolid	Detrítico Profundo Páramos-Tordesillas	Detrítico Profundo Arlanza
3	CERVERA DE PISUERGA	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	VALDAVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	CARRIÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	VILLADIEGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	CASTROJERIZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17	BURGOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,35%	0,00%	0,00%
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
32	PÁRAMO DE TOROZOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
38	TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	44,05%	0,00%	0,00%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,54%	0,00%	0,00%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,06%	0,00%	0,00%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
-	Detrítico Profundo Arlanza												100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva-Bajo Duero*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación				
		Carrión	Pisuerga	Arlanza	Esgueva	Bajo Duero
3	CERVERA DE PISUERGA	50%	50%			
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA		61%	39%		
6	VALDAVIA	4%	96%			
10	CARRIÓN	100%				
14	VILLADIEGO		100%			
16	CASTROJERIZ			100%		
17	BURGOS			100%		
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS			82%	18%	
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN		70%	30%		
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO		100%			
29	PÁRAMO DE ESGUEVA		30%		70%	
32	PÁRAMO DE TOROZOS					100%
38	TORDESILLAS					100%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS					100%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA					100%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS		30%			70%
-	Detrítico Profundo Arlanza		20%	80%		

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Arlanza, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Arlanza en régimen natural. En total, el sistema Arlanza dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 431 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (357 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente entre masas del propio sistema Arlanza (63 hm<sup>3</sup>/a) y del Pisuerga (11 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
4 QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	57	57	0
16 CASTROJERIZ	70	70	0
17 BURGOS	106	106	0
18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	133	70	63
20 ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	4	4	0
- Detrítico Profundo Arlanza	61	50	11
<b>Sistema Arlanza</b>	<b>431</b>	<b>357</b>	<b>74</b>

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Arlanza en régimen natural*

La transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Arlanza que es recibida por masas de aguas subterráneas del propio sistema Arlanza, corresponde a la transferencia lateral subterránea que se establece entre las MAS 18-Arlanzón-río Lobos y el Detrítico Profundo del Arlanza. Mientras que la transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Arlanza que es recibida por masas de aguas subterráneas del sistema Pisuerga, corresponde a la transferencia lateral subterránea que se establece entre el Detrítico Profundo del Arlanza y la MAS 67-Detrítico Profundo de los Páramos.

Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Arlanza procedentes del drenaje de las MAS.

	Descarga Natural	Valderaduey	Carrión	Valdavia	Pisuerga	Esgueva	Arlanzón	Arlanza	Duero	TOTAL
3	CERVERA DE PISUERGA		85,04	25,51	59,53					170,08
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA				60,09		56,82			116,92
6	VALDAVIA		3,22	7,12	62,16					72,49
10	CARRIÓN		32,40							32,40
14	VILLADIEGO				23,26					23,26
16	CASTROJERIZ						59,77	10,55		70,31
17	BURGOS						10,78	95,28		106,07
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS					15,65	7,83	62,62		86,10
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN				9,04		3,87			12,91
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO				12,55					12,55
29	PÁRAMO DE ESGUEVA				13,24	30,89				44,13
32	PÁRAMO DE TOROZOS								54,49	54,49
38	TORDESILLAS	6,05							20,59	26,64
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS								12,42	12,42
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA								8,50	8,50
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS				10,81				25,23	36,04
-	Detrítico Profundo Arlanza				15,23			49,51		64,74
	SUMAS	6,05	120,66	32,63	265,91	46,55	139,08	217,95	121,24	950,07

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Arlanza*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	57	57	0	6	0	0	6	51
16	CASTROJERIZ	70	70	0	7	0	0	7	63
17	BURGOS	106	106	0	11	0	0	11	95
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	133	70	63	7	0	0	7	126
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	4	4	0	0	0	0	0	3
-	Detrítico Profundo Arlanza	61	50	11	5	0	0	5	56
<b>Sistema Arlanza</b>		<b>431</b>	<b>357</b>	<b>74</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>395</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Arlanza para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Arlanza dispondría de un total de 395 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	57	57	0	11	0	0	11	45
16	CASTROJERIZ	70	70	0	14	0	0	14	56
17	BURGOS	106	106	0	21	0	0	21	85
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	133	70	63	14	0	0	14	119
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	4	4	0	1	0	0	1	3
-	Detrítico Profundo Arlanza	61	50	11	10	0	0	10	51
<b>Sistema Arlanza</b>		<b>431</b>	<b>357</b>	<b>74</b>	<b>71</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>71</b>	<b>360</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Arlanza para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Arlanza dispondría de un total de 360 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Arlanza se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda

Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 350 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero, las calizas de los Páramos y las calizas mesozoicas y calizas de montaña.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de **14,47 hm<sup>3</sup>/a** repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	0,12	0,59	0,71
16	CASTROJERIZ	0,51	2,20	2,71
17	BURGOS	0,88	3,25	4,13
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,13	1,09	1,22
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	0,26	3,23	3,49
-	Detrítico Profundo Arlanza	0,47	1,74	2,20
<b>Total Demandas</b>		<b>2,37</b>	<b>12,10</b>	<b>14,47</b>
		16,36%	83,64%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Pisuerga*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 16,36% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (2,37 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 83,64% (12,10 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Se estima que una parte de las demandas urbanas y agrícolas que se satisfacen con recursos de la MAS 17-Burgos captan, realmente, recursos del acuífero profundo del Arlanza. La cifra de bombeos del acuífero profundo correspondería en torno a un 40% de los bombeos asignados a la MAS 17 (2,06 hm<sup>3</sup>/a de bombeos agrícolas y 0,55 hm<sup>3</sup>/a de bombeos urbanos).

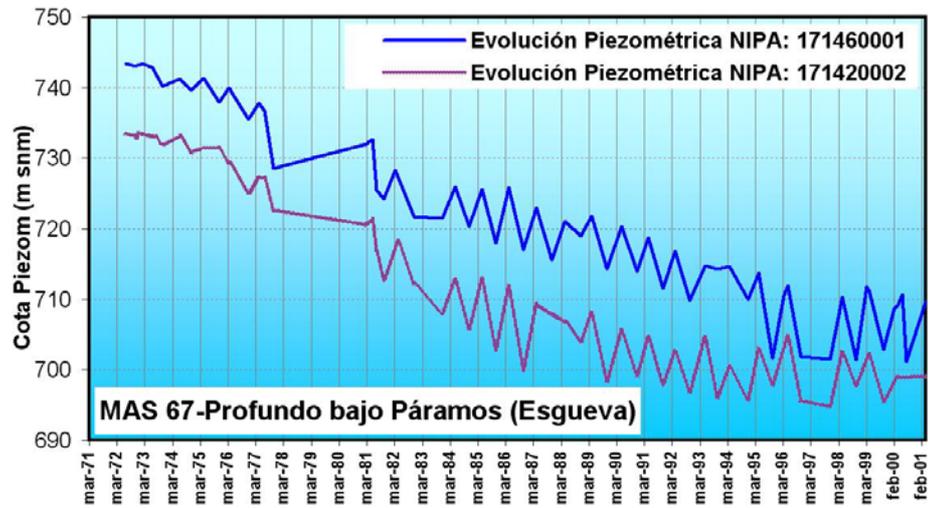
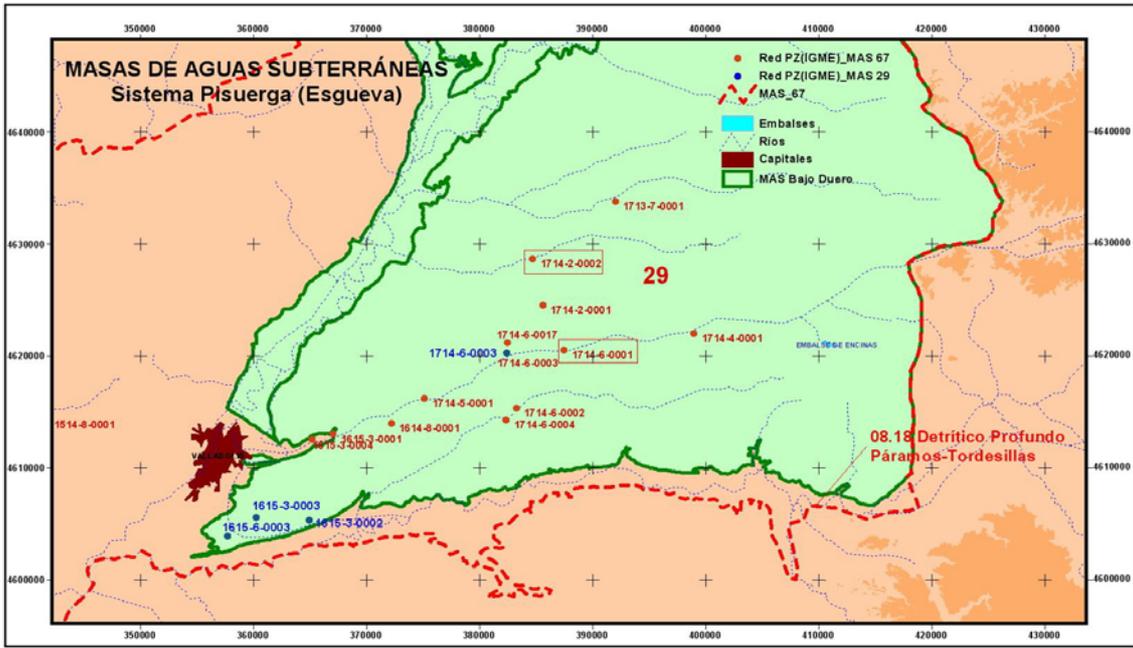
Por otra parte, no es necesario considerar sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo).

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Retornos Regadíos ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Recarga Influenciada ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Extracciones ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Drenaje Influenciado ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	57	0	57	1	56	0
16	CASTROJERIZ	70	4	74	3	71	0
17	BURGOS	106	9	115	4	111	0
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	133	0	133	1	70	62
20	ALUVIALES DEL PISUERGA- ARLANZÓN	4	8	12	3	9	0
-	Detrítico Profundo Arlanza	61	0	61	2	48	11
SISTEMA ARLANZA		431	21	452	14	365	73

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Arlanza para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Arlanza, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a  $365 \text{ hm}^3/\text{a}$ . Asimismo, en régimen influenciado, la transferencia lateral subterránea hacia MAS del sistema Pisuerga ascendería a  $73 \text{ hm}^3/\text{a}$ , por término medio.



## Sistema de Explotación Bajo Duero

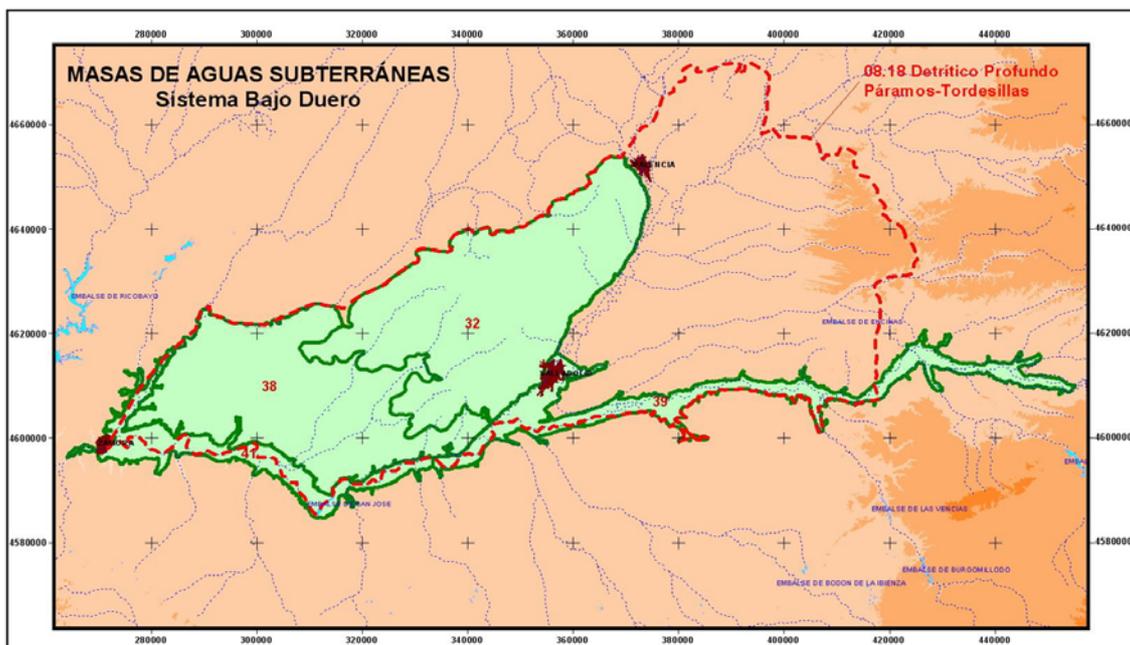
### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Bajo Duero han sido incluidas un total de seis (5) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), las cuales han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones detríticas del Terciario del Duero (38-Tordesillas y 67-Terciario detrítico bajo los Páramos), a las formaciones aluviales del Duero (39-Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas y 41-Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora) y las formaciones de calizas tabulares de los Páramos (32-Páramo de Torozos).

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
32	PÁRAMO DE TOROZOS	1.517	431
38	TORDESILLAS	1.190	889
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	472	415
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	323	284
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	5.306 <sup>(a)</sup>	0
SUMA		8.808	2.018

*(a) Es un acuífero profundo por lo que no presenta superficie permeable aflorante*

La MAS 67- Terciario detrítico bajo los Páramos no presenta afloramientos permeables, ya que corresponde a un acuífero profundo que subyace bajo las MAS 20-Aluviales Bajo Duero-Arlanzón, 25-Páramo de Astudillo, 29-Páramo de Esgueva, 32-Páramo de Torozos y 38-Tordesillas y que se descarga hacia los ríos Bajo Duero y Duero.



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Bajo Duero, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Bajo Duero se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.071 km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva y Bajo Duero, se han concretado un total de 12 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Unidades de Modelación											
		09.02	09.03	09.04	10.01	08.05	08.06	08.07	08.08	08.09	08.17	08.18	08.22
		Caizgas cantábricas Carrión-Pisuerga	Caizgas mesozoicas del Alto Pisuerga	Caizgas mesozoicas del Alto Arlanzón	Caizgas Alto Arlanzón	Detritico Carrión-Pisuerga	Detritico Arlanzón-Arlanzón	Páramo de Astudillo	Páramo de Torozos	Páramo de Esgueva	Detritico y aluviales Tordesillas-Valladolid	Detritico Profundo Páramos-Tordesillas	Detritico Profundo Arlanza
3	CERVERA DE BAJO DUERO	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	VALDAVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	CARRIÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	VILLADIEGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	CASTROJERIZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17	BURGOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20	ALUVIALES DEL BAJO DUERO-ARLANZÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,35%	0,00%	0,00%
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
32	PÁRAMO DE TOROZOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
38	TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	44,05%	0,00%	0,00%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,54%	0,00%	0,00%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,06%	0,00%	0,00%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
-	Detritico Profundo Arlanza												100,00%

*Coeficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva-Bajo Duero*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación			
		Carrión	Pisuegra	Arlanza	Bajo Duero
3	CERVERA DE BAJO DUERO	50%	50%		
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA		61%	39%	
6	VALDAVIA	4%	96%		
10	CARRIÓN	100%			
14	VILLADIEGO		100%		
16	CASTROJERIZ			100%	
17	BURGOS			100%	
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS		0%	82%	
20	ALUVIALES DEL BAJO DUERO-ARLANZÓN		70%	30%	
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO		100%		
29	PÁRAMO DE ESGUEVA		30%		
32	PÁRAMO DE TOROZOS				0%
38	TORDESILLAS				0%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS				0%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA				0%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS		30%		0%
-	Detrítico Profundo Arlanza		20%	80%	

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Bajo Duero, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Bajo Duero en régimen natural. En total, el sistema Bajo Duero dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 128 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (128 hm<sup>3</sup>/a) .

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
32	PÁRAMO DE TOROZOS	55	55	0
38	TORDESILLAS	27	27	0
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	12	12	0
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	9	9	0
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	26	25	0
<b>Sistema Bajo Duero</b>		<b>128</b>	<b>128</b>	<b>0</b>

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Bajo Duero en régimen natural*

	Descarga Natural	Valderaduey	Carión	Valdavia	Pisuerga	Esgueva	Arlanzón	Arlanza	Duero	TOTAL
3	CERVERA DE PISUERGA		85,04	25,51	59,53					170,08
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA				60,09		56,82			116,92
6	VALDAVIA		3,22	7,12	62,16					72,49
10	CARRIÓN		32,40							32,40
14	VILLADIEGO				23,26					23,26
16	CASTROJERIZ						59,77	10,55		70,31
17	BURGOS						10,78	95,28		106,07
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS					15,65	7,83	62,62		86,10
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN				9,04		3,87			12,91
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO				12,55					12,55
29	PÁRAMO DE ESGUEVA				13,24	30,89				44,13
32	PÁRAMO DE TOROZOS								54,49	54,49
38	TORDESILLAS	6,05							20,59	26,64
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS								12,42	12,42
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA								8,50	8,50
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS				10,81				25,23	36,04
-	Detrítico Profundo Arlanza				15,23			49,51		64,74
	SUMAS	6,05	120,66	32,63	265,91	46,55	139,08	217,95	121,24	950,07

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Bajo Duero*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
32	PÁRAMO DE TOROZOS	55	54	0	5	0	0	5	49
38	TORDESILLAS	27	27	0	3	0	0	3	24
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	12	12	0	1	0	0	1	11
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	9	9	0	1	0	0	1	8
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	26	25	0	3	0	0	3	23
	<b>Sistema Bajo Duero</b>	<b>128</b>	<b>127</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>115</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Bajo Duero para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Bajo Duero dispondría de un total de 115 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLOGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
32	PÁRAMO DE TOROZOS	55	54	0	11	0	0	11	44
38	TORDESILLAS	27	27	0	5	0	0	5	21
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	12	12	0	2	0	0	2	10
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	9	9	0	2	0	0	2	7
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	26	25	0	5	0	0	5	21
Sistema Bajo Duero		128	127	0	25	0	0	25	103
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Bajo Duero para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Bajo Duero dispondría de un total de 103 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Bajo Duero se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad – hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 400 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero, las calizas de los Páramos y las calizas mesozoicas y calizas de montaña.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 126,58 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
32	PÁRAMO DE TOROZOS	0,20	5,75	5,96
38	TORDESILLAS	1,65	45,36	47,01
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0,23	5,67	5,90
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	0,49	9,67	10,16
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	0,95	56,61	57,56
<b>Total Demandas</b>		<b>3,52</b>	<b>123,07</b>	<b>126,58</b>
		2,78%	97,22%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Bajo Duero*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 2,78% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (3,52 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 97,22% (123,07 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Analizando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

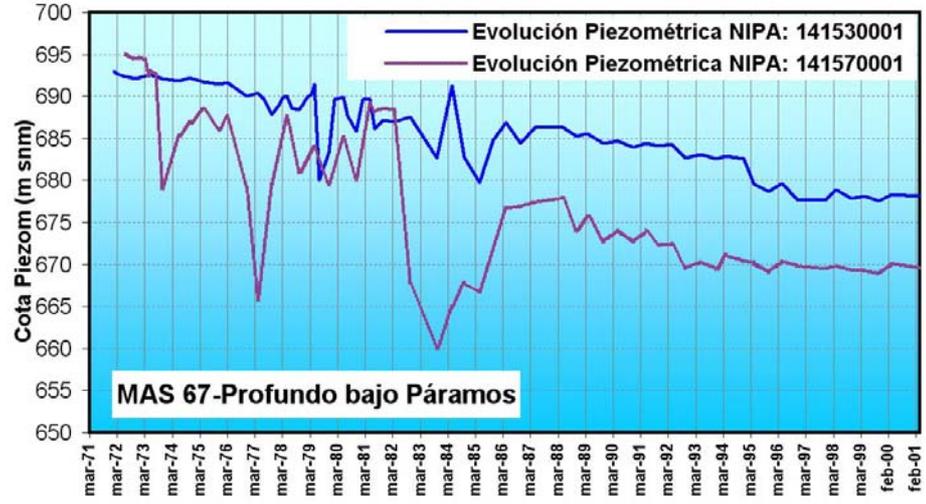
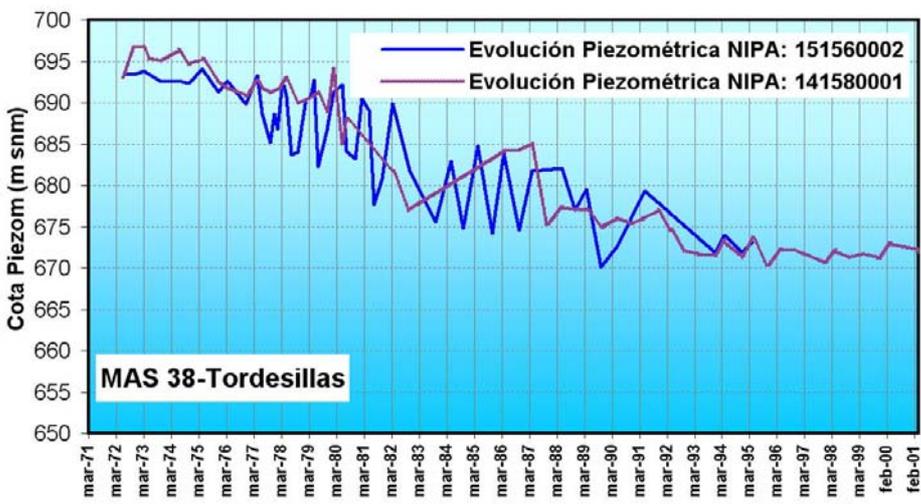
BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
32	PÁRAMO DE TOROZOS	55	2	57	6	51	0
38	TORDESILLAS	27	10	37	47	-10	0
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	12	26	39	6	33	0
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	9	18	26	10	16	0
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	26	0	26	58	-32	0
SISTEMA BAJO DUERO		128	56	184	127	58	0

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Bajo Duero para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Bajo Duero, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 58 hm<sup>3</sup>/a.

Asimismo, en régimen influenciado, es destacable la situación de desequilibrio que se está generando en las MAS 38-Tordesillas y Mas 67-Terciario Detrítico bajo los Páramos, donde las extracciones de recursos subterráneos supera a la recarga que recibe el embalse subterráneo en 10 y 32 hm<sup>3</sup>/a, respectivamente.

La evolución piezométrica registrada en las redes de control históricas del IGME indican un proceso de vaciado del embalse subterráneo asociado al acuífero Terciario Detrítico del Duero en las masas 38-Tordesillas y 67-Detrítico profundo bajo Páramos en el sistema Bajo Duero, como consecuencia de este desequilibrio en el balance.



## Sistema de Explotación Carrión

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

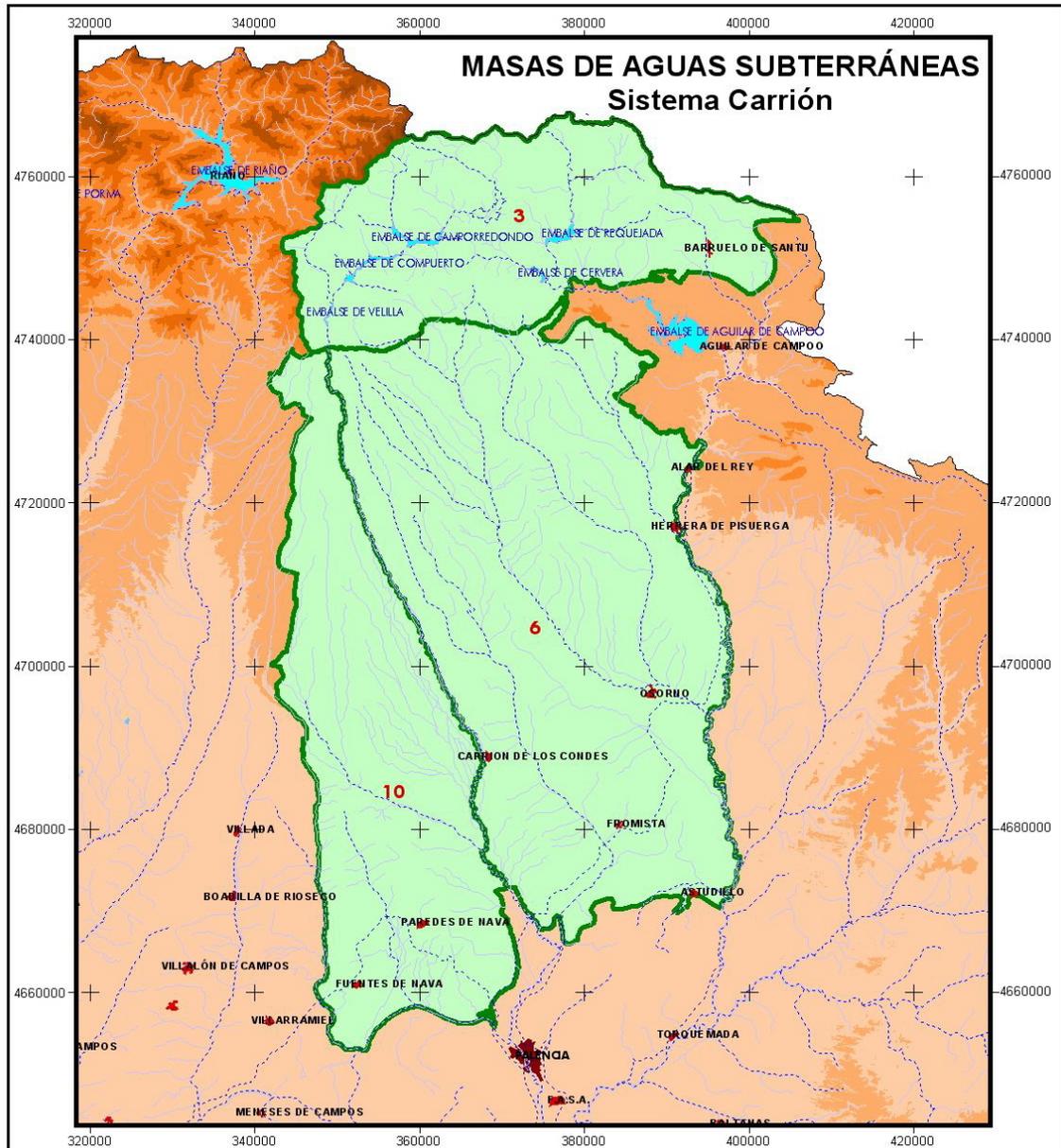
En el sistema del Carrión han sido incluidas un total de seis (3) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), las cuales han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones carbonatadas paleozoicas (calizas de montaña) y mesozoicas del alto Pisuerga (3-Cervera de Pisuerga) y formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo vinculadas a las formaciones detríticas del Terciario del Duero (6-Valdavia y 10-Carrión).

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
3	CERVERA DE PISUERGA	1.082	524
6	VALDAVIA	2.467	2.342
10	CARRIÓN	1.292	1.227
SUMA		4.841	4.093

El río Carrión constituye el límite de separación entre las masas de aguas subterráneas 6-Valdavia y 10-Carrión.

Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Carrión, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Carrión se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.



En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.071 km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva y Bajo Duero, se han concretado un total de 12 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación											
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		09.02	09.03	09.04	10.01	08.05	08.06	08.07	08.08	08.09	08.17	08.18	08.22
		Calizas canáblicas Carrión- Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	Calizas Alto Arlanza- Arlanzón	Detrítico Carrión- Pisuerga	Detrítico Arlanza- Arlanzón	Páramo de Astudillo	Páramo de Torozos	Páramo de Esgueva	Detrítico y aluviales Tordesillas- Valladolid	Detrítico Profundo Páramos- Tordesillas	Detrítico Profundo Arlanza
3	CERVERA DE PISUERGA	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	QUINTANILLA- PEÑAHORADADA	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	VALDAVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	CARRIÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	VILLADIEGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	CASTROJERIZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17	BURGOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,35%	0,00%	0,00%
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
32	PÁRAMO DE TOROZOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
38	TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	44,05%	0,00%	0,00%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,54%	0,00%	0,00%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS- ZAMORA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,06%	0,00%	0,00%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
-	Detrítico Profundo Arlanza												100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva-Bajo Duero*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación				
		Carrión	Pisuerga	Arlanza	Esgueva	Bajo Duero
3	CERVERA DE PISUERGA	50%	50%			
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA		61%	39%		
6	VALDAVIA	4%	96%			
10	CARRIÓN	100%				
14	VILLADIEGO		100%			
16	CASTROJERIZ			100%		
17	BURGOS			100%		
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS			82%	18%	
20	ALUVIALES DEL PISUERGA- ARLANZÓN		70%	30%		
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO		100%			
29	PÁRAMO DE ESGUEVA		30%		70%	
32	PÁRAMO DE TOROZOS					100%
38	TORDESILLAS					100%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA- TORDESILLAS					100%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS- ZAMORA					100%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS		30%			70%
-	Detrítico Profundo Arlanza		20%	80%		

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Carrión, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Carrión en régimen natural. En total, el sistema Carrión dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 137 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (121 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente a MAS del sistema Pisuerga y Bajo Duero (9 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	85	0
6	VALDAVIA	3	3	3
10	CARRIÓN	41	32	41
Sistema Carrión		129	121	9

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Carrión en régimen natural*

La transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Carrión es recibida por masas de aguas subterráneas del sistema Pisuerga y Bajo Duero. Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Carrión procedentes del drenaje de las MAS.

	Descarga Natural	Valderaduey	Carrión	Valdavia	Pisuerga	Esgueva	Arlanzón	Arlanza	Duero	TOTAL
3	CERVERA DE PISUERGA		85,04	25,51	59,53					170,08
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA				60,09		56,82			116,92
6	VALDAVIA		3,22	7,12	62,16					72,49
10	CARRIÓN		32,40							32,40
14	VILLADIEGO				23,26					23,26
16	CASTROJERIZ						59,77	10,55		70,31
17	BURGOS						10,78	95,28		106,07
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS					15,65	7,83	62,62		86,10
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN				9,04		3,87			12,91
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO				12,55					12,55
29	PÁRAMO DE ESGUEVA				13,24	30,89				44,13
32	PÁRAMO DE TOROZOS								54,49	54,49
38	TORDESILLAS	6,05							20,59	26,64
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS								12,42	12,42
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA								8,50	8,50
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS				10,81				25,23	36,04
-	Detrítico Profundo Arlanza				15,23			49,51		64,74
SUMAS		6,05	120,66	32,63	265,91	46,55	139,08	217,95	121,24	0,00

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Carrión*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	85	0	9	0	0	9	77
6	VALDAVIA	3	3	0	0	0	0	0	3
10	CARRIÓN	41	32	9	3	0	0	3	38
	<b>Sistema Carrión</b>	<b>129</b>	<b>121</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>117</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Carrión para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Carrión dispondría de un total de 117 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	85	0	17	0	0	17	68
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	0	0	0	0	0	0	0	0
6	VALDAVIA	3	3	0	1	0	0	1	3
10	CARRIÓN	41	32	9	6	0	0	6	34
	<b>Sistema Carrión</b>	<b>129</b>	<b>121</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>105</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Carrión para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Carrión dispondría de un total de 105 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Carrión se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 400 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero, las calizas de los Páramos y las calizas mesozoicas y calizas de montaña.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 8,00 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
3	CERVERA DE PISUERGA	0,26	0,49	0,76
6	VALDAVIA	0,03	0,22	0,25
10	CARRIÓN	0,46	6,54	7,00
Total Demandas		0,75	7,25	8,00
		9,43%	90,57%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Carrión*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 9,43% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (0,75 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 90,57% (7,25 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Por otra parte, no es necesario considerar en el sistema Carrión sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Retornos Regadíos ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Recarga Influenciada ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Extracciones ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Drenaje Influenciado ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )
3	CERVERA DE PISUERGA	85	0	85	1	84	0
6	VALDAVIA	3	2	5	0	5	0
10	CARRIÓN	41	61	102	7	75	20
SISTEMA CARRIÓN		129	63	192	8	164	20

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Carrión para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

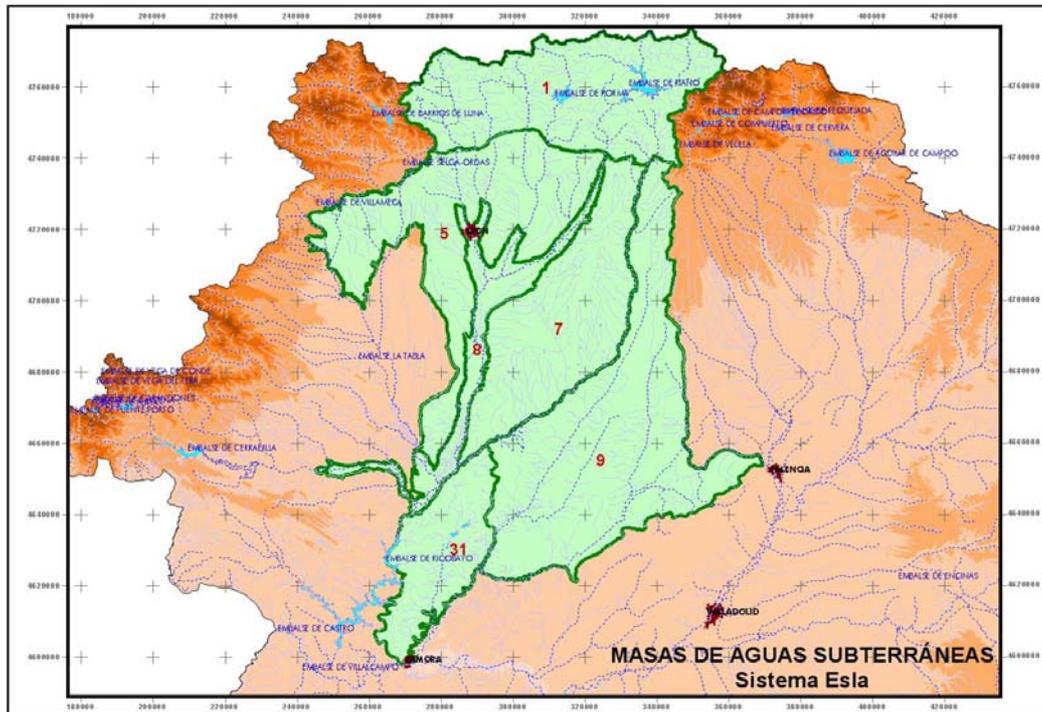
Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Carrión, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a  $164 \text{ hm}^3/\text{a}$ . Asimismo, en régimen influenciado, la transferencia lateral subterránea hacia las MAS del sistema Pisuerga y Bajo Duero ascendería a  $20 \text{ hm}^3/\text{a}$ , por término medio.

## Sistema de Explotación Esla

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Esla han sido incluidas un total de seis (7) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), de las que una (1) se ha definido en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo (33 Aliste) y el resto (6) vinculadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo.

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
1	GUARDO	1.337
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	1.598
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	1.587
8	ALUVIAL DEL ESLA	754
9	TIERRA DE CAMPOS	2.838
31	VILLAFÁFILA	852
SUMA		8.965



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Esla, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Esla se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación

(en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.109 km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Esla-Órbigo-Tera, se han concretado un total de 5 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación-Coeficientes de reparto MAS				
		09.01	08.01	08.02	08.03	08.04
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Calizas cantábricas Esla-Cea	Detritico Valle del Tera	Detritico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	Detritico Tierra de Campos	Detritico Villafáfila
1	GUARDO	76,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	LA POLA DE GORDÓN	23,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,00%	0,00%	42,92%	0,00%	0,00%
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00%	0,00%	0,00%	35,86%	0,00%
8	ALUVIAL DEL ESLA	0,00%	0,00%	16,97%	0,00%	0,00%
9	TIERRA DE CAMPOS	0,00%	0,00%	0,00%	64,14%	0,00%
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	6,83%	0,00%	0,00%
12	LA MARAGATERÍA	0,00%	0,00%	14,48%	0,00%	0,00%
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	15,02%	0,00%	0,00%
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,00%	0,00%	3,78%	0,00%	0,00%
24	VALLE DEL TERA	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
31	VILLAFÁFILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Esla-Órbigo-Tera*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación		
		Esla	Órbigo	Tera
1	GUARDO	100%		
2	LA POLA DE GORDÓN		100%	
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	80%	20%	
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	100%		
8	ALUVIAL DEL ESLA	95,5%		4,5%
9	TIERRA DE CAMPOS			
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO		100%	
12	LA MARAGATERÍA		100%	
15	RAÑA DEL ÓRBIGO		100%	
19	RAÑA DE LA BAÑEZA		100%	
24	VALLE DEL TERA			100%
31	VILLAFÁFILA	100%		

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Esla, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Esla en régimen natural. En total, el sistema Esla dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 438 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (427 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente a MAS de otros sistemas (11 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	133	133	0
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	109	110	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	41	41	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	50	50	0
9	TIERRA DE CAMPOS	73	62	11
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	8	9	0
31	VILLAFÁFILA	24	24	0
Sistema Esla		438	427	11

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Esla en régimen natural*

La transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Esla es recibida por masas de aguas subterráneas del sistema Pisuerga. Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Esla procedentes del drenaje de las MAS.

	Descarga Natural	Esla	Cea	Valderaduey	Sequillo	Salado (Lagunas Villafáfila)	SUMA
1	GUARDO	107,83	25,49				133,32
2	LA POLA DE GORDÓN						0,00
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	109,51					109,51
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA		40,61				40,61
8	ALUVIAL DEL ESLA	49,57					49,57
9	TIERRA DE CAMPOS			50,84	10,89		61,73
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO						0,00
12	LA MARAGATERÍA						0,00
15	RAÑA DEL ÓRBIGO						0,00
19	RAÑA DE LA BAÑEZA						0,00
24	VALLE DEL TERA	8,52					8,52
31	VILLAFÁFILA			14,18		9,46	23,64
SUMAS		275,44	66,11	65,02	10,89	9,46	426,91

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Esla*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	133	133	0	13	0	0	13	120
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0	0	0	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	109	110	0	11	0	0	11	99
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	41	41	0	4	0	0	4	37
8	ALUVIAL DEL ESLA	50	50	0	5	0	0	5	45
9	TIERRA DE CAMPOS	73	62	11	6	0	0	6	67
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0	0	0	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0	0	0	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	8	9	0	1	0	0	1	8
31	VILLAFÁFILA	24	24	0	2	9	0	12	12
<b>Sistema Esla</b>		<b>438</b>	<b>427</b>	<b>11</b>	<b>43</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>386</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Esla para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico y las descargas a zonas húmedas de interés ambiental (laguna de Villafáfila), el sistema Esla dispondría de un total de 386 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	133	133	0	27	0	0	27	107
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0	0	0	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	109	110	0	22	0	0	22	88
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	41	41	0	8	0	0	8	33
8	ALUVIAL DEL ESLA	50	50	0	10	0	0	10	40
9	TIERRA DE CAMPOS	73	62	11	12	0	0	12	61
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0	0	0	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0	0	0	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	8	9	0	2	0	0	2	7
31	VILLAFÁFILA	24	24	0	5	9	0	14	9
Sistema Esla		438	427	11	85	9	0	95	343
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Esla para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico y las descargas a zonas húmedas de interés ambiental (laguna de Villafáfila), el sistema Esla dispondría de un total de 343 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Esla se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad – hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales y rañas (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 400 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de

suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 100,38 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
1	GUARDO	1,54	4,78	6,32
2	LA POLA DE GORDÓN	0,00	0,00	0,00
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	4,94	8,68	13,62
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,99	13,30	14,29
8	ALUVIAL DEL ESLA	2,82	10,25	13,07
9	TIERRA DE CAMPOS	2,13	35,22	37,35
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0,00	0,00	0,00
12	LA MARAGATERÍA	0,00	0,00	0,00
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0,00	0,00	0,00
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,00	0,00	0,00
22	SANABRIA	0,00	0,00	0,00
23	VILARDEVÓS-LAZA	0,00	0,00	0,00
24	VALLE DEL TERA	0,00	0,00	0,00
28	VERÍN	0,00	0,00	0,00
31	VILLAFÁFILA	0,88	14,49	15,37
33	ALISTE	0,37	0,00	0,37
<b>Total Demandas</b>		<b>13,67</b>	<b>86,71</b>	<b>100,38</b>
		13,62%	86,38%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Esla*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 13,62% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (13,67 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 86,38% (86,713 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
LEON	5	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla
	8	Aluvial del Esla
POLA DE GORDON (LA)	1	Guardo
VALENCIA DE DON JUAN	7	Terciario y Cuaternario del Esla-Cea
VILLALON DE CAMPOS	9	Tierra de Campos
BENAVENTE	5	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla
	24	Valle del Tera

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influida (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influidado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	133	0	133	6	127	0
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	109	13	122	14	108	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	41	10	51	14	37	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	50	91	140	13	127	0
9	TIERRA DE CAMPOS	73	3	75	37	32	6
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	8	0	8	0	8	0
31	VILLAFÁFILA	24	4	27	15	12	0
SISTEMA ESLA		438	120	558	100	452	6

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Esla para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Esla, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 452 hm<sup>3</sup>/a. Asimismo, en régimen influenciado, la transferencia lateral subterránea hacia las MAS del sistema Pisuerga ascendería a 6 hm<sup>3</sup>/a, por término medio.

## Sistema de Explotación Órbigo



(en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.109 km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Esla-Órbigo-Tera, se han concretado un total de 5 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación-Coeficientes de reparto MAS				
		09.01	08.01	08.02	08.03	08.04
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Calizas cantábricas Esla-Cea	Detritico Valle del Tera	Detritico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	Detritico Tierra de Campos	Detritico Villafáfila
1	GUARDO	76,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	LA POLA DE GORDÓN	23,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,00%	0,00%	42,92%	0,00%	0,00%
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00%	0,00%	0,00%	35,86%	0,00%
8	ALUVIAL DEL ESLA	0,00%	0,00%	16,97%	0,00%	0,00%
9	TIERRA DE CAMPOS	0,00%	0,00%	0,00%	64,14%	0,00%
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	6,83%	0,00%	0,00%
12	LA MARAGATERÍA	0,00%	0,00%	14,48%	0,00%	0,00%
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	15,02%	0,00%	0,00%
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,00%	0,00%	3,78%	0,00%	0,00%
24	VALLE DEL TERA	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
31	VILLAFÁFILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Esla-Órbigo-Tera*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación		
		Esla	Órbigo	Tera
1	GUARDO	100%		
2	LA POLA DE GORDÓN		100%	
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	80%	20%	
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	100%		
8	ALUVIAL DEL ESLA	95,5%		4,5%
9	TIERRA DE CAMPOS			
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO		100%	
12	LA MARAGATERÍA		100%	
15	RAÑA DEL ÓRBIGO		100%	
19	RAÑA DE LA BAÑEZA		100%	
24	VALLE DEL TERA			100%
31	VILLAFÁFILA	100%		

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Órbigo, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Órbigo en régimen natural. En total, el sistema Órbigo dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 196 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (196 hm<sup>3</sup>/a), no existiendo transferencias laterales.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	41	41	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	27	27	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	0	0	0
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	22	22	0
12	LA MARAGATERÍA	46	46	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	48	48	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	12	12	0
24	VALLE DEL TERA	0	0	0
31	VILLAFÁFILA	0	0	0
Sistema Órbigo		196	196	0

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Órbigo en régimen natural*

Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibiría el cauce principal del sistema Órbigo procedentes del drenaje de las MAS.

	Descarga Natural	Órbigo
1	GUARDO	40,60
2	LA POLA DE GORDÓN	27,38
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00
8	ALUVIAL DEL ESLA	
9	TIERRA DE CAMPOS	21,79
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	46,19
12	LA MARAGATERÍA	47,90
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	12,04
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	
24	VALLE DEL TERA	
31	VILLAFÁFILA	40,60
	SUMAS	195,90

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Órbigo*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0	0	0	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	41	41	0	4	0	0	4	37
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	27	27	0	3	0	0	3	25
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	0	0	0	0	0	0	0	0
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0	0	0	0	0	0
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	22	22	0	2	0	0	2	20
12	LA MARAGATERÍA	46	46	0	5	0	0	5	42
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	48	48	0	5	0	0	5	43
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	12	12	0	1	0	0	1	11
24	VALLE DEL TERA	0	0	0	0	0	0	0	0
31	VILLAFÁFILA	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sistema Órbigo</b>		<b>196</b>	<b>196</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>176</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Órbigo para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico y las descargas a zonas húmedas de interés ambiental, el sistema Órbigo dispondría de un total de 176 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0	0	0	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	41	41	0	8	0	0	8	32
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	27	27	0	5	0	0	5	22
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	0	0	0	0	0	0	0	0
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0	0	0	0	0	0
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	22	22	0	4	0	0	4	17
12	LA MARAGATERÍA	46	46	0	9	0	0	9	37
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	48	48	0	10	0	0	10	38
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	12	12	0	2	0	0	2	10
24	VALLE DEL TERA	0	0	0	0	0	0	0	0
31	VILLAFÁFILA	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sistema Órbigo</b>		<b>196</b>	<b>196</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>157</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Órbigo para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico y las descargas a zonas húmedas de interés ambiental, el sistema Órbigo dispondría de un total de 157 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Órbigo se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad – hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales y rañas (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 400 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda

Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 29,83 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
1	GUARDO	0,00	0,00	0,00
2	LA POLA DE GORDÓN	0,47	0,10	0,57
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	2,75	2,17	4,91
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00	0,00	0,00
8	ALUVIAL DEL ESLA	0,26	0,00	0,26
9	TIERRA DE CAMPOS	0,00	0,00	0,00
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	2,19	7,41	9,60
12	LA MARAGATERÍA	0,84	1,09	1,94
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	1,40	7,72	9,12
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,10	3,33	3,43
22	SANABRIA	0,00	0,00	0,00
23	VILARDEVÓS-LAZA	0,00	0,00	0,00
24	VALLE DEL TERA	0,00	0,00	0,00
28	VERÍN	0,00	0,00	0,00
31	VILLAFÁFILA	0,00	0,00	0,00
33	ALISTE	0,00	0,00	0,00
Total Demandas		8,01	21,82	29,83
		26,86%	73,14%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Órbigo*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 26,86% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (8,01 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 73,14% (21,82 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
BAÑEZA (LA)	11	Aluvial del Órbigo
CASTROCALBON	12	La Maragatería
RIELLO	2	La Pola de Gordón

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Infiltrada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Infiltrado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	41	0	41	1	40	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	27	3	31	5	26	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	0	0	0	0	0	0
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0	0	0	0
11	ALUVIAL DEL ÓRBIGO	22	63	85	10	75	0
12	LA MARAGATERÍA	46	0	46	2	44	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	48	126	174	9	165	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	12	16	28	3	24	0
24	VALLE DEL TERA	0	0	0	0	0	0
31	VILLAFÁFILA	0	0	0	0	0	0
SISTEMA ÓRBIGO		196	208	403	30	374	0

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Órbigo para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Órbigo, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 374 hm<sup>3</sup>/a.

## Sistema de Explotación Pisuerga

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Pisuerga han sido incluidas un total de seis (8) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), las cuales han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones carbonatadas paleozoicas (calizas de montaña) y mesozoicas del alto Pisuerga (3-Cervera de Pisuerga, 4-Quintanilla-Peñahoradada y 18-Arlazón-río Lobos), las formaciones detríticas del Terciario del Duero (6-Valdavia, 14-Villadiego y 67-Terciario detrítico bajo los Páramos) y las formaciones de calizas tabulares de los Páramos (25-Páramo de Astudillo y 29-Páramo de Esgueva).

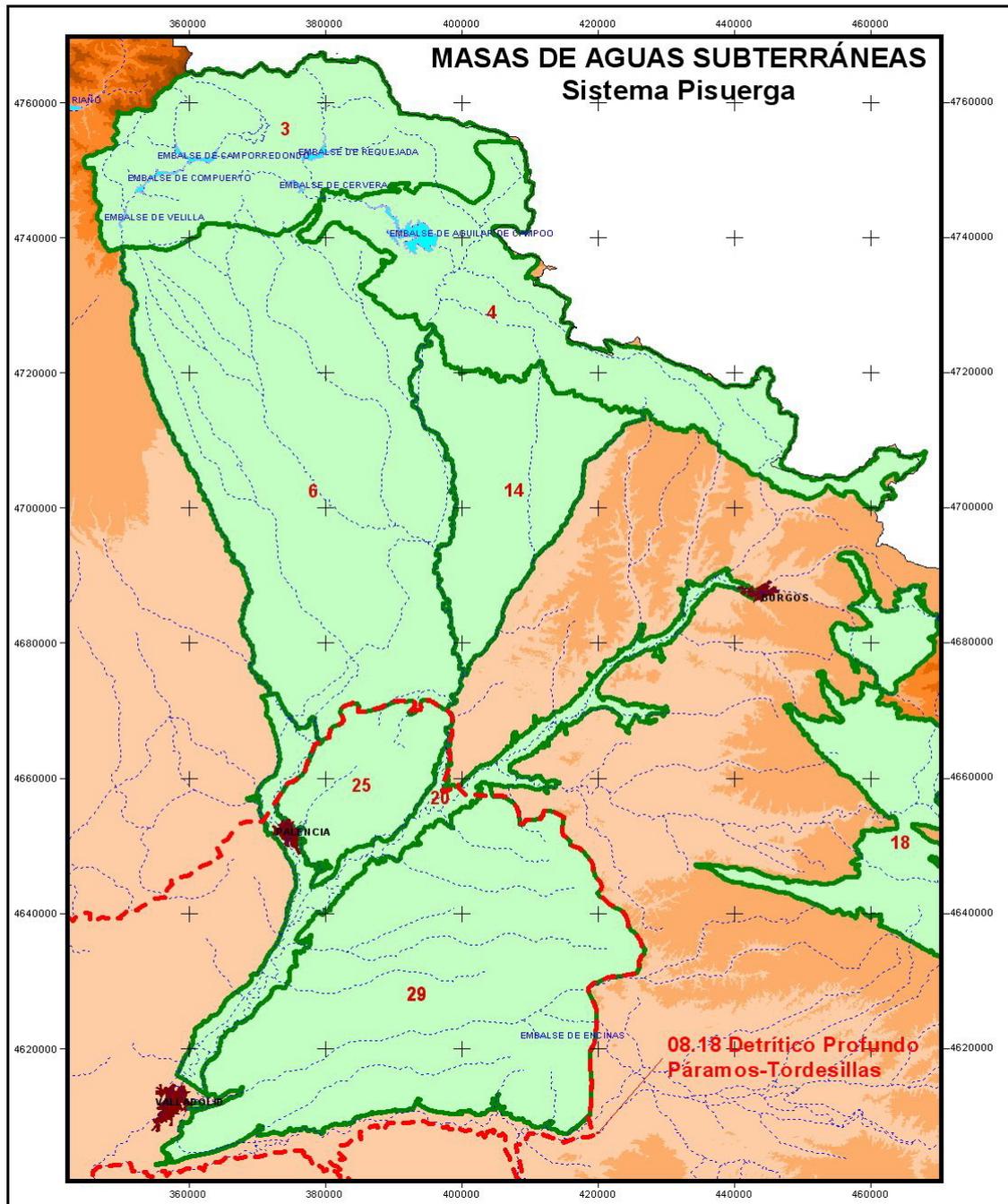
MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
3	CERVERA DE PISUERGA	1.082	524
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	1.084	986
6	VALDAVIA	2.467	2.342
14	VILLADIEGO	734	697
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS <sup>(a)</sup>	1.114	639
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	397	1.365
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	4.207	2.519
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	5.306 <sup>(b)</sup>	0
SUMA		16.390	9.071

*(a) Se considera esta MAS en el sistema Pisuerga ya que, en parte, descarga hacia el río Esgueva (afluente del Pisuerga)*  
*(b) Es un acuífero profundo por lo que no presenta superficie permeable aflorante*

La MAS 67- Terciario detrítico bajo los Páramos no presenta afloramientos permeables, ya que corresponde a un acuífero profundo que subyace bajo las MAS 20-Aluviales Pisuerga-Arlanzón, 25-Páramo de Astudillo, 29-Páramo de Esgueva, 32-Páramo de Torozos y 38-Tordesillas y que se descarga hacia los ríos Pisuerga y Duero.

Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Pisuerga, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Pisuerga se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífero no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitado han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.



En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.071 km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva y Bajo Duero, se han concretado un total de 12 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación											
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		09.02	09.03	09.04	10.01	08.05	08.06	08.07	08.08	08.09	08.17	08.18	08.22
		Calizas cantábricas Carrión- Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Pisuerga	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	Calizas Alto Arlanza- Arlanzón	Detrítico Carrión- Pisuerga	Detrítico Arlanza- Arlanzón	Páramo de Astudillo	Páramo de Torozos	Páramo de Esgueva	Detrítico y aluviales Tordesillas- Valladolid	Detrítico Profundo Páramos- Tordesillas	Detrítico Profundo Arlanza
3	CERVERA DE PISUERGA	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	QUINTANILLA- PEÑAHORADADA	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	VALDAVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10	CARRIÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	VILLADIEGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	CASTROJERIZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17	BURGOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,35%	0,00%	0,00%
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
32	PÁRAMO DE TOROZOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
38	TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	44,05%	0,00%	0,00%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,54%	0,00%	0,00%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS- ZAMORA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,06%	0,00%	0,00%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%
-	Detrítico Profundo Arlanza												100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza-Esgueva-Bajo Duero*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación				
		Carrión	Pisuerga	Arlanza	Esgueva	Bajo Duero
3	CERVERA DE PISUERGA	50%	50%			
4	QUINTANILLA- PEÑAHORADADA		61%	39%		
6	VALDAVIA	4%	96%			
10	CARRIÓN	100%				
14	VILLADIEGO		100%			
16	CASTROJERIZ			100%		
17	BURGOS			100%		
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS			82%	18%	
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN		70%	30%		
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO		100%			
29	PÁRAMO DE ESGUEVA		30%		70%	
32	PÁRAMO DE TOROZOS					100%
38	TORDESILLAS					100%
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA- TORDESILLAS					100%
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS- ZAMORA					100%
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS		30%			70%
-	Detrítico Profundo Arlanza		20%	80%		
		12%	31%	40%	6%	12%

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Pisuerga, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Pisuerga en régimen natural. En total, el sistema Pisuerga dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 394 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (3459 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente a MAS del propio sistema (49 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	85	0
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	89	60	29
6	VALDAVIA	75	69	6
10	CARRIÓN	0	0	0
14	VILLADIEGO	23	23	0
16	CASTROJERIZ	0	0	0
17	BURGOS	0	0	0
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	30	16	14
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	9	9	0
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	13	13	0
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	13	13	0
32	PÁRAMO DE TOROZOS	0	0	0
38	TORDESILLAS	0	0	0
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	0	0	0
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	0	0	0
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	11	11	0
-	Detrítico Profundo Arlanza	15	15	0
Sistema Pisuerga		394	345	49

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Pisuerga en régimen natural*

La transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Pisuerga es recibida por masas de aguas subterráneas del propio sistema Pisuerga o del Bajo Duero. Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Pisuerga procedentes del drenaje de las MAS.

	Descarga Natural	Valderaduey	Carrión	Valdavia	Pisuerga	Esgueva	Arlanzón	Arlanza	Duero	TOTAL
3	CERVERA DE PISUERGA		85,04	25,51	59,53					170,08
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA				60,09		56,82			116,92
6	VALDAVIA		3,22	7,12	62,16					72,49
10	CARRIÓN		32,40							32,40
14	VILLADIEGO				23,26					23,26
16	CASTROJERIZ						59,77	10,55		70,31
17	BURGOS						10,78	95,28		106,07
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS					15,65	7,83	62,62		86,10
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN				9,04		3,87			12,91
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO				12,55					12,55
29	PÁRAMO DE ESGUEVA				13,24	30,89				44,13
32	PÁRAMO DE TOROZOS								54,49	54,49
38	TORDESILLAS	6,05							20,59	26,64
39	ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS								12,42	12,42
41	ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA								8,50	8,50
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS				10,81				25,23	36,04
-	Detrítico Profundo Arlanza				15,23			49,51		64,74
	SUMAS	6,05	120,66	32,63	265,91	46,55	139,08	217,95	121,24	950,07

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Pisuerga*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	85	0	9	0	0	9	77
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	89	60	29	6	0	0	6	83
6	VALDAVIA	75	69	6	7	0	0	7	68
14	VILLADIEGO	23	23	0	2	0	0	2	21
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	30	16	14	2	0	0	2	28
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	9	9	0	1	0	0	1	8
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	13	13	0	1	0	0	1	11
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	13	13	0	1	0	0	1	12
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	11	11	0	1	0	0	1	10
-	Detrítico Profundo Arlanza	15	15	0	2	0	0	2	14
<b>Sistema Pisuerga</b>		<b>394</b>	<b>345</b>	<b>49</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>360</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Pisuerga para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Pisuerga dispondría de un total de 360 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	85	0	17	0	0	17	68
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	89	60	29	12	0	0	12	77
6	VALDAVIA	75	69	6	14	0	0	14	61
14	VILLADIEGO	23	23	0	5	0	0	5	19
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	30	16	14	3	0	0	3	26
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	9	9	0	2	0	0	2	7
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	13	13	0	3	0	0	3	10
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	13	13	0	3	0	0	3	11
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	11	11	0	2	0	0	2	9
-	Detrítico Profundo Arlanza	15	15	0	3	0	0	3	12
<b>Sistema Pisuerga</b>		<b>394</b>	<b>345</b>	<b>49</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>69</b>	<b>325</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Pisuerga para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Pisuerga dispondría de un total de 325 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Pisuerga se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 400 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero, las calizas de los Páramos y las calizas mesozoicas y calizas de montaña.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 49,25 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
3	CERVERA DE PISUERGA	0,27	0,49	0,76
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	0,19	0,93	1,12
6	VALDAVIA	0,70	5,05	5,75
14	VILLADIEGO	0,43	1,56	1,99
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,02	0,20	0,22
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	0,62	7,53	8,15
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	0,01	2,50	2,51
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	0,10	3,91	4,01
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	0,40	23,79	24,18
-	Detrítico Profundo Arlanza	0,12	0,43	0,55
<b>Total Demandas</b>		<b>2,85</b>	<b>46,40</b>	<b>49,25</b>
		5,78%	94,22%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Pisuerga*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 5,78% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (2,85 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 94,22% (46,40 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
VALLADOLID	29	Páramo de Esgueva
	39	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas
PEÑAFIEL	29	Páramo de Esgueva
VENTA DE BAÑOS	25	Páramo de Astudillo
	29	Páramo de Esgueva

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
3	CERVERA DE PISUERGA	85	0	85	1	84	0
4	QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	89	0	89	1	59	29
6	VALDAVIA	75	47	122	6	108	9
14	VILLADIEGO	23	15	38	2	36	0
18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS	30	0	30	0	16	14
20	ALUVIALES DEL PISUERGA-ARLANZÓN	9	19	28	8	20	0
25	PÁRAMO DE ASTUDILLO	13	1	13	3	11	0
29	PÁRAMO DE ESGUEVA	13	3	16	1	15	0
67	TERCIARIO DETRÍTICO BAJO LOS PÁRAMOS	11	0	11	24	-13	0
-	Detrítico Profundo Arlanza	15	0	15	1	15	0
SISTEMA PISUERGA		394	91	486	49	385	52

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Pisuerga para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Pisuerga, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 385 hm<sup>3</sup>/a. Asimismo, en régimen influenciado, la transferencia lateral subterránea hacia las MAS del propio sistema Pisuerga y Bajo Duero ascendería a 52 hm<sup>3</sup>/a, por término medio.

En la MAS 67-Terciario Detrítico bajo los Páramos existe un desequilibrio en el balance hidrogeológico, ya que las extracciones superan la recarga natural de esta masa de agua subterránea en 13 hm<sup>3</sup>/a (la recarga de esta MAS procede de transferencias laterales subterránea e incluso es posible que de transferencias verticales de acuíferos superiores, a favor de sondeos profundos mal contruidos, cuantía que no puede ser determinada con el grado de conocimiento actual).

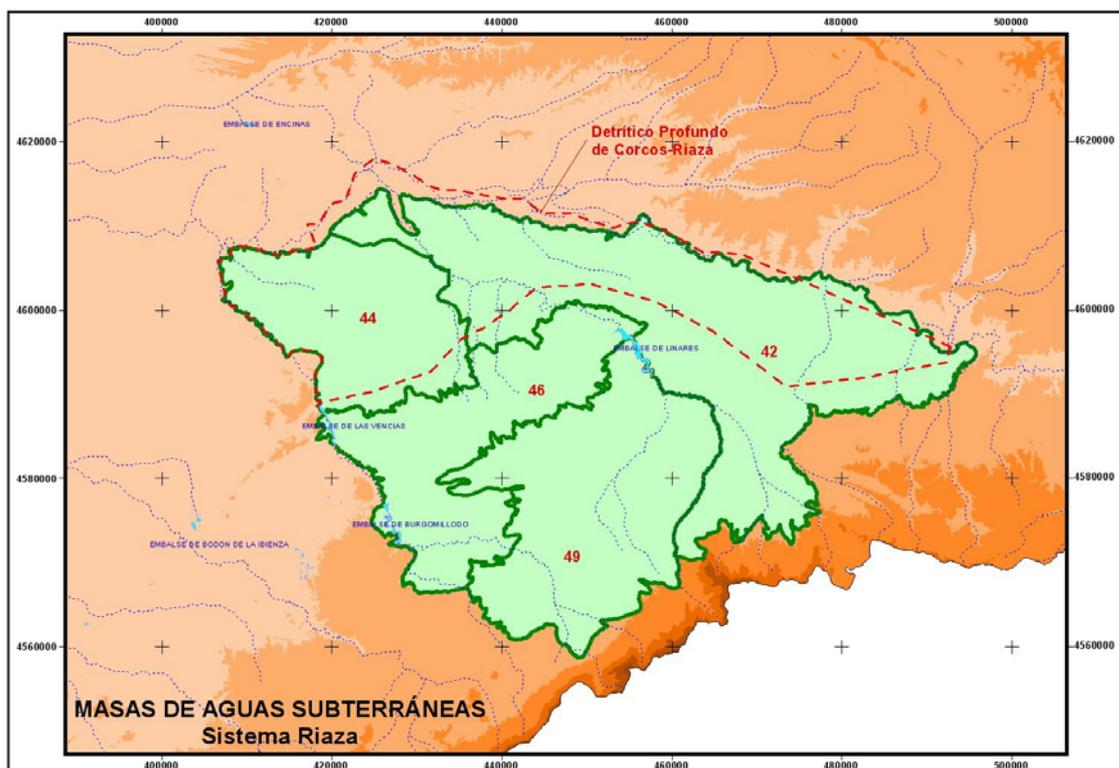
Esta situación de desequilibrio está produciendo una estado hidrogeológico insostenible que se refleja en la evolución de los niveles piezométricos registrados en el valle del Esgueva, donde esta situación de desequilibrio es más acusada.

## Sistema de Explotación Riaza

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema Rianza han sido incluidas un total de seis (4) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), las cuales han sido definidas en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífero vinculadas a las formaciones carbonatadas mesozoicas (46-Sepúlveda), las formaciones detríticas del Terciario del Duero (42-Rianza y 49-Ayllón) y las formaciones de calizas tabulares de los Páramos (44-Páramo de Corcos).

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		EXTENSIÓN (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
42	RIAZA	1.064	781
44	PÁRAMO DE CORCOS	416	369
46	SEPÚLVEDA	493	239
49	AYLLÓN (Terciario)	652	479
-	Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	1.064	0
SUMA		<b>2.625</b>	<b>1.869</b>



En el sistema de explotación Rianza se han incluido aquellas masas de aguas subterráneas que mantienen relación hidráulica con los ríos Rianza y Duratón. Así, también se considerará, en los balances, la aportación que recibe el río Duratón de las masas de aguas subterráneas 43-Páramo de Cuellar y 55-Cantimpalos, si bien, esta masa de agua subterránea se ha incluido en el sistema Adaja-Cega.

Además, en la MAS 49-Ayllón se han distinguido balances segregados para los acuíferos Detrítico Terciario y carbonatado mesozoico.

Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Riaza, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Riaza se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero del sistema de explotación Riaza, se han concretado un total de 2 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

La MAS 42-Riaza y la 44-Páramo de Corcosos ha sido discretizadas en dos unidades de modelación, una que corresponde con los niveles productivos superficiales (hasta 200 m de profundidad) y otra asociada a los niveles productivos más profundos (a partir de 200 m de profundidad). Esta segregación esta justificada en virtud de datos piezométricos y de calidad de las aguas registrados en las redes de control oficiales de reciente construcción.

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA			Unidades de Modelación Riaza		Unidades de Modelación Adaja-Cega	
			08.12	08.20	08.13	11.01
Sistemas de Explotación	Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Detritico de Riaza	Detritico Profundo de Corcos-Riaza	Páramo de Corcosos	Callizas Duratón-Sepúlveda
	Riaza					
	42	RIAZA	61,98%			
	44	PÁRAMO DE CORCOS			100,00%	
	-	Detritico Profundo de Corcos-Riaza		100,00%		
	46	SEPÚLVEDA				34,10%
	49	AYLLÓN (Terciario)	38,02%			
	49	AYLLÓN (Cretácico)				8,46%
Adaja-Cega	55	CANTIMPALOS				42,86%
	56	PRÁDENA				14,58%

*Coeficientes de reparto UMod del sistema de explotación Riaza*

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Rianza, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Rianza en régimen natural. En total, el sistema Rianza dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 168 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (168 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
42	RIAZA	27	27	0
49	AYLLÓN (Terciario)	17	17	0
44	PÁRAMO DE CORCOS	16	15	0
46	SEPÚLVEDA	44	44	0
49	AYLLÓN (Cretácico)	11	11	0
55	CANTIMPALOS	17	17	0
-	Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	36	36	0
Sistema Rianza		168	168	0

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Rianza en régimen natural*

Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Rianza procedentes del drenaje de las MAS.

También se han incluido las MAS de los sistemas de explotación Alto Duero y Adaja-Cega, al objeto de disponer de una visión de conjunto.

		Descarga Natural a Cauces	Duero	Arandilla	Ucero	Rituerto	Riaza	Duratón	Cega	Pirón	Eresma	Voltoya	Adaja	Zapardiel	Trabancos	Guareña	Drenaje a CAUCES
Alto Duero	18	ARLANZÓN-RÍO LOBOS		9,88	19,77												29,65
	30	ARANDA DE DUERO	93,75														93,75
	-	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	47,70														47,70
	34	ARAVIANA	26,76			14,41											41,16
	35	CABREJAS-SORIA	27,86		41,79												69,66
	37	CUENCA DE ALMAZÁN	121,88														121,88
	50	ALMAZÁN SUR	176,59														176,59
51	PÁRAMO DE ESCALOTE	22,68														22,68	
Riaza	42	RIAZA	26,32				0,87										27,19
	44	PÁRAMO DE CORCOS						15,40									15,40
	-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	35,87														35,87
	46	SEPÚLVEDA					13,26	30,95									44,21
	49	AYLLÓN (Terciario)					16,68										16,68
	49	AYLLÓN (Cretácico)					3,29	7,68									10,97
Adaja-Cega	43	PÁRAMO DE CUÉLLAR	19,69				5,91	13,78									39,37
	45	LOS ARENALES						12,25	9,80	14,70	7,35	9,96					54,05
	47	MEDINA DEL CAMPO										20,27	31,85	18,47	9,24		79,83
	48	TIERRA DEL VINO															39,45
	55	CANTIMPALOS					16,68	38,91	21,05	42,10	12,63						131,36
	56	PRÁDENA						18,91									18,91
	57	SEGOVIA								7,72							7,72
	64	VALLE DE AMBLÉS											33,91				33,91
	-	Detrítico Profundo de Los Arenales	43,34														43,34
		<b>SUMA</b>	642,44	9,88	61,56	14,41	34,10	76,61	83,84	30,85	64,52	19,98	64,13	31,85	18,47	48,68	<b>1.201,32</b>

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistemas Alto Duero, Riaza y Adaja-Cega*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
42	RIAZA	27	27	0	3	0	0	3	25
44	PÁRAMO DE CORCOS	16	16	0	2	0	0	2	14
-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	36	36	0	4	0	0	4	33
46	SEPÚLVEDA	44	44	0	4	0	0	4	40
49	AYLLÓN (Terciario)	17	17	0	2	0	0	2	15
	AYLLÓN (Cretácico)	11	11	0	1	0	0	1	10
55	CANTIMPALOS <sup>(a)</sup>	17	17	0	2	0	0	2	15
<b>Sistema Riaza</b>		<b>168</b>	<b>168</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>152</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

<sup>(a)</sup> Sector de la MAS 55-Cantimpalos que drena al río Duratón

*Recursos disponibles MAS-Sistema Riaza para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

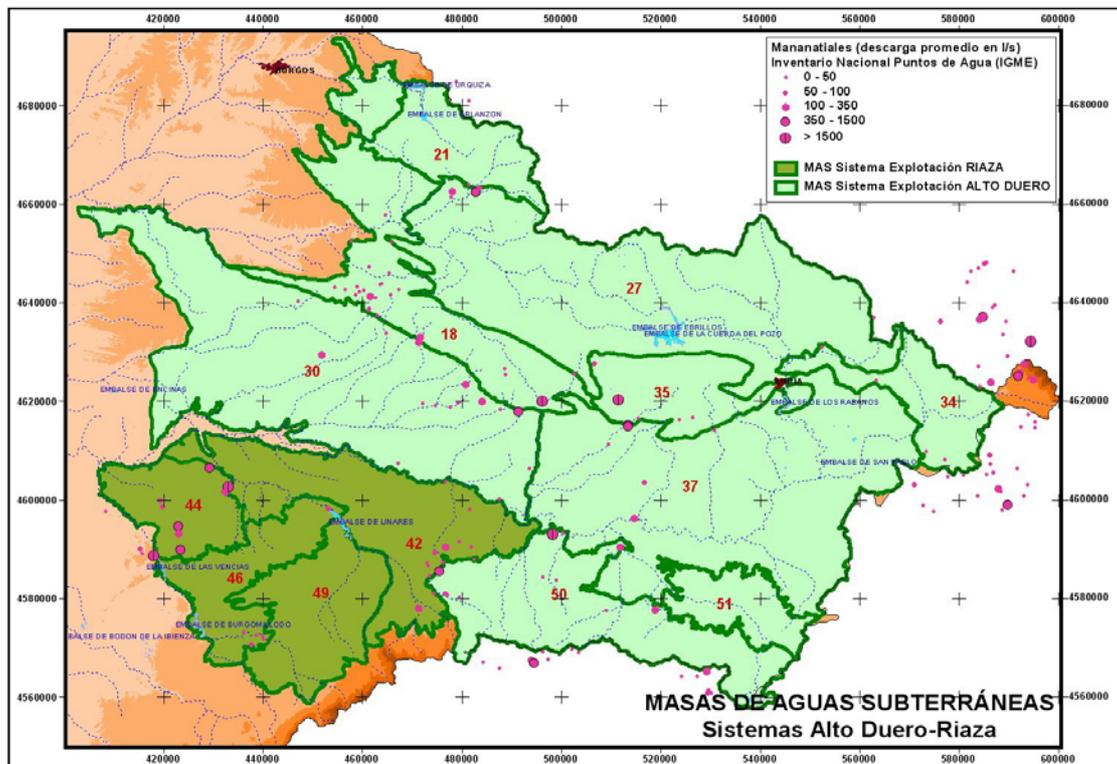
Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Riaza dispondría de un total de 152 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
42	RIAZA	27	27	0	5	0	0	5	22
44	PÁRAMO DE CORCOS	16	16	0	3	0	0	3	12
-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	36	36	0	7	0	0	7	29
46	SEPÚLVEDA	44	44	0	9	0	0	9	35
49	AYLLÓN (Terciario)	17	17	0	3	0	0	3	13
	AYLLÓN (Cretácico)	11	11	0	2	0	0	2	9
55	CANTIMPALOS <sup>(a)</sup>	17	17	0	3	0	0	3	13
<b>Sistema Riaza</b>		<b>168</b>	<b>168</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>133</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

<sup>(a)</sup> Sector de la MAS 55-Cantimpalos que drena al río Duratón

*Recursos disponibles MAS-Sistema Riaza para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Riaza dispondría de un total de 133 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.



*Principales drenajes puntuales (manantiales) asociados a las masas de aguas subterráneas del Alto Duero y Riaza*

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Riaza se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 350 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero, las calizas de los Páramos y las calizas mesozoicas.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 10,91 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
42	RIAZA	0,60	0,98	1,58
44	PÁRAMO DE CORCOS	0,71	1,28	1,99
-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	0,11	0,55	0,66
46	SEPÚLVEDA	0,18	0,05	0,23
49	AYLLÓN (Terciario)	0,20	0,49	0,70
	AYLLÓN (Cretácico)	0,09	0,21	0,30
55	CANTIMPALOS	0,42	5,03	5,45
Total Demandas		2,31	8,60	10,91
		21,19%	78,81%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Riaza*

Según los datos de extracciones, el 21,19% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (2,31 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 78,81% (8,60 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
42	RIAZA	27	7	34	2	33	0
44	PÁRAMO DE CORCOS	17	4	21	1	20	0
-	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	36	0	36	1	35	0
46	SEPÚLVEDA	44	0	44	0	44	0
49	AYLLÓN (Terciario)	17	2	19	5	13	0
	AYLLÓN (Cretácico)	11	45	56	0	55	0
55	CANTIMPALOS	17	2	19	5	13	0
SISTEMA RIAZA		168	58	226	11	215	0

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Riaza para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

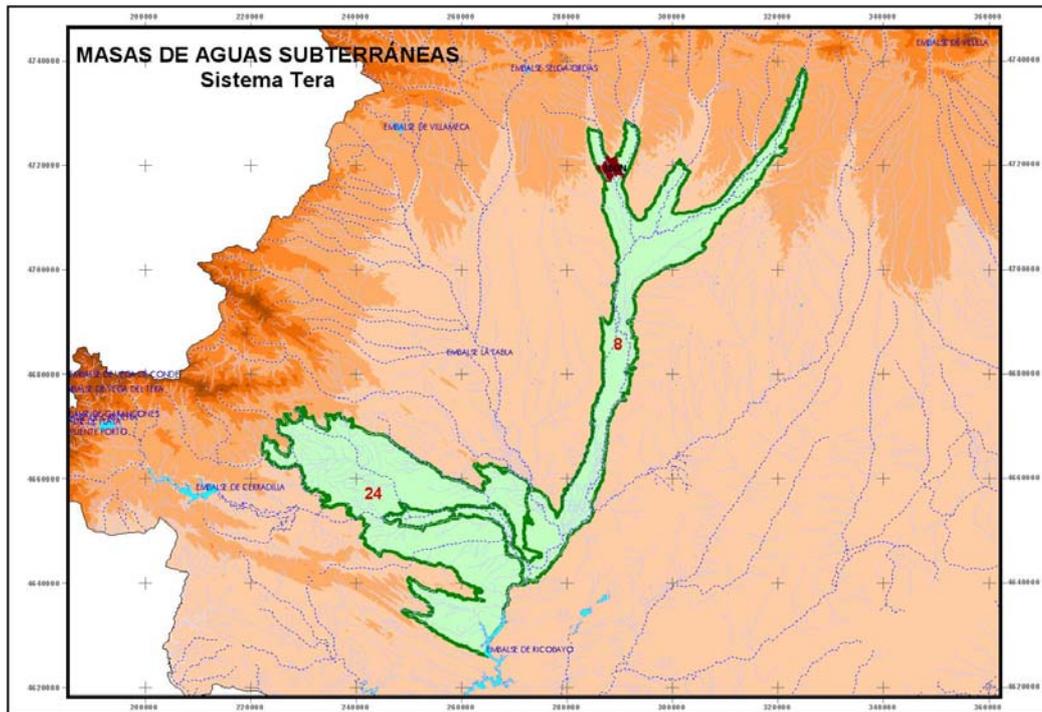
Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Riaza, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 215 hm<sup>3</sup>/a.

## Sistema de Explotación Tera

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Tera han sido incluidas un total de tres (3) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), de las que una (1) se ha definido en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo (22 Sanabria) y el resto (2) vinculadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo.

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
8	ALUVIAL DEL ESLA	36
24	VALLE DEL TERA	762
SUMA		828



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Tera, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

En el vasto ámbito territorial que constituyen las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo (17.109

km<sup>2</sup>) del conjunto de sistemas de explotación Esla-Órbigo-Tera, se han concretado un total de 5 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación-Coeficientes de reparto MAS				
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		09.01	08.01	08.02	08.03	08.04
		Calizas cantábricas Esla-Cea	Detrítico Valle del Tera	Detrítico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	Detrítico Tierra de Campos	Detrítico Villafáfila
1	GUARDO	76,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	LA POLA DE GORDÓN	23,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,00%	0,00%	42,92%	0,00%	0,00%
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00%	0,00%	0,00%	35,86%	0,00%
8	ALUVIAL DEL ESLA	0,00%	0,00%	16,97%	0,00%	0,00%
9	TIERRA DE CAMPOS	0,00%	0,00%	0,00%	64,14%	0,00%
11	ALUVIAL DEL TERA	0,00%	0,00%	6,83%	0,00%	0,00%
12	LA MARAGATERÍA	0,00%	0,00%	14,48%	0,00%	0,00%
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	15,02%	0,00%	0,00%
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,00%	0,00%	3,78%	0,00%	0,00%
24	VALLE DEL TERA	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
31	VILLAFÁFILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Esla-Tera-Tera*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. De manera que existen algunas MAS que están compartidas entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación		
		Esla	Órbigo	Tera
1	GUARDO	100%		
2	LA POLA DE GORDÓN		100%	
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	80%	20%	
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	100%		
8	ALUVIAL DEL ESLA	95,5%		4,5%
9	TIERRA DE CAMPOS			
11	ALUVIAL DEL TERA		100%	
12	LA MARAGATERÍA		100%	
15	RAÑA DEL ÓRBIGO		100%	
19	RAÑA DE LA BAÑEZA		100%	
24	VALLE DEL TERA			100%
31	VILLAFÁFILA	100%		

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Tera, considerando las MAS vinculadas a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Tera en régimen natural. En total, el sistema Tera dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 30 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (22 hm<sup>3</sup>/a), no existiendo transferencias laterales.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0	0	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	2	2	0
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0
11	ALUVIAL DEL TERA	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	20	20	0
31	VILLAFÁFILA	0	0	0
Sistema Tera		22	22	0

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Tera en régimen natural*

Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibiría el cauce principal del sistema Tera procedentes del drenaje de las MAS.

	Descarga Natural	Tera
1	GUARDO	
2	LA POLA DE GORDÓN	
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	
8	ALUVIAL DEL ESLA	1,98
9	TIERRA DE CAMPOS	
11	ALUVIAL DEL TERA	
12	LA MARAGATERÍA	
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	
24	VALLE DEL TERA	19,88
31	VILLAFÁFILA	
SUMAS		21,87

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistema Tera*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de

dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0	0	0	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0	0	0	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0	0	0	0	0	0	0	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	2	2	0	0	0	0	0	2
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0	0	0	0	0	0
11	ALUVIAL DEL TERA	0	0	0	0	0	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0	0	0	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0	0	0	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	20	20	0	2	0	0	2	18
31	VILLAFÁFILA	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema Tera		22	22	0	2	0	0	2	20
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Tera para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico y las descargas a zonas húmedas de interés ambiental, el sistema Tera dispondría de un total de 20 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0	0	0	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0	0	0	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0	0	0	0	0	0	0	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	2	2	0	0	0	0	0	2
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0	0	0	0	0	0
11	ALUVIAL DEL TERA	0	0	0	0	0	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0	0	0	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0	0	0	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	20	20	0	4	0	0	4	16
31	VILLAFÁFILA	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema Tera		22	22	0	4	0	0	4	17
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Tera para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico y las descargas a zonas húmedas de interés ambiental, el sistema Tera dispondría de un total de 17 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Tera se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad – hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales y rañas (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 150 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Duero.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda

Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 2,52 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
1	GUARDO	0,00	0,00	0,00
2	LA POLA DE GORDÓN	0,00	0,00	0,00
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,00	0,00	0,00
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00	0,00	0,00
8	ALUVIAL DEL ESLA	0,00	0,41	0,41
9	TIERRA DE CAMPOS	0,00	0,00	0,00
11	ALUVIAL DEL TERA	0,00	0,00	0,00
12	LA MARAGATERÍA	0,00	0,00	0,00
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0,00	0,00	0,00
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0,00	0,00	0,00
22	SANABRIA	0,00	0,00	0,00
23	VILARDEVÓS-LAZA	0,00	0,00	0,00
24	VALLE DEL TERA	0,23	1,87	2,11
28	VERÍN	0,00	0,00	0,00
31	VILLAFÁFILA	0,00	0,00	0,00
33	ALISTE	0,00	0,00	0,00
40	SAYAGO	0,00	0,00	0,00
<b>Total Demandas</b>		<b>0,23</b>	<b>2,28</b>	<b>2,52</b>
		9,19%	90,81%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Tera*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 9,19% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (0,23 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 90,81% (2,28 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto	MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
BENAVENTE	5	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla
	24	Valle del Tera

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Retornos Regadíos (hm <sup>3</sup> /a)	Recarga Influenciada (hm <sup>3</sup> /a)	Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Influenciado (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. (hm <sup>3</sup> /a)
1	GUARDO	0	0	0	0	0	0
2	LA POLA DE GORDÓN	0	0	0	0	0	0
5	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0	0	0	0	0	0
7	TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0	0	0	0	0	0
8	ALUVIAL DEL ESLA	3	4	7	0	7	0
9	TIERRA DE CAMPOS	0	0	0	0	0	0
11	ALUVIAL DEL TERA	0	0	0	0	0	0
12	LA MARAGATERÍA	0	0	0	0	0	0
15	RAÑA DEL ÓRBIGO	0	0	0	0	0	0
19	RAÑA DE LA BAÑEZA	0	0	0	0	0	0
24	VALLE DEL TERA	27	29	56	3	53	0
31	VILLAFÁFILA	0	0	0	0	0	0
SISTEMA TERA		22	33	55	3	52	0

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Tera para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

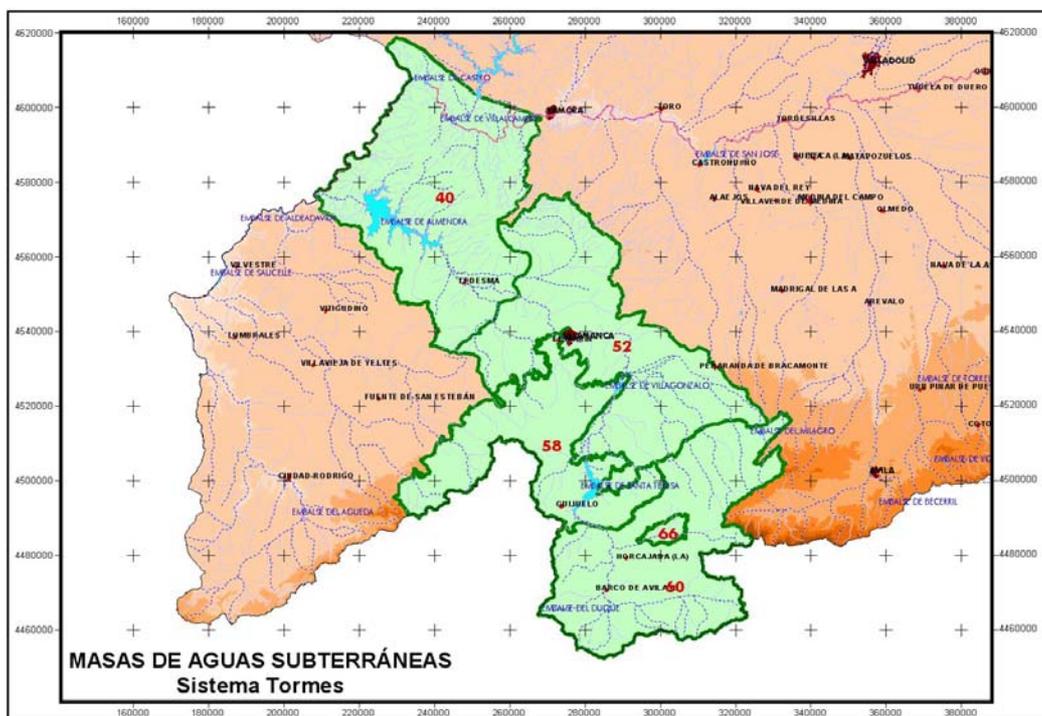
Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Tera, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a 52 hm<sup>3</sup>/a.

## Sistema de Explotación Tormes

### 2.3.2.2. Recursos subterráneos

En el sistema del Tormes han sido incluidas un total de seis (5) masas de aguas subterráneas (en adelante MAS), de las que tres (3) de ellas se han definido en referencia a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo (40-Sayago, 58-Campo Charro y 60-Gredos) y el resto (2) vinculadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo.

MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (MAS)		SUPERFICIE PERMEABLE (km <sup>2</sup> )
52	SALAMANCA	2.075
66	VALDECORNEJA	58
SUMA		2.133



Partiendo de las características hidrogeológicas de las formaciones geológicas vinculadas a las masas de aguas subterráneas definidas en el sistema Tormes, la integración de éstas en los modelos de simulación de la gestión conjunta del sistema Tormes se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones geológicas de comportamiento acuífugo no han sido consideradas, en virtud de su escasa capacidad de regulación (el paso de tiempo en las simulaciones es mensual).
- Las masas de aguas subterráneas asociadas a formaciones de comportamiento acuífero-acuitardo han sido agrupadas en unidades hidrogeológicas de modelación (en adelante UMod), figuras que han permitido su inclusión en los modelos de simulación de gestión.

Las masas de aguas subterráneas definidas a partir de las formaciones geológicas de comportamiento acuífero-acuitardo presentes en el sistema Tormes, ocupan una significativa extensión de la cuenca vertiente del Tormes, en concreto el 28% de la misma corresponde a afloramientos permeables (2.133 km<sup>2</sup>). Así, en este sistema se han concretado un total de 4 unidades de modelación, las cuales se han incluido en los modelos de simulación de la gestión conjunta, basados en la herramienta SIMGES, como acuíferos unicelulares (en el caso que una UMod corresponda con una única MAS) o como acuíferos pluricelulares (en el caso que una UMod incluya varias MAS). En la tabla adjunta se resume la relación entre UMod y MAS en función de los denominados coeficientes de reparto, que pretenden expresar la participación de cada MAS en las UMod definidas.

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA		Unidades de Modelación-Coeficientes de reparto MAS					
		Sistema explotación Águeda		Sistema de explotación Tormes			
		12.01	12.02	12.03	12.04	12.05	99.02
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Detrítico de Ciudad Rodrigo	Detrítico de San Esteban	Detrítico de La Armuña (superficial)	Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	Detrítico Profundo de Salamanca	Detrítico del Corneja
52	SALAMANCA	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%
53	VITIGUDINO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
58	CAMPO CHARRO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
60	GREDOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
63	CIUDAD RODRIGO	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
65	LAS BATUECAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
66	VALDECORNEJA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
40	SAYAGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

*Coefficientes de reparto UMod del conjunto de sistemas Tormes-Águeda*

En la tabla adjunta se muestra la vinculación entre MAS y sistemas de explotación. En el caso del sistema conjunto Tormes-Águeda sólo una MAS se encuentra compartida entre varios sistemas de explotación.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Sistemas de Explotación	
		Tormes	Águeda
52	SALAMANCA	100%	
53	VITIGUDINO		100%
58	CAMPO CHARRO	69,5%	30,5%
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN		100%
60	GREDOS	100%	
63	CIUDAD RODRIGO		100%
65	LAS BATUECAS		100%
66	VALDECORNEJA	100%	
40	SAYAGO	100%	

Partiendo de los resultados del modelo precipitación-escorrentía SIMPA han sido definidos los parámetros de modelación de las UMod, los cuales han permitido fijar los recursos renovables subterráneos del sistema Tormes, considerando las MAS vinculadas

a formaciones geológicas con capacidad de regulación significativa de los recursos hídricos.

En la tabla adjunta se resume los datos de recursos renovables de las MAS del sistema Tormes en régimen natural. En total, el sistema Tormes dispone, en régimen natural y para el año tipo medio, de 137 hm<sup>3</sup> de recursos subterráneos, que corresponden al total de la escorrentía subterránea que alcanza los cauces superficiales (118 hm<sup>3</sup>/a) o es transferida subterráneamente a MAS de otros sistemas (22 hm<sup>3</sup>/a).

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Recursos Totales (hm <sup>3</sup> )	Drenaje a cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)
52	SALAMANCA	122	102	20
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0	0	0
63	CIUDAD RODRIGO	0	0	0
66	VALDECORNEJA	15	15	0
Sistema Tormes		137	118	20

*Datos de recursos totales subterráneos en las MAS del sistema Tormes en régimen natural*

La transferencia lateral procedente de las MAS del sistema Tormes es recibida por masas de aguas subterráneas del sistema Adaja-Cega. Asimismo, en el cuadro adjunto se presentan los caudales medios anuales que recibirían los diferentes cauces del sistema Tormes procedentes del drenaje de las MAS.

Descarga Natural		Agueda	Yeltes	Huebra	Tormes	SUMA
52	SALAMANCA				102,44	102,44
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN		38,52	16,51		55,02
63	CIUDAD RODRIGO	22,67				22,67
66	VALDECORNEJA				15,19	15,19
SUMAS		22,67	38,52	16,51	117,63	195,32

*Drenaje natural a cauces en régimen natural desde las Masas de Aguas Subterráneas. Sistemas Tormes y Agueda*

Para el cálculo de los recursos disponibles de aguas subterráneas se ha partido de la definición número 27 del Art.2 de la DMA y se han fijado dos hipótesis: que el caudal ecológico en cauces sea el 10 o el 20% de los caudales medios anuales en régimen natural; y por tanto, el flujo interanual medio requerido, procedente de la descarga de las MAS, para conseguir los objetivos de calidad ecológica de los cauces receptores de dicha descarga, será un porcentaje del 10 al 20% de la descarga en régimen natural de las MAS.

Además de estos caudales ecológicos asociados a la descarga de MAS, se ha considerado la alimentación que reciben ciertos ecosistemas acuáticos (humedales: criptohumedales o formaciones palustres), procedente de la descarga de las MAS; así como las transferencias subterráneas hacia el mar. La suma de los caudales ecológicos, la alimentación a humedales y la descarga al mar constituyen los que se denomina como drenaje comprometido y permite calcular los recursos disponibles para las MAS.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
52	SALAMANCA	122	102	20	10	0	0	10	112
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0	0	0	0	0	0	0	0
63	CIUDAD RODRIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
66	VALDECORNEJA	15	15	0	2	0	0	2	14
<b>Sistema Tormes</b>		<b>137</b>	<b>118</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>125</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Tormes para un caudal ecológico del 10% del caudal medio natural*

Así, considerando la restricción que supondría mantener el 10% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Tormes dispondría de un total de 125 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje Natural a Cauces (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (hm <sup>3</sup> /a)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje humedales (hm <sup>3</sup> /a)	Transf. Subt. Mar (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje comprometido (hm <sup>3</sup> /a)	Recursos Disponibles (hm <sup>3</sup> /a)
52	SALAMANCA	122	102	20	20	0	0	20	102
59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0	0	0	0	0	0	0	0
63	CIUDAD RODRIGO	0	0	0	0	0	0	0	0
66	VALDECORNEJA	15	15	0	3	0	0	3	12
<b>Sistema Tormes</b>		<b>137</b>	<b>118</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>114</b>
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)+(5)+(6)	(8) = (1)-(7)

*Recursos disponibles MAS-Sistema Tormes para un caudal ecológico del 20% del caudal medio natural*

Para el supuesto de que la restricción ambiental suponga mantener el 20% de la descarga natural de las MAS a los cauces como caudal ecológico, el sistema Tormes dispondría de un total de 114 hm<sup>3</sup>/a, por término medio, de recursos de origen subterráneo.

### 2.3.3.3. Pozos

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en el sistema del Tormes se verifica a través de captaciones directas en manantiales y mediante extracciones en pozos y sondeos. El conjunto de caudales captados en manantiales o mediante pozos y sondeos se han agrupado bajo la denominación de extracciones, segregando los usos agrícolas de los urbanos, de manera que para cada MAS se han agrupado los usos urbanos satisfechos con aguas subterráneas bajo la denominación de Unidades de Demanda

Urbana (UDU) y los correspondientes usos agrícolas mediante Unidades de Demanda Agrícola (UDA).

La captación de aguas subterráneas mediante pozos (captaciones de gran diámetro – hasta 2 m- y escasa profundidad –hasta 15 m-, con o sin galerías) se efectúa en los aluviales (formaciones geológicas acuíferas superficiales); mientras que los sondeos (obras que presentan una profundidad de entre 30 a 350 m) se enfocan al aprovechamiento de las aguas subterráneas vinculadas a las formaciones geológicas acuíferas del detrítico Terciario del Tormes.

La extracciones de aguas subterráneas para satisfacer la demanda urbana ha sido estimada a partir del inventario de captaciones, definiendo las Unidades de Demanda Urbana (UDU) como agrupaciones de núcleos que comparten el mismo origen de suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

De forma similar se han fijado las extracciones de aguas subterráneas asociadas al regadío, pero en este caso definiendo las Unidades de Demanda Agrícola (UDA) con suministro de origen subterráneo y agrupando las captaciones subterráneas según la MAS de la que detrae el agua.

En total se ha fijado un volumen anual de extracciones de 53,23 hm<sup>3</sup>/a repartidas según MAS conforme a lo que se expresa en la tabla adjunta.

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero		Extracciones (hm <sup>3</sup> /a)		
		Urbanas (UDU)	Agrícolas (UDA)	Totales
40	SAYAGO	0,39	2,07	2,46
52	SALAMANCA	2,62	42,86	45,48
58	CAMPO CHARRO	0,30	3,92	4,22
60	GREDOS	0,65	0,33	0,98
66	VALDECORNEJA	0,03	0,07	0,10
<b>Total Demandas</b>		<b>3,99</b>	<b>49,24</b>	<b>53,23</b>
		7,50%	92,50%	

*Demandas de aguas subterráneas en el sistema Tormes*

Según los datos de extracciones, tan sólo el 7,50% de las aguas subterráneas captadas se destinan a satisfacer demandas urbanas (3,99 hm<sup>3</sup>/a), mientras que la mayor cuantía, el 92,50% (49,24 hm<sup>3</sup>/a), se destinan a satisfacer la demanda agrícola.

Asimismo, se han fijado una serie de sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixto (origen superficial y subterráneo), que corresponden con los expresados en el cuadro adjunto. En estos sistemas de abastecimiento la toma principal corresponde a extracciones del sistema superficial, si bien, disponen de infraestructuras para la extracción de aguas subterráneas, bien como fuente de suministro complementaria al abastecimiento urbano o como alternativa en periodos de escasez.

Sistema Abastecimiento Urbano con Suministro Mixto		MAS asociada al Sistema de Abastecimiento Urbano	
SALAMANCA		52	SALAMANCA
ALBA DE TORMES			
GUIJUELO-MONTEJO			

*Sistemas de abastecimiento urbano con fuentes de suministro mixtas*

Considerando el régimen influenciado que supone considerar las extracciones y la recarga adicional por retornos de riegos, se ha fijado el balance hidrogeológico de las MAS en régimen influenciado.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO		Recarga Natural ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Retornos Regadíos ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Recarga Influenciada ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Extracciones ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Drenaje Influenciado ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )	Transf. Lat. Subt. Rég. Inf. ( $\text{hm}^3/\text{a}$ )
52	SALAMANCA	122	19	141	45	80	16
66	VALDECORNEJA	15	0	15	0,10	15	0
SISTEMA TORMES		122	19	141	45	80	16

*Balance hidrogeológico de las MAS-Sistema Tormes para el régimen influenciado (año tipo promedio)*

Considerando el régimen influenciado al que están sometidas las MAS del sistema Tormes, la descarga promedio anual que alcanzaría los cauces superficiales, procedente del drenaje de los acuíferos, ascendería a  $80 \text{ hm}^3/\text{a}$ . Asimismo, en régimen influenciado, la transferencia lateral subterránea hacia las MAS del sistema Adaja-Cega ascendería a  $16 \text{ hm}^3/\text{a}$ , por término medio.

## **APÉNDICE 2. Fichas resumen de las Unidades Hidrogeológicas de Modelación –UHMod- consideradas en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero**

## Sistemas Adaja-Cega-Bajo Duero

## Ficha Resumen Sistemas Adaja-Cega-Bajo Duero

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Sector de explotación hidráulica		Adaja-Cega								Escorrentía Subterránea SIMPA (mm <sup>3</sup> /a)
UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUÍFEROS)	Extensión (km <sup>2</sup> )	Superficie permeable (km <sup>2</sup> )	Tasa recarga (mm/a)	Recarga (mm <sup>3</sup> /a)	Descarga (mm <sup>3</sup> /a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (mm <sup>3</sup> )		
08.10	Páramo de Cuellar	899,39	719,51	55,00	39,57	39,36	0,140	5,0	16,79	42,89
08.13	Páramo de Corozos	410,53	369,47	42,00	15,52	15,39	0,145	4,8	6,21	16,14
08.14	Arenales Esgueva-Cega	2.042,20	1.633,76	30,00	49,01	48,99	0,118	5,9	27,97	155,26
08.15	Arenales Adaja-Zapardiel	2.875,63	2.300,50	30,00	69,02	68,98	0,110	6,3	43,18	61,09
08.16	Arenales Guarena-Trabancos	2.664,75	2.131,80	35,00	74,61	74,61	0,095	7,3	55,26	65,32
11.01	Calizas Duratón-Sepúlveda	1.403,34	701,67	185,00	129,81	129,67	0,135	5,1	61,85	126,90
11.02	Terciario y calizas de Segovia	1.385,32	969,72	95,00	92,12	91,91	0,095	7,3	65,26	78,14
08.19	Detritico Profundo de Los Arenales	8.658,12	0,00	0,00	43,47	43,54	0,035	19,8	104,29	0,00
99.01	Detritico del Ambles	229,09	206,19	165,00	34,02	33,91	0,11	6,3	20,91	33,23
<b>Suma</b>	<b>20.568,35</b>	<b>9.032,62</b>	<b>60,58</b>	<b>547,15</b>	<b>546,35</b>					<b>578,97</b>

Descarga Natural	Duero	Riaza	Cega	Pirón	Duratón	Eresma	Voltoya	Adaja	Zapardiel	Trabancos	Guarena	UHMod 08.19	Descarga Rég. Natural (mm <sup>3</sup> /a)
08.10	19,68		13,78		5,90								39,36
08.13					15,39								15,39
08.14			12,25	9,80		14,70	7,35					4,90	48,99
08.15								30,23	31,85			6,90	68,98
08.16										18,47	48,68	7,46	74,61
11.01		16,55	57,81		55,30								129,67
11.02				21,05		49,81	12,63					8,42	91,91
08.19	43,54												43,54
99.01								33,91					33,91
<b>Suma</b>	<b>63,22</b>	<b>16,55</b>	<b>83,84</b>	<b>30,84</b>	<b>76,60</b>	<b>64,51</b>	<b>19,98</b>	<b>64,13</b>	<b>31,85</b>	<b>18,47</b>	<b>48,68</b>	<b>27,68</b>	<b>546,35</b>

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA

Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	EMBALSÉS SUBTERRÁNEOS									Recarga Natural (mm <sup>3</sup> /a)	Drenaje a cauces (mm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (mm <sup>3</sup> /a)	Demanda Urbana (mm <sup>3</sup> /a)	Demanda Agrícola (mm <sup>3</sup> /a)	Demandas (mm <sup>3</sup> /a)	Descarga Total (mm <sup>3</sup> /a)	Escorrentía Subterránea SIMPA (mm <sup>3</sup> /a)
	08.10	08.13	08.14	08.15	08.16	11.01	11.02	08.19	99.01								
43 PÁRAMO DE CUELLAR	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,57	39,36	0,00	0,75	9,94	10,69	39,36	42,89
44 PÁRAMO DE CORCOS	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	15,52	15,40	0,00	0,71	1,28	1,99	15,39	16,14
45 LOS ARENALES	0,00%	0,00%	100,00%	16,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,08	54,05	6,01	1,18	39,20	40,38	60,05	165,06
46 SEPULVEDA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	34,10%	0,00%	0,00%	0,00%	44,26	44,21	0,00	0,18	0,05	0,23	44,21	43,27
47 MEDINA DEL CAMPO	0,00%	0,00%	0,00%	83,96%	41,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	88,73	79,83	8,87	2,50	150,52	153,03	88,69	78,24
48 TIERRA DEL VINO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	58,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	43,83	39,43	4,38	1,51	70,24	71,73	43,83	38,37
49 AYLLÓN (Cretácico)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,46%	0,00%	0,00%	0,00%	10,98	10,97	0,00	0,09	0,21	0,30	10,97	10,73
55 CANTIMPALOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	42,86%	91,60%	0,00%	0,00%	140,03	131,34	8,42	2,11	25,16	27,27	139,77	125,98
56 PRADENA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,58%	0,00%	0,00%	0,00%	18,93	18,91	0,00	0,17	0,08	0,24	18,91	18,50
57 SEGOVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,40%	0,00%	0,00%	7,74	7,72	0,00	0,03	0,23	0,24	7,72	6,56
64 VALLE DE AMBLES	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	34,02	33,91	0,00	0,29	4,53	4,82	33,91	33,23
64 GUADARRAMA-SOMOSIERRA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,97	0,00	0,00
61 SIERRA DE AVILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,42	0,00	0,00
- Detritico Profundo de Los Arenales	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	43,47	43,54	0,00	1,49	67,47	68,96	43,54	0,00
<b>Suma</b>													12,40	368,91	381,31		

MODELOS DE GESTIÓN MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

UNIDADES DE MODELACIÓN	Número celdas	Celda	MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$V_0$ (mm <sup>3</sup> )	Coef. Reparto
08.10	1	1	43 PÁRAMO DE CUELLAR	0,140	16,79	100,00%
08.13	1	1	44 PÁRAMO DE CORCOS	0,145	6,21	100,00%
08.14	1	1	45 LOS ARENALES	0,118	28	100,00%
08.15	2	1	45 LOS ARENALES	0,110	7	16,04%
		2	47 MEDINA DEL CAMPO	0,110	34	83,96%
08.16	2	1	47 MEDINA DEL CAMPO	0,095	23	41,26%
		2	48 TIERRA DEL VINO	0,095	32	58,74%
		1	56 PRADENA	0,135	9	14,58%
11.01	4	2	55 CANTIMPALOS	0,135	27	42,86%
		3	46 SEPULVEDA	0,135	21	34,10%
		4	49 AYLLÓN (Cretácico)	0,135	5	8,46%
11.02	2	1	55 CANTIMPALOS	0,095	60	91,60%
		2	57 SEGOVIA	0,095	7	8,40%
08.19	4	1	0 Profundo Páramo de Cuellar	0,035	2	14,10%
		2	0 Profundo Arenales Eresma-Cega	0,035	30	20,27%
		3	0 Profundo Arenales Eresma-Zapardiel	0,035	39	33,63%
		4	0 Profundo Arenales Guarena	0,035	33	32,00%
99.01	1	1	64 VALLE DE AMBLES	0,110	21	100,00%

Sector de explotación hidráulica Adaja-Cega																																				
UNIDADES HIDROGEOLOGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)	ACUIFERO SIMGES				Parámetros simulación			Conducción Tipo 3		Acciones Elementales										Demandas		Retornos Regadíos														
	Número	Num celdas	Celda nº	MAS	$\alpha$ (mes-1)	Vo (hm3)	Coef. Reparto	Cauces	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Nombre	Demanda bruta (hm3/a)	Nombre	Coef. Consumo	Coef. Retornos	Coef. Infiltrac.	Demanda (hm3/a)	Rec. Ret. Riegos (hm3/a)				
08.10	Páramo de Cuéllar	11 / 8	1	1	43 PÁRAMO DE CU	0.140	16,786	100%	r Duero 345	50%	Recarga Neta	100%												50. Bomb MAS 43 (Páramo Cuéllar)	9,939	50. Bomb MAS 4	0.75	0.00	0.25	9,939	2.48					
08.13	Páramo de Corozos	9	1	1	44 PÁRAMO DE CO	0.145	6,207	100%	r Duraton 407	15%	Recarga Neta	100%												49. Bomb MAS 44 (Páramo de Corcos)	1,281	49. Bomb MAS 4	0.75	0	0.25	1,281	0.32					
08.14	Arenales Esgueva-Cega	1	1	1	45 LOS ARENALES	0.118	27,966	100%	r Cega 382_c	25%	Recarga Neta	100%													16. Bomb MAS 45 (Los Arenales)	31,362	8. DA Z.R. Edesm	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
r Piron 388_b	20%	9. DA R. Part. Adaj	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00																												
r Eresma 442	30%	12. DA ZR Cega	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00																												
r Voltoya 445_b	15%	13. DA RPart Baj	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00																												
08.15	Arenales Adaja-Zapardiel	3	2	1	45 LOS ARENALES	0.110	6,928	16%	r UHMod 08.19	10%	Recarga Lluvia	16%	Bombeos	7%	Retorno regadíos	16%	Drenaje cauces	55%	Transf Lat 08.19	16%				18. Bomb MAS 45+47 (Arenales-Medina del Campo)	113,206	4. DA Z.R. Adaja	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
2	47 MEDINA DEL CA	0.110	36,254	84%	r Adaja 454_a	44%	r Adaja 454_a	44%	84%	93%																84%	45%	84%	5. DA R. Part. Volt	0.50	0.34	0.17	1.03	0.17		
08.16	Arenales Guareña	4	2	1	47 MEDINA DEL CA	0.095	22,801	41%	r UHMod 08.19	10%	Recarga Lluvia	41%	Bombeos	39%	Retorno regadíos	41%	Drenaje cauces	40%	Transf Lat 08.19	41%				19. Bomb MAS 47+48 (Medina-Tierra del Vino)	115,392	19. Bomb MAS 4	0.75	0.00	0.25	86.54	21.64					
2	48 TIERRA DEL VIN	0.095	32,463	59%	r Rio Trabancos	25%	r Rio Guareña	65%	61%	59%																60%	59%	60%								
11.01	Calizas Duratón-Sepúlveda	13 / 6	4	1	56 PRÁDENA	0.135	9,018	15%	r Riaza 372	13%	Recarga Lluvia	15%	Bombeos	1%	Retornos regadíos	1%	Drenaje cauces	15%						26. Bomb MAS 46+55+56 (Duratón-Sepúlveda)	7,889	11. DA 121 Cab d	0.40	0.38	0.22	0.35	0.08					
2	55 CANTIMPALOS	0.135	26,512	43%	r Duraton 405	43%	r Duraton 405	43%	96%	96%																43%	43%	26. Bomb MAS 4	0.75	0.00	0.25	7.89	1.97			
3	46 SEPÚLVEDA	0.135	21,090	34%	r Cega 382_a	45%	r Cega 382_a	45%	1%	1%																34%	34%									
4	49 AYLÓN (Cretác)	0.135	5,232	8%																																
11.02	Terciario y calizas	7	2	1	55 CANTIMPALOS	0.095	59,782	92%	r Piron 386	23%	Recarga Lluvia	92%	Bombeos	99%	Retornos regadíos	100%	Drenaje cauces	92%					25. Bomb MAS 55 (Cantimpalos)	17,837	6. DA Z.R. Gujass	0.50	0.23	0.27	4.08	1.09						
2	57 SEGOVIA	0.095	7,296	8%	r Eresma 544_a	54%	r Eresma 544_a	54%	1%	0%															8%	8%	7. DA R. Part. Ere	0.44	0.32	0.24	7.81	1.85				
					r Voltoya 575	14%	r Voltoya 575	14%																			14. DA (120) Cab	0.44	0.32	0.23	5.85	1.37				
08.19	Detritico Profundo de Los Arenales	2	4	1	0 Profundo Páramo	0.035	1,899	14%	r Duero 347	2%	Transf Vertical 08.14	16%		0%	Transf Vertical 08.15	0%	Transf Vertical 08.16	0%	Transf Lateral 11.02	0%	Transf Lateral 12.05	60%	Bombeos	4%	Drenaje cauces	2%	Bomb Acuíf Prof Arenales	67,475	20. Bomb Acuíf P	0.75	0.00	0.25	35.12	8.78		
2	0 Profundo Arenale	0.035	30,860	20%	r Duero 377	15%	r Duero 377_a	15%	84%	0%																			100%	0%	21. Bomb Acuíf P	0.75	0.00	0.25	75.26	18.82
3	0 Profundo Arenale	0.035	38,691	34%	r Duero 378_a	19%	r Duero 378_b	19%	0%	100%																			0%	0%	22. Bomb Acuíf.	0.75	0.00	0.25	19.60	4.90
4	0 Profundo Arenale	0.035	32,836	32%	r Duero 394 a	16%	r Duero 395 b	14%	0%	0%																			100%	0%	40%	26%	37%	23. Bomb Acuíf.	0.75	0.00
99.01	Detritico del Ambles	9	1	1	64 ALLE DE AMBLE	0.110	20,909	100%	r Adaja_ambles	100%	Recarga Lluvia	100%												27. Bomb MAS 64 (Valle Ambles)	4,529	27. Bomb MAS 6	0.75	0.00	0.25	4.53	1.13					
																							<b>Bombeos</b>								<b>368,910</b>					

## Fichas Resumen UHMod Sistemas Adaja-Cega-Bajo Duero

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **08.10**  
Nombre **Paramo de Cuéllar**

Características Hidrogeológicas *Régimen piezométrico* Descripción

Acuífero	Calizas del Paramo	Libre	Calizas margosas
----------	--------------------	-------	------------------

Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 30-500 m <sup>2</sup> /d	Extensión	899,39 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%
---------------------------	--	-----------	------------------------	----------------------	-----

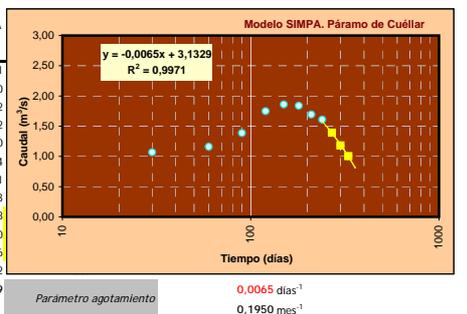
Descarga natural	Arroyo de la Vega desde Langayo* hasta su desembocadura en el Río Duero.*	IdMasa	371	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3
	Arroyo de Valimon desde A° de Valdecasas hasta su desembocadura en el Río Duero.	379	r Duero 345		50%	
	Arroyo de la Valcorba (tramos medio y bajo), hasta su desembocadura en el Río Duero.	402	r Duraton 407		15%	
	Río Duratón desde el final del LIC Riberas del Río Duratón*	407	r Cega 383_c		35%	
	Arroyo del Henar desde Vilorio* hasta su desembocadura en el Río Cega*	391				
Río Cega* Arroyo del Molino desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Cega*	393					

<b>DUERO (PEÑAFIEL-QUINTANILLA)</b>						Aportación promedio		69,22 hm <sup>3</sup> /a	
Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Minimo	Media	Maximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	dias	ln(O)	Régimen hidrologico	Influenciado
	OCT		7,21		2,69	31	0,9903	Embalses cabecera	Si Canales Duero
	NOV		19,22		7,41	61	2,0033		
	DIC		23,01		8,59	92	2,1508		
	ENE		25,96		9,69	123	2,2712		
	FEB		31,14		12,87	151	2,5551		
	MAR		46,60		17,40	182	2,8563		
	ABR		27,00		10,42	212	2,3435		
	MAY		24,16		9,02	243	2,1994		
	JUN		13,22		5,10	273	1,6291		
	JUL		0,98		0,37	304	-1,0067		
	AGO		0,00			335		α (días <sup>-1</sup> )	0,0527
	SEP		0,00			365		α (mes <sup>-1</sup> )	1,5810



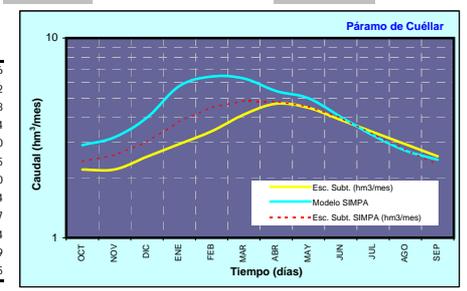
Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Duratón desde el final del LIC Riberas del Río Duratón*	
	407	02Ri2517_04	Arroyo de la Vega desde Langayo* hasta su desembocadura en el Río Duero.*	
	371	02Ri2479_00	Arroyo de Valimon desde A° de Valdecasas hasta su desembocadura en el Río Duero.	
	379	02Ri2491_00	Arroyo de la Valcorba (tramos medio y bajo), hasta su desembocadura en el Río Duero.	
	402	02Ri2513_00	Arroyo del Henar desde Vilorio* hasta su desembocadura en el Río Cega.*	
	391	02Ri2503_10	Arroyo del Molino desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Cega y afluentes.	
	393	02Ri2503_12		

Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
OCT	2,91	1,0669	2,41
NOV	3,19	1,1600	2,60
DIC	4,00	1,3852	3,02
ENE	5,75	1,7489	3,82
FEB	6,42	1,8596	4,50
MAR	6,28	1,8373	4,84
ABR	5,43	1,6922	4,81
MAY	4,99	1,6082	4,53
JUN	4,03	1,3928	3,98
JUL	3,26	1,1806	3,30
AGO	2,73	1,0047	2,76
SEP	2,46	0,9008	2,32
ANUAL	51,44		42,89



Parámetro agotamiento: 0,0065 días<sup>-1</sup> / 0,1950 mes<sup>-1</sup>

Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	0,1400	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	2,35	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	16,79	Tasa recarga (mm/a)	55,00
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)					
OCT	0,00	2,19	15,66					
NOV	4,40	2,20	15,72					
DIC	5,27	2,55	18,18					
ENE	5,94	2,95	21,04					
FEB	7,13	3,42	24,40					
MAR	10,66	4,14	29,55					
ABR	6,18	4,69	33,50					
MAY	0,00	4,47	31,94					
JUN	0,00	3,89	27,77					
JUL	0,00	3,38	24,14					
AGO	0,00	2,94	20,99					
SEP	0,00	2,55	18,25					
ANUAL		39,57	39,36					



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

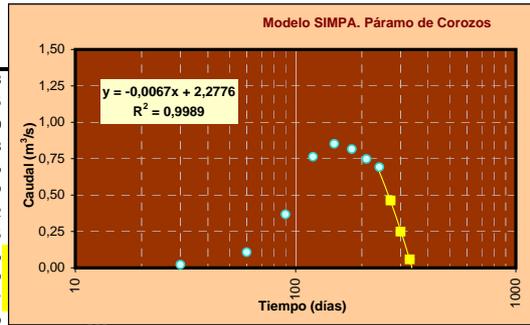
Código **08.13**  
Nombre **Parámo de Corozos**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas del Parámo	Libre	Calizas margosas		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 30-500 m <sup>2</sup> /d		Extensión	410,53 km <sup>2</sup>	Superficie permeable
					90%
		IdMasa		Tipo 2	Tipo 3
Descarga natural			Conexión modelo SIMGES		r Duraton 406 100%

DURATON (LAS VENCIAS-PENAFIEL)								Aportación promedio	
								69,22 hm <sup>3</sup> /a	
								69,22 hm <sup>3</sup> /a	
Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Influenciado
	OCT	3,26	6,29	13,75	2,35	31	0,8534	Embalses cabecera	SI Los Rábanos
	NOV	2,52	6,44	9,33	2,48	61	0,9099		
	DIC	2,49	3,69		1,38	92	0,3210		
	ENE	3,22	1,69	2,20	0,63	123	-0,4619		
	FEB	2,74	6,89	17,81	2,85	151	1,0472		
	MAR	3,25	8,01	20,41	2,99	182	1,0958		
	ABR	2,88	7,56	18,31	2,92	212	1,0710		
	MAY	2,08	7,15	20,08	2,67	243	0,9814		
	JUN	2,92	6,17	17,68	2,38	273	0,8667		
	JUL	1,37	5,08	13,02	1,90	304	0,6398		
	AGO	1,73	4,56	9,22	1,70	335	0,5330	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,00538
	SEP	3,05	5,69	10,94	2,19	365	0,7859	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1614

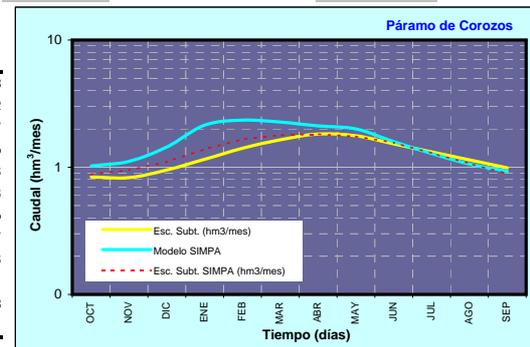


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción		
	401	02RI2511_00	Río Botijas desde el Aº de Valdela Fuente hasta su desembocadura en el Río Duero.		
404	02RI2517_01	Arroyo de la Vega desde su nacimiento hasta la confluencia con el Río Duratón, y afluentes.			
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	1,02	0,0223	0,88	
	NOV	1,11	0,1076	0,95	
	DIC	1,44	0,3678	1,10	
	ENE	2,14	0,7629	1,38	
	FEB	2,34	0,8519	1,66	
	MAR	2,26	0,8163	1,79	
	ABR	2,11	0,7478	1,82	
	MAY	2,00	0,6924	1,75	
	JUN	1,59	0,4622	1,56	
	JUL	1,28	0,2485	1,29	
	AGO	1,06	0,0579	1,07	
	SEP	0,93	-0,0710	0,89	
	ANUAL	19,30		16,14	



Parámetro agotamiento **0,0067 días<sup>-1</sup>**  
**0,2010 mes<sup>-1</sup>**

Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
		0,1450	0,90	6,21
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	0,00	0,84	5,78
	NOV	1,51	0,83	5,72
	DIC	1,96	0,95	6,57
	ENE	2,91	1,15	7,96
	FEB	3,18	1,41	9,73
	MAR	3,07	1,64	11,33
	ABR	2,87	1,82	12,56
	MAY	0,00	1,76	12,17
	JUN	0,00	1,53	10,53
	JUL	0,00	1,32	9,11
	AGO	0,00	1,14	7,88
	SEP	0,00	0,99	6,81
	ANUAL	15,52	15,39	





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Instituto Geológico y Minero de España



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y POLÍTICA AGUATICA

COMISIÓN NACIONAL DE REGULACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

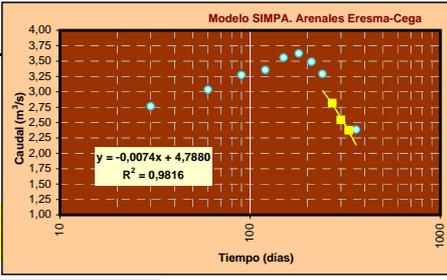
Código: **08.14**  
 Nombre: **Arenales Esgueva-Cega**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Arenas y limos	Libre		Arenas y limos de edad Plio-Cuaternario con 15-20 m de espesor	
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 100-300 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.042,20 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%
Descarga natural	Río Cega desde la confluencia con el Río Pirón hasta su desembocadura en el Río Duero.	IdMasa	392	Tipo 2	Tipo 3
	Río Adaja desde Valdestillas*		422	Conexión modelo SIMGES	r Cega 382_c 25%
					r Pirón 388_b 20%
				r Eresma 442 30%	r Voltoya 445_b 15%
					UHMod 08.19 10%

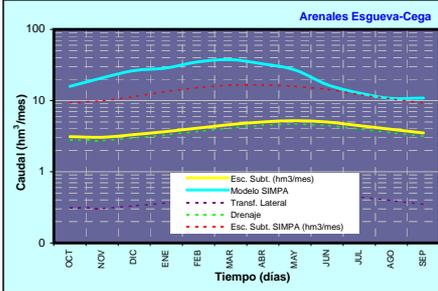
Estación aforos	Aportación promedio						422,13 hm <sup>3</sup> /a	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrológico
								Influenciado
	OCT		18,58		6,94	31	1,9371	Embalses cabecera
	NOV		47,89		18,47	61	2,9164	
	DIC		49,25		18,39	92	2,9118	
	ENE		18,30		6,83	123	1,9218	
	FEB		47,85		19,78	151	2,9846	
	MAR		125,73		46,94	182	3,8489	
	ABR		70,77		27,30	212	3,3071	
	MAY		29,05		10,85	243	2,3839	
	JUN		5,90		2,28	273	0,8231	
	JUL		1,06		0,39	304	-0,9306	
	AGO		2,24		0,84	335	-0,1776	α (días <sup>-1</sup> ) 0,0307
	SEP		5,49		2,12	365	0,7506	α (mes <sup>-1</sup> ) 0,9195



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Cega desde la confluencia con el Río Pirón hasta su desembocadura en el Río Duero.	
		392	02R12503_11	
	422	02R12543_02	Río Adaja desde Valdestillas*	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	15,86	2,7638	9,35
	NOV	20,80	3,0347	9,89
	DIC	26,38	3,2725	11,39
	ENE	28,69	3,3566	13,50
	FEB	34,99	3,5549	15,38
	MAR	37,50	3,6244	16,60
	ABR	32,71	3,4876	16,72
	MAY	26,92	3,2927	15,92
	JUN	16,73	2,8169	14,49
	JUL	12,73	2,5436	12,12
	AGO	10,75	2,3751	10,56
	SEP	10,86	2,3846	9,32
	ANUAL	274,90		155,26



Unidad Hidrológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
		0,1180	3,30	27,97
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	0,00	3,11	26,38
	NOV	4,96	3,04	25,80
	DIC	6,22	3,33	28,18
	ENE	6,74	3,68	31,17
	FEB	8,24	4,11	34,79
	MAR	8,84	4,60	38,98
	ABR	7,71	5,01	42,44
	MAY	6,34	5,23	44,33
	JUN	0,00	4,99	42,33
	JUL	0,00	4,44	37,62
	AGO	0,00	3,94	33,43
	SEP	0,00	3,51	29,71
	ANUAL	49,01	48,99	



% Transf. Lateral: 10,0%  
 Transf. Lateral: 4,90 hm<sup>3</sup>/a  
 Drenaje: 44,09 hm<sup>3</sup>/a

FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **08\_15**  
Nombre **Arenales Adaja-Zapardiel**

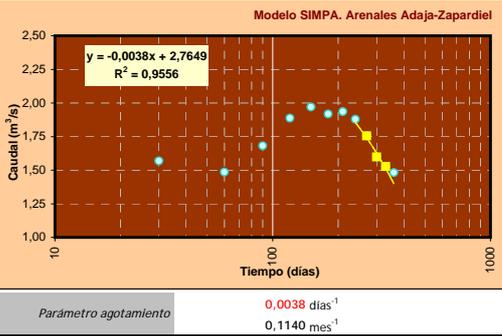
Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Arenas y limos	Libre		Arenas y limos de edad Plió-Cuaternario con 15-20 m de espesor	
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 100-300 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.875,63 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%

Descarga natural	UHMod 08.19	IdMasa	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2		Tipo 3	
				Río Zapardiel desde Torrecilla del Valle (ZEPA "La Nava-Rueda") hasta su desembocadura en el Río Duero. Río Adaja desde el LIC Riberas del Río Adaja y afluentes hasta su desembocadura en el río Eresma.	474		
		454		r Adaja 454_a	44%		
				UHMod 08.19	10%		

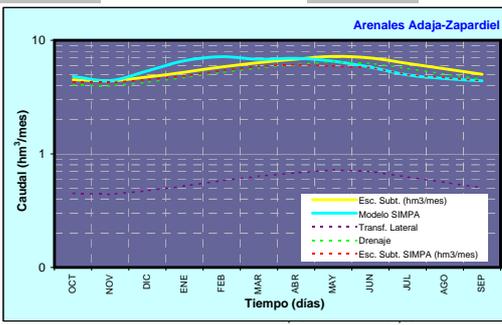
Estación aforos	A056-Valdestillas							Aportación promedio		Influenciado
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)	Régimen hidrológico	100,94 hm <sup>3</sup> /a <b>100,94 hm<sup>3</sup>/a</b>	
	OCT		2,99		1,12	31	0,1109	Embalses cabecera	E. Las Cogotas	
	NOV		5,37		2,07	61	0,7278			
	DIC		8,18		3,05	92	1,1167			
	ENE		12,64		4,72	123	1,5515			
	FEB		18,75		7,75	151	2,0476			
	MAR		21,63		8,08	182	2,0890			
	ABR		11,34		4,38	212	1,4763			
	MAY		10,66		3,98	243	1,3810			
	JUN		5,06		1,95	273	0,6693			
	JUL		1,86		0,70	304	-0,3629			
	AGO		1,04		0,39	335	-0,9432	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	<b>0,0260</b>	
	SEP		1,42		0,55	365	-0,6052	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	<b>0,7800</b>	



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Zapardiel desde Torrecilla del Valle (ZEPA "La Nava-Rueda") hasta su desembocadura en el Río Duero.	
		474	02RI2615_06	
	454	02RI2579_17	Río Adaja desde el LIC Riberas del Río Adaja y afluentes hasta su desembocadura en el río Eresma.	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	4,80	1,5688	4,31
	NOV	4,42	1,4863	4,25
	DIC	5,37	1,6814	4,51
	ENE	6,60	1,8869	4,86
	FEB	7,18	1,9707	5,39
	MAR	6,81	1,9182	5,90
	ABR	6,93	1,9356	6,13
	MAY	6,55	1,8792	5,90
	JUN	5,78	1,7551	5,77
	JUL	4,95	1,5988	4,99
	AGO	4,61	1,5275	4,69
	SEP	4,40	1,4819	4,39
	<b>ANUAL</b>	<b>68,39</b>		<b>61,09</b>



Unidad Hidrológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	<b>0,1100</b>	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	<b>4,75</b>	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	<b>43,18</b>	Tasa recarga (mm/a)	<b>30,00</b>
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	4,50	40,89				
	NOV	6,96	4,40	39,99				
	DIC	8,46	4,74	43,13				
	ENE	10,39	5,23	47,58				
	FEB	11,29	5,82	52,89				
	MAR	10,72	6,36	57,80				
	ABR	10,90	6,82	62,02				
	MAY	10,31	7,22	65,59				
	JUN	0,00	6,99	63,55				
	JUL	0,00	6,26	56,93				
	AGO	0,00	5,61	51,00				
	SEP	0,00	5,03	45,69				
	<b>ANUAL</b>	<b>69,02</b>	<b>68,98</b>					



% Transf. Lateral: **10,0%**  
Transf. Lateral: **6,90 hm<sup>3</sup>/a**  
Drenaje: **62,08 hm<sup>3</sup>/a**

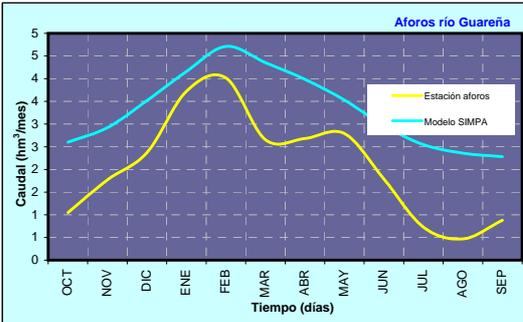
FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código 08.16  
 Nombre Arenales Guareña-Trabancos

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífera	Arenas y limos	Libre		Arenas y limos de edad Plió-Cuaternario con 15-20 m de espesor	
Parámetros Hidrodinámicos	Transmisividad: 100-300 m <sup>2</sup> /d		Extensión	2.664,75 km <sup>2</sup>	Superficie permeable
					80%
Descarga natural	Río Trabancos desde el final de la ZEPA de Tierra de Campizas	IdMasa		Tipo 2	Tipo 3
	Río Guareña desde el final de la ZEPA Llanuras del Guareña* hasta su desembocadura en el Río Duero.*	508			río Trabancos 25%
	UHMod 08.19	463	Conexión modelo SIMGES		río Guareña 65%
					UHMod 08.19 10%

Estación aforos	A129-Toro							Aportación promedio		Régimen hidrológica	Influenciado
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	24,92 hm <sup>3</sup> /a			
	OCT	0,01	1,05	2,32	0,39	31	-0,9368	Embalses cabecera			
	NOV	0,15	1,77	12,02	0,68	61	-0,3806				
	DIC	0,47	2,37	8,41	0,89	92	-0,1212				
	ENE	0,68	3,72	11,61	1,39	123	0,3289				
	FEB	0,55	4,02	31,49	1,66	151	0,5072				
	MAR	0,53	2,65	8,88	0,99	182	-0,1012				
	ABR	0,46	2,68	4,70	1,03	212	0,0338				
	MAY	0,15	2,79	6,95	1,04	243	0,0409				
	JUN	0,07	1,79	4,06	0,69	273	-0,3714				
	JUL	0,04	0,73	2,18	0,27	304	-1,3000				
	AGO	0,00	0,47	1,38	0,17	335	-1,7467	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0222		
	SEP	0,10	0,88	2,04	0,34	365	-1,0802	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,6660		



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Trabancos desde el final de la ZEPA de Tierra de Campizas	
	508	02RI2686_03		
	463	02RI2587_05	Río Guareña desde el final de la ZEPA Llanuras del Guareña* hasta su desembocadura en el Río Duero.*	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	5,45	1,6949	4,61
	NOV	6,10	1,8081	4,57
	DIC	7,33	1,9924	4,84
	ENE	8,93	2,1894	5,21
	FEB	9,59	2,2611	5,75
	MAR	9,06	2,2036	6,28
	ABR	8,29	2,1149	6,51
	MAY	7,51	2,0168	6,33
	JUN	6,24	1,8314	6,17
	JUL	5,36	1,6783	5,41
	AGO	4,96	1,6018	5,06
	SEP	4,79	1,5662	4,57
	ANUAL	83,61		65,32

Modelo SIMPA. Arenales Guareña-Trabancos	
Equation: $y = -0,0038x + 2,8518$	$R^2 = 0,9643$
Parámetro agotamiento	0,0038 días <sup>-1</sup>
	0,1140 mes <sup>-1</sup>

Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,0950	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	5,25	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	55,26	Tasa recarga (mm/a)	35,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	5,01	52,72				
	NOV	8,01	4,92	51,82				
	DIC	9,63	5,28	55,55				
	ENE	11,73	5,77	60,72				
	FEB	12,60	6,35	66,83				
	MAR	11,90	6,88	72,45				
	ABR	10,88	7,29	76,74				
	MAY	9,87	7,57	79,68				
	JUN	0,00	7,32	77,09				
	JUL	0,00	6,66	70,10				
	AGO	0,00	6,06	63,75				
	SEP	0,00	5,51	57,97				
	ANUAL	74,61	74,61					

Arenales Guareña-Trabancos	
Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Modelo SIMPA
Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	Transf. Lateral
Drenaje	

% Transf. Lateral	10,0%
Transf. Lateral	7,46 hm <sup>3</sup> /a
Drenaje	67,15 hm <sup>3</sup> /a
Recarga	74,61 hm <sup>3</sup> /a

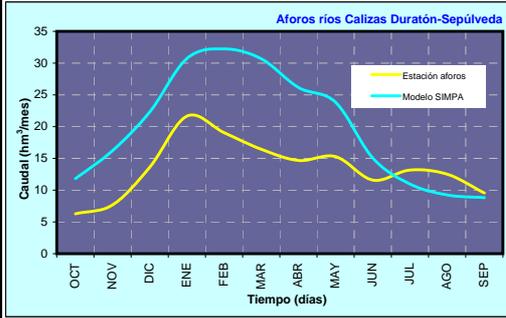


**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

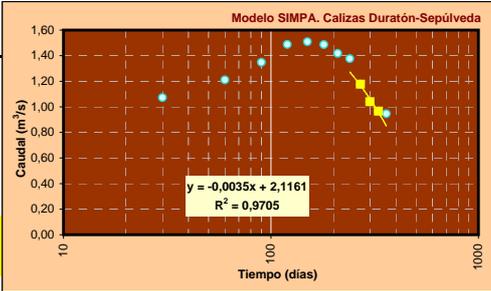
<b>Código</b>	<b>11.01</b>
<b>Nombre</b>	<b>Calizas Duratón-Sepúlveda</b>

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
<b>Acuífero</b>	Calizas mesozoicas	Libre-confinado		Margas, calizas, dolomías y areniscas (60 a 100 m de espesor)	
<b>Parámetros Hidrodinámicos</b>	Transmisividad: 50-4500 m <sup>2</sup> /d	<b>Extensión</b>	1.403,34 km <sup>2</sup>	<b>Superficie permeable</b>	50%
<b>Descarga natural</b>	Río Riaza desde el Embalse de Linares de Arroyo* hasta la confluencia con el Aº Serrezuela	<b>IdMasa</b>	372	<b>Conexión modelo SIMGES</b>	Tipo 2
	EMBALSE LAS VENCIAS	675	Tipo 3		
	Río Cega desde Pajares de Pedraja* hasta el final del LIC y ZEPA "Lagunas de Cantalejo"	382			
					r Riaza 372 13%
					r Duratón 405 43%
					r Cega 382_a 45%

<b>Estación afloros</b>	<b>A161-Las Vencías</b>						73,48 hm <sup>3</sup> /a			
	<b>A010-Linares del Arroyo</b>						88,04 hm <sup>3</sup> /a			
	<b>A714-Lastras de Cuéllar</b>						- hm <sup>3</sup> /a			
							<b>161,53 hm<sup>3</sup>/a</b>			
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	In(O)	Régimen hidrologico	Influenciado	
								Embalses cabecera	Linares Burgomillado Las Vencias	
		OCT	2,05	6,28	18,36	2,34	31			0,8523
		NOV	2,23	7,70	23,91	2,97	61			1,0887
		DIC	1,85	13,63	70,02	5,09	92			1,6270
		ENE	2,19	21,66	99,11	8,09	123			2,0905
		FEB	1,69	19,06	127,71	7,88	151			2,0639
		MAR	1,90	16,42	104,90	6,13	182			1,8133
		ABR	2,10	14,69	83,60	5,67	212			1,7344
		MAY	1,94	15,27	57,70	5,70	243			1,7404
		JUN	2,63	11,58	28,82	4,47	273			1,4972
		JUL	2,38	13,17	26,37	4,92	304	1,5928		
		AGO	3,03	12,52	27,40	4,67	335	1,5417	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0007
		SEP	2,36	9,55	26,33	3,69	365	1,3046	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,0210

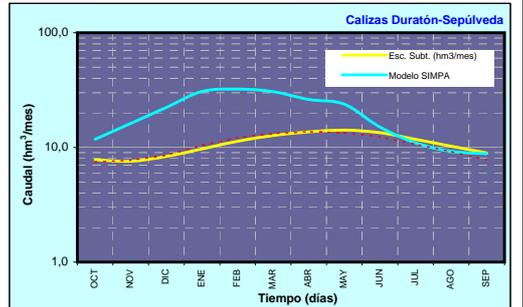


<b>Modelo SIMPA</b>	IDMasa	Código			
	372	O2RI2480_00	Río Riaza desde el Embalse de Linares de Arroyo* hasta la confluencia con el Aº Serrezuela		
	675	O2HM2562	EMBALSE LAS VENCIAS		
	382	O2RI2503_01	Río Cega desde Pajares de Pedraja* hasta el final del LIC y ZEPA "Lagunas de Cantalejo"		
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	
		OCT	11,80	1,0720	7,48
		NOV	16,22	1,2101	7,73
		DIC	22,31	1,3484	8,56
		ENE	30,72	1,4874	10,45
		FEB	32,24	1,5084	12,23
		MAR	30,68	1,4868	13,23
		ABR	26,16	1,4177	13,72
		MAY	23,81	1,3767	13,47
		JUN	15,04	1,1773	12,37
		JUL	10,97	1,0400	10,67
		AGO	9,25	0,9664	9,21
		SEP	8,82	0,9457	7,78
	<b>ANUAL</b>		238,03		126,90



Parámetro agotamiento 0,0035 días<sup>-1</sup>  
0,1050 mes<sup>-1</sup>

<b>Unidad Hidrogeológica de Modelación</b>	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1350	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	8,35	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	61,85	Tasa recarga (mm/a)	185,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	7,81	57,86				
	NOV	11,56	7,57	56,08				
	DIC	15,90	8,35	61,89				
	ENE	21,89	9,69	71,81				
	FEB	22,98	11,30	83,74				
	MAR	21,86	12,71	94,13				
	ABR	18,65	13,66	101,15				
	MAY	16,97	14,18	105,02				
	JUN	0,00	13,43	99,52				
	JUL	0,00	11,74	86,95				
	AGO	0,00	10,26	75,97				
	SEP	0,00	8,96	66,37				
	<b>ANUAL</b>		129,81	129,67				



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLOGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACION HIDROGRAFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACION de las MASAS de AGUA SUBTERRANEAS en el MODELO de GESTION de la CUENCA HIDROGRAFICA del DUERO.

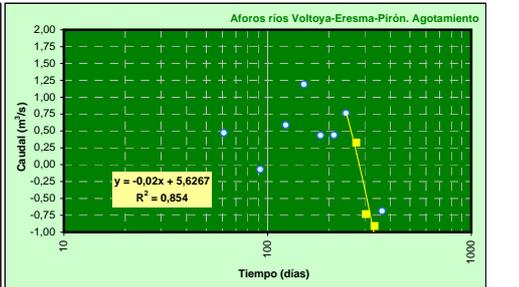
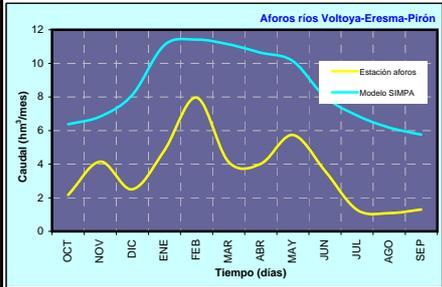
Código: 11.02  
 Nombre: Terciario y calizas de Segovia

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico	Descripción
Acuífero	Terciario y calizas cretácicas de la cubeta de Segovia	Mixto	Brechas, arcillas, margas, arenas, conglomerados y calizas (acuífero Terciario)
			Margas, calizas, dolomías y areniscas (acuífero cretácico)

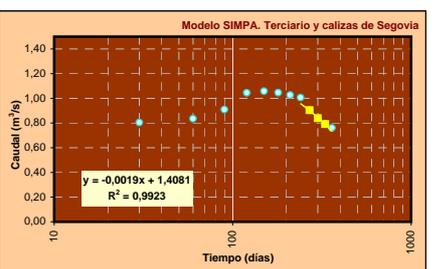
Parámetros Hidrodinámicos	Transmisividad: 5-4250 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1.385,32 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	70%
---------------------------	--	-----------	--------------------------	----------------------	-----

Descarga natural	IdMasa	Conexión modelo SIMGES	
		Tipo 2	Tipo 3
Río Píron desde su confluencia con el A° de Polendos hasta su confluencia con el Río Malucas, y afluentes.	388		r Píron 386 23%
Río Eresma (tramo piscícola) desde un poco antes de su confluencia con el Río Milantillo hasta su confluencia con el Río Moros desde Anaya* hasta su desembocadura en el Río Eresma (vertidos). Es tramo piscícola.*	438		r Eresma 544_a 54%
Río Voltoya, tramo piscícola a través de los LICs y ZEPAX Valles del Voltoya y El Zorita* y Encinares de los ríos Adaja y Voltoya*.*	444		r Voltoya 575 14%
UHMod 08.19			UHMod 08.19 9%

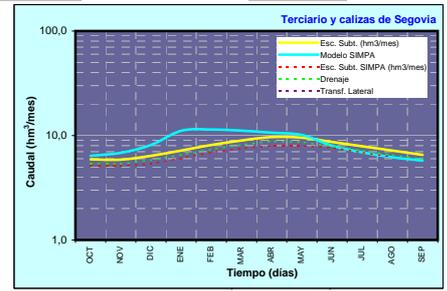
Estación aforos A053-Eresma tramo MAS 55							Aportación promedio		42,74 hm <sup>3</sup> /a	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Minimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrológico	Influenciado		
OCT		2,16		0,81	37	-0,2134	Embalses cabecera	Voltoya		
NOV		4,15		1,60	67	0,4705		Torrelara		
DIC		2,50		0,93	92	-0,0709		Carrascal		
ENE		4,81		1,80	123	0,5865		Tejo		
FEB		7,96		3,29	151	1,1914		Espinar		
MAR		4,13		1,54	182	0,4336		Revenga		
ABR		4,02		1,55	212	0,4377				
MAY		5,74		2,14	243	0,7617				
JUN		3,60		1,39	273	0,3277				
JUL		1,29		0,48	304	-0,7338				
AGO		1,08		0,40	335	-0,9093	α (días <sup>-1</sup> ) 0,0230			
SEP		1,30		0,50	365	-0,6867	α (mes <sup>-1</sup> ) 0,6900			



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Malucas desde Navalmanzano* hasta la confluencia con el Río Píron			
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)		
	OCT	6,38	0,8047	5,19		
	NOV	6,84	0,8348	5,12		
	DIC	8,12	0,9096	5,36		
	ENE	11,09	1,0449	6,06		
	FEB	11,41	1,0574	6,89		
	MAR	11,13	1,0467	7,53		
	ABR	10,63	1,0264	7,97		
	MAY	10,14	1,0058	7,94		
	JUN	8,01	0,9037	7,64		
	JUL	6,90	0,8387	6,87		
	AGO	6,18	0,7909	6,21		
	SEP	5,75	0,7600	5,36		
	ANUAL	102,58		78,14		



Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	O <sub>c</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>c</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
	0,0950	6,20	65,26	95,00
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
OCT	0,00	5,91	62,26	
NOV	10,63	5,87	61,77	
DIC	12,63	6,39	67,28	
ENE	17,25	7,17	75,47	
FEB	17,76	8,11	85,33	
MAR	17,32	8,96	94,33	
ABR	16,53	9,68	101,92	
MAY	0,00	9,54	100,44	
JUN	0,00	8,68	91,34	
JUL	0,00	7,89	83,06	
AGO	0,00	7,18	75,54	
SEP	0,00	6,53	68,69	
ANUAL	92,12	91,91		



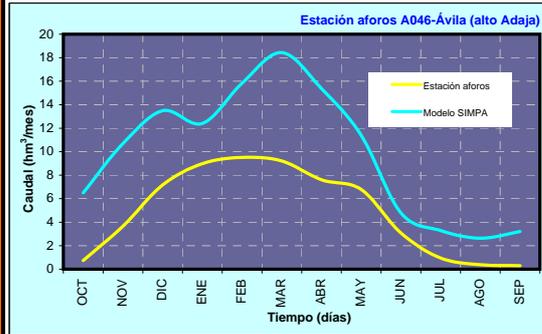
% Transf. Lateral	9,2%
Transf. Lateral	8,42 hm <sup>3</sup> /a
Drenaje	83,49 hm <sup>3</sup> /a
Recarga	0,00 hm <sup>3</sup> /a

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código	99.01
Nombre	Detritico del Amblés

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del valle del Amblés	Mixto		Arenas, conglomerados, limos y arcillas	
Parámetros Hidrodinámicos	Transmisividad: 30-100 m <sup>2</sup> /d	Extensión	229,09 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	90%
Descarga natural	Rio Adaja desde el Rio Picuezo hasta el Embalse de Fuentes Claras y afluentes	IdMasa	596	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2 Tipo 3 r Adaja_amblés 100%

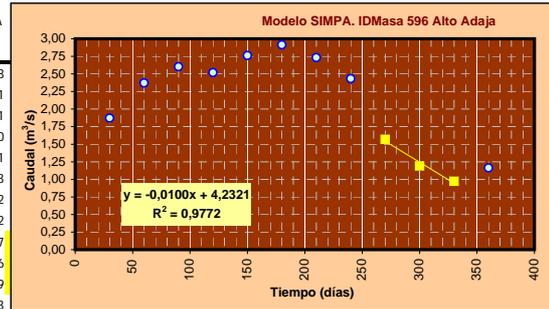
Estación aforos	A046-Ávila (Adaja)				Aportación promedio			152,59 hm <sup>3</sup> /a	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Influenciado
	OCT	0,00	1,97	25,68	0,74	31	-0,3065	Embalses cabecera	E. Becerril
	NOV	0,00	9,48	78,94	3,66	61	1,2967		
	DIC	0,01	19,22	124,90	7,18	92	1,9706		
	ENE	0,46	24,04	177,20	8,97	123	2,1944		
	FEB	0,44	23,01	153,60	9,51	151	2,2524		
	MAR	0,91	24,68	125,23	9,21	182	2,2206		
	ABR	1,09	19,73	124,94	7,61	212	2,0297		
	MAY	0,98	18,16	114,04	6,78	243	1,9140		
	JUN	0,16	7,99	76,50	3,08	273	1,1263		
	JUL	0,00	2,55	49,45	0,95	304	-0,0507		
	AGO	0,00	1,00	23,77	0,37	335	-0,9833	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0340
	SEP	0,00	0,77	7,03	0,30	365	-1,2180	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	1,0200



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Adaja desde el Río Picuezo hasta el Embalse de Fuentes Claras y afluentes.			
	596	02R12887_02	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	6,49	1,8708	2,18		
	NOV	10,70	2,3700	2,21		
	DIC	13,49	2,6023	2,41		
	ENE	12,41	2,5182	2,60		
	FEB	15,83	2,7618	2,81		
	MAR	18,44	2,9144	3,13		
	ABR	15,36	2,7319	3,32		
	MAY	11,39	2,4325	3,42		
	JUN	4,80	1,5688	3,27		
	JUL	3,29	1,1909	2,96		
	AGO	2,64	0,9711	2,59		
	SEP	3,20	1,1636	2,33		
	ANUAL	118,04		33,23		

Modelo SIMPA. IDMasa 596 Alto Adaja	
Parámetro agotamiento	0,0100 días <sup>-1</sup> 0,3000 mes <sup>-1</sup>



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1100	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	2,30	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	20,91	Tasa recarga (mm/a)	165,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	2,18	19,80				
	NOV	3,73	2,15	19,54				
	DIC	4,70	2,37	21,50				
	ENE	4,32	2,59	23,53				
	FEB	5,52	2,83	25,75				
	MAR	6,43	3,16	28,73				
	ABR	5,35	3,44	31,31				
	MAY	3,97	3,57	32,45				
	JUN	0,00	3,40	30,91				
	JUL	0,00	3,05	27,69				
	AGO	0,00	2,73	24,81				
	SEP	0,00	2,44	22,22				
	ANUAL	34,02	33,91					

Detritico Valle del Amblés	
Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Modelo SIMPA

## Fichas Resumen MASb Sistemas Adaja-Cega-Bajo Duero

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
08.10 Páramo de Cuéllar	55,00	0,1400	5	16,79				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 720				
$H_0$ (m snm) = 780,00				
$S = 3,55E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 841,09				
$H_m$ (m snm) = 871,51				
$H_{máx}$ (m snm) = 898,96				
$H^*_m$ (m snm) = 871,76				

**08.10-Páramo de Cuéllar Escorrentía Subterránea**

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,04	14,59	837,13
NOV	4,40	2,35	16,79	845,73
DIC	5,27	2,73	19,51	856,38
ENE	5,94	3,15	22,50	868,10
FEB	7,13	3,67	26,21	882,63
MAR	10,66	4,58	32,74	908,18
ABR	6,18	4,79	34,23	914,01
MAY	0,00	4,17	29,76	896,50
JUN	0,00	3,62	25,87	881,28
JUL	0,00	3,15	22,49	868,05
AGO	0,00	2,74	19,55	856,55
SEP	0,00	2,38	17,00	846,55
ANUAL	39,57	39,38		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1					
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
43 PÁRAMO DE CUÉLLAR	1	100,00%	55,00	0,1400	5	16,79		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 720				
$H_0$ (m snm) = 780,00				
$S = 4,00E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 753,96				
$H_m$ (m snm) = 861,81				
$H_{máx}$ (m snm) = 898,96				
$H^*_m$ (m snm) = 861,44				

**MAS 43-Páramo de Cuéllar Escorrentía Subterránea**

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,04	14,59	830,70
NOV	4,40	2,35	16,79	838,34
DIC	5,27	2,73	19,51	847,79
ENE	5,94	3,15	22,50	858,19
FEB	7,13	3,67	26,21	871,08
MAR	10,66	4,58	32,74	893,76
ABR	6,18	4,79	34,23	898,93
MAY	0,00	4,17	29,76	883,40
JUN	0,00	3,62	25,87	869,89
JUL	0,00	3,15	22,49	858,15
AGO	0,00	2,74	19,55	847,94
SEP	0,00	2,38	17,00	839,06
ANUAL	39,57	39,38		

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

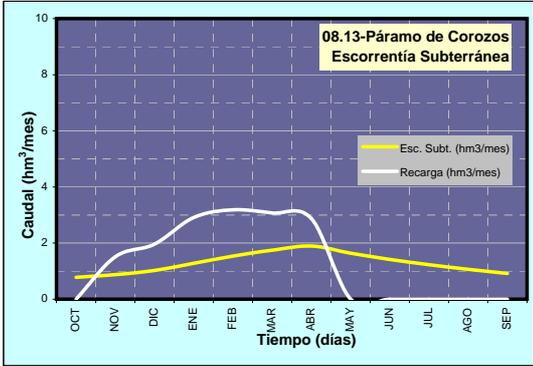
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	α (mes <sup>-1</sup> )	τ (meses)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )
08.13 Páramo de Corozos	42,00	0,1450	5	6,21

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>0</sub> (km <sup>2</sup> ) = 369				
H <sub>0</sub> (m snm) = 750,00				
S = 2,55E-04				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) = 788,44				
H <sub>m</sub> (m snm) = 844,75				
H <sub>máx</sub> (m snm) = 908,33				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 843,95				



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	0,78	5,37	806,99
NOV	1,51	0,88	6,05	814,24
DIC	1,96	1,02	7,06	824,96
ENE	2,91	1,28	8,82	843,64
FEB	3,18	1,54	10,60	862,46
MAR	3,07	1,74	12,03	877,65
ABR	2,87	1,90	13,08	888,78
MAY	0,00	1,64	11,31	870,05
JUN	0,00	1,42	9,78	853,84
JUL	0,00	1,23	8,46	839,83
AGO	0,00	1,06	7,32	827,70
SEP	0,00	0,92	6,33	817,21
<b>ANUAL</b>	<b>15,52</b>	<b>15,40</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1
<b>MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>	<b>44 PÁRAMO DE CORCOS</b>	Celda N°	Coef. Reparto
		1	100,00%

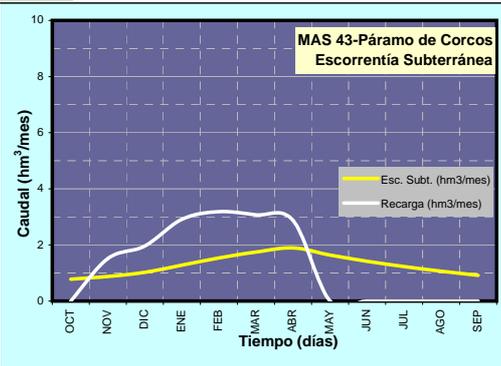
  

Tasa recarga (mm/a)	α (mes <sup>-1</sup> )	τ (meses)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )
42,00	0,1450	5	6,21

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>0</sub> (km <sup>2</sup> ) = 369				
H <sub>0</sub> (m snm) = 750,00				
S = 2,50E-04				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) = 788,44				
H <sub>m</sub> (m snm) = 846,74				
H <sub>máx</sub> (m snm) = 908,33				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 845,83				



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	0,78	5,37	808,13
NOV	1,51	0,88	6,05	815,53
DIC	1,96	1,02	7,06	826,46
ENE	2,91	1,28	8,82	845,51
FEB	3,18	1,54	10,60	864,71
MAR	3,07	1,74	12,03	880,20
ABR	2,87	1,90	13,08	891,55
MAY	0,00	1,64	11,31	872,45
JUN	0,00	1,42	9,78	855,92
JUL	0,00	1,23	8,46	841,62
AGO	0,00	1,06	7,32	829,26
SEP	0,00	0,92	6,33	818,56
<b>ANUAL</b>	<b>15,52</b>	<b>15,40</b>		

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
08.14 Arenales Esgueva-Cega	30,00	0,1180	6	27,97

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.634				
$H_0$ (m snm) = 665,00				
$S = 3,50E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 665,88				
$H_m$ (m snm) = 725,30				
$H_{max}$ (m snm) = 836,67				
$H^*_m$ (m snm) = 725,50				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,93	24,85	708,46
NOV	4,90	3,15	26,71	711,71
DIC	6,22	3,49	29,60	716,77
ENE	6,76	3,86	32,68	722,16
FEB	8,24	4,35	36,82	729,40
MAR	8,84	4,85	41,06	736,81
ABR	7,71	5,16	43,76	741,53
MAY	6,34	5,30	44,87	743,48
JUN	0,00	4,71	39,88	734,74
JUL	0,00	4,18	35,44	726,98
AGO	0,00	3,72	31,50	720,06
SEP	0,00	3,30	27,99	713,95
<b>ANUAL</b>	<b>49,01</b>	<b>48,99</b>		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas				
		1				

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
45 LOS ARENALES	1	100,00%	30,00	0,1180	6	27,97

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.634				
$H_0$ (m snm) = 665,00				
$S = 2,10E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 665,88				
$H_m$ (m snm) = 765,99				
$H_{max}$ (m snm) = 899,25				
$H^*_m$ (m snm) = 765,84				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,93	24,85	737,44
NOV	4,90	3,15	26,71	742,85
DIC	6,22	3,49	29,60	751,28
ENE	6,76	3,86	32,68	760,26
FEB	8,24	4,35	36,82	772,33
MAR	8,84	4,85	41,06	784,68
ABR	7,71	5,16	43,76	792,55
MAY	6,34	5,30	44,87	795,79
JUN	0,00	4,71	39,88	781,24
JUL	0,00	4,18	35,44	768,30
AGO	0,00	3,72	31,50	756,80
SEP	0,00	3,30	27,99	746,58
<b>ANUAL</b>	<b>49,01</b>	<b>48,99</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
45 LOS ARENALES			30,00	0,1165	6	34,89

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.003				
$H_0$ (m snm) = 665,00				
$S = 2,10E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 665,88				
$H_m$ (m snm) = 765,99				
$H_{max}$ (m snm) = 899,25				
$H^*_m$ (m snm) = 766,08				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	3,62	30,67	737,92
NOV	6,02	3,89	32,93	743,29
DIC	7,57	4,30	36,41	751,56
ENE	8,43	4,76	40,30	760,83
FEB	10,06	5,35	45,30	772,72
MAR	10,56	5,93	50,22	784,40
ABR	9,46	6,32	53,55	792,32
MAY	8,00	6,51	55,13	796,08
JUN	0,00	5,78	49,00	781,49
JUL	0,00	5,14	43,54	768,53
AGO	0,00	4,57	38,70	757,00
SEP	0,00	4,06	34,39	746,76
<b>ANUAL</b>	<b>60,08</b>	<b>60,20</b>		

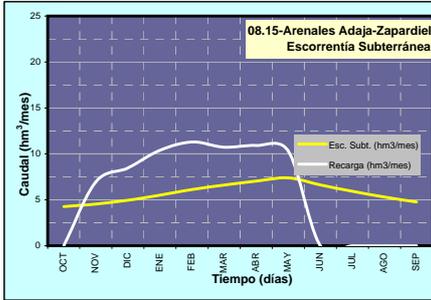
**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACION	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
08.15 Arenales Adaja-Zapardiel	30,00	0,1100	6	43,18

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2,301	OCT	0,00	4,26	38,68	771,05
$H_0$ (m snm) = 715,00	NOV	6,94	4,54	41,24	774,76
$S = 3,00E-04$	DIC	8,46	4,94	44,95	780,14
<b>Datos Piezométricos</b>	ENE	10,39	5,51	50,11	787,60
$H_{min}$ (m snm) = 650,87	FEB	11,29	6,11	55,58	795,53
$H_m$ (m snm) = 791,92	MAR	10,72	6,59	59,94	801,85
$H_{max}$ (m snm) = 941,96	ABR	10,90	7,04	64,02	807,76
$H_m^*$ (m snm) = 790,72	MAY	10,31	7,38	67,11	812,24
	JUN	0,00	6,61	60,12	802,11
	JUL	0,00	5,92	53,86	793,04
	AGO	0,00	5,31	48,25	784,91
	SEP	0,00	4,75	43,22	777,63
	<b>ANUAL</b>	<b>69,02</b>	<b>68,98</b>		

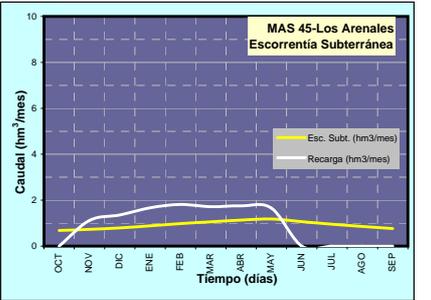


**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Pluricelular	Núm de celdas	2			
<b>MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
45 LOS ARENALES	1	16,04%	30,00	0,1100	6	6,93

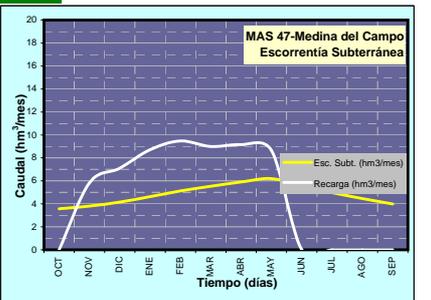
Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 369	OCT	0,00	0,68	6,21	753,63
$H_0$ (m snm) = 720,00	NOV	1,12	0,73	6,62	755,86
$S = 5,00E-04$	DIC	1,34	0,79	7,21	759,08
<b>Datos Piezométricos</b>	ENE	1,67	0,88	8,04	763,56
$H_{min}$ (m snm) = 665,88	FEB	1,81	0,98	8,92	768,32
$H_m$ (m snm) = 765,99	MAR	1,72	1,06	9,62	772,11
$H_{max}$ (m snm) = 899,25	ABR	1,75	1,13	10,27	775,66
$H_m^*$ (m snm) = 765,43	MAY	1,65	1,18	10,77	778,34
	JUN	0,00	1,06	9,64	772,27
	JUL	0,00	0,95	8,64	766,82
	AGO	0,00	0,85	7,74	761,94
	SEP	0,00	0,76	6,93	757,58
	<b>ANUAL</b>	<b>11,07</b>	<b>11,07</b>		



MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
47 MEDINA DEL CAMPO	2	83,96%	30,00	0,1100	6	36,25

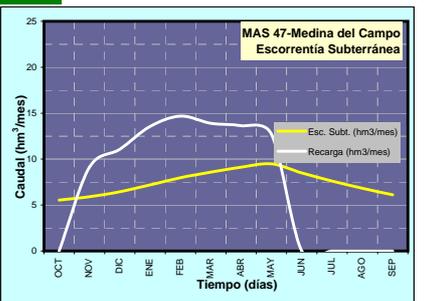
Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.931	OCT	0,00	3,57	32,48	748,50
$H_0$ (m snm) = 660,00	NOV	5,84	3,81	34,63	754,36
$S = 1,90E-04$	DIC	7,10	4,15	37,74	762,85
<b>Datos Piezométricos</b>	ENE	8,72	4,63	42,07	774,63
$H_{min}$ (m snm) = 632,39	FEB	9,48	5,13	46,66	787,16
$H_m$ (m snm) = 780,14	MAR	9,00	5,54	50,32	797,13
$H_{max}$ (m snm) = 1009,46	ABR	9,15	5,91	53,75	806,46
$H_m^*$ (m snm) = 779,55	MAY	8,65	6,20	56,34	813,53
	JUN	0,00	5,55	50,47	797,54
	JUL	0,00	4,97	45,22	783,21
	AGO	0,00	4,46	40,51	770,38
	SEP	0,00	3,99	36,29	758,88
	<b>ANUAL</b>	<b>57,94</b>	<b>57,91</b>		



MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
47 MEDINA DEL CAMPO			31,97	0,1041	7	59,05

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 3.184	OCT	0,00	5,54	50,36	739,97
$H_0$ (m snm) = 665,00	NOV	9,15	5,92	53,78	745,05
$S = 2,11E-04$	DIC	11,07	6,45	58,66	752,32
<b>Datos Piezométricos</b>	ENE	13,56	7,19	65,39	762,34
$H_{min}$ (m snm) = 665,88	FEB	14,68	7,97	72,48	772,89
$H_m$ (m snm) = 765,99	MAR	13,90	8,59	78,09	781,25
$H_{max}$ (m snm) = 899,25	ABR	13,64	9,12	82,88	788,38
$H_m^*$ (m snm) = 765,74	MAY	12,72	9,49	86,30	793,46
	JUN	0,00	8,50	77,31	780,08
	JUL	0,00	7,62	69,25	768,09
	AGO	0,00	6,82	62,04	757,35
	SEP	0,00	6,11	55,58	747,73
	<b>ANUAL</b>	<b>88,73</b>	<b>89,33</b>		



MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
08.16 Arenales Guareña-Trabancos	35,00	0,0950	7	55,26					
<b>Parámetros hidrodinámicos</b> $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.132 $H_0$ (m snm) = 640,00 $S = 2,60E-04$ <b>Datos Piezométricos</b> $H_{min}$ (m snm) = 607,80 $H_m$ (m snm) = 758,55 $H_{max}$ (m snm) = 1.009,46 $H'_m$ (m snm) = 758,09									
					OCT	0,00	4,77	50,25	730,67
					NOV	8,01	5,07	53,34	736,24
					DIC	9,63	5,48	57,69	744,09
					ENE	11,73	6,05	63,65	754,84
					FEB	12,60	6,64	69,90	766,12
					MAR	11,90	7,12	74,92	775,16
					ABR	10,88	7,46	78,51	781,65
					MAY	9,87	7,68	80,81	785,79
					JUN	0,00	6,98	73,48	772,58
					JUL	0,00	6,35	66,82	760,56
					AGO	0,00	5,77	60,77	749,64
					SEP	0,00	5,25	55,26	739,70
					<b>ANUAL</b>	<b>74,61</b>	<b>74,61</b>		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	2	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
				47 MEDINA DEL CAMPO	1	41,26%	35,00	0,0950	7	22,80					
<b>Parámetros hidrodinámicos</b> $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 880 $H_0$ (m snm) = 670,00 $S = 2,77E-04$ <b>Datos Piezométricos</b> $H_{min}$ (m snm) = 632,39 $H_m$ (m snm) = 780,14 $H_{max}$ (m snm) = 1009,46 $H'_m$ (m snm) = 780,84															
											OCT	0,00	1,97	20,73	755,10
											NOV	3,30	2,09	22,01	760,33
											DIC	3,97	2,26	23,80	767,70
											ENE	4,84	2,49	26,26	777,79
											FEB	5,20	2,74	28,84	788,38
											MAR	4,91	2,94	30,91	796,87
											ABR	4,49	3,08	32,39	802,95
											MAY	4,07	3,17	33,34	806,84
											JUN	0,00	2,88	30,32	794,44
											JUL	0,00	2,62	27,57	783,17
											AGO	0,00	2,38	25,07	772,91
											SEP	0,00	2,17	22,80	763,58
											<b>ANUAL</b>	<b>30,78</b>	<b>30,78</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
48 TIERRA DEL VINO	2	58,74%	35,00	0,0950	7	32,46					
<b>Parámetros hidrodinámicos</b> $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.252 $H_0$ (m snm) = 640,00 $S = 3,02E-04$ <b>Datos Piezométricos</b> $H_{min}$ (m snm) = 632,50 $H_m$ (m snm) = 741,56 $H_{max}$ (m snm) = 834,61 $H'_m$ (m snm) = 741,66											
							OCT	0,00	2,80	29,52	718,06
							NOV	4,70	2,98	31,33	722,85
							DIC	5,66	3,22	33,89	729,61
							ENE	6,89	3,55	37,39	738,87
							FEB	7,40	3,90	41,06	748,58
							MAR	6,99	4,18	44,01	756,36
							ABR	6,39	4,38	46,12	761,95
							MAY	5,80	4,51	47,47	765,52
							JUN	0,00	4,10	43,17	754,14
							JUL	0,00	3,73	39,25	743,80
							AGO	0,00	3,39	35,70	734,39
							SEP	0,00	3,08	32,46	725,84
							<b>ANUAL</b>	<b>43,83</b>	<b>43,83</b>		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
08.19 Detritico Profundo de Los Arenales	0,00	0,0350	20	104,29				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 8.658				
$H_0$ (m snm) = 640,00				
$S = 9,60E-05$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 623,70				
$H_m$ (m snm) = 764,42				
$H_{max}$ (m snm) = 888,50				
$H^*_m$ (m snm) = 764,71				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	3,06	3,63	103,70	764,76
NOV	3,04	3,61	103,12	764,06
DIC	3,20	3,60	102,72	763,58
ENE	3,44	3,59	102,57	763,40
FEB	3,71	3,59	102,69	763,58
MAR	3,97	3,61	103,06	763,99
ABR	4,18	3,63	103,62	764,67
MAY	4,24	3,65	104,22	765,39
JUN	4,07	3,66	104,63	765,88
JUL	3,78	3,67	104,75	766,02
AGO	3,51	3,66	104,60	765,84
SEP	3,27	3,65	104,22	765,38
ANUAL	43,47	43,54		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	4					
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
Profundo Páramo de Cuéllar	1	14,10%	0,00	0,0350	20	1,85		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.221				
$H_0$ (m snm) = 670,00				
$S = 1,88E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H^*_m$ (m snm) = 677,99				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,05	0,06	1,84	678,00
NOV	0,05	0,06	1,82	677,93
DIC	0,05	0,06	1,81	677,88
ENE	0,06	0,06	1,80	677,86
FEB	0,06	0,06	1,81	677,86
MAR	0,07	0,06	1,81	677,90
ABR	0,08	0,06	1,83	677,97
MAY	0,08	0,06	1,85	678,05
JUN	0,08	0,07	1,86	678,11
JUL	0,07	0,07	1,87	678,13
AGO	0,06	0,07	1,86	678,12
SEP	0,06	0,06	1,85	678,07
ANUAL	0,77	0,77		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
Profundo Arenales Eresma-Cega	2	20,27%	0,00	0,0350	20	30,10		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.755				
$H_0$ (m snm) = 630,00				
$S = 2,73E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H^*_m$ (m snm) = 692,34				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,80	1,04	29,85	692,32
NOV	0,79	1,04	29,61	691,81
DIC	0,87	1,03	29,44	691,46
ENE	0,97	1,03	29,38	691,33
FEB	1,09	1,03	29,44	691,45
MAR	1,21	1,04	29,61	691,82
ABR	1,31	1,05	29,88	692,38
MAY	1,31	1,06	30,14	692,93
JUN	1,22	1,06	30,30	693,26
JUL	1,10	1,06	30,34	693,33
AGO	0,99	1,06	30,27	693,18
SEP	0,89	1,05	30,10	692,84
ANUAL	12,55	12,54		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
Profundo Arenales Adaja-Zapardiel	3	33,63%	0,00	0,0350	20	39,28		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.911				
$H_0$ (m snm) = 610,00				
$S = 1,88E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H^*_m$ (m snm) = 681,40				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	1,20	1,37	39,11	681,45
NOV	1,20	1,36	38,94	681,15
DIC	1,24	1,36	38,82	680,93
ENE	1,31	1,36	38,78	680,85
FEB	1,39	1,36	38,81	680,91
MAR	1,46	1,36	38,91	681,08
ABR	1,51	1,37	39,05	681,35
MAY	1,54	1,37	39,22	681,66
JUN	1,50	1,38	39,35	681,89
JUL	1,42	1,38	39,39	681,96
AGO	1,34	1,38	39,35	681,89
SEP	1,27	1,37	39,24	681,69
ANUAL	16,37	16,41		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
Profundo Arenales Guareña	4	32,00%	0,00	0,04	20	33,06		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.771				
$H_0$ (m snm) = 610,00				
$S = 1,88E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H^*_m$ (m snm) = 670,08				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	1,00	1,15	32,90	670,11
NOV	1,00	1,15	32,75	669,84
DIC	1,04	1,14	32,65	669,65
ENE	1,10	1,14	32,61	669,58
FEB	1,17	1,14	32,64	669,63
MAR	1,24	1,15	32,73	669,80
ABR	1,28	1,15	32,86	670,04
MAY	1,30	1,16	33,01	670,31
JUN	1,27	1,16	33,12	670,52
JUL	1,19	1,16	33,16	670,58
AGO	1,12	1,16	33,12	670,51
SEP	1,06	1,16	33,02	670,33
ANUAL	13,78	13,81		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
 INTEGRACIÓN de las MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
11.01 Calizas Duratón-Sepúlveda	185,00	0,1350	5	61,85

Parámetros hidrodinámicos  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 702  
 $H_0$  (m snm) = 810,00  
 $S = 8,00E-04$

Datos Piezométricos  
 $H_{min}$  (m snm) = 931,93  
 $H_m$  (m snm) = 953,46  
 $H_{max}$  (m snm) = 958,51  
 $H'_m$  (m snm) = 952,60

	Recarga (hm³/mes)	Esc. Subt. (hm³/mes)	Vol. Almac. dinámico (hm³/mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	7,30	54,04	906,27
NOV	11,58	7,83	58,03	913,38
DIC	15,90	8,85	65,57	926,82
ENE	21,89	10,50	77,77	948,55
FEB	22,98	12,08	89,44	969,34
MAR	21,88	13,31	98,60	985,64
ABR	18,45	13,99	103,59	994,55
MAY	16,97	14,36	106,38	999,52
JUN	0,00	12,55	92,95	975,59
JUL	0,00	10,96	81,21	954,68
AGO	0,00	9,58	70,96	936,41
SEP	0,00	8,37	62,00	920,44
ANUAL	129,81	129,67		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	4
----------------	--------------	---------------	---

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
56 PRÁDENA	1	14,58%	185,00	0,1350	5	9,02

Parámetros hidrodinámicos  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 102  
 $H_0$  (m snm) = 940,00  
 $S = 8,00E-04$

Datos Piezométricos  
 $H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H'_m$  (m snm) = 1082,60

	Recarga (hm³/mes)	Esc. Subt. (hm³/mes)	Vol. Almac. dinámico (hm³/mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	1,06	7,88	1036,27
NOV	1,69	1,14	8,46	1043,38
DIC	2,32	1,29	9,56	1056,82
ENE	3,19	1,53	11,34	1078,55
FEB	3,35	1,76	13,04	1099,34
MAR	3,19	1,94	14,38	1115,64
ABR	2,72	2,04	15,10	1124,55
MAY	2,47	2,09	15,51	1129,52
JUN	0,00	1,83	13,55	1105,59
JUL	0,00	1,60	11,84	1084,68
AGO	0,00	1,40	10,35	1066,41
SEP	0,00	1,22	9,04	1050,44
ANUAL	18,93	18,91		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
55 CANTIMPALOS	2	42,86%	185,00	0,1350	5	26,51

Parámetros hidrodinámicos  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 301  
 $H_0$  (m snm) = 870,00  
 $S = 3,40E-03$

Datos Piezométricos  
 $H_{min}$  (m snm) = 833,00  
 $H_m$  (m snm) = 903,50  
 $H_{max}$  (m snm) = 975,39  
 $H'_m$  (m snm) = 903,55

	Recarga (hm³/mes)	Esc. Subt. (hm³/mes)	Vol. Almac. dinámico (hm³/mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	3,13	23,16	892,65
NOV	4,96	3,36	24,87	894,32
DIC	6,81	3,79	28,11	897,49
ENE	9,38	4,50	33,34	902,60
FEB	9,85	5,18	38,34	907,49
MAR	9,37	5,71	42,27	911,33
ABR	7,99	5,99	44,41	913,42
MAY	7,27	6,16	45,60	914,59
JUN	0,00	5,38	39,84	908,96
JUL	0,00	4,70	34,81	904,04
AGO	0,00	4,11	30,41	899,74
SEP	0,00	3,59	26,57	895,99
ANUAL	55,64	55,58		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
46 SEPULVEDA	3	34,10%	185,00	0,1350	5	21,09

Parámetros hidrodinámicos  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 239  
 $H_0$  (m snm) = 810,00  
 $S = 1,00E-03$

Datos Piezométricos  
 $H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H'_m$  (m snm) = 924,08

	Recarga (hm³/mes)	Esc. Subt. (hm³/mes)	Vol. Almac. dinámico (hm³/mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,49	18,43	887,02
NOV	3,94	2,67	19,79	892,70
DIC	5,42	3,02	22,36	903,45
ENE	7,46	3,58	26,52	920,84
FEB	7,83	4,12	30,50	937,47
MAR	7,46	4,54	33,62	950,53
ABR	6,36	4,77	35,32	957,64
MAY	5,79	4,90	36,27	961,62
JUN	0,00	4,28	31,69	942,47
JUL	0,00	3,74	27,69	925,74
AGO	0,00	3,27	24,19	911,12
SEP	0,00	2,85	21,14	898,35
ANUAL	44,26	44,21		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
49 AYLLÓN (Cretácico)	4	8,46%	185,00	0,1350	5	5,23

Parámetros hidrodinámicos  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 59  
 $H_0$  (m snm) = 810,00  
 $S = 1,00E-03$

Datos Piezométricos  
 $H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H'_m$  (m snm) = 838,30

	Recarga (hm³/mes)	Esc. Subt. (hm³/mes)	Vol. Almac. dinámico (hm³/mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	0,62	4,57	829,11
NOV	0,98	0,66	4,91	830,52
DIC	1,34	0,75	5,55	833,18
ENE	1,85	0,89	6,58	837,50
FEB	1,94	1,02	7,57	841,62
MAR	1,85	1,13	8,34	844,84
ABR	1,58	1,18	8,76	846,63
MAY	1,44	1,21	9,00	847,61
JUN	0,00	1,06	7,86	842,84
JUL	0,00	0,93	6,87	838,71
AGO	0,00	0,81	6,00	835,09
SEP	0,00	0,71	5,24	831,92
ANUAL	10,98	10,97		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
55 CANTIMPALOS			117,77	0,1051	7	86,29

Parámetros hidrodinámicos  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 1.189  
 $H_0$  (m snm) = 830,00  
 $S = 9,90E-04$

Datos Piezométricos  
 $H_{min}$  (m snm) = 833,00  
 $H_m$  (m snm) = 903,50  
 $H_{max}$  (m snm) = 975,39  
 $H'_m$  (m snm) = 903,30

	Recarga (hm³/mes)	Esc. Subt. (hm³/mes)	Vol. Almac. dinámico (hm³/mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	8,29	61,42	882,18
NOV	14,70	8,94	66,20	886,24
DIC	18,39	9,92	73,46	892,40
ENE	25,19	11,50	85,18	902,34
FEB	26,11	13,01	96,41	911,90
MAR	25,24	14,27	105,72	919,81
ABR	23,14	15,16	112,28	925,38
MAY	7,27	14,49	107,32	921,17
JUN	0,00	12,96	95,97	911,53
JUL	0,00	11,59	85,85	902,93
AGO	0,00	10,37	76,83	895,27
SEP	0,00	9,29	68,78	888,43
ANUAL	140,03	139,78		

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)				
11.02 Terciario y calizas de Segovia	95,00	0,0950	7	65,26								
Parámetros hidrodinámicos												
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 970												
$H_0$ (m snm) = 830,00												
$S = 1,18E-03$												
Datos Piezométricos												
$H_{min}$ (m snm) = 833,00												
$H_m$ (m snm) = 900,64												
$H_{max}$ (m snm) = 975,39												
$H^*_m$ (m snm) = 900,46												
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
	0,00	10,63	12,63	17,25	17,75	17,32	16,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5,64	6,09	6,68	7,64	8,56	9,35	10,00	9,10	8,27	7,52	6,84	6,22
	59,35	64,11	70,35	80,43	90,08	98,44	105,29	95,75	87,07	79,18	72,00	65,48
	881,87	886,03	891,48	900,29	908,72	916,03	922,02	913,68	906,09	899,20	892,93	887,22
	<b>ANUAL</b>					92,12	91,92					

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	2									
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)		
55 CANTIMPALOS	1	91,60%	95,00	0,0950	7	59,78						
Parámetros hidrodinámicos												
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 888												
$H_0$ (m snm) = 830,00												
$S = 1,18E-03$												
Datos Piezométricos												
$H_{min}$ (m snm) = 833,00												
$H_m$ (m snm) = 900,64												
$H_{max}$ (m snm) = 975,39												
$H^*_m$ (m snm) = 900,46												
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
	0,00	9,74	11,57	15,80	16,26	15,87	15,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5,16	5,58	6,12	7,00	7,84	8,57	9,16	8,33	7,58	6,89	6,27	5,70
	54,36	58,73	64,45	73,68	82,52	90,17	96,45	87,71	79,76	72,53	65,96	59,98
	881,87	886,03	891,48	900,29	908,72	916,03	922,02	913,68	906,09	899,20	892,93	887,22
	<b>ANUAL</b>					84,39	84,20					

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)		
57 SEGOVIA	2	8,40%	95,00	0,0950	7	5,48						
Parámetros hidrodinámicos												
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 81												
$H_0$ (m snm) = 935,00												
$S = 3,40E-03$												
Datos Piezométricos												
$H_{min}$ (m snm) =												
$H_m$ (m snm) =												
$H_{max}$ (m snm) =												
$H^*_m$ (m snm) = 959,45												
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
	0,00	0,89	1,06	1,45	1,49	1,45	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,47	0,51	0,56	0,64	0,72	0,79	0,84	0,76	0,69	0,63	0,57	0,52
	4,98	5,38	5,91	6,75	7,57	8,27	8,84	8,04	7,31	6,65	6,05	5,50
	953,00	954,45	956,34	959,40	962,32	964,86	966,94	964,04	961,41	959,02	956,84	954,86
	<b>ANUAL</b>					7,74	7,72					

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
99.01 Detrítico del Amblés	165,00	0,1100	6	20,91

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 206				
$H_0$ (m snm) = 1040,00				
$S = 2,15E-03$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 1.065,49				
$H_m$ (m snm) = 1.098,03				
$H_{max}$ (m snm) = 1.137,15				
$H_m^*$ (m snm) = 1.097,95				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,06	18,73	1082,25
NOV	3,73	2,23	20,31	1085,82
DIC	4,70	2,49	22,65	1091,09
ENE	4,32	2,68	24,38	1095,01
FEB	5,52	2,98	27,07	1101,06
MAR	6,43	3,34	30,33	1108,43
ABR	5,35	3,55	32,24	1112,74
MAY	3,97	3,59	32,64	1113,64
JUN	0,00	3,22	29,24	1105,97
JUL	0,00	2,88	26,20	1099,10
AGO	0,00	2,58	23,47	1092,94
SEP	0,00	2,31	21,02	1087,43
ANUAL	34,02	33,91		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
64 VALLE DE AMBLÉS	1	100,00%	165,00	0,1100	6	20,91

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 206				
$H_0$ (m snm) = 1040,00				
$S = 2,15E-03$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 1065,49				
$H_m$ (m snm) = 1098,03				
$H_{max}$ (m snm) = 1137,15				
$H_m^*$ (m snm) = 1.097,95				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,06	18,73	1082,25
NOV	3,73	2,23	20,31	1085,82
DIC	4,70	2,49	22,65	1091,09
ENE	4,32	2,68	24,38	1095,01
FEB	5,52	2,98	27,07	1101,06
MAR	6,43	3,34	30,33	1108,43
ABR	5,35	3,55	32,24	1112,74
MAY	3,97	3,59	32,64	1113,64
JUN	0,00	3,22	29,24	1105,97
JUL	0,00	2,88	26,20	1099,10
AGO	0,00	2,58	23,47	1092,94
SEP	0,00	2,31	21,02	1087,43
ANUAL	34,02	33,91		

## Sistemas Alto Duero-Riaza

## Ficha Resumen Sistemas Alto Duero-Riaza

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCAÇÃO HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO

Sector de explotación hidráulica									Escorrentía Subterránea SIMPA (hm³/a)
Alto Duero									
UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)	Extensión (km²)	Superficie permeable (km²)	Tasa recarga (mm/a)	Recarga (hm³/a)	Descarga (hm³/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm³)	
10.05 Calizas Arandilla-Río Lobos	424,06	339,25	230,00	78,03	77,96	0,140	5,0	33,21	127,10
10.02 Calizas Cabrejas-Soria	496,96	447,27	260,00	116,29	116,08	0,155	4,5	40,32	88,15
10.03 Calizas de Araviana	435,04	217,52	270,00	58,73	58,81	0,115	6,0	33,04	51,54
10.04 Almazán Sur	1.051,04	788,28	280,00	220,72	220,73	0,120	5,8	116,67	56,58
88.01 Detrítico Cubeta de Almazán	2.669,72	2.269,26	40,00	181,33	180,68	0,075	9,2	186,67	186,83
08.11 Detrítico de Aranda de Duero	2.062,02	1.649,61	35,00	93,87	93,75	0,095	7,3	73,68	95,32
08.12 Detrítico de Rianza	1.575,09	1.260,08	35,00	44,10	43,85	0,095	7,3	31,58	50,36
08.20 Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	1.063,97	0,00	0,00	36,14	35,87	0,045	15,4	66,67	0,00
08.21 Detrítico Profundo de Aranda de Duero	1.474,10	0,00	0,00	48,31	47,70	0,035	19,8	114,29	0,00
<b>Suma</b>	<b>11.252,01</b>	<b>6.971,26</b>	<b>125,88</b>	<b>877,52</b>	<b>875,43</b>				<b>655,89</b>

Descarga Natural	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)										Descarga Reg. Natural (hm³/a)			
	Arlanzón	Arlanza	Esgueva	Duero	Arandilla	Ucero	Ri tuerto	Rianza	UHMod 08.20	UHMod 08.21		UHMod 08.22	UHMod 08.11	UHMod 88.01
10.05 Calizas Arandilla-Río Lobos	0,00	0,00	0,00		9,88	19,76				48,31	0,00			77,96
10.02 Calizas Cabrejas-Soria					27,86	41,79						46,43		116,08
10.03 Calizas de Araviana					26,76		14,41					17,64		58,81
10.04 Almazán Sur					176,59					17,66		26,49		220,73
88.01 Detrítico Cubeta de Almazán					144,54							36,14		180,68
08.11 Detrítico de Aranda de Duero					93,75									93,75
08.12 Detrítico de Rianza					26,31			17,54						43,85
08.20 Detrítico Profundo de Corcos-Rianza					35,87									35,87
08.21 Detrítico Profundo de Aranda de Duero					47,70									47,70
<b>Suma</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>579,37</b>	<b>9,88</b>	<b>61,55</b>	<b>14,41</b>	<b>17,54</b>	<b>17,66</b>	<b>48,31</b>	<b>0,00</b>	<b>36,14</b>	<b>90,56</b>	<b>875,43</b>

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)										Recarga Natural (hm³/a)	Drenaje a cauces (hm³/a)	Transf. Lateral Subterránea (hm³/a)	Demanda Urbana (hm³/a)	Demanda Agrícola (hm³/a)	Demandas (hm³/a)	Descarga Total (hm³/a)	Escorrentía Subterránea SIMPA (hm³/a)
	10.05	10.02	10.03	10.04	88.01	08.11	08.12	08.20	08.21									
Masas de Aguas Subterráneas de la Demarcación Hidrográfica del Duero	Calizas Arandilla-Río Lobos	Calizas Cabrejas-Soria	Calizas de Araviana	Almazán Sur	Detrítico Cubeta de Almazán	Detrítico de Aranda de Duero	Detrítico de Rianza	Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	Detrítico Profundo de Aranda de Duero									
18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	78	30	48	0,17	1,09	1,26	77,96	127,10	
21 SIERRA DE LA DEMANDA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	
27 SIERRA DE CAMEROS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0	0	0	0,37	0,19	0,56	0,00	0,00	
30 ARANDA DE DUERO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	94	94	0	1,37	1,91	3,28	93,75	95,32	
34 ARAVIANA	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	59	41	18	0,07	0,00	0,07	58,81	51,54	
35 CABREJAS-SORIA	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	116	70	46	0,12	0,10	0,22	116,08	88,15	
37 CUENCA DE ALMAZÁN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	87,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	159	122	36	0,87	0,95	1,82	157,99	163,38	
42 RIAZA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	61,98%	0,00%	0,00%	27	27	0	0,60	0,98	1,58	27,18	31,21	
49 AYLLÓN (Terciario)	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	38,02%	0,00%	0,00%	17	17	0	0,20	0,49	0,70	16,67	19,14	
50 ALMAZÁN SUR	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	221	177	44	0,18	0,00	0,18	220,73	56,58	
51 PARAMO DE ESCALOTE	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,55%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	23	23	0	0,00	0,00	0,02	22,68	23,45	
Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	36	36	0	0,11	0,55	0,66	35,87	0,00	
Detrítico Profundo de Aranda de Duero	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	48	48	0	3,19	4,47	7,66	47,70	0,00	
<b>Suma</b>													7,27	10,74	18,02			

MODELOS DE GESTIÓN MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS						
UNIDADES DE MODELACIÓN	Número celdas	Celda	MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$V_0$ (hm³)	Coef.Reparto
10.05 Calizas Alto Arlanza-Arlanzón	1	1	18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	0,140	33,21	100%
10.02 Calizas Cabrejas-Soria	1	1	35 CABREJAS-SORIA	0,155	40,32	100%
10.03 Calizas de Araviana	1	1	34 ARAVIANA	0,115	33,04	100%
10.04 Almazán Sur	1	1	50 ALMAZÁN SUR	0,120	116,67	100%
88.01 Detrítico Cubeta de Almazán	2	1	51 PARAMO DE ESCALOTE	0,075	23,43	13%
		2	37 CUENCA DE ALMAZÁN	0,075	163,23	87%
08.11 Detrítico de Aranda de Duero	1	1	30 ARANDA DE DUERO	0,095	73,68	100%
08.12 Detrítico de Rianza	2	1	49 AYLLÓN (Terciario)	0,095	12,00	38%
		2	42 RIAZA	0,095	19,57	62%
08.20 Detrítico Profundo de Corcos-Rianza	1			0,045	66,67	
08.21 Detrítico Profundo de Aranda de Duero	1			0,035	114,29	

Sector de explotación hidráulica Alto Duero																																		
UNIDADES HIDROGEOLOGICAS de MODELACION (ACUÍFEROS)		ACUIFERO SIMGES				Parámetros simulación			Conducción Tipo 3		Acciones Elementales										Demandas		Retornos Regadíos											
		Número	Número de celdas	Celda número	MAS	$\alpha$ (mes-1)	Vo (hm3)	Coef. Reparto	Cauces	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Nombre	Demanda bruta (hm3/a)	Nombre	Subsistema Explotación	Coef. Retornos	Coef. Consumo	Coef. Infiltrac.	Demanda (hm <sup>3</sup> /a)	Rec. Riegos (hm <sup>3</sup> /a)				
10.05	Calizas Arandilla-Río Lobos	1	1	1	18 ARLANZÓN-RÍO	0,140	33,214	100%	r Arandilla 184	0%	Recarga Neta	100%										39. Bomb MAS 18 (Arandilla-Río Lobos)	1,093	39. Bomb MAS 18 (Arandilla-Río Lobos)	Alto Duero	0,00	1,00	0	1,093	0,000				
									r Aranza 243a	0%																								
									r Esqueva 305	0%																								
									r Arandilla 650	13%																								
									r Utero 330	25%																								
									Embalse subterráneo 08.21	62%																								
UHM 08.22	0%																																	
10.02	Calizas Cabrejas-Soria	2	1	1	35 CABREJAS-SOR	0,155	40,323	100%	r Utero 333	36%	Recarga Neta	100%									40. Bomb MAS 35 (Cabrejas-Soria)	0,103	40. Bomb MAS 35 (Cabrejas-Soria)	Alto Duero	0,00	1,00	0,00	0,10	0,000					
									r Duero 356	24%																								
									UHM 08.01	40%																								
10.03	Calizas de Araviana	3	1	1	34 ARAVIANA	0,115	33,043	100%	r Duero 232	46%	Recarga Neta	100%									47. Bomb MAS 34 (Araviana)	0,000	47. Bomb MAS 34 (Araviana)	Alto Duero	0,00	1,00	0,00	0,00	0,000					
									r Rituerto 327	25%																								
									UHM 08.01	30%																								
10.04	Almazán Sur	6	1	1	50 ALMAZÁN SUR	0,120	116,667	100%	r Duero 364	80%	Recarga Neta	100%									44. Bomb MAS 50 (Almazán Sur)	0,000	44. Bomb MAS 50 (Almazán Sur)	Alto Duero	0,00	1,00	0,00	0,000	0,000					
									UHM 08.20	8%																								
									UHM 08.01	12%																								
88.01	Detrítico Cubeta de Alme	4	2	1	51 PÁRAMO DE ES	0,075	23,434	13%	r Duero 356	80%	Recarga Neta	13%	Bombeos	0%	Retorno riegos	0%	Transf Lateral	35%	Drenaje cauces	13%	43. Bomb MAS 37+51 (Almazán-Escalote)	0,950	3.DA 04 ZR Alto Duero	0,31	0,47	0,22	36,918	8,195						
				2	37 CUENCA DE AL	0,075	163,233	87%	UHM 08.11	20%																			87%	100%	100%	100%	100%	87%
88.11	Detrítico de Aranda de D	7	1	1	30 ARANDA DE DU	0,095	73,684	100%	r Duero 669	100%	Recarga Neta	100%										42. Bomb MAS 30 (Aranda de Duero)	1,914	42. Bomb MAS 30 (Aranda de Duero)	Alto Duero	0,00	0,75	0,25	0,950	0,237				
									6.DA 07 ZR Alto Duero	0,33																					0,42	0,20	14,583	2,902
									7.DA 09-10 Alto Duero	0,59																					0,28	0,14	54,676	7,463
									31.DA 08 E Alto Duero	0,59																					0,28	0,13	19,059	2,573
									35.DA 11 R Alto Duero	0,43																					0,40	0,17	15,680	2,683
									36.DA 12 G Alto Duero	0,25																					0,55	0,20	11,194	2,190
88.12	Detrítico de Riaza	8	2	1	49 AYLÓN (Tercia	0,095	12,005	38%	r Duero 669	60%	Recarga Lluvia	38%	Bombeos	38%	Retorno riegos	38%	Drenaje cauces	38%			45. Bomb MAS 42+49 (Riaza-Ayllón)	1,280	32. DA 13 Riaza	0,77	0,10	0,13	20,227	2,646						
				2	42 RIAZA	0,095	19,574	62%	r Riaza 372	40%																			62%	62%	62%	62%	62%	
				45. Bomb MAS 42+49 (Riaza-Ayllón)	0,00	0,75	0,25	1,694	0,424																									
88.20	Detrítico Profundo de Corcos-Riaza	9	1	1		0,045	66,667		r Duero 669	100%	Recarga Neta	100%									46. Bomb Acuífero Profundo Corcos-Riaza	0,746	46. Bomb Acuífero Profundo C	Alto Duero	0,00	0,75	0,25	0,746	0,187					
88.21	Detrítico Profundo de Aranda de Duero	5	1	1		0,035	114,286		r Duero 669	100%	Recarga Neta	100%									41. Bomb Acuífero Profundo Aranda Duero	4,466	41. Bomb Acuífero Profundo A	Alto Duero	0,00	0,75	0,25	4,466	1,117					

## Fichas Resumen UHMod Sistemas Alto Duero-Riaza



**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

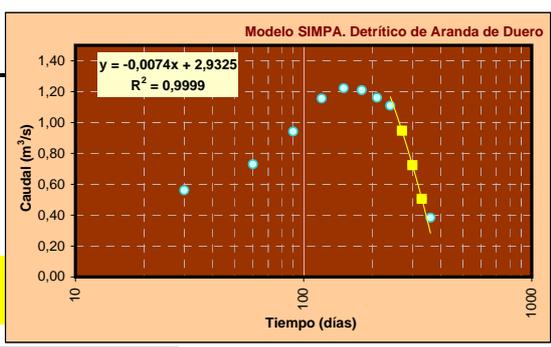
Código **08.11**  
 Nombre **Detritivo de Aranda de Duero**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Semiconfinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmisividad: 50-350 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.062,02 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%
Descarga natural	Río Duero desde la confluencia con el río Bañuelos (Aranda de Duero) hasta la confluencia con el río Duratón (Peñañiel).	IdMasa	343	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2 Tipo 3 r Duero 669 100%

Estación aforos		A014-PEÑAÑIEL					Aportación promedio		621,43 hm <sup>3</sup> /a	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Minimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)	Régimen hidrologico	Influenciado		
OCT		39,83		14,87	31	2,6993	Embalses cabecera Ebrillos Cuerda del Pozo Los Rábanos			
NOV		45,56		17,58	61	2,8666				
DIC		49,99		18,66	92	2,9265				
ENE		63,71		23,79	123	3,1692				
FEB		95,70		39,56	151	3,6777				
MAR		103,46		38,63	182	3,6539				
ABR		82,65		31,89	212	3,4622				
MAY		62,78		23,44	243	3,1545				
JUN		37,20		14,35	273	2,6638				
JUL		11,24		4,20	304	1,4340				
AGO		9,21		3,44	335	1,2352	α (días <sup>-1</sup> ) <b>0,0230</b>			
SEP		20,11		7,76	365	2,0490	α (mes <sup>-1</sup> ) <b>0,6900</b>			



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Riáza desde su confluencia con el Río Agujejo (y un poco de este), y hasta el Embalse de Linares de Arroyo™			
	418	02RI2539_02	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
			OCT	3,64	0,5615	2,73
			NOV	5,37	0,7301	4,29
			DIC	8,75	0,9418	6,85
			ENE	14,32	1,1560	10,55
			FEB	16,67	1,2220	13,14
			MAR	16,20	1,2096	13,69
			ABR	14,47	1,1605	12,98
			MAY	12,85	1,1088	11,49
			JUN	8,85	0,9467	8,68
			JUL	5,29	0,7232	5,35
			AGO	3,20	0,5052	3,26
			SEP	2,42	0,3833	2,32
			ANUAL	112,03		95,32



Parámetro agotamiento **0,0074 días<sup>-1</sup>**  
**0,2220 mes<sup>-1</sup>**

Embalse Subterráneo	α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
	<b>0,0950</b>	<b>7,00</b>	<b>73,68</b>	<b>35,00</b>
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
OCT	2,73	6,80	71,62	
NOV	8,64	6,71	70,60	
DIC	9,27	6,91	72,74	
ENE	11,18	7,21	75,92	
FEB	15,54	7,77	81,82	
MAR	16,74	8,53	89,81	
ABR	14,16	9,16	96,39	
MAY	3,36	9,11	95,93	
JUN	3,25	8,59	90,38	
JUL	3,13	8,10	85,23	
AGO	3,00	7,64	80,43	
SEP	2,87	7,21	75,94	
ANUAL	93,87	93,75		



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

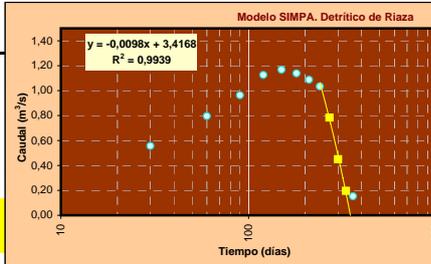
Código: 08.12  
 Nombre: Detrítico de Riaza

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Semiconfinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmisividad: 50-350 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1.575,09 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%
Descarga natural	Río Duero desde la confluencia con el río Bañuelos (Aranda de Duero) hasta la confluencia con el río Duratón (Peñafiel).	IdMasa	343	Tipo 2	r Duero 669 60%
	Río Riaza desde el Embalse de Linares de Arroyo hasta la confluencia con el Aº Serrezuela	IdMasa	372	Conexión modelo SIMGES	r Riaza 372 40%

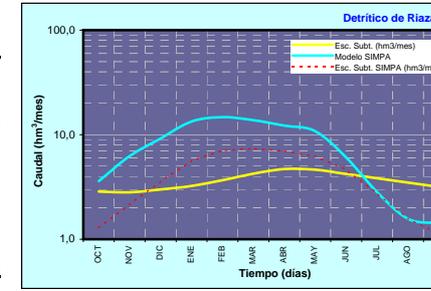
Estación aforos		A014-PENAFIEL					Aportación promedio		Régimen hidrológico	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Maximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	In(O)	621,43 hm <sup>3</sup> /a	Natural		
OCT		39,83		14,87	31	2,6993		Ebrillos		
NOV		45,56		17,58	61	2,8666		Cuerda del Pozo		
DIC		49,99		18,66	92	2,9265		Los Rábanos		
ENE		63,71		23,79	123	3,1692				
FEB		95,70		39,56	151	3,6777				
MAR		103,46		38,63	182	3,6539				
ABR		82,65		31,89	212	3,4622				
MAY		62,78		23,44	243	3,1545				
JUN		37,20		14,35	273	2,6638				
JUL		11,24		4,20	304	1,4340				
AGO		9,21		3,44	335	1,2352				
SEP		20,11		7,76	365	2,0490				
								α (días <sup>-1</sup> )	0,0230	
								α (mes <sup>-1</sup> )	0,6900	



Modelo SIMPA		IDMasa	Código	Río Riaza desde su confluencia con el Río Agusejo (y un poco de este), y hasta el Embalse de Linares de Arroyo™	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)		
OCT	3,59	0,5554	1,29		
NOV	6,24	0,7949	2,16		
DIC	9,18	0,9628	3,57		
ENE	13,38	1,1264	5,63		
FEB	14,72	1,1680	7,07		
MAR	13,78	1,1394	7,37		
ABR	12,23	1,0875	7,00		
MAY	10,81	1,0336	6,19		
JUN	6,08	0,7840	4,62		
JUL	2,82	0,4500	2,75		
AGO	1,57	0,1959	1,57		
SEP	1,42	0,1522	1,13		
ANUAL	95,82		50,36		
				Parámetro agotamiento	0,0093 días <sup>-1</sup> 0,2790 mes <sup>-1</sup>



Unidad Hidrogeológica de Modelación		α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>e</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>e</sub> (hm)	Tasa recarga (mm/a)
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)		
OCT	0,00	2,86	30,13		
NOV	4,56	2,81	29,60		
DIC	5,06	2,99	31,48		
ENE	6,37	3,24	34,06		
FEB	9,57	3,67	38,60		
MAR	10,34	4,24	44,61		
ABR	8,24	4,70	49,42		
MAY	0,00	4,64	48,83		
JUN	0,00	4,22	44,40		
JUL	0,00	3,84	40,38		
AGO	0,00	3,49	36,72		
SEP	0,00	3,17	33,39		
ANUAL	44,10	43,85			



**PLAN HIDROLOGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACION HIDROGRAFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACION de las MASAS de AGUA SUBTERRANEAS en el MODELO de GESTION de la CUENCA HIDROGRAFICA del DUERO.**

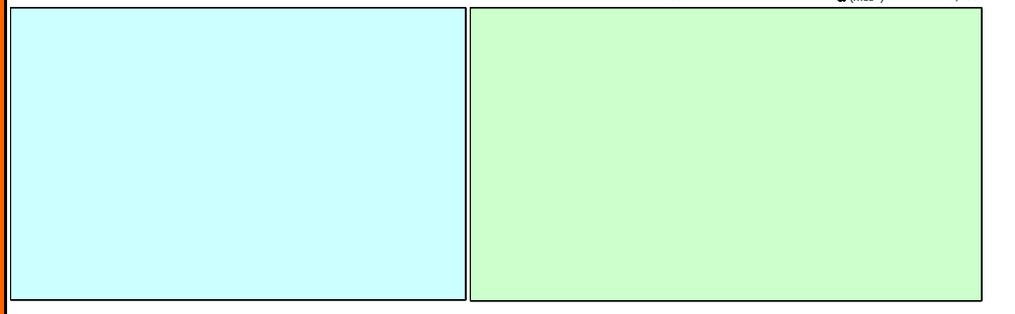
Código: 08.20  
 Nombre: Detritico Profundo de Corcos-Riaza

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detritico del Duero	Confinado		Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo	

Parámetros Hidrodinámicos		Extensión		Superficie permeable	
		1.063,97 km <sup>2</sup>		0%	

Descarga natural	Río Duero desde la confluencia con el río Bañuelos (Aranda de Duero) hasta la confluencia con el río Duratón (Penafiel).	IdMasa	343	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2		Tipo 3	
					Embalse subterráneo 08.03	100%	r Duero 669	100%

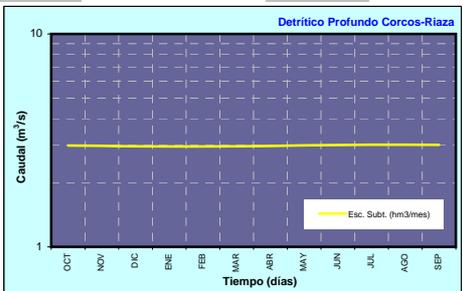
Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)					Aportación promedio		Régimen hidrológico	
	Minimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)	hm <sup>3</sup> /a		
						OCT	31	Embalses cabecera	
						NOV	61		
						DIC	92		
						ENE	123		
						FEB	151		
						MAR	182		
						ABR	212		
						MAY	243		
						JUN	273		
						JUL	304		
						AGO	335	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	
						SEP	365	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,0000



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
			OCT				
			NOV				
			DIC				
			ENE				
			FEB				
			MAR				
			ABR				
			MAY				
			JUN				
			JUL				
			AGO				
			SEP				
			ANUAL	0,00		0,00	

Parámetro agotamiento: días<sup>-1</sup> 0,0000 mes<sup>-1</sup>

Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,0450	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	3,00	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	66,67	Tasa recarga (mm/a)	0,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	2,73	2,99	66,54				
	NOV	2,68	2,98	66,25				
	DIC	2,72	2,97	65,98				
	ENE	2,84	2,96	65,80				
	FEB	3,02	2,96	65,77				
	MAR	3,20	2,97	65,91				
	ABR	3,34	2,98	66,21				
	MAY	3,36	3,00	66,57				
	JUN	3,25	3,01	66,87				
	JUL	3,13	3,02	67,04				
	AGO	3,00	3,02	67,09				
	SEP	2,87	3,02	67,01				
	ANUAL	36,14	35,87					



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

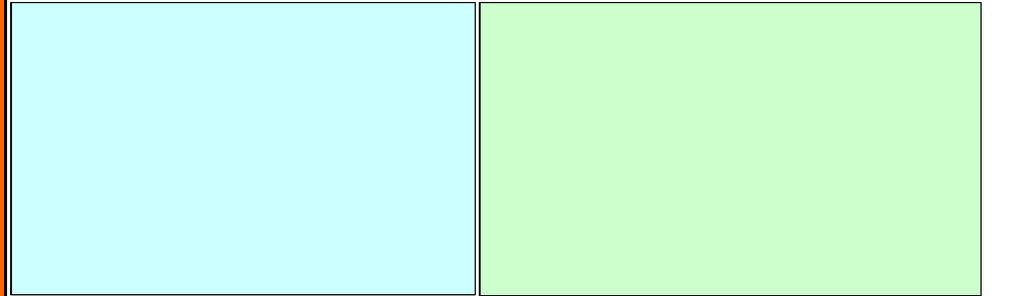
Código **08.21**  
 Nombre **Detrítico Profundo de Aranda de Duero**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Confinado		Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo	

Parámetros Hidrodinámicos		Extensión		Superficie permeable	
		1.474,10 km <sup>2</sup>		0%	

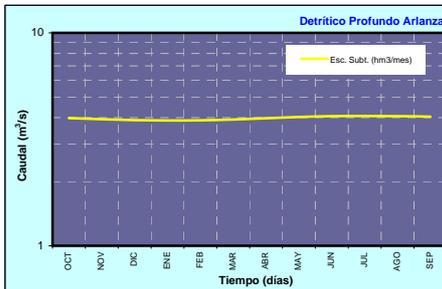
Descarga natural	Río Duero desde la confluencia con el río Bañuelos (Aranda de Duero) hasta la confluencia con el río Duratón (Peñafiel).	IdMasa	343	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2		Tipo 3	
							r Duero 669	100%

Estación aforos	Aportación promedio						Régimen hidrológico	Influenciado
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días		
	OCT					31	Embalses cabecera	
	NOV					61		
	DIC					92		
	ENE					123		
	FEB					151		
	MAR					182		
	ABR					212		
	MAY					243		
	JUN					273		
	JUL					304	α (días <sup>-1</sup> )	
	AGO					335		α (mes <sup>-1</sup> )
	SEP					365		



Modelo SIMPA	IDMasa	Código		Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(Q)	
	OCT			Parámetro agotamiento
	NOV			
	DIC			
	ENE			
	FEB			
	MAR			
	ABR			
	MAY			
	JUN			
	JUL			
	AGO			
	SEP			
	ANUAL	0,00	0,00	

Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>c</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>c</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	2,69	3,98	113,64
	NOV	2,59	3,93	112,32
	DIC	2,99	3,89	111,20
	ENE	3,74	3,87	110,68
	FEB	4,54	3,88	110,94
	MAR	5,20	3,92	111,92
	ABR	5,66	3,97	113,40
	MAY	5,43	4,02	114,95
	JUN	4,72	4,06	115,98
	JUL	4,10	4,07	116,32
	AGO	3,57	4,06	116,09
	SEP	3,10	4,04	115,37
	ANUAL	48,31	47,70	



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código	10.01
Nombre	Calizas Alto Arlanza-Arlanzón

Características Hidrogeológicas	Régimen piezométrico	Descripción
Acuífero	Calizas mesozoicas	Libre
		Calizas, dolomías y margocalizas

Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 300-2000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	798,26 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%
---------------------------	--	-----------	------------------------	----------------------	-----

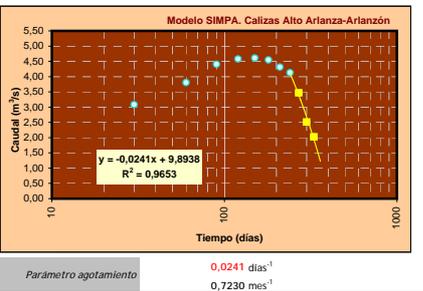
Descarga natural	IDMasa	Tipo 2		Tipo 3	
		Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Río Arlanzón desde confluencia con río Salguero hasta límite fin LICRiberas del río Arlanzón y afluentes* en la entrada de Burgos*	184			r Arlanzón 184	5%
Río Arlanza desde confluencia con río Pedroso hasta confluencia con río Arlanzón	243			r Arlanza 243a	39%
Río Esgueva desde la confluencia con el A° de Valdefresnillo hasta la confluencia con el río Aguachal y afluentes.	308			r Esgueva 309	10%
Río Uçero desde la confluencia con el río Arandilla hasta Aranda de Duero	350			r Arandilla 650	0%
Río Uçero-Chico desde la confluencia con el río Lobos hasta la confluencia con el río Abión en El Burgo de Osma	330			r Uçero 330	0%
Embalse subterráneo 08.21				Embalse subterráneo 08.21	0%
UHMod 08.22 Detritico Profundo de Arlanza				UHMod 08.22	47%

Estación aflor	Aportación promedio							Regimen hidrologico	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Regimen hidrologico	Influenciado
	OCT	1,61	12,82	76,45	4,79	31	1,5659	Embalses cabecera	SI
	NOV	2,90	27,46	144,77	10,59	61	2,3602		
	DIC	3,13	53,55	329,58	19,99	92	2,9954		
	ENE	4,35	72,68	318,45	27,13	123	3,3008		
	FEB	4,91	70,93	312,83	29,32	151	3,3783		
	MAR	6,52	68,93	284,40	25,73	182	3,2478		
	ABR	3,92	57,61	187,25	22,23	212	3,1013		
	MAY	3,09	44,86	182,50	16,75	243	2,8183		
	JUN	0,94	25,86	129,66	9,98	273	2,3004		
	JUL	1,78	11,89	55,38	4,44	304	1,4902		
	AGO	0,60	7,48	30,91	2,79	335	1,0273	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0201
	SEP	0,27	7,51	33,04	2,90	365	1,0632	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,6030

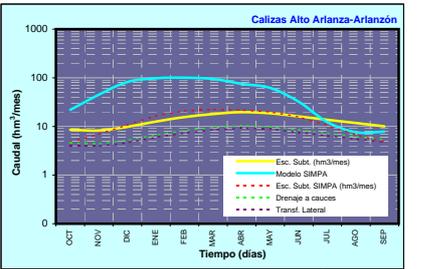


IDMasa	Código	Descripción
184	02RI1875_02	Río Arlanzón desde confluencia con río Salguero hasta límite fin LICRiberas del río Arlanzón y afluentes* en la entrada de Burgos*
243	02RI2156_00	Río Arlanza desde confluencia con río Pedroso hasta confluencia con río Arlanzón
308	02RI2307_01	Río Esgueva desde la confluencia con el A° de Valdefresnillo hasta la confluencia con el río Aguachal, y afluentes.
338	02RI2373_00	Río Gormejón desde A° de la Laguna hasta su desembocadura en el río Duero, y afluentes.
351	02RI2416_00	Río Bañuelos desde el A° de las Rozas hasta su desembocadura en el río Duero en Aranda de Duero.*
350	02RI2405_03	Río Arandilla desde la confluencia con el río Aranzuelo hasta Aranda de Duero.*
367	02RI2467_00	Río de Rejas desde Valdealbín hasta su desembocadura en el Duero.
330	02RI2363_02	Río Uçero-Chico desde la confluencia con el río Lobos hasta la confluencia con el río Abión en El Burgo de Osma.*

Regimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
OCT	21,81	3,0822	4,79
NOV	44,84	3,8030	6,86
DIC	81,87	4,4052	10,75
ENE	97,34	4,5783	16,48
FEB	100,39	4,6091	20,93
MAR	94,58	4,5495	22,33
ABR	74,68	4,3132	21,68
MAY	61,99	4,1270	19,78
JUN	32,13	3,4697	15,64
JUL	12,30	2,5097	10,45
AGO	7,57	2,0245	6,72
SEP	7,81	2,0556	4,77
ANUAL	637,32		161,20



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1550	Q <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	9,25	V <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> )	59,68	Tasa recarga (mm/a)	255,00
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)					
OCT	0,00	8,57	55,28					
NOV	12,75	8,28	53,39					
DIC	24,83	9,81	63,27					
ENE	33,70	12,62	81,41					
FEB	32,89	15,59	100,55					
MAR	31,76	18,00	116,15					
ABR	26,72	19,62	126,59					
MAY	0,00	18,67	120,47					
JUN	0,00	15,99	103,17					
JUL	0,00	13,70	88,36					
AGO	0,00	11,73	75,67					
SEP	0,00	10,04	64,80					
ANUAL	162,84	162,61						



% Transf. Lateral	47,1%
Transf. Lateral	76,52 hm <sup>3</sup> /a
Drenaje	86,09 hm <sup>3</sup> /a

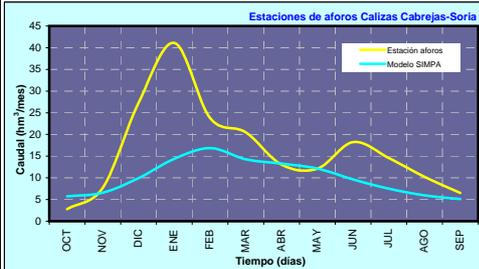
FICHAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS de MODELACION de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACION HIDROGRAFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

Código: **10.02**  
 Nombre: **Calizas Cabrejas-Soria**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción		
Acuífero	Calizas mesozoicas	Libre		Calizas, dolomías y margocalizas		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 300-2000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	496,96 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	90%	
Descarga natural	Río Abión desde la confluencia con el río Abioncillo de Muriel hasta el final del LIC Riberas del río Duero y afluentes*	IdMasa		Tipo 2		
	Río Abión desde su nacimiento hasta la confluencia con el río Abioncillo de Muriel.	333				
	Río Fuentepinilla desde la confluencia con el Río Erices hasta su desembocadura en el Río Duero, y afluentes.	332			r Ucro 333	36%
	Río Izana desde el A° de las Presas de las Navas, hasta su desembocadura en el Río Duero.	373				
	Río Mazos desde Campanarón* hasta su desembocadura en el Río Duero.*	415			r Duero 356	24%
	Río Gormayo desde un poco después del A° Laguna hasta su desembocadura en el Río Duero.	374				
		339				
		UHMod 88.01			UHMod 88.01	40%

Estación aforos		Aportación promedio	
<b>A005-Ucro</b>		154,16 hm <sup>3</sup> /a	
<b>A162-Duero</b>		43,78 hm <sup>3</sup> /a	
		<b>197,94 hm<sup>3</sup>/a</b>	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Minimo	Media	Máximo
			Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)
			días
			ln(Q)
			Régimen hidrologico
			Influenciado
			Embalses cabecera
			Los Rábanos
			α (días <sup>-1</sup> )
			0,00989
			α (mes <sup>-1</sup> )
			0,2967



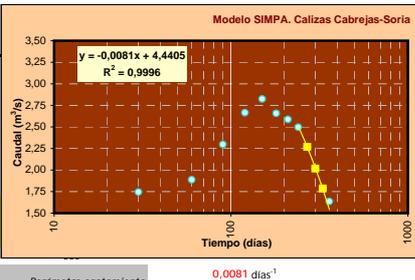
IDMasa	Código	Descripción
333	02R12363_05	Río Abión desde la confluencia con el río Abioncillo de Muriel hasta el final del LIC Riberas del río Duero y afluentes*
332	02R12363_04	Río Abión desde su nacimiento hasta la confluencia con el río Abioncillo de Muriel.
373	02R12482_00	Río Fuentepinilla desde la confluencia con el Río Erices hasta su desembocadura en el Río Duero, y afluentes.
415	02R12529_00	Río Izana
374	02R12483_00	Río Mazos
339	02R12375_00	Río Gormayo

Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
OCT	5,72	1,7447	4,53
NOV	6,60	1,8869	4,75
DIC	9,94	2,2965	5,69
ENE	14,38	2,6656	7,27
FEB	16,86	2,8249	8,89
MAR	14,26	2,6574	9,74
ABR	13,28	2,5863	10,04
MAY	12,14	2,4965	9,90
JUN	9,66	2,2678	8,94
JUL	7,52	2,0173	7,41
AGO	5,96	1,7843	5,97
SEP	5,13	1,6351	5,02
ANUAL	121,44		88,15

Parámetro agotamiento	Valor
α (días <sup>-1</sup> )	0,0081
α (mes <sup>-1</sup> )	0,2430



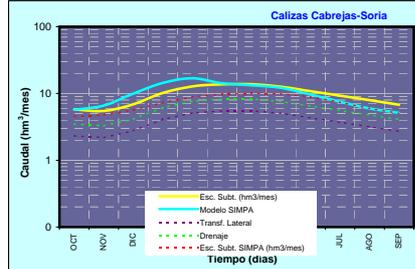
Unidad Hidrogeológica de Modelación	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
OCT	0,00	5,79	37,35	
NOV	6,72	5,45	35,18	
DIC	23,78	6,89	44,47	
ENE	35,80	10,20	65,82	
FEB	20,76	12,77	82,39	
MAR	17,87	13,70	88,42	
ABR	11,35	13,82	89,18	
MAY	0,00	12,63	81,50	
JUN	0,00	10,82	69,80	
JUL	0,00	9,26	59,77	
AGO	0,00	7,93	51,19	
SEP	0,00	6,80	43,84	
ANUAL	116,29	116,08		

α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>e</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
0,1550	6,25	40,32	260,00

Calizas Cabrejas-Soria	% Transf. Lateral	Transf. Lateral (hm <sup>3</sup> /a)	Drenaje (hm <sup>3</sup> /a)
	40,0%	46,43	69,65



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

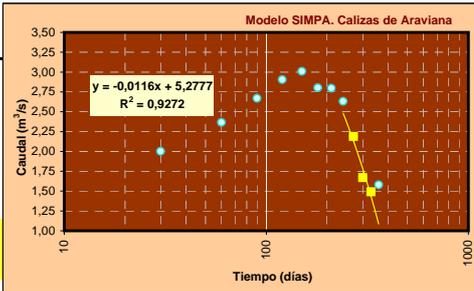
Código **10.03**  
 Nombre **Calizas de Araviana**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas mesozoicas	Libre		Calizas, dolomías y margocalizas	
Parámetros Hidrodinámicos	Transmivdad: 300-2000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	435,04 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	50%
Descarga natural	IdMasa			Tipo 2	Tipo 3
	316				r Duero 232 46%
	327		Conexión modelo SIMGES		r Rituerto 327 25%
	UHMod 88.01				UHMod 88.01 30%

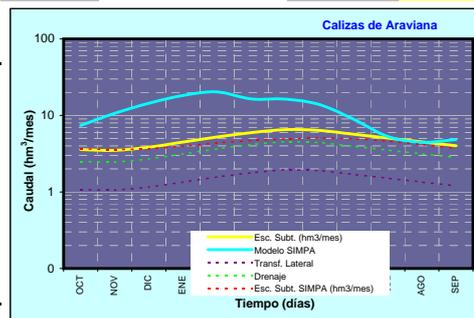
Estación aforos		A002-GARRAY						A715-SAUQUILLO de BOÑICES	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	In(O)	Aportación promedio	
								327,73 hm <sup>3</sup> /a	sin datos
								327,73 hm <sup>3</sup> /a	
								Régimen hidrologico	Influenciado
	OCT	1,91	12,61	46,02	4,71	31	1,5490	Embalses cabecera	Cuerda del Pozo
	NOV	1,56	18,05	83,50	6,97	61	1,9409		Ebrillos
	DIC	2,47	25,72	111,02	9,60	92	2,2620		
	ENE	2,50	37,43	176,71	13,97	123	2,6372		
	FEB	3,80	36,96	283,50	15,28	151	2,7263		
	MAR	5,10	40,50	188,35	15,12	182	2,7161		
	ABR	3,76	32,87	114,52	12,68	212	2,5401		
	MAY	5,10	29,42	102,20	10,99	243	2,3966		
	JUN	3,24	24,90	63,36	9,61	273	2,2626		
	JUL	2,49	23,49	47,57	8,77	304	2,1712		
	AGO	1,19	25,40	58,60	9,48	335	2,2497		
	SEP	0,95	20,37	52,86	7,86	365	2,0617		
								α (días <sup>-1</sup> )	0,0022
								α (mes <sup>-1</sup> )	0,0666



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción			
		316	02RI2316_02	Río Merdancho desde la confluencia con el Aº Monigan hasta su desembocadura en el río Duero, y afluentes.		
	327	02RI2361_03	Río Rituerto desde la confluencia con el río Araviana hasta su desembocadura en el río Duero, y afluentes.			
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)		
	OCT	7,41	2,0024	3,66		
	NOV	10,65	2,3653	3,58		
	DIC	14,44	2,6697	3,67		
	ENE	18,27	2,9051	3,97		
	FEB	20,29	3,0100	4,38		
	MAR	16,47	2,8013	4,71		
	ABR	16,38	2,7963	4,95		
	MAY	13,89	2,6315	5,10		
	JUN	8,93	2,1894	4,99		
	JUL	5,31	1,6705	4,63		
	AGO	4,44	1,4906	4,19		
	SEP	4,85	1,5795	3,72		
	ANUAL	141,33		51,54		
					Parámetro agotamiento	0,0166 días <sup>-1</sup>
						0,4980 mes <sup>-1</sup>



Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	0,1150	Q <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	3,80	V <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> )	33,04	Tasa recarga (mm/a)	270,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	3,59	31,21				
	NOV	5,54	3,51	30,49				
	DIC	7,89	3,86	33,54				
	ENE	11,48	4,49	39,07				
	FEB	11,33	5,24	45,60				
	MAR	12,42	5,97	51,87				
	ABR	10,08	6,54	56,84				
	MAY	0,00	6,36	55,34				
	JUN	0,00	5,67	49,33				
	JUL	0,00	5,06	43,97				
	AGO	0,00	4,51	39,19				
	SEP	0,00	4,02	34,93				
	ANUAL	58,73	58,81					



% Transf. Lateral **30,0%**  
 Transf. Lateral 17,64 hm<sup>3</sup>/a  
 Drenaje 41,17 hm<sup>3</sup>/a

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

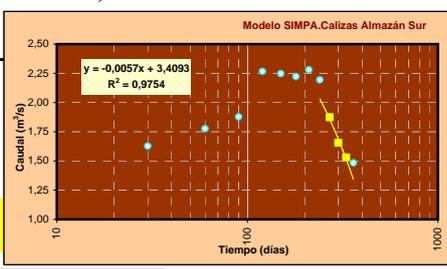
Código 10.04  
Nombre Almazán Sur

Características Hidrogeológicas		Regimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas mesozoicas	Libre		Calizas, dolomías y margocalizas	
Parámetros Hidrodinámicos		Transmividad: 300-2000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1 051,04 km <sup>2</sup>	Superficie permeable 75%
Descarga natural	Río Escalote desde su confluencia con el Río Torete hasta Berlanga de Duero.*	IdMasa			
	Río Talegones desde su confluencia con el Bco. de la Poza Hullera hasta su desembocadura en el Río Duero, y afluentes.	432			
	Arroyo de la Rivilla desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Duero, y afluentes.	424			
	Río Caracena hasta su confluencia con el Río Tielmes y afluentes.	427			
	UHMod 88.20				UHMod 88.20 8%
	UHMod 88.01				UHMod 88.01 12%

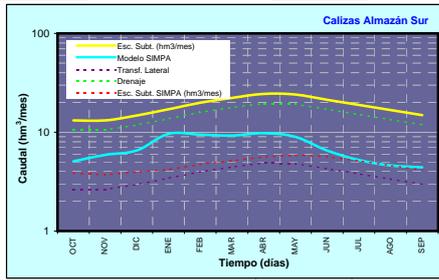
A017-NAVAPALOS										Aportación promedio	
Estación aforos										260,83 hm <sup>3</sup> /a	
										260,83 hm <sup>3</sup> /a	
	Regimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	In(Q)	Regimen hidrologico	Influenciado		
	OCT	5,41	11,04	21,88	4,12	31	1,4161	Embalses cabecera	Ebrillos		
	NOV	5,19	13,43	45,51	5,18	61	1,6449		Cuerda del Pozo		
	DIC	10,49	22,05	107,31	8,23	92	2,1080		Los Rabanos		
	ENE	8,73	49,14	181,57	18,35	123	2,9094		Canales Almazán		
	FEB	8,08	24,69	81,36	10,21	151	2,3231				
	MAR	3,92	21,67	142,08	8,09	182	2,0909				
	ABR	8,90	23,46	105,05	9,05	212	2,2027				
	MAY	10,43	22,25	70,54	8,31	243	2,1172				
	JUN	10,28	21,43	45,91	8,27	273	2,1123				
	JUL	12,88	17,17	26,48	6,41	304	1,8581				
	AGO	13,63	15,86	20,41	5,92	335	1,7788				
	SEP	12,28	18,64	21,60	7,19	365	1,9726				
								α (días <sup>-1</sup> )	0,0054		
								α (mes <sup>-1</sup> )	0,1620		



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Regimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
		432	02R12565_02	Río Escalote desde su confluencia con el Río Torete hasta Berlanga de Duero.*			
	424	02R12544_02	Río Talegones desde su confluencia con el Bco. de la Poza Hullera hasta su desembocadura en el Río Duero, y afluentes.				
	427	02R12553_00	Arroyo de la Rivilla desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Duero, y afluentes.				
	419	02R12541_01	Río Caracena hasta su confluencia con el Río Tielmes y afluentes.				
			OCT	5,09	1,6270	3,84	
			NOV	5,90	1,7757	3,70	
			DIC	6,54	1,8774	3,96	
			ENE	9,64	2,2664	4,19	
			FEB	9,47	2,2476	4,72	
			MAR	9,23	2,2227	5,14	
			ABR	9,78	2,2804	5,62	
			MAY	8,97	2,1935	5,85	
			JUN	6,52	1,8750	5,66	
			JUL	5,23	1,6553	5,14	
			AGO	4,62	1,5305	4,60	
			SEP	4,41	1,4833	4,16	
			ANUAL	85,40		56,58	



Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	0,1200	Q <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	14,00	V <sub>s</sub> (hm <sup>3</sup> )	116,67	Tasa recarga (mm/a)	280,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	13,19	109,94				
	NOV	25,71	13,19	109,89				
	DIC	28,53	14,77	123,08				
	ENE	42,10	17,11	142,57				
	FEB	41,32	19,89	165,74				
	MAR	40,30	22,25	185,45				
	ABR	42,69	24,43	203,60				
	MAY	0,00	24,04	200,29				
	JUN	0,00	21,32	177,64				
	JUL	0,00	18,91	157,56				
	AGO	0,00	16,77	139,74				
	SEP	0,00	14,87	123,94				
	ANUAL	220,72	220,73					



% Transf. Lateral 20,0%  
Transf. Lateral 44,15 hm<sup>3</sup>/a  
Drenaje 176,59 hm<sup>3</sup>/a

FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO



PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código 88.01  
Nombre Detrítico Cubeta de Almazán

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario de la Cubeta de Almazán	Semiconfinado-Confinado		Lentejones de conglomerados y areniscas en una matriz de margas, limos y arcillas (conjunto que presenta un espesor variable entre una centena de metros a 1.000 m)	

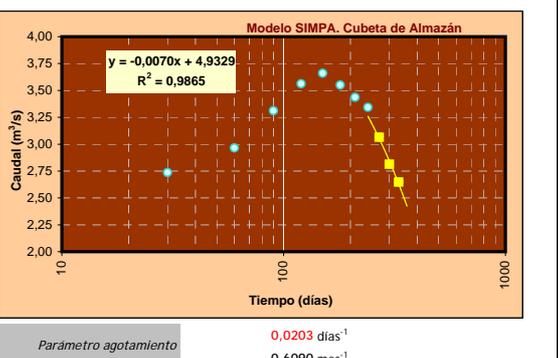
Parámetros Hidrodinámicos	Transmisividad: 80-150 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.669,72 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	85%
---------------------------	--	-----------	--------------------------	----------------------	-----

Descarga natural	Río Duero desde Gormaz" hasta comienzo tramo LIC "Riberas del Río Duero y afluentes" antes de la confluencia con el A° UHMod 08.11	IdMasa	364	Conexión modelo SIMGES	
				Tipo 2	Tipo 3
				r Duero 356	80%
				UHMod 08.11	20%

Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)			Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	Aportación promedio		Regimen hidrologico	Influenciado
	Minimo	Media	Maximo		días	ln(Q)		
	OCT	12,31	4,60	31	1,5255	Embalses cabecera	Ebrillos	
	NOV	21,58	8,33	61	2,1193			
	DIC	22,42	8,37	92	2,1249			
	ENE	43,72	16,32	123	2,7927			
	FEB	30,84	12,75	151	2,5454			
	MAR	32,01	11,95	182	2,4809			
	ABR	28,26	10,90	212	2,3891			
	MAY	24,74	9,24	243	2,2231			
	JUN	11,49	4,43	273	1,4890			
	JUL	5,69	2,12	304	0,7528			
	AGO	3,48	1,30	335	0,2622	α (días <sup>-1</sup> )	0,0198	
	SEP	8,23	3,17	365	1,1549	α (mes <sup>-1</sup> )	0,5940	

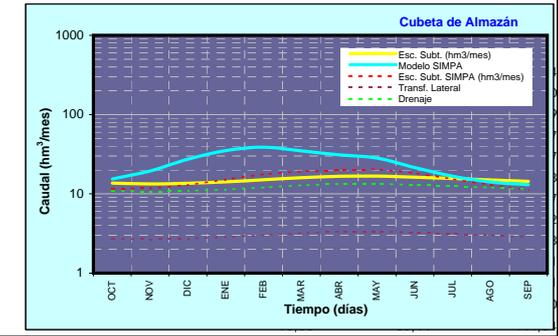


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Regimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
		OCT	15,43	2,7361	11,67	
		NOV	19,39	2,9648	11,72	
		DIC	27,43	3,3116	12,93	
		ENE	35,24	3,5623	15,17	
		FEB	38,87	3,6602	17,74	
		MAR	34,84	3,5506	19,20	
		ABR	31,03	3,4351	20,03	
		MAY	28,27	3,3418	20,45	
		JUN	21,44	3,0651	18,32	
		JUL	16,67	2,8135	15,37	
		AGO	14,11	2,6468	12,96	
		SEP	13,04	2,5682	11,27	
		ANUAL	295,75		186,83	



α (mes<sup>-1</sup>) 0,0750    Q<sub>0</sub> (hm<sup>3</sup>/mes) 14,00    V<sub>0</sub> (hm<sup>3</sup>) 186,67    Tasa recarga (mm/a) 40,00

Unidad Hidrogeológica de Modelación	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	4,98	13,67	182,27
	NOV	14,24	13,38	178,41
	DIC	19,01	13,62	181,56
	ENE	24,61	14,21	189,49
	FEB	27,95	15,09	201,14
	MAR	26,87	15,98	213,01
	ABR	25,50	16,71	222,84
	MAY	9,85	16,78	223,67
	JUN	8,59	16,23	216,38
	JUL	7,49	15,64	208,48
	AGO	6,54	15,01	200,17
	SEP	5,71	14,37	191,60
	ANUAL	181,33	180,68	



% Transf. Lateral 20,0%  
Transf. Lateral 36,14 hm<sup>3</sup>/a  
Drenaje 144,54 hm<sup>3</sup>/a  
Recarga 90,77 hm<sup>3</sup>/a

FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

## Fichas Resumen MASb Sistemas Alto Duero-Riaza

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
08.11 Detrítico de Aranda de Duero	35,00	0,0950	7	73,68				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.650				
$H_0$ (m snm) = 760,00				
$S = 5,90E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 785,25				
$H_m$ (m snm) = 844,15				
$H_{máx}$ (m snm) = 907,30				
$H^*_m$ (m snm) = 844,50				

Month	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	2,73	6,61	69,61	831,53
NOV	8,64	6,80	71,55	833,51
DIC	9,27	7,02	73,90	835,93
ENE	11,18	7,40	77,87	840,01
FEB	15,54	8,14	85,65	848,00
MAR	16,74	8,92	93,85	856,43
ABR	14,16	9,39	98,86	861,57
MAY	3,36	8,84	93,10	855,65
JUN	3,25	8,34	87,76	850,17
JUL	3,13	7,86	82,79	845,06
AGO	3,00	7,42	78,15	840,29
SEP	2,87	7,01	73,81	835,83
<b>ANUAL</b>	<b>93,87</b>	<b>93,75</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1					
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
30 ARANDA DE DUERO	1	100,00%	35,00	0,0950	7	73,68		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.650				
$H_0$ (m snm) = 760,00				
$S = 5,10E-04$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 785,25				
$H_m$ (m snm) = 857,38				
$H_{máx}$ (m snm) = 920,48				
$H^*_m$ (m snm) = 857,75				

Month	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	2,73	6,61	69,61	842,75
NOV	8,64	6,80	71,55	845,04
DIC	9,27	7,02	73,90	847,84
ENE	11,18	7,40	77,87	852,56
FEB	15,54	8,14	85,65	861,80
MAR	16,74	8,92	93,85	871,55
ABR	14,16	9,39	98,86	877,50
MAY	3,36	8,84	93,10	870,66
JUN	3,25	8,34	87,76	864,31
JUL	3,13	7,86	82,79	858,40
AGO	3,00	7,42	78,15	852,89
SEP	2,87	7,01	73,81	847,73
<b>ANUAL</b>	<b>93,87</b>	<b>93,75</b>		

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACION	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
08.12 Detrítico de Riaza	35,00	0,0950	7	31,58

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.260	OCT	0,00	28,72	884,92
$H_0$ (m snm) = 830,00	NOV	4,56	30,46	888,25
$S = 4,15E-04$	DIC	5,00	32,47	892,09
Datos Piezométricos	ENE	6,37	35,60	898,08
$H_{min}$ (m snm) = 796,12	FEB	9,57	41,50	909,37
$H_m$ (m snm) = 903,96	MAR	10,34	47,61	921,05
$H_{max}$ (m snm) = 973,96	ABR	8,26	51,18	927,87
$H^*_m$ (m snm) = 903,58	MAY	0,00	46,54	919,00
	JUN	0,00	42,32	910,94
	JUL	0,00	38,49	903,60
	AGO	0,00	35,00	896,93
	SEP	0,00	31,83	890,87
	ANUAL	44,10	43,86	

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilcelular	Núm de celdas	2			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
42 RIAZA	2	61,98%	35,00	0,0950	7	19,57

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 781	OCT	0,00	17,80	853,99
$H_0$ (m snm) = 830,00	NOV	2,82	18,88	855,45
$S = 9,50E-04$	DIC	3,10	20,13	857,12
Datos Piezométricos	ENE	3,95	22,07	859,74
$H_{min}$ (m snm) = 796,12	FEB	5,93	25,73	864,67
$H_m$ (m snm) = 862,81	MAR	6,41	29,51	869,77
$H_{max}$ (m snm) = 973,96	ABR	5,12	31,72	872,76
$H^*_m$ (m snm) = 862,14	MAY	0,00	28,85	868,88
	JUN	0,00	26,23	865,36
	JUL	0,00	23,86	862,15
	AGO	0,00	21,70	859,24
	SEP	0,00	19,73	856,59
	ANUAL	27,34	27,19	

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
49 AYLLÓN (Terciario)	1	38,02%	35,00	0,0950	35	12,00

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 479	OCT	0,00	10,92	935,13
$H_0$ (m snm) = 890,00	NOV	1,73	11,58	937,87
$S = 5,05E-04$	DIC	1,90	12,34	941,02
Datos Piezométricos	ENE	2,42	13,53	945,95
$H_{min}$ (m snm) = 928,68	FEB	3,64	15,78	955,22
$H_m$ (m snm) = 950,65	MAR	3,93	18,10	964,82
$H_{max}$ (m snm) = 959,98	ABR	3,14	19,46	970,43
$H^*_m$ (m snm) = 950,47	MAY	0,00	17,69	963,14
	JUN	0,00	16,09	956,51
	JUL	0,00	14,63	950,48
	AGO	0,00	13,31	945,00
	SEP	0,00	12,10	940,02
	ANUAL	16,77	16,68	

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
49 AYLLÓN (Terciario)	141,38	0,0994	35	17,24

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 538	OCT	0,00	16,33	945,15
$H_0$ (m snm) = 890,00	NOV	1,73	16,50	945,73
$S = 5,50E-04$	DIC	1,90	16,82	946,80
Datos Piezométricos	ENE	2,42	17,61	949,46
$H_{min}$ (m snm) = 928,68	FEB	3,64	19,48	955,79
$H_m$ (m snm) = 950,65	MAR	3,93	21,47	962,49
$H_{max}$ (m snm) = 959,98	ABR	3,14	22,52	966,05
$H^*_m$ (m snm) = 950,83	MAY	0,00	20,48	959,15
	JUN	0,00	18,62	952,89
	JUL	0,00	16,93	947,19
	AGO	0,00	15,40	942,01
	SEP	0,00	14,00	937,29
	ANUAL	16,77	20,53	

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

**MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
10.01 Calizas Alto Arlanza-Arlanzón	255,00	0,1550	4	59,68

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 639	OCT	0,00	7,92	51,11	940,34
$H_0$ (m snm) = 935,00	NOV	12,73	8,61	55,56	940,80
$S = 1,50E-02$	DIC	24,83	10,94	70,59	942,37
Datos Piezométricos	ENE	33,70	14,21	91,68	944,57
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	32,89	16,89	108,98	946,38
$H_m$ (m snm) =	MAR	31,96	19,06	122,95	947,83
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	26,72	20,16	130,04	948,58
$H_m^*$ (m snm) = 944,13	MAY	0,00	17,26	111,37	946,63
	JUN	0,00	14,78	95,38	944,96
	JUL	0,00	12,66	81,68	943,53
	AGO	0,00	10,84	69,96	942,30
	SEP	0,00	9,29	59,91	941,25
	<b>ANUAL</b>	<b>162,84</b>	<b>162,63</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas				
		1				

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1	100,00%	255,00	0,1550	4	59,68

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 639	OCT	0,00	7,92	51,11	940,34
$H_0$ (m snm) = 935,00	NOV	12,73	8,61	55,56	940,80
$S = 1,50E-02$	DIC	24,83	10,94	70,59	942,37
Datos Piezométricos	ENE	33,70	14,21	91,68	944,57
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	32,89	16,89	108,98	946,38
$H_m$ (m snm) =	MAR	31,96	19,06	122,95	947,83
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	26,72	20,16	130,04	948,58
$H_m^*$ (m snm) = 944,13	MAY	0,00	17,26	111,37	946,63
	JUN	0,00	14,78	95,38	944,96
	JUL	0,00	12,66	81,68	943,53
	AGO	0,00	10,84	69,96	942,30
	SEP	0,00	9,29	59,91	941,25
	<b>ANUAL</b>	<b>162,84</b>	<b>162,63</b>		

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN

Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
260,00	0,1550	4	40,32

10.02 Calizas Cabrejas-Soria

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 447  
 $H_0$  (m snm) = 870,00  
 $S = 1,50E-02$

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H^*_m$  (m snm) = 879,30



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	5,35	34,53	875,15
NOV	6,72	5,55	35,80	875,34
DIC	23,78	8,17	52,69	877,85
ENE	35,80	12,14	78,29	881,67
FEB	20,76	13,37	86,28	882,86
MAR	17,87	14,02	90,45	883,48
ABR	11,35	13,64	87,98	883,11
MAY	0,00	11,68	75,34	881,23
JUN	0,00	10,00	64,53	879,62
JUL	0,00	8,57	55,26	878,24
AGO	0,00	7,34	47,33	877,05
SEP	0,00	6,28	40,53	876,04
ANUAL	116,29	116,10		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo Plucilelular Núm de celdas 1

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

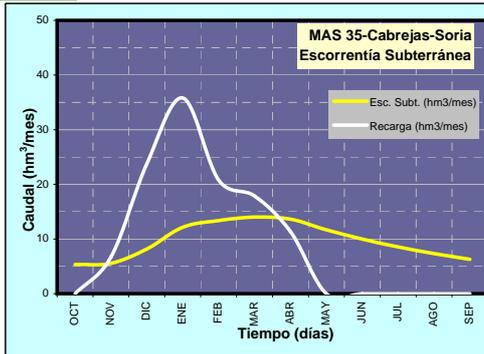
Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
35 CABREJAS-SORIA	100,00%	260,00	0,1550	4	40,32

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 447  
 $H_0$  (m snm) = 870,00  
 $S = 1,50E-02$

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H^*_m$  (m snm) = 879,30



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	5,35	34,53	875,15
NOV	6,72	5,55	35,80	875,34
DIC	23,78	8,17	52,69	877,85
ENE	35,80	12,14	78,29	881,67
FEB	20,76	13,37	86,28	882,86
MAR	17,87	14,02	90,45	883,48
ABR	11,35	13,64	87,98	883,11
MAY	0,00	11,68	75,34	881,23
JUN	0,00	10,00	64,53	879,62
JUL	0,00	8,57	55,26	878,24
AGO	0,00	7,34	47,33	877,05
SEP	0,00	6,28	40,53	876,04
ANUAL	116,29	116,10		



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Instituto Geológico y Minero de España



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARIÑO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

## PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

## MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_o$ (hm <sup>3</sup> )
10.05 Calizas Arandilla-Río Lobos	230,00	0,1400	5	33,21

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 339	OCT	0,00	4,04	28,88	940,67
$H_o$ (m snm) = 935,00	NOV	6,10	4,31	30,80	941,05
$S = 1,50E-02$	DIC	11,90	5,30	37,88	942,44
Datos Piezométricos	ENE	16,15	6,72	48,00	944,43
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	15,76	7,90	56,43	946,09
$H_m$ (m snm) =	MAR	15,32	8,87	63,35	947,45
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	12,80	9,38	67,02	948,17
$H*_m$ (m snm) = 944,12	MAY	0,00	8,16	58,27	946,45
	JUN	0,00	7,09	50,66	944,95
	JUL	0,00	6,17	44,04	943,65
	AGO	0,00	5,36	38,28	942,52
	SEP	0,00	4,66	33,28	941,54
	<b>ANUAL</b>	<b>78,03</b>	<b>77,96</b>		

## MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_o$ (hm <sup>3</sup> )
18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1	100,00%	230,00	0,1400	5	33,21

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 339	OCT	0,00	4,04	28,88	940,67
$H_o$ (m snm) = 935,00	NOV	6,10	4,31	30,80	941,05
$S = 1,50E-02$	DIC	11,90	5,30	37,88	942,44
Datos Piezométricos	ENE	16,15	6,72	48,00	944,43
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	15,76	7,90	56,43	946,09
$H_m$ (m snm) =	MAR	15,32	8,87	63,35	947,45
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	12,80	9,38	67,02	948,17
$H*_m$ (m snm) = 944,12	MAY	0,00	8,16	58,27	946,45
	JUN	0,00	7,09	50,66	944,95
	JUL	0,00	6,17	44,04	943,65
	AGO	0,00	5,36	38,28	942,52
	SEP	0,00	4,66	33,28	941,54
	<b>ANUAL</b>	<b>78,03</b>	<b>77,96</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_o$ (hm <sup>3</sup> )
18 ARLANZÓN-RÍO LOBOS	1	100,00%	246,33	0,150	5	92,89

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 978	OCT	0,00	11,98	85,56	951,81
$H_o$ (m snm) = 935,00	NOV	18,83	12,87	91,96	953,07
$S = 1,50E-02$	DIC	36,73	15,99	114,22	957,45
Datos Piezométricos	ENE	49,85	20,41	145,82	963,66
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	48,66	24,10	172,17	968,83
$H_m$ (m snm) =	MAR	47,28	27,13	193,80	973,08
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	39,52	28,75	205,36	975,36
$H*_m$ (m snm) = 962,79	MAY	0,00	24,99	178,53	970,08
	JUN	0,00	21,73	155,21	965,50
	JUL	0,00	18,89	134,93	961,52
	AGO	0,00	16,42	117,30	958,05
	SEP	0,00	14,28	101,98	955,04
	<b>ANUAL</b>	<b>240,87</b>	<b>237,56</b>		

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
	10.03 Calizas de Araviana	270,00	0,1150	6	33,04			

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 218				
$H_0$ (m snm) = 980,00				
$S = 1,50E-02$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H'_m$ (m snm) = 993,06				

Tiempo (días)	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	3,39	29,45	989,03
NOV	5,54	3,62	31,48	989,65
DIC	7,89	4,08	35,51	990,88
ENE	11,48	4,89	42,50	993,02
FEB	11,33	5,59	48,59	994,89
MAR	12,42	6,33	55,04	996,87
ABR	10,08	6,74	58,58	997,95
MAY	0,00	6,01	52,22	996,00
JUN	0,00	5,35	46,55	994,27
JUL	0,00	4,77	41,49	992,72
AGO	0,00	4,25	36,98	991,33
SEP	0,00	3,79	32,96	990,10
<b>ANUAL</b>	<b>58,73</b>	<b>58,81</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
34 ARAVIANA	1	100,00%	270,00	0,1150	6	33,04

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 218				
$H_0$ (m snm) = 980,00				
$S = 1,50E-02$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H'_m$ (m snm) = 993,06				

Tiempo (días)	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	3,39	29,45	989,03
NOV	5,54	3,62	31,48	989,65
DIC	7,89	4,08	35,51	990,88
ENE	11,48	4,89	42,50	993,02
FEB	11,33	5,59	48,59	994,89
MAR	12,42	6,33	55,04	996,87
ABR	10,08	6,74	58,58	997,95
MAY	0,00	6,01	52,22	996,00
JUN	0,00	5,35	46,55	994,27
JUL	0,00	4,77	41,49	992,72
AGO	0,00	4,25	36,98	991,33
SEP	0,00	3,79	32,96	990,10
<b>ANUAL</b>	<b>58,73</b>	<b>58,81</b>		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
10.04 Almazán Sur	280,00	0,1200	6	116,67

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 788	OCT	0,00	12,42	103,47	913,75
$H_0$ (m snm) = 905,00	NOV	25,77	13,93	116,06	914,82
$S = 1,50E-02$	DIC	28,53	15,58	129,82	915,98
Datos Piezométricos	ENE	42,10	18,58	154,82	918,09
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	41,32	21,15	176,24	919,91
$H_m$ (m snm) =	MAR	40,30	23,31	194,29	921,43
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	42,69	25,51	212,55	922,98
$H'_m$ (m snm) = 917,96	MAY	0,00	22,62	188,52	920,94
	JUN	0,00	20,06	167,20	919,14
	JUL	0,00	17,80	148,29	917,54
	AGO	0,00	15,78	131,52	916,12
	SEP	0,00	14,00	116,65	914,87
	ANUAL	220,72	220,73		

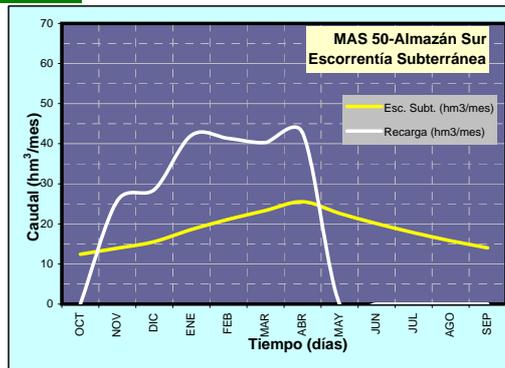


**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
50 ALMAZÁN SUR	1	100,00%	280,00	0,1200	6	116,67

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 788	OCT	0,00	12,42	103,47	913,75
$H_0$ (m snm) = 905,00	NOV	25,77	13,93	116,06	914,82
$S = 1,50E-02$	DIC	28,53	15,58	129,82	915,98
Datos Piezométricos	ENE	42,10	18,58	154,82	918,09
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	41,32	21,15	176,24	919,91
$H_m$ (m snm) =	MAR	40,30	23,31	194,29	921,43
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	42,69	25,51	212,55	922,98
$H'_m$ (m snm) = 917,96	MAY	0,00	22,62	188,52	920,94
	JUN	0,00	20,06	167,20	919,14
	JUL	0,00	17,80	148,29	917,54
	AGO	0,00	15,78	131,52	916,12
	SEP	0,00	14,00	116,65	914,87
	ANUAL	220,72	220,73		



MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
88.01 Detrítico Cubeta de Almazán	40,00	0,0750	9	186,67				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.269	OCT 4,98	13,35	177,97	948,03
$H_0$ (m snm) = 850,00	NOV 14,24	13,41	178,83	948,51
$S = 8,00E-04$	DIC 19,01	13,82	184,23	951,48
Datos Piezométricos	ENE 24,61	14,60	194,62	957,21
$H_{min}$ (m snm) = 945,58	FEB 27,95	15,56	207,49	964,30
$H_m$ (m snm) = 960,25	MAR 26,87	16,38	218,39	970,30
$H_{max}$ (m snm) = 999,60	ABR 25,50	17,04	227,18	975,14
$H_m^*$ (m snm) = 960,60	MAY 9,85	16,52	220,25	971,32
	JUN 8,59	15,95	212,61	967,11
	JUL 7,49	15,33	204,46	962,63
	AGO 6,54	14,70	195,99	957,96
	SEP 5,71	14,05	187,32	953,19
	<b>ANUAL</b> 181,33	<b>180,70</b>		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	2					
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
37 CUENCA DE ALMAZÁN	2	87,45%	40,00	0,0750	9	163,23		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.984	OCT 4,35	11,67	155,63	950,55
$H_0$ (m snm) = 850,00	NOV 12,45	11,73	156,38	951,03
$S = 7,80E-04$	DIC 16,63	12,08	161,10	954,08
Datos Piezométricos	ENE 21,52	12,76	170,19	959,96
$H_{min}$ (m snm) = 946,44	FEB 24,45	13,61	181,44	967,23
$H_m$ (m snm) = 963,46	MAR 23,50	14,32	190,97	973,38
$H_{max}$ (m snm) = 999,60	ABR 22,30	14,90	198,66	978,35
$H_m^*$ (m snm) = 963,43	MAY 8,61	14,44	192,60	974,43
	JUN 7,51	13,94	185,92	970,11
	JUL 6,55	13,41	178,79	965,51
	AGO 5,72	12,85	171,38	960,73
	SEP 4,99	12,29	163,81	955,83
	<b>ANUAL</b> 158,57	<b>158,02</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )		
51 PÁRAMO DE ESCALOTE	1	12,55%	40,00	0,0750	9	23,43		

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 285	OCT 0,62	1,68	22,34	951,27
$H_0$ (m snm) = 945,00	NOV 1,79	1,68	22,45	951,30
$S = 1,25E-02$	DIC 2,39	1,73	23,13	951,49
Datos Piezométricos	ENE 3,09	1,83	24,43	951,86
$H_{min}$ (m snm) = 945,58	FEB 3,51	1,95	26,05	952,31
$H_m$ (m snm) = 952,21	MAR 3,37	2,06	27,42	952,70
$H_{max}$ (m snm) = 968,05	ABR 3,20	2,14	28,52	953,01
$H_m^*$ (m snm) = 952,08	MAY 1,24	2,07	27,65	952,76
	JUN 1,08	2,00	26,69	952,50
	JUL 0,94	1,93	25,67	952,21
	AGO 0,82	1,85	24,60	951,91
	SEP 0,72	1,76	23,52	951,60
	<b>ANUAL</b> 22,76	<b>22,68</b>		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

## Sistemas Esla-Órbigo-Tera

## Ficha Resumen Sistemas Esla-Órbigo-Tera

Sector de explotación hidráulica		Esla								Escorrentía Subterránea SIMPA (hm³/a)
UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)	Extensión (km²)	Superficie permeable (km²)	Tasa recarga (mm/a)	Recarga (hm³/a)	Descarga (hm³/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm³)		
08.01 Detrítico Valle del Tera	1.121,79	841,35	37,00	31,13	31,24	0,065	10,7	34,62		31,71
08.02 Detrítico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	5.586,06	4.748,15	66,00	313,38	313,54	0,085	8,2	255,29		314,64
08.03 Detrítico Tierra de Campos	4.244,80	3.608,08	31,50	113,65	113,22	0,075	9,2	96,67		112,05
08.04 Detrítico Villafafila	925,19	786,41	30,00	23,59	23,64	0,105	6,6	13,81		23,78
09.01 Calizas cantábricas Esla-Cea	3.104,81	1241,924	140,00	173,87	173,92	0,185	3,7	48,65		177,30
<b>Suma</b>	<b>14.982,65</b>	<b>11.225,91</b>	<b>58,40</b>	<b>655,62</b>	<b>655,57</b>					<b>659,47</b>

Descarga Natural		Tera	Órbigo	Esla	Cea	Valderaduey	Sequillo	Salado (Lagunas Villafafila)	UHMMod 08.18 Sector Tordesillas	Descarga Reg. Natural (hm³/a)
08.01 Detrítico Valle del Tera		21,87		9,37						31,24
08.02 Detrítico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla			155,30	158,24						313,54
08.03 Detrítico Tierra de Campos					40,61	50,83	10,89		10,89	113,22
08.04 Detrítico Villafafila						14,18		9,46		23,64
09.01 Calizas cantábricas Esla-Cea			40,60	107,83	25,49					173,92
<b>Suma</b>	<b>21,87</b>	<b>195,90</b>	<b>275,45</b>	<b>66,10</b>	<b>65,01</b>	<b>10,89</b>	<b>9,46</b>	<b>10,89</b>		<b>655,57</b>

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)-Coeficientes de reparto MAS					Recarga Natural (hm³/a)	Drenaje a cauces (hm³/a)	Transf. Lateral Subterránea (hm³/a)	Demanda Urbana (hm³/a)	Demanda Agrícola (hm³/a)	Demandas (hm³/a)	Escorrentía Subterránea SIMPA (hm³/a)
	09.01	08.01	08.02	08.03	08.04							
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	Calizas cantábricas Esla-Cea	Detrítico Valle del Tera	Detrítico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	Detrítico Tierra de Campos	Detrítico Villafafila							
1 GUARDO	76,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	133,29	133,32	0,00	1,54	4,78	6,32	135,92
2 LA POLA DE GORDÓN	23,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	40,58	40,60	0,00	0,47	0,10	0,57	41,39
5 TERCARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,00%	0,00%	43,66%	0,00%	0,00%	136,82	136,89	0,00	7,69	10,85	18,53	137,37
7 TERCARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,00%	0,00%	0,00%	35,86%	0,00%	40,76	40,61	0,00	0,99	13,30	14,29	40,19
8 ALUVIAL DEL ESLA	0,00%	9,07%	15,54%	0,00%	0,00%	51,52	51,56	0,00	3,08	10,66	13,74	51,77
9 TIERRA DE CAMPOS	0,00%	0,00%	0,00%	64,14%	0,00%	72,89	61,73	10,89	2,13	35,22	37,35	71,86
11 ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	6,95%	0,00%	0,00%	21,78	21,79	0,00	2,19	7,41	9,60	21,87
12 LA MARAGATERÍA	0,00%	0,00%	14,73%	0,00%	0,00%	46,16	46,19	0,00	0,84	1,09	1,94	46,33
15 RANA DEL ÓRBIGO	0,00%	0,00%	15,28%	0,00%	0,00%	47,88	47,90	0,00	1,40	7,72	9,12	48,07
19 RANA DE LA BANEZA	0,00%	0,00%	3,84%	0,00%	0,00%	12,04	12,04	0,00	0,10	3,33	3,43	12,08
22 SANABRIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	-	0,12	-	-
23 VILARDEVOS-LAZA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	-	0,01	-	-
24 VALLE DEL TERA	0,00%	90,93%	0,00%	0,00%	0,00%	28,31	28,40	0,00	0,23	1,87	2,11	28,83
28 VERÍN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	-	-
31 VILLAFÁFILA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	23,59	23,64	0,00	0,88	14,49	15,37	23,78
33 ALISTE	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,37	3,38	0,37	-
<b>Suma</b>						<b>655,62</b>	<b>644,68</b>	<b>10,89</b>	<b>21,91</b>	<b>114,34</b>	<b>132,72</b>	<b>659,47</b>

MODELOS DE GESTIÓN MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS						
UNIDADES DE MODELACIÓN	Número celdas	Celda	MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$V_0$ (hm³)	Coef.Reparto
08.01 Detrítico Valle del Tera	2	1	24 VALLE DEL TERA	0,065	31,48	91%
		2	8 ALUVIAL DEL ESLA	0,065	3,14	9%
08.02 Detrítico Cuaternario y Terciario Órbigo-Esla	6	1	8 ALUVIAL DEL ESLA	0,085	39,67	16%
		2	11 ALUVIAL DEL ÓRBIGO	0,085	17,75	7%
		3	5 TERCARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA	0,085	111,46	44%
		4	12 LA MARAGATERÍA	0,085	37,61	15%
		5	15 RANA DEL ÓRBIGO	0,085	39,00	15%
		6	19 RANA DE LA BANEZA	0,085	9,81	4%
08.03 Detrítico Tierra de Campos	2	1	7 TERCARIO Y CUATERNARIO DEL ESLA-CEA	0,075	34,67	36%
		2	9 TIERRA DE CAMPOS	0,075	62,00	64%
08.04 Detrítico Villafafila	1	1	31 VILLAFÁFILA	0,105	13,81	100%
09.01 Calizas cantábricas Esla-Cea	2	2	1 GUARDO	0,185	37,29	77%
		1	2 LA POLA DE GORDÓN	0,185	11,36	23%

16,5% 86,2%

Sector de explotación hidráulica Esla																																		
UNIDADES HIDROGEOLOGICAS de MODELACION (ACUIFEROS)		ACUIFERO SIMGES				Parámetros simulación			Conducción Tipo 3		Acciones Elementales								Demandas		Retornos Regadíos													
		Número	Número celdas	Celda	MAS	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$V_s$ (hm <sup>2</sup> )	Coef. Reparto	Cauces	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Nombre	Demanda bruta (hm <sup>3</sup> /a)	Nombre	Subsistema Explotación	Coef. Consumo	Coef. Retornos	Coef. Infiltrac.	Demanda (hm <sup>3</sup> /a)	Rec. Ret. Regios (hm <sup>3</sup> /a)							
08.01	Detritico Valle del Tera	2	2	1	24 VALLE DEL	0,065	31,48	91%	R Tera 50a	30%	Recarga Lluvia	91%	Bombeos	100%	Retorno Regadíos	91%	Drenaje Cauces	91%	46.Bomb MAS (24) Tera	1,87	28.DA (1025) ZR MD Tera	Tera	0,31	0,52	0,17	127,39	21,55							
				2	8 ALUVIAL DE	0,065	3,14	9%	R Tera 50b	40%	R Tera 50b	30%		9%	Bombeos	0%		9%		9%	46.Bomb MAS (24) Tera	1,87	29.DA (1026) ZR MI Tera	Tera	0,43	0,36	0,22	33,97	7,42					
08.02	Detritico Cuaternario y Terciario C	3	6	1	8 ALUVIAL DE	0,085	39,67	16%	R Esla 41a	25%	Recarga Lluvia	16%	Bombeos	26%	Retorno Regadíos	30%	Drenaje Cauces	13%	47.Bomb MAS 5+8+11+12+15+19 (Esla-Órbigo)	41,05	3.DA (1003+1034) ZR MI Porma	Esla	0,39	0,40	0,20	194,22	39,54							
				2	11 ALUVIAL DE	0,085	17,75	7%	R Esla 41b	25%		7%		18%		20%		8%			5.DA (1004) RP Rio Porma	Esla	0,46	0,29	0,25	7,34	1,83							
				3	5 TERCARIO	0,085	111,46	44%	R Orbigo 49d	50%		44%		26%		5%		37%			6.DA (1005) RP Rio Curueño	Esla	0,40	0,39	0,21	12,80	2,73							
				4	12 LA MARAGA	0,085	37,61	15%				15%		3%		0%		18%			7.DA (1006) ZR Arriola	Esla	0,47	0,27	0,25	70,75	17,95							
				5	15 RAÑA DEL C	0,085	39,00	15%				15%		3%		40%		19%			8.DA (1007) RP Rio Torio	Esla	0,38	0,41	0,21	23,51	4,82							
				6	19 RAÑA DE LA	0,085	9,81	4%				4%		8%		5%		5%			9.DA (1008) RP Rio Bernesga	Esla	0,44	0,32	0,24	13,97	3,31							
			10.DA (1035) RP Torio-Bernesga	Esla	0,35	0,46	0,18	3,11	0,58																									
			11.DA (1010) ZR Canal del Esla	Esla	0,43	0,34	0,23	169,78	39,37																									
			13.DA (1012) RP Rio Esla	Esla	0,49	0,25	0,26	22,38	5,78																									
			16.DA (1014) ZR Vellilla y Villadangos	Órbigo	0,48	0,27	0,25	81,91	20,75																									
			17.DA (1015) ZR Páramo	Órbigo	0,50	0,30	0,20	229,65	46,44																									
			20.DA (1018+1038) ZR Castañón-Villares y P	Órbigo	0,46	0,30	0,24	117,25	28,57																									
			21.DA (1019) ZR Páramo Bajo	Órbigo	0,44	0,34	0,22	253,33	55,96																									
			22.DA (1020) RP San Justo y San Román	Órbigo	0,53	0,19	0,28	10,97	3,12																									
			23.DA (1021) RP Valtobuyo-Órbigo	Órbigo	0,37	0,44	0,19	47,57	9,23																									
			24.DA (1022) RP Rio Eria	Órbigo	0,46	0,29	0,25	19,94	4,92																									
			25.DA (1023) ZR Manganeses	Órbigo	0,44	0,33	0,23	45,41	10,38																									
			27.DA (1024) RP MI Esla	Esla	0,60	0,10	0,31	7,23	2,22																									
31.DA (1027+1036) RP Porquera-Turienzo	Órbigo	0,49	0,25	0,26	18,35	4,81																												
45.DA (1037) RP Cabecera Duerna	Órbigo	0,43	0,35	0,23	41,55	9,49																												
47.Bomb MAS 5+8+11+12+15+19 (Esla-Órbigo)	Órbigo-Esla	0,75	0,00	0,25	10,85	2,71																												
08.03	Detritico Tierra de Campos	5	2	1	7 TERCARIO	0,075	34,67	36%	R Cea 195c	36%	Recarga Lluvia	36%	Bombeos	27%	Retorno Regadíos	80%	Drenaje Cauces	20%	48.Bomb MAS 7+9 (Cea-Valderaduey)	48,51	2.DA (33+36) ZR Canal Payuelos	Cea	0,51	0,32	0,17	46,97	7,93							
				2	9 TIERRA DE	0,075	62,00	64%	R Valderaduey 118b (Esla)	45%		64%		73%		20%		80%			12.DA (34+40) ZR y R.Part Cea	Cea	0,45	0,31	0,24	5,06	1,23							
									r.Sequillo 126a (Pisuerga)	10%								32.DA (38) R. Valderaduey			Valderaduey	0,40	0,38	0,22	1,54	0,33								
									UHMod 08.18 Sector Tordesillas	10%								43.DA Regadíos Trasvase			Valderaduey	0,45	0,30	0,25	0,00	0,00								
																		48.Bomb MAS 7+9 (Cea-Valderaduey)			Cea-Valderaduey	0,75	0,00	0,25	13,30	3,33								
08.04	Detritico Villafáfila	4	1	1	31 VILLAFÁFIL	0,105	13,81	100%	R Valderaduey 122a	60%	Recarga Neta	100%						49.Bomb MAS 31(Villafáfila)	14,49	49.Bomb MAS 31(Villafáfila)	Valderaduey	0,75	0,00	0,25	14,49	3,62								
09.01	Calizas cantábricas Esla-Cea	1	2	1	2 LA POLA DE	0,185	11,36	23%	R Omañas 65a	23%	Recarga Lluvia	23%	Bombeos	2%	Drenaje Cauces	23%		50.Bomb MAS 1+2 (Guardo-La Pola)	4,880	50.Bomb MAS 1+2 (Guardo-La Pola)	Órbigo	1,00	0,00	0,00	4,78	0,00								
				2	1 GUARDO	0,185	37,29	77%	R Bernesga 19a	15%																								
									R Porma 38a	20%																								
					R Esla 38a	27%																												
					R Cea 67a_2	15%																												
<b>Bombeos</b>																			<b>110,81</b>							<b>Suma</b>	<b>360,39</b>							

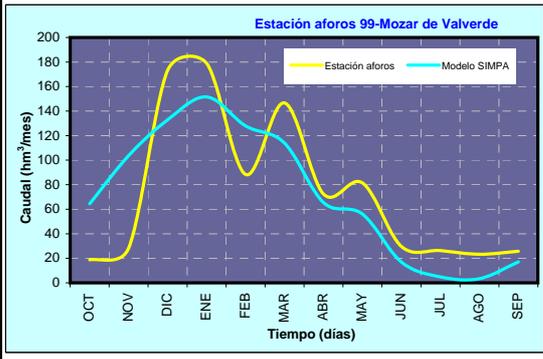
## Fichas Resumen UHMod Sistemas Esla-Órbigo-Tera

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCAción HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código: **08.01**  
 Nombre: **Detrítico Valle del Tera**

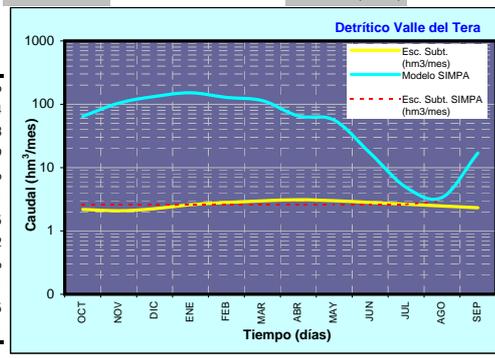
Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción		
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Confinado-Semiconfinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo			
	Aluviales y rañas del Tera-Bajo Esla	Libre	Conglomerados, arenas y limos			
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 30-70 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1.121,79 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	75%	
Descarga natural	Río Tera, tramo Mozar desembocadura	IdMasa	50	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3
	Río Esla, tramo Betrocino cabecera embalse Ricobayo	298	R Tera 50a		30%	
					R Tera 50b	40%
					R Esla 298a	30%

Estación aforos	A099-MOZAR DE VALVERDE					Aportación promedio		954,49 hm <sup>3</sup> /a			
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Influenciado		
	OCT	3,43	18,71	31,65	6,98	37	1,9436	Embalses cabecera	SI Cerradilla		
	NOV	16,82	28,23	46,34	10,89	61	2,3878				
	DIC	13,51	173,04	415,98	64,61	92	4,1683				
	ENE	15,64	178,88	527,68	66,78	123	4,2015				
	FEB	10,59	88,37	318,03	36,53	151	3,5981				
	MAR	18,26	146,62	592,98	54,74	182	4,0026				
	ABR	25,76	72,37	150,84	27,92	212	3,3293				
	MAY	23,39	81,48	271,61	30,42	243	3,4151				
	JUN	15,79	29,71	53,31	11,46	273	2,4392				
	JUL	17,02	26,26	40,27	9,80	304	2,2829				
	AGO	14,83	23,28	40,21	8,69	335	2,1625			α (días <sup>-1</sup> )	0,0045
	SEP	14,39	25,81	42,41	9,96	365	2,2984			α (mes <sup>-1</sup> )	0,1350



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Tera desde aledaños de Calzada de Tera (cambio de ecorregión) hasta confluencia con río Esla			
	50	02R11037_14	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	64,36	4,1645	2,60		
	NOV	103,75	4,6420	2,60		
	DIC	132,89	4,8895	2,60		
	ENE	151,58	5,0211	2,60		
	FEB	127,88	4,8511	2,63		
	MAR	113,87	4,7350	2,63		
	ABR	65,40	4,1805	2,63		
	MAY	56,08	4,0267	2,63		
	JUN	16,90	2,8270	2,63		
	JUL	4,87	1,5833	2,63		
	AGO	3,37	1,2161	2,63		
	SEP	17,05	2,8363	2,93		
	ANUAL	857,99		31,71		

Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	O <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
		0,0650	2,25	34,62
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	0,00	2,18	0,66
	NOV	1,28	2,08	0,64
	DIC	7,84	2,24	0,68
	ENE	8,10	2,60	0,79
	FEB	4,00	2,82	0,86
	MAR	6,64	2,97	0,91
	ABR	3,28	3,10	0,95
	MAY	0,00	3,01	0,92
	JUN	0,00	2,82	0,86
	JUL	0,00	2,64	0,81
	AGO	0,00	2,47	0,75
	SEP	0,00	2,32	0,71
	ANUAL	31,13	31,24	



**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **08.02**  
 Nombre **Detritico Cuaternario y Terciario Orbigo-Esla**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción
Acuífero	Terciario detritico del Duero	Confinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo	
	Aluviales y rañas del Orbigo-Esla	Libre	Conglomerados, arenas y limos	

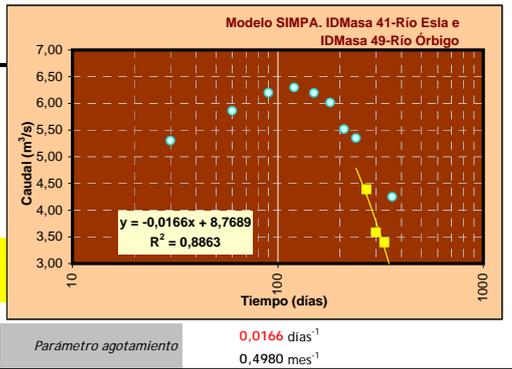
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 60-250 m <sup>2</sup> /d	Extensión	5.586,06 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	85%
---------------------------	--	-----------	--------------------------	----------------------	-----

Descarga natural	Río Esla antes confluencia con el Orbigo	IdMasa	41	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3	
	Río Orbigo tramo Villabrazaro hasta río Esla	177			R Esla 41a	25%	R Esla 41b
						R Orbigo 49d	50%

Estación aforos	A074-ESLA CASTROPEPE							Aportación promedio	
	A079-SANTA CRISTINA DE LA POLVOROSA							Aportación promedio	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)	Régimen hidrologico	Influenciado	
OCT	0,36	130,86	633,69	48,86	37	3,8889	Embalses cabecera	SI	
NOV	35,84	270,41	1.211,62	104,33	61	4,6475			Villameca
DIC	65,52	383,87	1.162,35	143,32	92	4,9651			Barrios de Luna
ENE	79,79	444,26	1.568,01	165,87	123	5,1112			Selga-Ordas
FEB	51,11	428,18	2.222,87	176,99	151	5,1761			Porma
MAR	85,06	493,47	1.543,74	184,24	182	5,2163			Riaño
ABR	58,88	403,37	1.029,25	155,62	212	5,0474			
MAY	39,68	317,86	1.144,88	118,68	243	4,7764			
JUN	13,62	159,03	503,10	61,35	273	4,1167			
JUL	1,11	62,58	358,66	23,36	304	3,1512			
AGO	0,18	42,02	146,26	15,69	335	2,7530	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0220	
SEP	0,37	59,76	484,78	23,06	365	3,1380	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,6600	

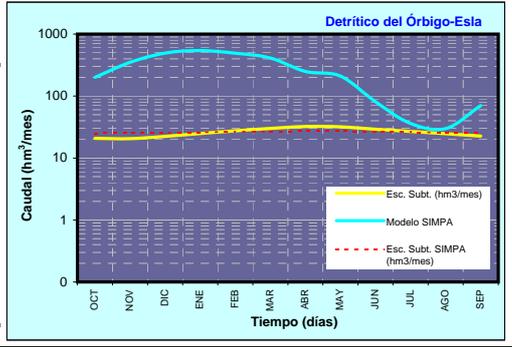


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción		
		41	02RI1037_05	Río Esla desde limite del LIC Riberas del río Esla y Afluentes* hasta confluencia con el río Orbigo*	
	49	02RI1037_13	Río Orbigo desde el limite del LIC Riberas del río Orbigo y afluentes* hasta confluencia con el río Esla*		
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)		
OCT	200,52	5,3009	25,04		
NOV	350,81	5,8602	25,25		
DIC	492,56	6,1996	25,67		
ENE	543,98	6,2989	26,08		
FEB	491,24	6,1969	26,55		
MAR	409,73	6,0155	26,89		
ABR	249,01	5,5175	27,12		
MAY	210,70	5,3504	27,12		
JUN	80,73	4,3911	26,82		
JUL	36,03	3,5844	26,28		
AGO	29,83	3,3954	25,71		
SEP	70,05	4,2492	26,11		
ANUAL	3.165,19		314,64		



$\alpha$  (mes<sup>-1</sup>) **0,0850**     $Q_e$  (hm<sup>3</sup>/mes) **21,70**     $V_e$  (hm<sup>3</sup>) **255,29**    Tasa recarga (mm/a) **66,00**

Unidad Hidrogeológica de Modelación	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	0,00	20,80	244,75
	NOV	34,97	20,55	241,80
	DIC	49,64	22,33	262,75
	ENE	57,44	24,88	292,72
	FEB	55,37	27,45	322,93
	MAR	63,81	30,07	353,79
	ABR	52,16	32,34	380,47
	MAY	0,00	31,80	374,11
	JUN	0,00	29,21	343,63
	JUL	0,00	26,83	315,63
	AGO	0,00	24,64	289,91
	SEP	0,00	22,63	266,28
ANUAL	313,38	313,54		



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

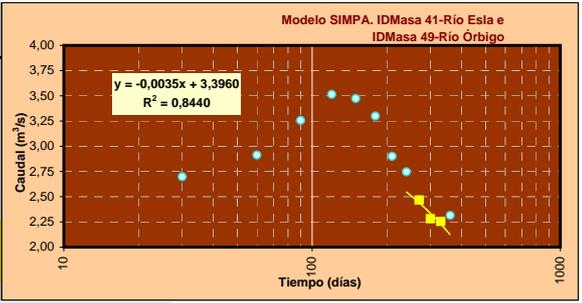
Código **08.03**  
 Nombre **Detrítico Tierra de Campos**

Características Hidrogeológicas		Regimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Confinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo		
	Aluviales y ranas del Órbigo-Esla	Libre	Conglomerados, arenas y limos		
Parámetros Hidrodinámicos		Transmividad: 30-70 m <sup>2</sup> /d	Extensión	4.244,80 km <sup>2</sup>	Superficie permeable 85%
Descarga natural	Cea	IdMasa 74	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3
	Valderaduey	126		R Cea 195c	36%
Sequillo	125	R Valderaduey 118b (Esla)	45%		
Embalse subterráneo 08.18 Sector Tordesillas		r.Sequillo 126a (Pisuerga)	10%		
		UHMod 08.18 Sector Tordesillas	10%		

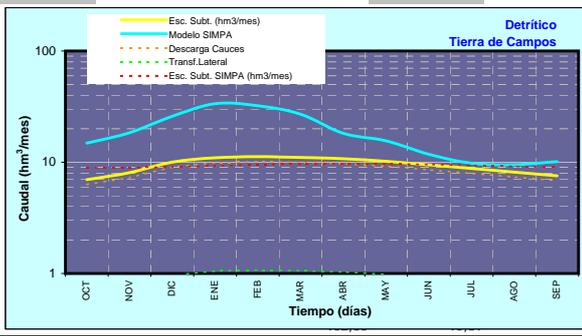
Estación afloras		A143-CASTROBOL							A126-VILLÁRDIGA DE CAMPOS	
Regimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Aportación promedio	Aportación promedio	Regimen hidrologico
								108,96 hm <sup>3</sup> /a	45,44 hm <sup>3</sup> /a	Influenciado
								<b>154,40 hm<sup>3</sup>/a</b>		
	OCT	0,00	1,72	7,27	0,64	31	-0,4446			Embalses cabecera
	NOV	2,46	5,82	39,13	2,25	61	0,8093			
	DIC	0,23	24,31	138,91	9,08	92	2,2056			
	ENE	0,02	27,45	174,57	10,25	123	2,3271			
	FEB	2,44	17,33	47,07	7,16	151	1,9689			
	MAR	2,36	11,99	136,28	4,48	182	1,4985			
	ABR	3,22	6,22	0,04	2,40	212	0,8752			
	MAY	0,33	4,60	25,67	1,72	243	0,5410			
	JUN	1,29	4,36	27,51	1,68	273	0,5192			
	JUL	0,00	2,39	7,15	0,89	304	-0,1142			
	AGO	0,00	1,49	6,12	0,56	335	-0,5838	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	<b>0,0178</b>	
	SEP	0,00	1,29	5,06	0,50	365	-0,7014	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	<b>0,5340</b>	



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción		
	195	02R11944_04	Rio Cea desde confluencia con Aº el Reguero hasta confluencia con el rio Esla		
122	02R11442_05	Rio Valderaduey desde confluencia con rio Bustillo hasta confluencia con rio Sequillo			
125	02R11442_08	Rio Sequillo desde confluencia con rio Aguijon hasta confluencia con Aº de Rio Puercas y afluentes			
Regimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	14,86	2,6986	8,92	
	NOV	18,40	2,9125	8,98	
	DIC	25,94	3,2556	9,08	
	ENE	33,60	3,5146	9,28	
	FEB	32,26	3,4737	9,53	
	MAR	27,07	3,2986	9,66	
	ABR	18,19	2,9009	9,73	
	MAY	15,59	2,7469	9,72	
	JUN	11,79	2,4669	9,56	
	JUL	9,79	2,2817	9,38	
	AGO	9,53	2,2546	9,21	
	SEP	10,12	2,3149	8,99	
	ANUAL	227,15		112,05	



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
		<b>0,0750</b>	<b>7,25</b>	<b>96,67</b>
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )		Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	0,00	6,98	0,16
	NOV	43,37	8,07	0,19
	DIC	27,38	10,03	0,23
	ENE	18,94	10,98	0,25
	FEB	9,83	11,22	0,26
	MAR	7,27	11,02	0,25
	ABR	6,88	10,74	0,25
	MAY	0,00	10,21	0,24
	JUN	0,00	9,47	0,22
	JUL	0,00	8,79	0,20
	AGO	0,00	8,15	0,19
	SEP	0,00	7,56	0,17
	ANUAL	113,65	113,22	



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código 08.04  
Nombre Detrítico Villafáfila

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción		
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Confinado-Semiconfinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo			
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 50-200 m <sup>2</sup> /d	Extensión	925,19 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	85%	
Descarga natural	Rio Valderaduey	IdMasa	127	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3
	Rio Salado (Lagunas de Villafáfila)	128			R Valderaduey 122a	60%

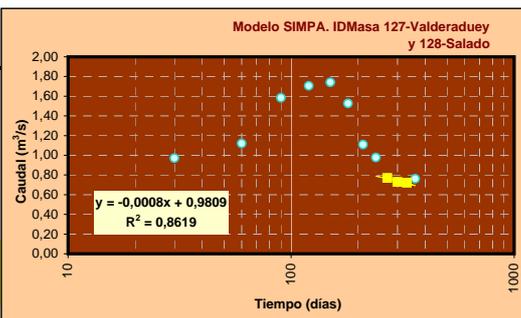
Estación aforos	A148-VILLAGODIO							Aportación promedio		158,65 hm <sup>3</sup> /a	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Influenciado		
	OCT	1,61	8,24	7,46	3,08	31	1,1235	Embalses cabecera	Canales de Castilla Canal Bajo Duero		
	NOV	2,68	15,36	114,56	5,92	61	1,7791				
	DIC	2,76	24,05	97,81	8,98	92	2,1951				
	ENE	4,76	23,76	97,86	8,87	123	2,1826				
	FEB	4,02	12,30	23,13	5,09	151	1,6264				
	MAR	5,88	12,94	49,52	4,83	182	1,5751				
	ABR	8,17	10,99	13,84	4,24	212	1,4445				
	MAY	7,78	12,64	18,35	4,72	243	1,5514				
	JUN	5,17	11,11	18,90	4,29	273	1,4557				
	JUL	3,28	7,25	17,87	2,71	304	0,9954	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0047		
	AGO	4,05	8,56	8,25	3,20	335	1,1620			$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1410
	SEP	4,06	11,46	15,57	4,42	365	1,4863				



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción	
	127	02R11442_10	Río Valderaduey desde confluencia con río Sequillo hasta confluencia con río Duero	
128	02R11442_11	Río Salado desde salida de Laguna de las Salinas hasta confluencia con río Valderaduey y A° Ballesteros de las Ericas desde		
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	
OCT	2,64	0,9716	1,97	
NOV	3,07	1,1204	1,97	
DIC	4,87	1,5838	1,97	
ENE	5,50	1,7042	1,97	
FEB	5,70	1,7413	1,99	
MAR	4,60	1,5262	1,99	
ABR	3,03	1,1081	1,99	
MAY	2,66	0,9781	1,99	
JUN	2,16	0,7697	1,99	
JUL	2,07	0,7289	1,99	
AGO	2,06	0,7215	1,99	
SEP	2,14	0,7612	1,96	
ANUAL	40,50		23,78	

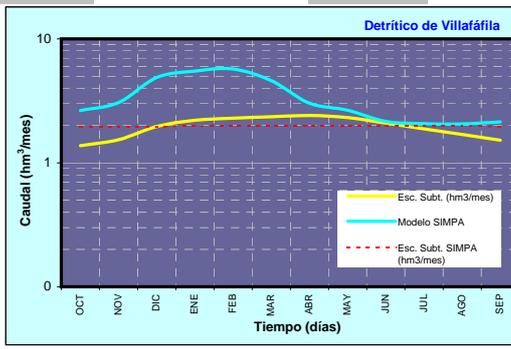
Parámetro agotamiento	0,0008 días <sup>-1</sup>	0,0240 mes <sup>-1</sup>
-----------------------	---------------------------	--------------------------



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1050	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	1,45	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	13,81	Tasa recarga (mm/a)	30,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	1,38	0,45				
	NOV	5,87	1,54	0,50				
	DIC	5,80	1,97	0,64				
	ENE	3,00	2,21	0,72				
	FEB	3,16	2,29	0,74				
	MAR	2,68	2,35	0,76				
	ABR	3,08	2,41	0,78				
	MAY	0,00	2,32	0,75				
	JUN	0,00	2,09	0,68				
	JUL	0,00	1,88	0,61				
	AGO	0,00	1,69	0,55				
	SEP	0,00	1,52	0,49				
ANUAL	23,59	23,64						

Detrítico de Villafáfila	
Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Modelo SIMPA
Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	

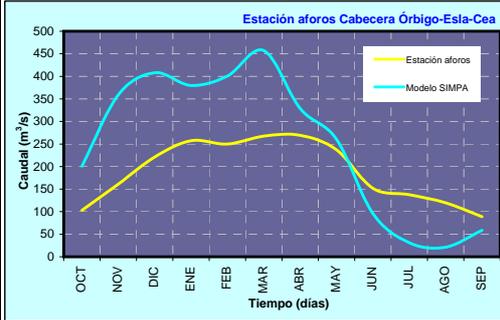


**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **09.01**  
Nombre **Calizas cantábricas Esla-Cea**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas de montaña	Libre		Calizas, pizarras y areniscas	
	Calizas mesozoicas	Libre		Calizas, dolomías y margocalizas	
Parámetros Hidrodinámicos		Trans.: 300-1000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	3.104,81 km <sup>2</sup>	Superficie permeable
					40%
Descarga natural	Omañas-Luna	IdMasa		Tipo 2	Tipo 3
	Bernesga-Torio	64 y 42			R Omañas 65a 23%
	Curueño-Porma	19 y 34			R Bernesga 19a 15%
	Cabecera del Esla	30 y 27			R Porma 38a 20%
	Cea-Valderaduey	67			R Esla 38a 27%
		37 y 118	Conexión modelo SIMGES		R Cea 67a_2 15%

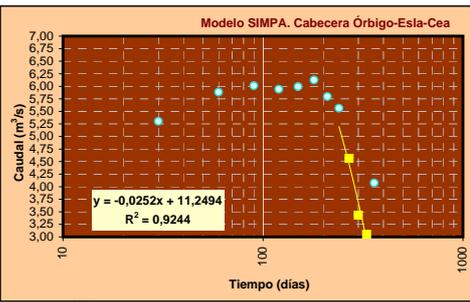
Estación aforos	Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)		Mínimo		Media		Máximo		Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)		In(Q)		Régimen hidrológico	Influenciado
	Régimen	Aportación							días					
A068-CALDAS DE NOCEDO													Embalses cabecera	Si
A070-LA ROBLA														Villameca
A075-LA MAGDALENA														Barrios de Luna
A076-SAN MARTÍN DE LA FALAMOSA														Selga-Ordas
A103-CISTIerna														Porma
A104-ALMANZA														Riaño
Aportación promedio												180,52 hm <sup>3</sup> /a		
												349,50 hm <sup>3</sup> /a		
												442,76 hm <sup>3</sup> /a		
												339,83 hm <sup>3</sup> /a		
												809,93		
												141,31 hm <sup>3</sup> /a		
												<b>2.263,86 hm<sup>3</sup>/a</b>		
													<b>0,0044</b>	
													<b>0,1320</b>	



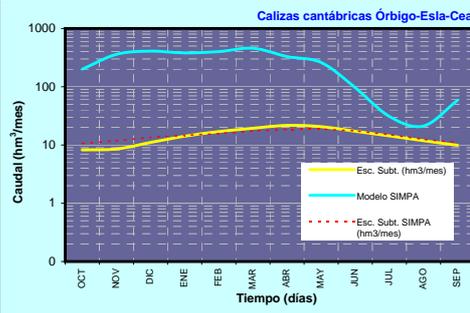
Modelo SIMPA	IDMasa		Código		Cabecera ríos Orbigo, Esla y Cea	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)		
	OCT	200,57	5,3012	10,64		
	NOV	358,92	5,8831	11,83		
	DIC	408,10	6,0115	13,52		
	ENE	379,79	5,9396	14,72		
	FEB	400,57	5,9929	15,79		
	MAR	457,21	6,1252	17,29		
	ABR	328,78	5,7954	18,59		
	MAY	260,37	5,5621	18,80		
	JUN	96,03	<b>4,5647</b>	17,53		
	JUL	30,98	<b>3,4333</b>	15,05		
	AGO	21,14	<b>3,0514</b>	12,56		
	SEP	58,86	4,0751	10,97		
	ANUAL	3.001,31		177,30		

Parámetro agotamiento	0,0252 días <sup>-1</sup>	0,7560 mes <sup>-1</sup>
-----------------------	---------------------------	--------------------------



Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )		Q <sub>e</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)		V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )		Tasa recarga (mm/a)	
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	8,22	44,41				
	NOV	<b>19,64</b>	8,54	46,16				
	DIC	<b>26,97</b>	11,05	59,74				
	ENE	<b>31,35</b>	14,12	76,33				
	FEB	<b>30,46</b>	16,95	91,64				
	MAR	<b>32,60</b>	19,42	104,98				
	ABR	<b>32,85</b>	21,67	117,13				
	MAY	0,00	20,70	111,88				
	JUN	0,00	17,20	92,98				
	JUL	0,00	14,30	77,28				
	AGO	0,00	11,88	64,23				
	SEP	0,00	9,88	53,38				
	ANUAL		173,87	173,92				



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

## Fichas Resumen MASb Sistemas Esla-Órbigo-Tera

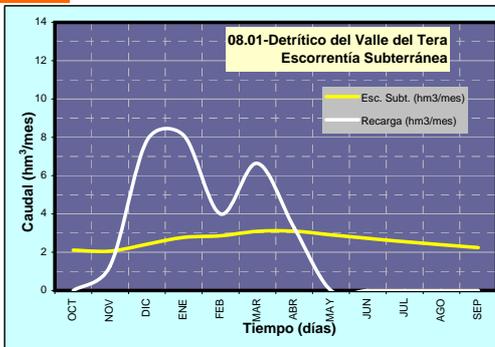
**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
08.01 Detrítico Valle del Tera	37,00	0,0650	11	34,62

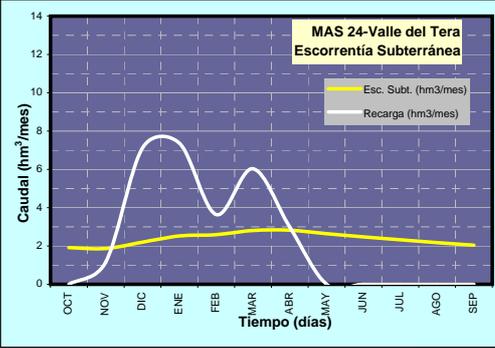
Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 841,35	OCT	0,00	2,11	32,44	734,16
$H_0$ (m snm) = 694,00	NOV	1,28	2,06	31,63	733,16
$S = 9,60E-04$	DIC	7,84	2,42	37,23	740,09
Datos Piezométricos	ENE	8,10	2,78	42,73	746,90
$H_{min}$ (m snm) = 704,00	FEB	4,00	2,85	43,91	748,37
$H_m$ (m snm) = 743,97	MAR	6,64	3,09	47,58	752,90
$H_{max}$ (m snm) = 804,00	ABR	3,28	3,10	47,76	753,13
$H'_m$ (m snm) = 743,58	MAY	0,00	2,91	44,75	749,40
	JUN	0,00	2,73	41,93	745,92
	JUL	0,00	2,55	39,29	742,65
	AGO	0,00	2,39	36,82	739,59
	SEP	0,00	2,24	34,50	736,72
	<b>ANUAL</b>	<b>31,13</b>	<b>31,24</b>		


**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	2			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
24 VALLE DEL TERA	1	91%	37,00	0,0650	11	31,48

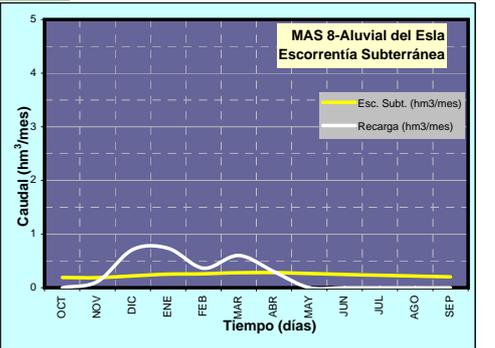
Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 841,35	OCT	0,00	1,92	29,50	734,30
$H_0$ (m snm) = 694,00	NOV	1,16	1,87	28,76	733,30
$S = 8,70E-04$	DIC	7,12	2,20	33,85	740,25
Datos Piezométricos	ENE	7,36	2,53	38,85	747,08
$H_{min}$ (m snm) = 704,00	FEB	3,64	2,60	39,93	748,55
$H_m$ (m snm) = 743,97	MAR	6,04	2,81	43,26	753,10
$H_{max}$ (m snm) = 804,00	ABR	2,98	2,82	43,42	753,33
$H'_m$ (m snm) = 743,75	MAY	0,00	2,64	40,69	749,59
	JUN	0,00	2,48	38,13	746,09
	JUL	0,00	2,32	35,73	742,81
	AGO	0,00	2,18	33,48	739,74
	SEP	0,00	2,04	31,38	736,86
	<b>ANUAL</b>	<b>28,31</b>	<b>28,40</b>		



MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
8 ALUVIAL DEL ESLA	2	9,07%	37,00	0,0650	11	3,14

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 76	OCT	0,00	0,19	2,94	660,7710736
$H_0$ (m snm) = 660,00	NOV	0,12	0,19	2,87	697,92
$S = 5,00E-02$	DIC	0,71	0,22	3,38	698,61
Datos Piezométricos	ENE	0,73	0,25	3,87	699,29
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	0,36	0,26	3,98	699,44
$H_m$ (m snm) =	MAR	0,60	0,28	4,31	699,89
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	0,30	0,28	4,33	699,92
$H'_m$ (m snm) = 695,86	MAY	0,00	0,26	4,06	699,54
	JUN	0,00	0,25	3,80	699,20
	JUL	0,00	0,23	3,56	698,87
	AGO	0,00	0,22	3,34	698,56
	SEP	0,00	0,20	3,13	698,27
	<b>ANUAL</b>	<b>2,82</b>	<b>2,83</b>		



**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS EN EL MODELO DE GESTIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA DE MODELACIÓN

Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
66,00	0,0850	8	255,29

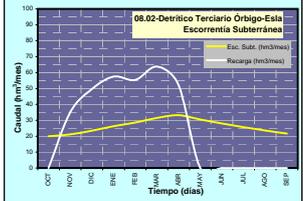
08.02 Detrítico Cuaternario y Terciario Orbigo-Esla

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 4.748  
 $H_b$  (m snm) = 720,00  
 $S = 6,90E-04$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 686,38  
 $H_b$  (m snm) = 813,67  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 977,73  
 $H_{b0}$  (m snm) = 813,82



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	19,93	234,49	791,57
NOV	34,97	21,16	248,90	795,97
DIC	49,64	23,48	276,21	804,31
ENE	57,44	26,25	308,77	814,25
FEB	55,37	28,62	336,69	822,77
MAR	63,97	21,49	370,42	833,06
ABR	52,73	33,17	390,24	839,11
MAY	0,00	30,47	358,44	829,41
JUN	0,00	27,98	329,23	820,49
JUL	0,00	25,70	302,40	812,30
AGO	0,00	23,61	277,76	804,78
SEP	0,00	21,69	255,13	797,87
ANUAL	313,38	313,54		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
3	43,66%	66,00	0,0850	8	111,46

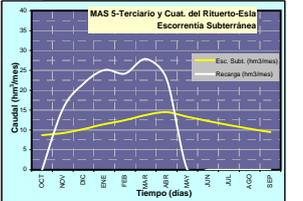
TERCIARIO Y CUATERNARIO DEL TUERTO-ESLA

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 2.073  
 $H_b$  (m snm) = 750,00  
 $S = 4,40E-04$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 686,38  
 $H_b$  (m snm) = 851,10  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 962,00  
 $H_{b0}$  (m snm) = 851,15



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	8,70	102,38	827,17
NOV	16,37	9,24	108,67	831,91
DIC	21,43	10,25	120,59	840,89
ENE	25,08	11,46	134,81	851,61
FEB	24,17	12,49	147,00	860,80
MAR	27,86	13,75	161,73	871,90
ABR	22,77	14,48	170,38	878,42
MAY	0,00	13,20	156,50	867,95
JUN	0,00	12,22	143,74	858,34
JUL	0,00	11,22	132,03	849,51
AGO	0,00	10,31	121,27	841,40
SEP	0,00	9,47	111,39	833,96
ANUAL	136,82	136,89		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

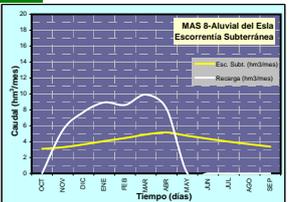
Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
8 ALLUVIAL DEL ESIA	15,54%	66,00	0,0850	8	39,67

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 738  
 $H_b$  (m snm) = 690,00  
 $S = 1,50E-02$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 710,25  
 $H_b$  (m snm) = 784,86  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 869,50  
 $H_{b0}$  (m snm) = 778,99



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	3,10	36,44	693,2923803
NOV	5,43	3,29	38,68	779,15
DIC	7,71	3,65	42,92	782,35
ENE	8,93	4,08	47,98	786,16
FEB	8,60	4,45	52,32	789,43
MAR	9,92	4,89	57,56	793,39
ABR	8,11	5,15	60,64	795,71
MAY	0,00	4,73	55,70	791,98
JUN	0,00	4,35	51,16	788,58
JUL	0,00	3,99	46,99	785,42
AGO	0,00	3,67	43,16	782,53
SEP	0,00	3,37	39,65	779,88
ANUAL	48,70	48,72		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

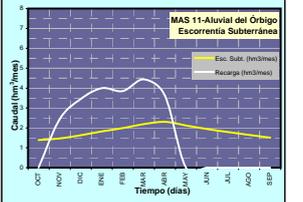
Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
11 ALLUVIAL DEL ORBIGO	6,95%	66,00	0,0850	8	17,75

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 330  
 $H_b$  (m snm) = 760,00  
 $S = 2,50E-02$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 786,50  
 $H_b$  (m snm) = 822,95  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 856,80  
 $H_{b0}$  (m snm) = 762,59



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	1,39	16,30	761,98
NOV	2,43	1,47	17,30	762,10
DIC	3,48	1,63	19,20	762,33
ENE	3,99	1,82	21,46	762,68
FEB	3,75	1,99	23,40	762,84
MAR	4,44	2,19	25,75	763,12
ABR	3,63	2,31	27,13	763,29
MAY	0,00	2,12	24,92	763,02
JUN	0,00	1,95	22,89	762,77
JUL	0,00	1,79	21,02	762,55
AGO	0,00	1,64	19,31	762,34
SEP	0,00	1,51	17,73	762,15
ANUAL	21,78	21,79		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

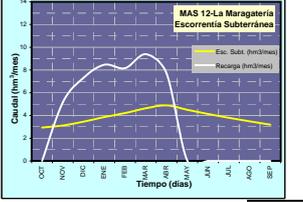
Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
12 LA MARAGATERIA	14,73%	66,00	0,0850	8	37,61

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 699  
 $H_b$  (m snm) = 720,00  
 $S = 1,00E-03$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 723,00  
 $H_b$  (m snm) = 784,44  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 862,60  
 $H_{b0}$  (m snm) = 784,74



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	2,94	34,54	769,39
NOV	5,15	3,12	36,66	772,42
DIC	7,31	3,46	40,69	778,17
ENE	8,48	3,87	45,48	785,03
FEB	8,18	4,22	49,60	790,91
MAR	9,40	4,64	54,57	798,01
ABR	7,68	4,89	57,48	802,19
MAY	0,00	4,49	52,80	795,49
JUN	0,00	4,12	48,50	789,34
JUL	0,00	3,79	44,55	783,69
AGO	0,00	3,48	40,92	778,50
SEP	0,00	3,19	37,58	773,73
ANUAL	46,16	46,19		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

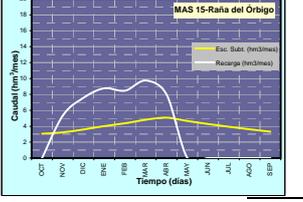
Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
15 RAÑA DEL ORBIGO	15,28%	66,00	0,0850	8	39,00

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 725  
 $H_b$  (m snm) = 725,00  
 $S = 7,25E-04$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 736,00  
 $H_b$  (m snm) = 816,62  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 935,10  
 $H_{b0}$  (m snm) = 814,30



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	3,05	35,82	793,12
NOV	5,33	3,23	38,03	797,31
DIC	7,58	3,59	42,20	805,24
ENE	8,78	4,01	47,17	814,70
FEB	8,44	4,37	51,44	822,81
MAR	9,75	4,81	56,59	832,61
ABR	7,99	5,07	59,65	838,38
MAY	0,00	4,65	54,76	829,12
JUN	0,00	4,28	50,30	820,64
JUL	0,00	3,93	46,20	812,85
AGO	0,00	3,61	42,43	805,69
SEP	0,00	3,31	38,98	799,11
ANUAL	47,88	47,90		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

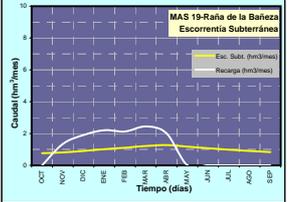
Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_s$ (hm <sup>3</sup> )
19 RAÑA DE LA BAÑEZA	3,84%	66,00	0,0850	8	9,81

Parámetros hidrodinámicos

$A_b$  (km<sup>2</sup>) = 182  
 $H_b$  (m snm) = 760,00  
 $S = 1,02E-03$

Datos Piezométricos

$H_{bmax}$  (m snm) = 794,60  
 $H_b$  (m snm) = 823,15  
 $H_{bmin}$  (m snm) = 857,50  
 $H_{b0}$  (m snm) = 823,47



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	0,77	9,01	808,42
NOV	1,38	0,81	9,56	811,39
DIC	1,91	0,90	10,61	817,03
ENE	2,21	1,01	11,86	823,75
FEB	2,13	1,10	12,93	829,52
MAR	2,45	1,21	14,23	836,48
ABR	2,00	1,27	14,99	840,58
MAY	0,00	1,17	13,77	834,01
JUN	0,00	1,07	12,65	827,98
JUL	0,00	0,99	11,61	822,44
AGO	0,00	0,91	10,67	817,35
SEP	0,00	0,83	9,80	812,68
ANUAL	12,04	12,04		

MODELOS DE GESTIÓN MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
08.03 Detrítico Tierra de Campos	31,50	0,0750	9	96,67					
<b>Parámetros hidrodinámicos</b> $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 3.608 $H_0$ (m snm) = 680,00 $S = 3,80E-04$ <b>Datos Piezométricos</b> $H_{min}$ (m snm) = 647,94 $H_m$ (m snm) = 772,98 $H_{max}$ (m snm) = 961,90 $H_m^*$ (m snm) = 771,77					OCT	0,00	6,73	89,68	745,41
					NOV	43,37	9,37	124,98	771,16
					DIC	27,38	10,67	142,33	783,81
					ENE	18,94	11,27	150,29	789,61
					FEB	9,83	11,17	148,89	788,60
					MAR	7,27	10,89	145,14	785,86
					ABR	6,88	10,60	141,28	783,04
					MAY	0,00	9,83	131,07	775,60
					JUN	0,00	9,12	121,60	768,69
					JUL	0,00	8,46	112,81	762,28
					AGO	0,00	7,85	104,66	756,34
					SEP	0,00	7,28	97,10	750,82
					<b>ANUAL</b>	<b>113,65</b>	<b>113,24</b>		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	2								
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
TERCIARIO Y 7 CUATERNARIO DEL ESCLA-CEA	1	35,86%	31,50	0,0750	9	34,67					
<b>Parámetros hidrodinámicos</b> $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.294 $H_0$ (m snm) = 700,00 $S = 3,35E-04$ <b>Datos Piezométricos</b> $H_{min}$ (m snm) = 707,50 $H_m$ (m snm) = 803,60 $H_{max}$ (m snm) = 900,80 $H_m^*$ (m snm) = 804,09					OCT	0,00	2,41	32,16	774,20		
							NOV	15,55	3,36	44,82	803,40
							DIC	9,82	3,83	51,05	817,75
							ENE	6,79	4,04	53,90	824,34
							FEB	3,52	4,01	53,40	823,18
							MAR	2,61	3,90	52,05	820,08
							ABR	2,47	3,80	50,67	816,88
							MAY	0,00	3,53	47,01	808,44
							JUN	0,00	3,27	43,61	800,60
							JUL	0,00	3,03	40,46	793,33
							AGO	0,00	2,82	37,54	786,59
							SEP	0,00	2,61	34,82	780,33
							<b>ANUAL</b>	<b>40,76</b>	<b>40,61</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
9 TIERRA DE CAMPOS	2	64,14%	31,50	0,0750	9	62,00					
<b>Parámetros hidrodinámicos</b> $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.314 $H_0$ (m snm) = 660,00 $S = 3,50E-04$ <b>Datos Piezométricos</b> $H_{min}$ (m snm) = 670,80 $H_m$ (m snm) = 760,32 $H_{max}$ (m snm) = 961,90 $H_m^*$ (m snm) = 759,63					OCT	0,00	4,31	57,52	731,02		
							NOV	27,81	6,01	80,16	758,97
							DIC	17,56	6,85	91,28	772,70
							ENE	12,15	7,23	96,39	779,01
							FEB	6,30	7,16	95,49	777,90
							MAR	4,66	6,98	93,08	774,93
							ABR	4,41	6,80	90,61	771,88
							MAY	0,00	6,30	84,06	763,79
							JUN	0,00	5,85	77,99	756,29
							JUL	0,00	5,43	72,35	749,33
							AGO	0,00	5,03	67,13	742,88
							SEP	0,00	4,67	62,28	736,89
							<b>ANUAL</b>	<b>72,89</b>	<b>72,62</b>		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )																																																																								
08.04 Detrítico Villafáfila	30,00	0,1050	7	13,81																																																																								
Parámetros hidrodinámicos  $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 786 $H_0$ (m snm) = 650,00 $S = 9,40E-04$  Datos Piezométricos $H_{min}$ (m snm) = 637,40 $H_m$ (m snm) = 675,69 $H_{max}$ (m snm) = 703,90 $H^*_m$ (m snm) = 675,38					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes) Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes) Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes) H* (m snm)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Recarga</th> <th>Esc. Subt.</th> <th>Vol. Almac. dinámico</th> <th>H*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>OCT</td><td>0,00</td><td>1,31</td><td>12,43</td><td>666,82</td></tr> <tr><td>NOV</td><td>5,87</td><td>1,76</td><td>16,77</td><td>672,68</td></tr> <tr><td>DIC</td><td>5,80</td><td>2,16</td><td>20,60</td><td>677,86</td></tr> <tr><td>ENE</td><td>3,00</td><td>2,25</td><td>21,39</td><td>678,94</td></tr> <tr><td>FEB</td><td>3,16</td><td>2,34</td><td>22,26</td><td>680,11</td></tr> <tr><td>MAR</td><td>2,68</td><td>2,37</td><td>22,59</td><td>680,55</td></tr> <tr><td>ABR</td><td>3,08</td><td>2,44</td><td>23,26</td><td>681,47</td></tr> <tr><td>MAY</td><td>0,00</td><td>2,20</td><td>20,94</td><td>678,33</td></tr> <tr><td>JUN</td><td>0,00</td><td>1,98</td><td>18,86</td><td>675,51</td></tr> <tr><td>JUL</td><td>0,00</td><td>1,78</td><td>16,98</td><td>672,97</td></tr> <tr><td>AGO</td><td>0,00</td><td>1,60</td><td>15,28</td><td>670,68</td></tr> <tr><td>SEP</td><td>0,00</td><td>1,44</td><td>13,76</td><td>668,62</td></tr> <tr><td><b>ANUAL</b></td><td><b>23,59</b></td><td><b>23,64</b></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Mes	Recarga	Esc. Subt.	Vol. Almac. dinámico	H*	OCT	0,00	1,31	12,43	666,82	NOV	5,87	1,76	16,77	672,68	DIC	5,80	2,16	20,60	677,86	ENE	3,00	2,25	21,39	678,94	FEB	3,16	2,34	22,26	680,11	MAR	2,68	2,37	22,59	680,55	ABR	3,08	2,44	23,26	681,47	MAY	0,00	2,20	20,94	678,33	JUN	0,00	1,98	18,86	675,51	JUL	0,00	1,78	16,98	672,97	AGO	0,00	1,60	15,28	670,68	SEP	0,00	1,44	13,76	668,62	<b>ANUAL</b>	<b>23,59</b>	<b>23,64</b>		
Mes	Recarga	Esc. Subt.	Vol. Almac. dinámico	H*																																																																								
OCT	0,00	1,31	12,43	666,82																																																																								
NOV	5,87	1,76	16,77	672,68																																																																								
DIC	5,80	2,16	20,60	677,86																																																																								
ENE	3,00	2,25	21,39	678,94																																																																								
FEB	3,16	2,34	22,26	680,11																																																																								
MAR	2,68	2,37	22,59	680,55																																																																								
ABR	3,08	2,44	23,26	681,47																																																																								
MAY	0,00	2,20	20,94	678,33																																																																								
JUN	0,00	1,98	18,86	675,51																																																																								
JUL	0,00	1,78	16,98	672,97																																																																								
AGO	0,00	1,60	15,28	670,68																																																																								
SEP	0,00	1,44	13,76	668,62																																																																								
<b>ANUAL</b>	<b>23,59</b>	<b>23,64</b>																																																																										

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1																																																																									
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )																																																																						
31 VILLAFÁFILA	1	100,00%	30,00	0,11	6,60	13,81																																																																						
Parámetros hidrodinámicos  $A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 786 $H_0$ (m snm) = 650,00 $S = 8,70E-04$  Datos Piezométricos $H_{min}$ (m snm) = 647,94 $H_m$ (m snm) = 677,12 $H_{max}$ (m snm) = 703,90 $H^*_m$ (m snm) = 677,42					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes) Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes) Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes) H* (m snm)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Recarga</th> <th>Esc. Subt.</th> <th>Vol. Almac. dinámico</th> <th>H*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>OCT</td><td>0,00</td><td>1,31</td><td>12,43</td><td>668,17</td></tr> <tr><td>NOV</td><td>5,87</td><td>1,76</td><td>16,77</td><td>674,51</td></tr> <tr><td>DIC</td><td>5,80</td><td>2,16</td><td>20,60</td><td>680,11</td></tr> <tr><td>ENE</td><td>3,00</td><td>2,25</td><td>21,39</td><td>681,27</td></tr> <tr><td>FEB</td><td>3,16</td><td>2,34</td><td>22,26</td><td>682,54</td></tr> <tr><td>MAR</td><td>2,68</td><td>2,37</td><td>22,59</td><td>683,01</td></tr> <tr><td>ABR</td><td>3,08</td><td>2,44</td><td>23,26</td><td>684,00</td></tr> <tr><td>MAY</td><td>0,00</td><td>2,20</td><td>20,94</td><td>680,61</td></tr> <tr><td>JUN</td><td>0,00</td><td>1,98</td><td>18,86</td><td>677,56</td></tr> <tr><td>JUL</td><td>0,00</td><td>1,78</td><td>16,98</td><td>674,81</td></tr> <tr><td>AGO</td><td>0,00</td><td>1,60</td><td>15,28</td><td>672,34</td></tr> <tr><td>SEP</td><td>0,00</td><td>1,44</td><td>13,76</td><td>670,11</td></tr> <tr><td><b>ANUAL</b></td><td><b>23,59</b></td><td><b>23,64</b></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Mes	Recarga	Esc. Subt.	Vol. Almac. dinámico	H*	OCT	0,00	1,31	12,43	668,17	NOV	5,87	1,76	16,77	674,51	DIC	5,80	2,16	20,60	680,11	ENE	3,00	2,25	21,39	681,27	FEB	3,16	2,34	22,26	682,54	MAR	2,68	2,37	22,59	683,01	ABR	3,08	2,44	23,26	684,00	MAY	0,00	2,20	20,94	680,61	JUN	0,00	1,98	18,86	677,56	JUL	0,00	1,78	16,98	674,81	AGO	0,00	1,60	15,28	672,34	SEP	0,00	1,44	13,76	670,11	<b>ANUAL</b>	<b>23,59</b>	<b>23,64</b>		
Mes	Recarga	Esc. Subt.	Vol. Almac. dinámico	H*																																																																								
OCT	0,00	1,31	12,43	668,17																																																																								
NOV	5,87	1,76	16,77	674,51																																																																								
DIC	5,80	2,16	20,60	680,11																																																																								
ENE	3,00	2,25	21,39	681,27																																																																								
FEB	3,16	2,34	22,26	682,54																																																																								
MAR	2,68	2,37	22,59	683,01																																																																								
ABR	3,08	2,44	23,26	684,00																																																																								
MAY	0,00	2,20	20,94	680,61																																																																								
JUN	0,00	1,98	18,86	677,56																																																																								
JUL	0,00	1,78	16,98	674,81																																																																								
AGO	0,00	1,60	15,28	672,34																																																																								
SEP	0,00	1,44	13,76	670,11																																																																								
<b>ANUAL</b>	<b>23,59</b>	<b>23,64</b>																																																																										

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
09.01 Calizas cantábricas Esla-Cea	140,00	0,1850	4	48,65

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.242	OCT	0,00	40,43	932,17
$H_0$ (m snm) = 930,00	NOV	19,64	51,54	932,77
$S = 1,50E-02$	DIC	26,97	67,45	933,62
Datos Piezométricos	ENE	31,35	84,68	934,55
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	30,46	98,18	935,27
$H_m$ (m snm) =	MAR	32,60	111,36	935,98
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	32,85	122,55	936,58
$H_m^*$ (m snm) = 934,21	MAY	0,00	101,85	935,47
	JUN	0,00	84,65	934,54
	JUL	0,00	70,35	933,78
	AGO	0,00	58,47	933,14
	SEP	0,00	48,59	932,61
	<b>ANUAL</b>	<b>173,87</b>	<b>173,92</b>	

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas				
		2				

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
1 GUARDO	2	76,66%	140,00	0,1850	4	37,29

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 952	OCT	0,00	30,99	927,17
$H_0$ (m snm) = 925,00	NOV	15,06	39,51	927,77
$S = 1,50E-02$	DIC	20,67	51,71	928,62
Datos Piezométricos	ENE	24,03	64,91	929,55
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	23,35	75,27	930,27
$H_m$ (m snm) =	MAR	24,99	85,37	930,98
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	25,19	93,94	931,58
$H_m^*$ (m snm) = 929,21	MAY	0,00	78,08	930,47
	JUN	0,00	64,89	929,54
	JUL	0,00	53,93	928,78
	AGO	0,00	44,82	928,14
	SEP	0,00	37,25	927,61
	<b>ANUAL</b>	<b>133,29</b>	<b>133,32</b>	

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
2 LA POLA DE GORDÓN	1	23,34%	140,00	0,1850	4	11,36

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 290	OCT	0,00	9,44	942,17
$H_0$ (m snm) = 940,00	NOV	4,59	12,03	925,84
$S = 1,50E-02$	DIC	6,29	15,74	926,10
Datos Piezométricos	ENE	7,32	19,76	926,38
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	7,11	22,92	926,60
$H_m$ (m snm) =	MAR	7,61	25,99	926,82
$H_{max}$ (m snm) =	ABR	7,67	28,60	927,00
$H_m^*$ (m snm) = 927,66	MAY	0,00	23,77	926,66
	JUN	0,00	19,76	926,38
	JUL	0,00	16,42	926,15
	AGO	0,00	13,65	925,96
	SEP	0,00	11,34	925,79
	<b>ANUAL</b>	<b>40,58</b>	<b>40,60</b>	

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

## Sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza

## Ficha Resumen Sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Sector de explotación hidráulica		Pisuegra							Excorrenxia Subterránea SIMPA (mm/a)	
UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUÍFEROS)	Extensión (km <sup>2</sup> )	Superficie permeable (km <sup>2</sup> )	Tasa recarga (mm/a)	Recarga (hm <sup>3</sup> /a)	Descarga (hm <sup>3</sup> /a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>e</sub> (hm <sup>3</sup> )		
09.02	Calizas cantábricas Carrion-Pisuegra	1.047,44	523,72	325,00	170,21	170,08	0,185	3,7	47,36	170,95
09.03	Calizas mesozoicas del Alto Pisuegra	836,32	752,69	100,00	75,27	75,12	0,120	5,8	39,58	75,33
09.04	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzon	291,21	232,96	305,00	71,05	71,03	0,115	6,0	39,51	71,91
10.01	Calizas Alto Arlanza-Arlanzon	798,26	638,60	255,00	162,84	162,61	0,155	4,5	59,68	161,20
08.05	Detritico Carrion-Pisuegra	5.018,36	4.265,61	30,00	142,99	142,36	0,085	8,2	118,24	268,99
08.06	Detritico Arlanza-Arlanzon	2.725,43	2.316,62	70,00	176,37	176,38	0,090	7,7	137,22	315,98
08.07	Paramo de Astudillo	397,67	357,90	35,00	12,53	12,55	0,235	2,9	2,34	23,03
08.08	Paramo de Torozos	1.516,65	1.364,99	40,00	54,60	54,48	0,185	3,7	16,22	55,20
08.09	Paramo de Esgueva	2.099,04	1.259,42	35,00	44,08	44,14	0,350	2,0	4,29	64,41
08.17	Detritico y aluviales Tordesillas-Valladolid	2.124,62	2.018,39	30,00	60,55	60,48	0,075	9,2	56,61	58,59
08.18	Detritico Profundo Paramos-Tordesillas	5.945,22	0,00	0,00	36,55	36,04	0,035	19,8	85,71	0,00
08.22	Detritico Profundo Arlanza	1.474,10	0,00	0,00	76,52	76,16	0,035	19,8	182,84	0,00
<b>Suma</b>		<b>24.274,31</b>	<b>13.730,90</b>	<b>78,91</b>	<b>1.083,57</b>	<b>1.081,43</b>				<b>1.265,65</b>

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUÍFEROS)	Descarga Natural													Descarga Reg. Natural (mm <sup>3</sup> /a)				
	Valderaduey	Carrion	Valdavia	Pisuegra	Esgueva	Odra (Pisuegra)	Urbiel (Arlanzon)	Ubierna (Arlanzon)	UHMod 08.05	UHMod 08.06	UHMod 08.18	UHMod 08.22	Arlanzon		Arlanza	Duero	Cega	
09.02		85,04	25,51	59,53					15,02								170,08	
09.03					48,83			11,27									75,12	
09.04								17,76									71,03	
10.01						15,65						76,52	7,83	62,61			162,61	
08.05		35,59	7,12	85,41							14,24						142,36	
08.06													70,55	105,83			176,38	
08.07					12,55												12,55	
08.08															54,48		54,48	
08.09						13,24		30,90									44,14	
08.17		6,05			9,04								3,87		41,52		60,48	
08.18						10,81									25,23		36,04	
08.22						15,23						11,42		49,51			76,16	
<b>Suma</b>		<b>6,05</b>	<b>120,63</b>	<b>32,63</b>	<b>254,65</b>	<b>46,55</b>	<b>11,27</b>	<b>17,76</b>	<b>39,07</b>	<b>15,02</b>	<b>14,21</b>	<b>25,66</b>	<b>76,52</b>	<b>82,25</b>	<b>217,94</b>	<b>121,22</b>	<b>0,00</b>	<b>1.081,43</b>

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUÍFEROS)												Recarga (mm <sup>3</sup> /a)	Drenaje a cauces (mm <sup>3</sup> /a)	Transf. Lateral Subterránea (mm <sup>3</sup> /a)	Demanda Urbana (mm <sup>3</sup> /a)	Demanda Agrícola (mm <sup>3</sup> /a)	Demandas (mm <sup>3</sup> /a)	Descarga Total (mm <sup>3</sup> /a)	Excorrenxia Subterránea SIMPA (mm/a)
	09.02	09.03	09.04	10.01	08.05	08.06	08.07	08.08	08.09	08.17	08.18	08.22								
3 CERVEJA DE PISUEGRA	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	170,21	170,08	0,00	0,53	0,99	1,52	170,95	170,95
4 QUINTANA-PEÑAHORADADA	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	146,32	116,92	29,22	0,31	1,52	1,83	146,15	147,24
6 VILLAVIA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,91%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	78,52	72,49	5,69	0,73	5,27	6,00	78,17	147,71
10 CARRION	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	28,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	41,12	32,48	8,54	0,44	4,54	7,00	40,59	71,38
14 VILLADIEGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	23,38	23,38	0,00	0,42	1,54	1,99	23,28	43,93
16 CASTROJERIZ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	39,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	70,31	70,31	0,00	0,51	2,20	2,71	70,31	128,97
17 BURGOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	40,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	106,06	106,07	0,00	0,88	3,25	4,13	106,07	190,01
18 ARLANZON-RIO LOBOS	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	162,84	86,10	76,53	0,13	1,09	1,22	162,60	161,20
20 ALUVIALES DEL PISUEGRA-ARLANZON	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	21,35%	0,00%	0,00%	12,93	12,91	0,00	0,88	10,76	11,64	12,91	12,51
26 PARAMO DE ASTUDILLO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,53	12,55	0,00	0,01	2,50	2,51	12,55	23,03
29 PARAMO DE ESGUEVA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	44,08	44,13	0,00	0,10	3,91	4,01	44,11	64,41
32 PARAMO DE TOROZOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	54,60	54,49	0,00	0,20	5,75	5,96	54,48	55,20
38 TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	44,05%	0,00%	0,00%	26,67	26,64	0,00	1,63	45,36	47,01	26,64	26,81
39 ALUVIAL DEL DUERO- ARANDA-TORDESILLAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,54%	0,00%	0,00%	12,44	12,42	0,00	0,23	5,67	5,90	12,42	12,03
41 ALUVIAL DEL DUERO- TORDESILLAS-ZAMORA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,06%	0,00%	0,00%	8,51	8,50	0,00	0,49	9,67	10,16	8,50	8,24
67 TERCARIO DETRITICO BAJO LOS PARAMOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	36,55	36,04	0,00	1,35	80,40	81,75	36,04	0,00
Detritico Profundo Arlanza												100,00%	76,52	64,74	11,43	0,58	2,17	2,75	76,16	0,00
													<b>1.083,57</b>	<b>950,07</b>	<b>131,42</b>	<b>9,46</b>	<b>188,62</b>	<b>198,08</b>	<b>1.081,43</b>	<b>1.265,65</b>

MODELOS DE GESTIÓN MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS							
UNIDADES DE MODELACIÓN	Numero celdas	MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	V <sub>e</sub> (hm <sup>3</sup> )	Coef.Reparto	
09.02	Calizas cantábricas Carrion-Pisuegra	1	3	CERVEJA DE PISUEGRA	0,185	47,36	100%
09.03	Calizas mesozoicas del Alto Pisuegra	1	4	QUINTANA-PEÑAHORADADA	0,120	39,58	100%
09.04	Calizas mesozoicas del Alto Arlanzon	1	18	ARLANZON-RIO LOBOS	0,115	39,51	100%
10.01	Calizas Alto Arlanza-Arlanzon	1	1	CARRION	0,155	59,68	100%
08.05	Detritico Carrion-Pisuegra	3	2	VILLADIEGO	0,085	24,03	29%
		3	14	CARRION	0,085	19,31	16%
		3	6	VALDAVIA	0,085	64,93	55%
08.06	Detritico Arlanza-Arlanzon	2	16	CASTROJERIZ	0,090	54,70	40%
		2	17	BURGOS	0,090	82,52	60%
08.07	Paramo de Astudillo	1	25	PARAMO DE ASTUDILLO	0,235	2,34	100%
08.08	Paramo de Torozos	1	32	PARAMO DE TOROZOS	0,185	16,22	100%
08.09	Paramo de Esgueva	1	29	PARAMO DE ESGUEVA	0,350	4,29	100%
		1	38	TORDESILLAS	0,075	24,94	44%
08.17	Detritico y aluviales Tordesillas-Valladolid	4	2	ALUVIALES DEL PISUEGRA-ARLANZON	0,075	12,10	21%
		3	39	ALUVIAL DEL DUERO- ARANDA-TORDESILLAS	0,075	11,64	21%
		4	41	ALUVIAL DEL DUERO- TORDESILLAS-ZAMORA	0,075	7,97	14%
08.18	Detritico Profundo Paramos-Tordesillas	1	67	TERCARIO DETRITICO BAJO LOS PARAMOS	0,035	85,71	100%
08.22	Detritico Profundo Arlanza	1	1		0,035	182,84	



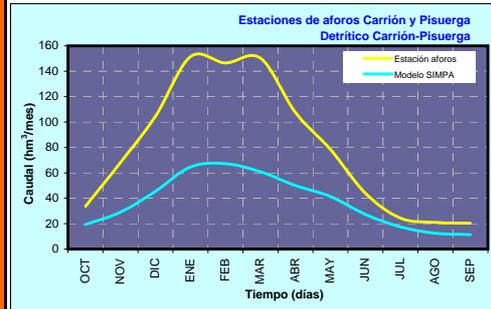
## Fichas Resumen UHMod Sistemas Pisuerga-Carrión-Arlanza

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

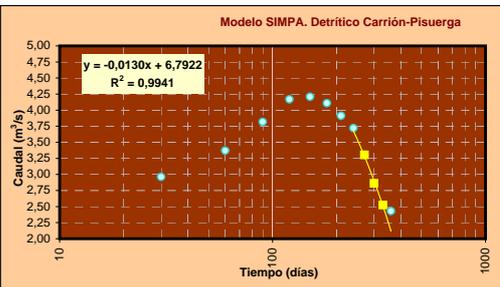
Código: 08.05  
Nombre: Detrítico Carrión-Pisuerga

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Semiconfinado-Confinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 10-100 m <sup>2</sup> /d	Extensión	5.018,36 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	85%
Descarga natural	Río Carrión desde Carrión de los Condes (Presiones) hasta limite fin LICRiberas del río Carrión y afluentes)*	IdMasa	153	Tipo 2	Tipo 3
	Río Valdavia desde confluencia con río Avión hasta confluencia con río Boedo	143	Embalse subterráneo 09.03	100%	r. Carrión 153_c 25%
	Río Pisuerga desde confluencia con río Valdavia hasta confluencia con río Odra	157			r. Valdavia 144 5%
	UHMod 08.18				r. Pisuerga 157_a 60%
				UHMod 08.18	100%

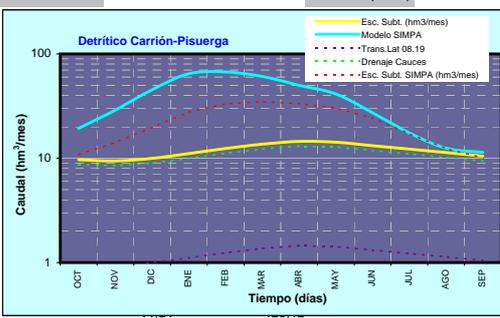
Estación aforos		A042-PALENCIA						A029-CORDOVILLA LA REAL	
		Aportación promedio						Aportación promedio	
		690,10 hm <sup>3</sup> /a						372,08 hm <sup>3</sup> /a	
		318,02 hm <sup>3</sup> /a						690,10 hm <sup>3</sup> /a	
Régimen	Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidroológico	Influenciado
	OCT	1,06	33,73	315,48	12,59	31	2,5333	Embalses cabecera	Veilla
	NOV	0,60	68,15	653,70	26,29	61	3,2694		Compuerto
	DIC	5,30	104,75	600,54	39,11	92	3,6664		Camporredondo
	ENE	10,72	151,51	851,97	56,57	123	4,0355		Aguilar de Campo
	FEB	6,65	146,51	721,71	60,56	151	4,1037		Canales Carrión
	MAR	9,94	150,35	659,82	56,13	182	4,0278		Canal Castilla
	ABR	6,31	107,60	494,68	41,51	212	3,7260		Canal Pisuerga
	MAY	1,11	78,38	295,39	29,27	243	3,3764		
	JUN	0,75	43,99	177,40	16,97	273	2,8315		
	JUL	0,44	24,35	93,41	9,09	304	2,2073		
	AGO	0,10	20,96	63,42	7,82	335	2,0573		
	SEP	1,12	20,40	84,09	7,87	365	2,0631		
								$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0080
								$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,2400



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Carrión desde Carrión de los Condes (Presiones) hasta limite fin LICRiberas del río Carrión y afluentes)*		
	153	02R11764_02	Río Pisuerga desde confluencia con río Valdavia hasta confluencia con río Odra		
157	02R11768_02				
Régimen	Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	19,33	2,9618	10,86	
	NOV	29,08	3,3700	14,21	
	DIC	45,45	3,8166	19,84	
	ENE	64,55	4,1674	27,87	
	FEB	67,24	4,2082	33,49	
	MAR	60,81	4,1078	34,86	
	ABR	50,02	3,9125	33,48	
	MAY	41,35	3,7222	30,37	
	JUN	27,21	3,3037	24,32	
	JUL	17,50	2,8624	17,16	
	AGO	12,49	2,5246	12,44	
	SEP	11,37	2,4307	10,10	
	ANUAL	446,41		268,99	
					Parámetro agotamiento
					0,0130 días <sup>-1</sup>
					0,3900 mes <sup>-1</sup>



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,0850	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	10,05	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	118,24	Tasa recarga (mm/a)	30,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,90	9,67	113,78				
	NOV	12,84	9,45	111,18				
	DIC	19,37	10,00	117,61				
	ENE	27,75	11,11	130,67				
	FEB	27,07	12,43	146,29				
	MAR	27,94	13,66	160,75				
	ABR	20,58	14,52	170,86				
	MAY	1,64	14,23	167,46				
	JUN	1,45	13,20	155,29				
	JUL	1,29	12,24	143,95				
	AGO	1,14	11,34	133,38				
	SEP	1,01	10,50	123,55				
	ANUAL	142,99	142,36					



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

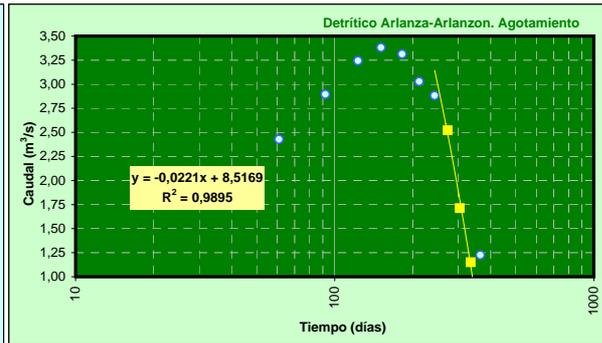
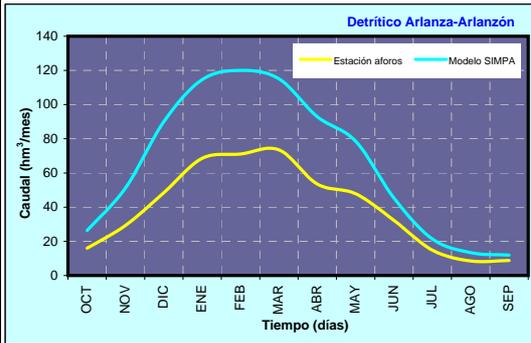
**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **08.06**  
Nombre **Detrítico Arlanza-Arlanzón**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Duero	Confinado-Semiconfinado	Lentejones de arenas y gravas en una matriz limo-arcillo-arenosa de comportamiento acuitardo		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 50-200 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.725,43 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	85%

Descarga natural	Río Arlanza desde confluencia con río Pedroso hasta confluencia con río Arlanzón	IdMasa	243	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2		Tipo 3	
					Embalse subterráneo	100%	r. Arlanza 243_f	60%
	Río Arlanzón desde confluencia con río Cogollos Hasta confluencia con río Arlanza		158				r. Arlanzón 158	40%

Estación aforos	Detrítico Arlanza-Arlanzón						Aportación promedio		472,63 hm <sup>3</sup> /a	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	In(Q)	Régimen hidrológico	Influenciado	
	OCT	1,41	15,93	106,81	5,95	31	1,7829	Embalses cabecera	Urquiza Arlanzón Castrovido	
	NOV	1,58	29,34	218,59	11,32	61	2,4267			
	DIC	3,19	48,45	270,85	18,09	92	2,8953			
	ENE	8,33	68,60	316,71	25,61	123	3,2430			
	FEB	16,43	71,08	265,94	29,38	151	3,3804			
	MAR	14,86	73,51	329,62	27,45	182	3,3122			
	ABR	15,95	53,51	101,36	20,64	212	3,0274			
	MAY	12,92	47,83	130,80	17,86	243	2,8824			
	JUN	5,71	32,25	121,90	12,44	273	2,5212			
	JUL	0,66	14,86	33,27	5,55	304	1,7132			
	AGO	0,08	8,46	24,81	3,16	335	1,1502	α (días <sup>-1</sup> )	0,0221	
	SEP	0,35	8,82	15,36	3,40	365	1,2249	α (mes <sup>-1</sup> )	0,6630	



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Arlanza desde confluencia con río Pedroso hasta confluencia con río Arlanzón	
		243	02R12156_00	
	158	02R11768_03	Río Arlanzón desde confluencia con río Cogollos Hasta confluencia con río Arlanza	
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	In(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	26,32	3,2704	9,28
	NOV	51,30	3,9376	13,60
	DIC	90,06	4,5005	21,52
	ENE	114,63	4,7417	33,01
	FEB	120,01	4,7875	41,65
	MAR	115,06	4,7455	44,20
	ABR	92,92	4,5317	42,61
	MAY	78,52	4,3633	38,51
	JUN	45,27	3,8126	30,15
	JUL	21,41	3,0639	19,88
	AGO	13,39	2,5947	12,69
	SEP	11,92	2,4786	8,87
	ANUAL	780,82		315,98

Modelo SIMPA. Detrítico Arlanza-Arlanzón
Parámetro agotamiento: 0,0203 días <sup>-1</sup> 0,6090 mes <sup>-1</sup>

Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	0,0900	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	12,35	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	137,22	Tasa recarga (mm/a)	70,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,86	11,85	131,65				
	NOV	14,65	11,50	127,83				
	DIC	23,75	12,17	135,26				
	ENE	33,40	13,59	151,01				
	FEB	34,76	15,36	170,62				
	MAR	36,05	17,08	189,80				
	ABR	26,75	18,31	203,42				
	MAY	1,53	17,93	199,25				
	JUN	1,36	16,51	183,48				
	JUL	1,21	15,20	168,92				
	AGO	1,08	13,99	155,48				
	SEP	0,96	12,88	143,08				
	ANUAL	176,37	176,38					

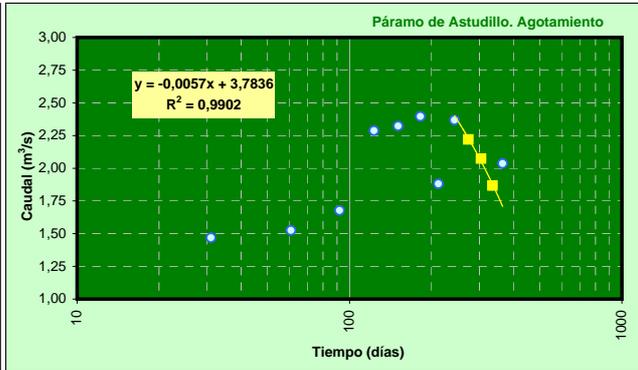
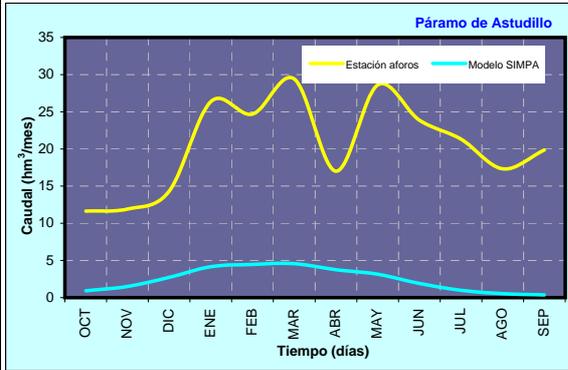
Detrítico Arlanza-Arlanzón	

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **08.07**  
Nombre **Páramo de Astudillo**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas del Páramo	Libre		Calizas margosas miocenas	
Parámetros Hidrodinámicos		Extensión	397,67 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	90%
Descarga natural	Rio Pisuerga desde confluencia con rio Arlanzón hasta limite del LICRiberas del Rio Pisuerga	IdMasa	260	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2 Tipo 3 r. Pisuerga 261 100%

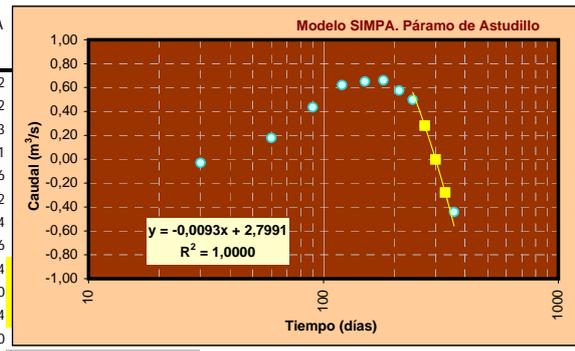
Estación aforos				A043-CABEZÓN DE PISUERGA			Aportación promedio		246,34 hm <sup>3</sup> /a	
Régimen	Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Natural	
	OCT		11,63		4,34	31	1,4686	Embalses cabecera		
	NOV		11,91		4,60	61	1,5252			
	DIC		14,33		5,35	92	1,6769			
	ENE		26,37		9,84	123	2,2869			
	FEB		24,69		10,21	151	2,3230			
	MAR		29,41		10,98	182	2,3961			
	ABR		17,00		6,56	212	1,8807			
	MAY		28,60		10,68	243	2,3684			
	JUN		23,87		9,21	273	2,2204			
	JUL		21,32		7,96	304	2,0744			
	AGO		17,34		6,47	335	1,8676	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0057	
	SEP		19,86		7,66	365	2,0365	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1710	



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Pisuerga desde confluencia con rio Arlanzón hasta limite del LICRiberas del Rio Pisuerga y afluentes"			
	260	02RI2211_01	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
			OCT	0,93	-0,0300	0,52
			NOV	1,51	0,1779	1,02
			DIC	2,72	0,4345	1,83
			ENE	4,18	0,6207	2,91
			FEB	4,47	0,6503	3,56
			MAR	4,58	0,6608	3,62
			ABR	3,76	0,5755	3,24
			MAY	3,15	0,4979	2,66
			JUN	1,91	0,2815	1,84
			JUL	1,00	-0,0018	1,00
			AGO	0,53	-0,2782	0,54
			SEP	0,36	-0,4420	0,30
			ANUAL	29,09		23,03

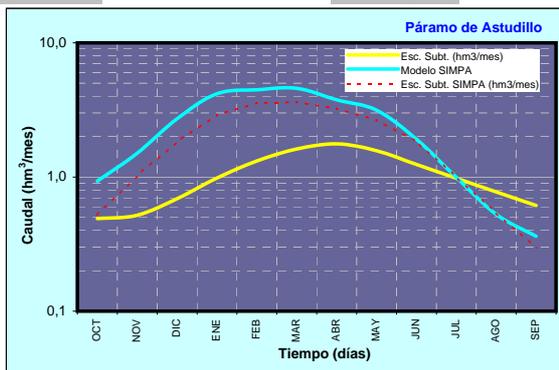
Modelo SIMPA. Páramo de Astudillo	
Parámetro agotamiento	0,0093 días <sup>-1</sup> 0,2790 mes <sup>-1</sup>



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
	0,2350	0,55	2,34	35,00
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )		Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	0,00	0,49	2,09
	NOV	1,21	0,52	2,21
	DIC	1,45	0,69	2,93
	ENE	2,67	0,98	4,18
	FEB	2,50	1,32	5,60
	MAR	2,98	1,62	6,88
	ABR	1,72	1,76	7,51
	MAY	0,00	1,57	6,67
	JUN	0,00	1,24	5,28
	JUL	0,00	0,98	4,17
	AGO	0,00	0,77	3,30
	SEP	0,00	0,61	2,61
	ANUAL	12,53	12,55	

Páramo de Astudillo	
Esc. Subt. (hm³/mes)	Modelo SIMPA
Esc. Subt. SIMPA (hm³/mes)	

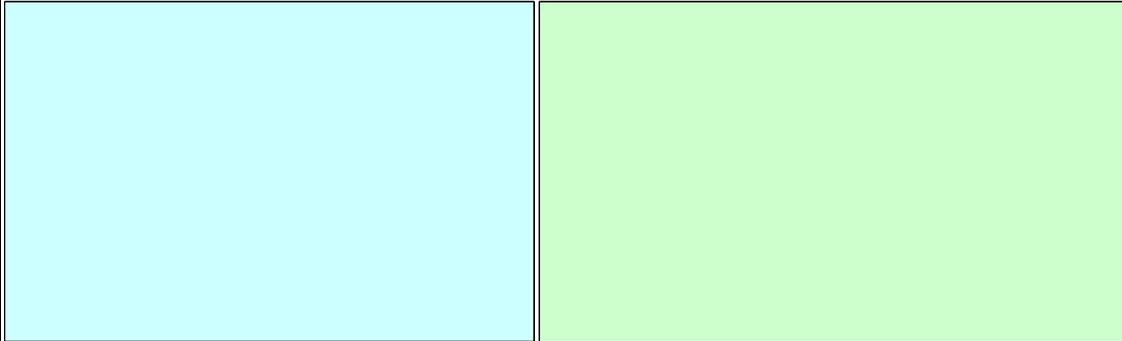


**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

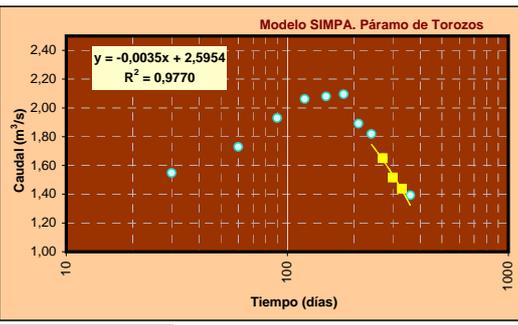
Código **08.08**  
 Nombre **Páramo de Torozos**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas del Páramo	Libre	Calizas margosas		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 30-500 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1.516,65 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	90%
Descarga natural	rio Duero desde su nacimiento hasta el inicio del LIC Bihozas del río Duero y río Bajoz desde su nacimiento hasta la confluencia con el A° del Valle del Monte	IdMasa		Tipo 2	Tipo 3
	Río Duero desde la confluencia con el A° del Perú hasta el Embalse de San José".*	358	Conexión modelo SIMGES		r. Duero 395_b
		360			100%
	378				

Estación aforos	RÉGIMEN INFLUENCIADO EN LOS RIOS PISUERGA Y DUERO					Aportación promedio		Regimen hidrologico	Influenciado
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)		
	OCT					31		Embalses cabecera	
	NOV					61			
	DIC					92			
	ENE					123			
	FEB					151			
	MAR					182			
	ABR					212			
	MAY					243			
	JUN					273			
	JUL					304			
	AGO					335		α (días <sup>-1</sup> )	
	SEP					365		α (mes <sup>-1</sup> )	0,0000

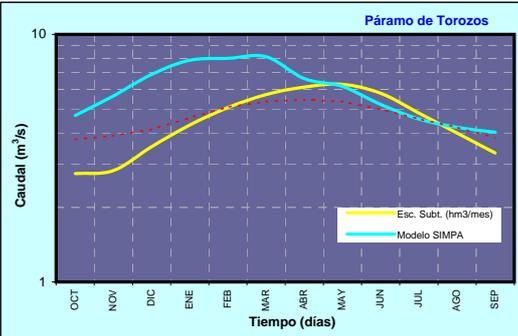


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Duero desde la confluencia con el A° del Perú hasta el Embalse de San José".*		
	378	02RI2490_04	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)
	OCT	4,70	1,5482	3,77	
	NOV	5,64	1,7291	3,90	
	DIC	6,88	1,9292	4,14	
	ENE	7,86	2,0621	4,60	
	FEB	8,00	2,0800	5,09	
	MAR	8,12	2,0946	5,35	
	ABR	6,62	1,8906	5,44	
	MAY	6,16	1,8188	5,35	
	JUN	5,21	1,6505	4,99	
	JUL	4,55	1,5162	4,55	
	AGO	4,21	1,4384	4,21	
	SEP	4,03	1,3927	3,81	
	ANUAL	72,00		55,20	



Parámetro agotamiento **0,0035 días<sup>-1</sup>**  
**0,1050 mes<sup>-1</sup>**

Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	0,1850	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	3,00	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	16,22	Tasa recarga (mm/a)	40,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	2,74	14,80				
	NOV	6,24	2,82	15,24				
	DIC	7,62	3,52	19,02				
	ENE	8,71	4,31	23,28				
	FEB	8,87	5,06	27,37				
	MAR	9,00	5,72	30,90				
	ABR	7,34	6,13	33,11				
	MAY	6,83	6,29	33,98				
	JUN	0,00	5,78	31,26				
	JUL	0,00	4,81	25,98				
	AGO	0,00	3,99	21,59				
	SEP	0,00	3,32	17,95				
	ANUAL	54,60	54,48					

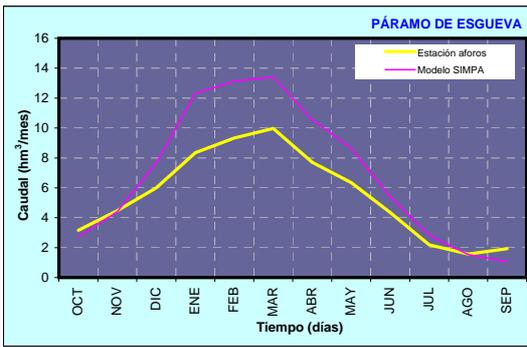


**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

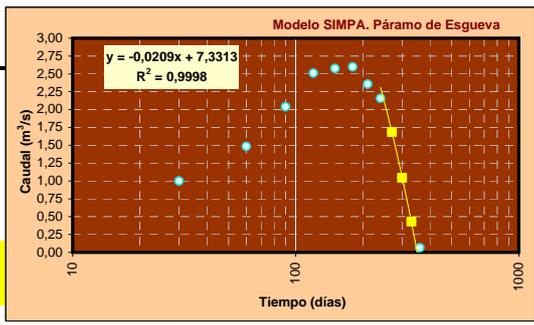
Código: 08.09  
Nombre: Páramo de Esgueva

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Calizas del Páramo	Libre	Calizas margosas		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 30-500 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.099,04 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	60%
Descarga natural	Río Pisuerga desde fin del LICRiberas del Río Pisuerga y afluentes* hasta entrada de Río Esgueva desde la confluencia con el A° de San Quirce hasta la desembocadura en el río Pisuerga en Valladolid.	IdMasa		Tipo 2	Tipo 3
		264		r. Pisuerga 668_a	30%
		311	Conexión modelo SIMGES	r. Esgueva 311_b	70%

Estación aforos	A044-VALLADOLID							Aportación promedio		Regimen hidrológico	Influenciado
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Minimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	hm <sup>3</sup> /a			
	OCT	0,16	3,16	17,08	1,18	31	0,1669		Embalses cabecera		
	NOV	1,12	4,47	19,63	1,72	61	0,5443				
	DIC	1,47	6,00	30,22	2,24	92	0,8069				
	ENE	1,53	8,34	39,67	3,11	123	1,1362				
	FEB	1,14	9,33	39,74	3,86	151	1,3494				
	MAR	1,29	9,97	45,19	3,72	182	1,3146				
	ABR	0,68	7,71	25,92	2,97	212	1,0902				
	MAY	0,91	6,35	22,42	2,37	243	0,8637				
	JUN	0,61	4,36	21,84	1,68	273	0,5190				
	JUL	0,17	2,18	14,06	0,82	304	-0,2040				
	AGO	0,00	1,57	8,52	0,59	335	-0,5336	α (días <sup>-1</sup> )	0,0170		
	SEP	0,00	1,93	8,08	0,74	365	-0,2961	α (mes <sup>-1</sup> )	0,5100		

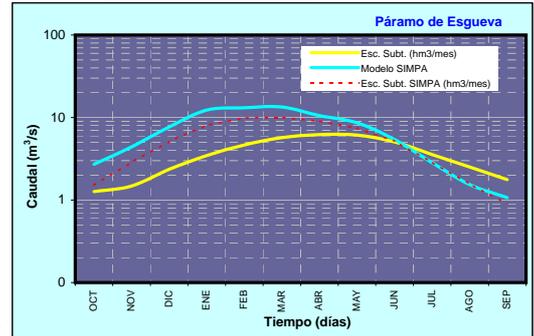


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción	
	264	02RI2211_05	Río Pisuerga desde fin del LICRiberas del Río Pisuerga y afluentes* hasta entrada de Valladolid*	
311	02RI2307_04	Río Esgueva desde la confluencia con el A° de San Quirce hasta la desembocadura en el río Pisuerga en Valladolid.		
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	2,72	0,9994	1,51
	NOV	4,41	1,4839	2,89
	DIC	7,68	2,0384	5,11
	ENE	12,32	2,5110	8,07
	FEB	13,13	2,5751	9,87
	MAR	13,42	2,5969	10,06
	ABR	10,55	2,3560	9,01
	MAY	8,65	2,1574	7,43
	JUN	5,40	1,6862	5,18
	JUL	2,84	1,0432	2,86
	AGO	1,54	0,4307	1,57
	SEP	1,07	0,0649	0,90
	ANUAL	83,72		64,47



Parámetro agotamiento: 0,0209 días<sup>-1</sup>, 0,6270 mes<sup>-1</sup>

Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
		0,3500	1,50	4,29
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	0,00	1,27	3,62
	NOV	3,77	1,48	4,23
	DIC	5,07	2,36	6,75
	ENE	7,05	3,47	9,92
	FEB	7,88	4,66	13,31
	MAR	8,43	5,69	16,27
	ABR	6,51	6,20	17,72
	MAY	5,37	6,11	17,47
	JUN	0,00	5,06	14,44
	JUL	0,00	3,56	10,18
	AGO	0,00	2,51	7,17
	SEP	0,00	1,77	5,05
	ANUAL	44,08	44,14	



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO









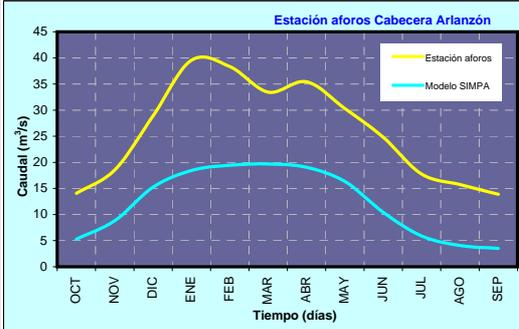


**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

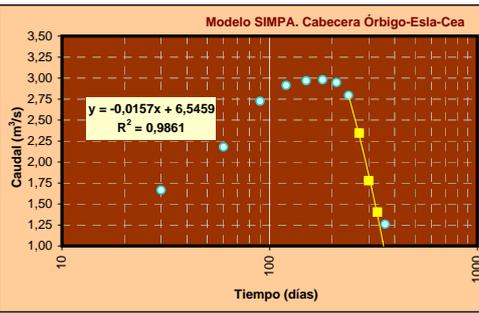
Código **09.04**  
 Nombre **Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción		
Acuífero	Calizas de montaña	Libre		Calizas, dolomías y margocalizas		
Parámetros Hidrodinámicos	Trans.: 300-1000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	291,21 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%	
Descarga natural	Río Arlanzón desde ciudad de Burgos (presiones) hasta confluencia con A° Hortal y río Ubierna desde Quintanilla de Sobresierra hasta confluencia río Arlanzón	IdMasa	114	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3
						Urbel (r. Arlanzón 114_c) 25%
					UHMod 08.06	20%

Estación aforos		A116-Villavieja de Muño						Aportación promedio	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Natural	
OCT	4,66	14,08	35,15	0,54	31	-0,6205	Embalses cabecera	NO	
NOV	4,73	18,57	59,27	1,64	61	0,4942			
DIC	7,03	28,92	88,40	3,06	92	1,1189			
ENE	9,52	39,57	130,34	4,12	123	1,4151			
FEB	6,34	38,33	161,23	3,66	151	1,2964			
MAR	4,84	33,43	107,25	2,71	182	0,9980			
ABR	13,15	35,44	87,44	2,63	212	0,9677			
MAY	9,93	30,30	83,85	2,05	243	0,7161			
JUN	6,60	24,80	67,34	1,79	273	0,5832			
JUL	3,80	17,76	53,06	0,70	304	-0,3519			
AGO	2,03	15,73	41,55	0,53	335	-0,6378	α (días <sup>-1</sup> )	0,0142	
SEP	3,95	13,88	34,64	0,43	365	-0,8480	α (mes <sup>-1</sup> )	0,4269	

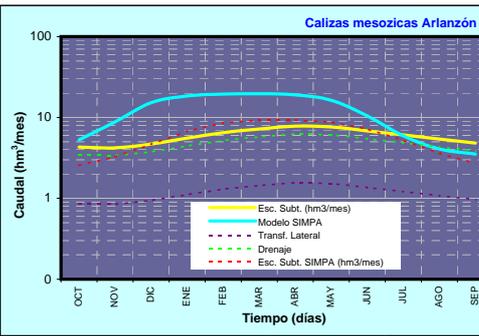


Modelo SIMPA		IDMasa	Código	Cabecera ríos Órbigo, Esla y Cea	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)		
OCT	5,29	1,6659	2,56		
NOV	8,83	2,1778	3,26		
DIC	15,25	2,7248	4,66		
ENE	18,42	2,9134	6,80		
FEB	19,43	2,9671	8,56		
MAR	19,68	2,9798	9,28		
ABR	19,04	2,9463	9,30		
MAY	16,32	2,7922	8,76		
JUN	10,43	2,3445	7,21		
JUL	5,91	1,7774	5,22		
AGO	4,07	1,4037	3,61		
SEP	3,52	1,2591	2,69		
ANUAL	146,20		71,91		



Parámetro agotamiento: 0,0157 días<sup>-1</sup>, 0,4710 mes<sup>-1</sup>

Unidad Hidrogeológica de Modelación	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
OCT		0,00	4,30	37,37	0,1150	4,55	39,57	305,00
NOV	6,79	4,21	36,58					
DIC	10,58	4,70	40,85					
ENE	14,47	5,55	48,28					
FEB	14,02	6,50	56,49					
MAR	12,23	7,21	62,73					
ABR	12,96	7,80	67,82					
MAY	0,00	7,64	66,46					
JUN	0,00	6,81	59,24					
JUL	0,00	6,07	52,80					
AGO	0,00	5,41	47,07					
SEP	0,00	4,82	41,95					
ANUAL		71,05	71,03					



% Transf. Lateral: 20,0%  
 Transf. Lateral: 14,21 hm<sup>3</sup>/a  
 Drenaje: 56,82 hm<sup>3</sup>/a

FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

## Fichas Resumen MASb Sistemas Pisuergra-Carrión-Arlanza

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
Detritico Carrion-Pisuerga	30,00	0,0850	8	118,24

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 4.266	OCT 0,90	9,30	109,46	835,04
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV 12,84	9,59	112,85	837,99
$S = 2,70E-04$	DIC 19,37	10,39	122,23	846,13
Datos Piezométricos	ENE 27,75	11,80	138,87	860,58
$H_{min}$ (m snm) = 768,00	FEB 27,07	13,05	153,51	873,29
$H_m$ (m snm) = 860,22	MAR 27,94	14,26	167,79	885,69
$H_{max}$ (m snm) = 992,90	ABR 20,58	14,78	173,85	890,95
$H^*_m$ (m snm) = 861,20	MAY 1,64	13,71	161,25	880,01
	JUN 1,45	12,71	149,50	869,81
	JUL 1,29	11,78	138,55	860,30
	AGO 1,14	10,91	128,36	851,45
	SEP 1,01	10,10	118,87	843,21
	<b>ANUAL 142,99</b>	<b>142,38</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
6 VALDAVIA	3	54,91%	30,00	0,0850	8	64,93

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.342	OCT 0,49	5,11	60,11	836,83
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV 7,05	5,27	61,97	839,84
$S = 2,65E-04$	DIC 10,64	5,71	67,12	848,13
Datos Piezométricos	ENE 15,24	6,48	76,26	862,85
$H_{min}$ (m snm) = 786,25	FEB 14,87	7,17	84,30	875,80
$H_m$ (m snm) = 863,82	MAR 15,34	7,83	92,14	888,44
$H_{max}$ (m snm) = 977,70	ABR 11,30	8,11	95,47	893,79
$H^*_m$ (m snm) = 863,49	MAY 0,90	7,53	88,55	882,65
	JUN 0,80	6,98	82,10	872,26
	JUL 0,71	6,47	76,09	862,57
	AGO 0,63	5,99	70,49	853,55
	SEP 0,56	5,55	65,28	845,16
	<b>ANUAL 78,52</b>	<b>78,19</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
10 CARRION	1	28,75%	30,00	0,0850	8	34,00

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.227	OCT 0,26	2,68	31,47	836,83
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV 3,69	2,76	32,45	839,84
$S = 2,65E-04$	DIC 5,57	2,99	35,14	848,13
Datos Piezométricos	ENE 7,98	3,39	39,93	862,85
$H_{min}$ (m snm) = 786,25	FEB 7,78	3,75	44,14	875,80
$H_m$ (m snm) = 863,82	MAR 8,03	4,10	48,25	888,44
$H_{max}$ (m snm) = 977,70	ABR 5,92	4,25	49,99	893,79
$H^*_m$ (m snm) = 863,49	MAY 0,47	3,94	46,37	882,65
	JUN 0,42	3,65	42,99	872,26
	JUL 0,37	3,39	39,84	862,57
	AGO 0,33	3,14	36,91	853,55
	SEP 0,29	2,91	34,18	845,16
	<b>ANUAL 41,12</b>	<b>40,94</b>		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
14 VILLADIEGO	2	16,33%	30,00	0,0850	8	19,31

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 697	OCT 0,15	1,52	17,88	836,83
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV 2,10	1,57	18,43	839,84
$S = 2,65E-04$	DIC 3,16	1,70	19,96	848,13
Datos Piezométricos	ENE 4,53	1,93	22,68	862,85
$H_{min}$ (m snm) = 786,25	FEB 4,42	2,13	25,07	875,80
$H_m$ (m snm) = 863,82	MAR 4,56	2,33	27,40	888,44
$H_{max}$ (m snm) = 977,70	ABR 3,36	2,41	28,39	893,79
$H^*_m$ (m snm) = 863,49	MAY 0,27	2,24	26,34	882,65
	JUN 0,24	2,08	24,42	872,26
	JUL 0,21	1,92	22,63	862,57
	AGO 0,19	1,78	20,96	853,55
	SEP 0,17	1,65	19,41	845,16
	<b>ANUAL 23,35</b>	<b>23,26</b>		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Instituto Geológico y Minero de España



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN

08.06 Detrítico Arlanza-Arlanzón

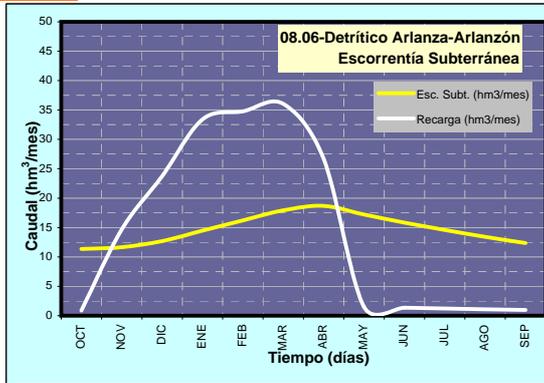
Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
70,00	0,0900	8	137,22

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 2.317  
 $H_0$  (m snm) = 735,00  
 $S$  = 5,95E-04

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 802,60  
 $H_m$  (m snm) = 853,37  
 $H_{max}$  (m snm) = 883,64  
 $H^*_m$  (m snm) = 853,48



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,86	11,36	126,23	826,58
NOV	14,65	11,64	129,38	828,87
DIC	23,75	12,69	140,96	837,26
ENE	33,40	14,47	160,77	851,63
FEB	34,76	16,22	180,17	865,71
MAR	36,05	17,92	199,14	879,47
ABR	26,75	18,68	207,58	885,59
MAY	1,53	17,21	191,17	873,69
JUN	1,36	15,84	176,02	862,70
JUL	1,21	14,58	162,03	852,55
AGO	1,08	13,42	149,12	843,19
SEP	0,96	12,35	137,21	834,54
ANUAL	176,37	176,38		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo Plucilelular Núm de celdas 2

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

16 CASTROJERIZ

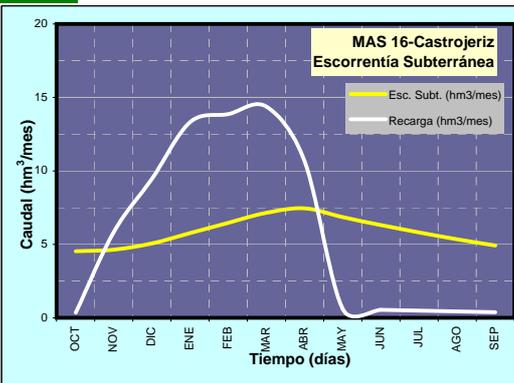
Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
1	39,87%	70,00	0,0900	8	54,70

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 924  
 $H_0$  (m snm) = 740,00  
 $S$  = 8,15E-04

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 824,82  
 $H_m$  (m snm) = 826,76  
 $H_{max}$  (m snm) = 827,80  
 $H^*_m$  (m snm) = 826,50



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,34	4,53	50,32	806,86
NOV	5,84	4,64	51,58	808,53
DIC	9,47	5,06	56,19	814,66
ENE	13,32	5,77	64,09	825,15
FEB	13,86	6,46	71,83	835,43
MAR	14,37	7,14	79,39	845,47
ABR	10,66	7,45	82,75	849,94
MAY	0,61	6,86	76,21	841,25
JUN	0,54	6,32	70,17	833,23
JUL	0,48	5,81	64,59	825,82
AGO	0,43	5,35	59,45	818,98
SEP	0,38	4,92	54,70	812,67
ANUAL	70,31	70,31		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

17 BURGOS

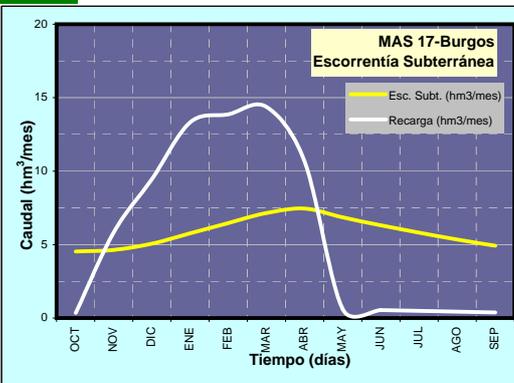
Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
2	60,13%	70,00	0,0900	8	82,52

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 1.393  
 $H_0$  (m snm) = 735,00  
 $S$  = 6,25E-04

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 798,50  
 $H_m$  (m snm) = 847,22  
 $H_{max}$  (m snm) = 905,22  
 $H^*_m$  (m snm) = 847,80



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,52	6,83	75,91	822,18
NOV	8,81	7,00	77,80	824,36
DIC	14,28	7,63	84,76	832,35
ENE	20,09	8,70	96,68	846,04
FEB	20,90	9,75	108,35	859,44
MAR	21,68	10,78	119,75	872,54
ABR	16,08	11,23	124,83	878,37
MAY	0,92	10,35	114,96	867,04
JUN	0,82	9,53	105,85	856,57
JUL	0,73	8,77	97,44	846,91
AGO	0,65	8,07	89,67	837,99
SEP	0,58	7,43	82,51	829,77
ANUAL	106,06	106,07		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
08.07 Páramo de Astudillo	35,00	0,2350	3	2,34				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 358				
$H_0$ (m snm) = 735,00				
$S = 1,00E-02$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H'_m$ (m snm) = 736,24				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	0,43	1,85	735,52
NOV	1,21	0,60	2,54	735,71
DIC	1,45	0,78	3,30	735,92
ENE	2,67	1,17	4,99	736,39
FEB	2,50	1,45	6,17	736,72
MAR	2,98	1,77	7,53	737,10
ABR	1,72	1,76	7,49	737,09
MAY	0,00	1,39	5,92	736,65
JUN	0,00	1,10	4,68	736,31
JUL	0,00	0,87	3,70	736,03
AGO	0,00	0,69	2,93	735,82
SEP	0,00	0,54	2,31	735,65
ANUAL	12,53	12,55		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelar	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
25 PÁRAMO DE ASTUDILLO	1	100,00%	35,00	0,2350	3	2,34

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 358				
$H_0$ (m snm) = 735,00				
$S = 1,00E-02$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H'_m$ (m snm) = 736,24				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	0,43	1,85	735,52
NOV	1,21	0,60	2,54	735,71
DIC	1,45	0,78	3,30	735,92
ENE	2,67	1,17	4,99	736,39
FEB	2,50	1,45	6,17	736,72
MAR	2,98	1,77	7,53	737,10
ABR	1,72	1,76	7,49	737,09
MAY	0,00	1,39	5,92	736,65
JUN	0,00	1,10	4,68	736,31
JUL	0,00	0,87	3,70	736,03
AGO	0,00	0,69	2,93	735,82
SEP	0,00	0,54	2,31	735,65
ANUAL	12,53	12,55		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Instituto Geológico y Minero de España



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONSEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )				
08.08 Páramo de Torozos	40,00	0,1850	4	16,22				

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.365				
$H_0$ (m snm) = 685,00				
$S$ = 1,70E-03				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 655,54				
$H_m$ (m snm) = 695,79				
$H_{max}$ (m snm) = 732,49				
$H_m^*$ (m snm) = 695,58				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,49	13,48	690,81
NOV	6,24	3,13	16,90	692,28
DIC	7,62	3,89	21,01	694,05
ENE	8,71	4,70	25,41	695,95
FEB	8,87	5,40	29,21	697,59
MAR	9,00	6,01	32,49	699,00
ABR	7,34	6,23	33,70	699,52
MAY	6,83	6,33	34,24	699,76
JUN	0,00	5,26	28,46	697,26
JUL	0,00	4,38	23,65	695,19
AGO	0,00	3,64	19,66	693,47
SEP	0,00	3,02	16,34	692,04
ANUAL	54,60	54,49		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1				
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	
32 PÁRAMO DE TOROZOS	1	100,00%	40,00	0,1850	4	16,22	

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.365				
$H_0$ (m snm) = 685,00				
$S$ = 1,70E-03				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) = 655,54				
$H_m$ (m snm) = 695,79				
$H_{max}$ (m snm) = 732,49				
$H_m^*$ (m snm) = 695,58				

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	2,49	13,48	690,81
NOV	6,24	3,13	16,90	692,28
DIC	7,62	3,89	21,01	694,05
ENE	8,71	4,70	25,41	695,95
FEB	8,87	5,40	29,21	697,59
MAR	9,00	6,01	32,49	699,00
ABR	7,34	6,23	33,70	699,52
MAY	6,83	6,33	34,24	699,76
JUN	0,00	5,26	28,46	697,26
JUL	0,00	4,38	23,65	695,19
AGO	0,00	3,64	19,66	693,47
SEP	0,00	3,02	16,34	692,04
ANUAL	54,60	54,49		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

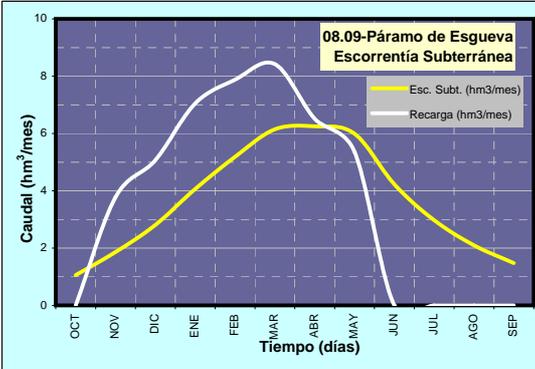
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )
08.09 Páramo de Esgueva	35,00	0,3500	2	4,29

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>0</sub> (km <sup>2</sup> ) = 1.259				
H <sub>0</sub> (m snm) = 700,00				
S = 3,50E-03				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) = 687,98				
H <sub>m</sub> (m snm) = 702,99				
H <sub>max</sub> (m snm) = 726,98				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 702,38				



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	1,06	3,02
NOV	3,77	1,86	5,31
DIC	5,07	2,81	8,02
ENE	7,05	4,06	11,60
FEB	7,88	5,19	14,82
MAR	8,43	6,14	17,55
ABR	6,51	6,25	17,87
MAY	5,37	5,99	17,12
JUN	0,00	4,22	12,06
JUL	0,00	2,98	8,50
AGO	0,00	2,10	5,99
SEP	0,00	1,48	4,22
ANUAL	44,08	44,13	

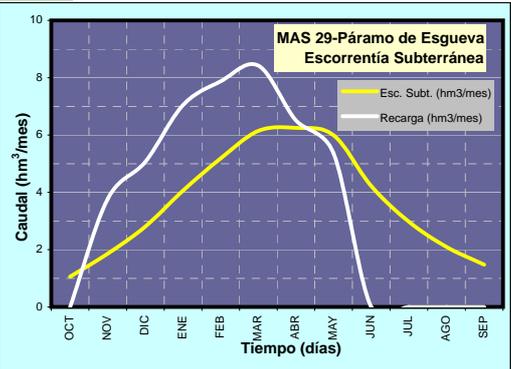
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucitelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )
29 PÁRAMO DE ESGUEVA	1	100,00%	35,00	0,3500	2	4,29

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>0</sub> (km <sup>2</sup> ) = 1.259				
H <sub>0</sub> (m snm) = 695,00				
S = 3,50E-03				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) = 687,98				
H <sub>m</sub> (m snm) = 697,49				
H <sub>max</sub> (m snm) = 705,60				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 697,38				



Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	1,06	3,02
NOV	3,77	1,86	5,31
DIC	5,07	2,81	8,02
ENE	7,05	4,06	11,60
FEB	7,88	5,19	14,82
MAR	8,43	6,14	17,55
ABR	6,51	6,25	17,87
MAY	5,37	5,99	17,12
JUN	0,00	4,22	12,06
JUL	0,00	2,98	8,50
AGO	0,00	2,10	5,99
SEP	0,00	1,48	4,22
ANUAL	44,08	44,13	

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACION HIDROGRÁFICA DEL DUERO INTEGRACION DE LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACION FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACION	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
08.17 Detrítico y aluviales Tordesillas-Valladolid	30,00	0,0750	9	56,67

Parámetros hidrodinámicos:  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 2.018  
 $H_0$  (m snm) = 650,00  
 $S = 1,80E-03$

Datos Piezométricos:  
 $H_{min}$  (m snm) = 599,28  
 $H_m$  (m snm) = 668,14  
 $H_{max}$  (m snm) = 710,72  
 $H'_m$  (m snm) = 668,50

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	3,94	52,57	664,47
NOV	7,80	4,22	56,29	665,49
DIC	9,76	4,62	61,63	666,96
ENE	11,38	5,11	68,13	668,75
FEB	11,34	5,56	74,13	670,41
MAR	11,26	5,97	79,62	671,92
ABR	9,02	6,19	82,56	672,72
MAY	0,00	5,74	76,59	671,08
JUN	0,00	5,33	71,06	669,56
JUL	0,00	4,94	65,92	668,15
AGO	0,00	4,59	61,16	666,83
SEP	0,00	4,26	56,74	665,62
ANUAL	60,55	60,48		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACION FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
20 ALUVIALES DEL PISUERGA ARLANZON	2	21,35%	30,00	0,0750	9	12,10

Parámetros hidrodinámicos:  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 431  
 $H_0$  (m snm) = 690,00  
 $S = 2,50E-02$

Datos Piezométricos:  
 $H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H'_m$  (m snm) = 691,33

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	0,84	11,22	691,04
NOV	1,67	0,90	12,02	691,12
DIC	2,68	0,99	13,16	691,22
ENE	2,43	1,09	14,55	691,35
FEB	2,42	1,19	15,83	691,47
MAR	2,40	1,27	17,00	691,58
ABR	1,92	1,32	17,63	691,64
MAY	0,00	1,23	16,35	691,52
JUN	0,00	1,14	15,17	691,41
JUL	0,00	1,06	14,07	691,31
AGO	0,00	0,98	13,06	691,21
SEP	0,00	0,91	12,11	691,12
ANUAL	12,93	12,91		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
38 TORDESILLAS	1	44,05%	30,00	0,0750	9	24,96

Parámetros hidrodinámicos:  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 889  
 $H_0$  (m snm) = 635,00  
 $S = 8,60E-04$

Datos Piezométricos:  
 $H_{min}$  (m snm) = 599,28  
 $H_m$  (m snm) = 673,09  
 $H_{max}$  (m snm) = 710,72  
 $H'_m$  (m snm) = 673,71

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	1,74	23,16	665,29
NOV	3,44	1,86	24,80	667,43
DIC	4,30	2,04	27,15	670,50
ENE	5,01	2,25	30,01	674,25
FEB	4,99	2,45	32,66	677,71
MAR	4,96	2,63	35,07	680,87
ABR	3,97	2,73	36,37	682,56
MAY	0,00	2,53	33,74	679,12
JUN	0,00	2,35	31,30	675,94
JUL	0,00	2,18	29,04	672,98
AGO	0,00	2,02	26,94	670,23
SEP	0,00	1,87	24,99	667,69
ANUAL	26,67	26,64		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
39 ALUVIAL DEL DUERO: ARANDA-TORDESILLAS	3	20,54%	30,00	0,0750	9	11,64

Parámetros hidrodinámicos:  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 415  
 $H_0$  (m snm) = 670,00  
 $S = 2,50E-02$

Datos Piezométricos:  
 $H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H'_m$  (m snm) = 671,33

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	0,81	10,80	671,04
NOV	1,60	0,87	11,56	671,12
DIC	2,00	0,95	12,66	671,22
ENE	2,34	1,05	13,99	671,35
FEB	2,33	1,14	15,23	671,47
MAR	2,31	1,23	16,35	671,58
ABR	1,85	1,27	16,96	671,64
MAY	0,00	1,18	15,73	671,52
JUN	0,00	1,09	14,59	671,41
JUL	0,00	1,02	13,54	671,31
AGO	0,00	0,94	12,56	671,21
SEP	0,00	0,87	11,65	671,12
ANUAL	12,44	12,42		

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
41 ALUVIAL DEL DUERO: TORDESILLAS-ZAMORA	4	14,06%	30,00	0,0750	9	7,97

Parámetros hidrodinámicos:  
 $A_0$  (km<sup>2</sup>) = 284  
 $H_0$  (m snm) = 600,00  
 $S = 2,50E-02$

Datos Piezométricos:  
 $H_{min}$  (m snm) =  
 $H_m$  (m snm) =  
 $H_{max}$  (m snm) =  
 $H'_m$  (m snm) = 601,33

	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	0,55	7,39	601,04
NOV	1,10	0,59	7,92	601,12
DIC	1,37	0,65	8,67	601,22
ENE	1,60	0,72	9,58	601,35
FEB	1,59	0,78	10,42	601,47
MAR	1,58	0,84	11,20	601,58
ABR	1,27	0,87	11,61	601,64
MAY	0,00	0,81	10,77	601,52
JUN	0,00	0,75	9,99	601,41
JUL	0,00	0,70	9,27	601,31
AGO	0,00	0,64	8,60	601,21
SEP	0,00	0,60	7,98	601,12
ANUAL	8,51	8,50		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )					
08.18 Detrítico Profundo Páramos-Tordesillas	6,14	0,0350	20	85,71					
Parámetros hidrodinámicos					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 5.945					OCT	2,59	2,99	85,31	704,64
$H_0$ (m snm) = 690,00					NOV	2,66	2,97	84,98	704,59
$S = 9,80E-04$					DIC	2,89	2,97	84,90	704,57
Datos Piezométricos					ENE	3,09	2,98	85,01	704,59
$H_{min}$ (m snm) = 638,30					FEB	3,25	2,98	85,28	704,64
$H_m$ (m snm) = 704,48					MAR	3,36	3,00	85,64	704,70
$H_{max}$ (m snm) = 762,99					ABR	3,43	3,01	86,07	704,77
$H^*_m$ (m snm) = 704,72					MAY	3,36	3,02	86,41	704,83
					JUN	3,20	3,03	86,59	704,86
					JUL	3,04	3,03	86,60	704,86
					AGO	2,89	3,03	86,45	704,84
					SEP	2,74	3,02	86,17	704,79
					ANUAL	36,48	36,03		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1						
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )			
67 Terciario Detrítico Bajo Los Páramos	1	100,00%	6,14	0,0350	20	85,71			
Parámetros hidrodinámicos					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 5.945					OCT	2,59	2,99	85,31	696,96
$H_0$ (m snm) = 685,00					NOV	2,66	2,97	84,98	696,91
$S = 1,20E-03$					DIC	2,89	2,97	84,90	696,90
Datos Piezométricos					ENE	3,09	2,98	85,01	696,92
$H_{min}$ (m snm) = 687,98					FEB	3,25	2,98	85,28	696,95
$H_m$ (m snm) = 697,49					MAR	3,36	3,00	85,64	697,00
$H_{max}$ (m snm) = 705,60					ABR	3,43	3,01	86,07	697,06
$H^*_m$ (m snm) = 697,02					MAY	3,36	3,02	86,41	697,11
					JUN	3,20	3,03	86,59	697,14
					JUL	3,04	3,03	86,60	697,14
					AGO	2,89	3,03	86,45	697,12
					SEP	2,74	3,02	86,17	697,08
					ANUAL	36,48	36,03		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

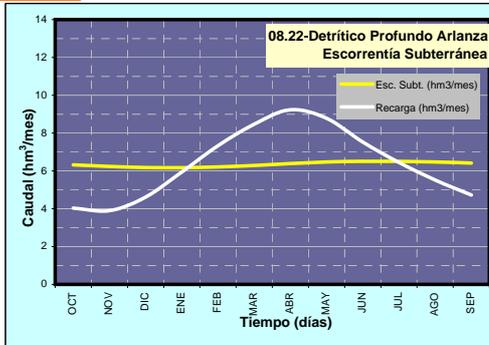
MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
08.22 Detrítico Profundo Arlanza	51,91	0,0350	20	182,86

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.474	OCT 4,03	6,32	180,53	840,07
$H_0$ (m snm) = 720,00	NOV 3,89	6,24	178,15	838,48
$S$ = 1,02E-03	DIC 4,62	6,18	176,56	837,42
Datos Piezométricos	ENE 5,94	6,17	176,32	837,27
$H_{min}$ (m snm) = 778,25	FEB 7,33	6,21	177,46	838,03
$H_m$ (m snm) = 840,82	MAR 8,47	6,29	179,68	839,50
$H_{max}$ (m snm) = 905,22	ABR 9,23	6,39	182,58	841,43
$H^*_m$ (m snm) = 840,61	MAY 8,79	6,47	184,93	842,99
	JUN 7,53	6,51	185,97	843,68
	JUL 6,44	6,51	185,90	843,64
	AGO 5,52	6,47	184,93	843,00
	SEP 4,73	6,41	183,22	841,85
	<b>ANUAL</b> 76,52	<b>76,17</b>		

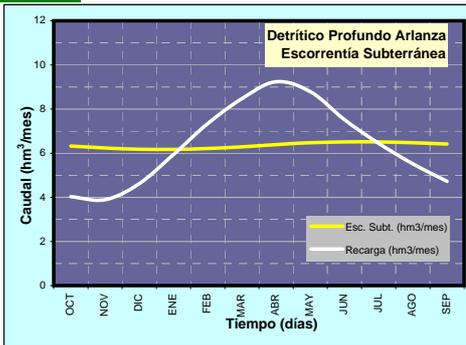


MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
Detrítico Profundo Arlanza	1	100,00%	51,91	0,0350	20	182,86

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.474	OCT 4,03	6,32	180,53	840,07
$H_0$ (m snm) = 720,00	NOV 3,89	6,24	178,15	838,48
$S$ = 1,02E-03	DIC 4,62	6,18	176,56	837,42
Datos Piezométricos	ENE 5,94	6,17	176,32	837,27
$H_{min}$ (m snm) = 778,25	FEB 7,33	6,21	177,46	838,03
$H_m$ (m snm) = 840,82	MAR 8,47	6,29	179,68	839,50
$H_{max}$ (m snm) = 905,22	ABR 9,23	6,39	182,58	841,43
$H^*_m$ (m snm) = 840,61	MAY 8,79	6,47	184,93	842,99
	JUN 7,53	6,51	185,97	843,68
	JUL 6,44	6,51	185,90	843,64
	AGO 5,52	6,47	184,93	843,00
	SEP 4,73	6,41	183,22	841,85
	<b>ANUAL</b> 76,52	<b>76,17</b>		



PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
09_02 Calizas cantábricas Carrión-Pisuerga	325,00	0,1850	4	47,30

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 524				
$H_0$ (m snm) = 1085,00				
$S = 1,50E-02$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H_m^*$ (m snm) = 1094,75				

Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	7,27	39,31	1090,00
NOV	19,59	9,35	50,55	1091,44
DIC	24,72	11,95	64,58	1093,22
ENE	31,57	15,26	82,50	1095,50
FEB	31,15	17,95	97,01	1097,35
MAR	32,99	20,49	110,74	1099,10
ABR	30,19	22,13	119,60	1100,22
MAY	0,00	18,39	99,40	1097,65
JUN	0,00	15,28	82,61	1095,52
JUL	0,00	12,70	68,66	1093,74
AGO	0,00	10,56	57,06	1092,26
SEP	0,00	8,77	47,42	1091,04
ANUAL	170,21	170,09		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
3 CERVERA DE PISUERGA	1	100,00%	325,00	0,1850	4	47,30

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 524				
$H_0$ (m snm) = 1085,00				
$S = 1,50E-02$				
Datos Piezométricos				
$H_{min}$ (m snm) =				
$H_m$ (m snm) =				
$H_{max}$ (m snm) =				
$H_m^*$ (m snm) = 1094,75				

Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
OCT	0,00	7,27	39,31	1090,00
NOV	19,59	9,35	50,55	1091,44
DIC	24,72	11,95	64,58	1093,22
ENE	31,57	15,26	82,50	1095,50
FEB	31,15	17,95	97,01	1097,35
MAR	32,99	20,49	110,74	1099,10
ABR	30,19	22,13	119,60	1100,22
MAY	0,00	18,39	99,40	1097,65
JUN	0,00	15,28	82,61	1095,52
JUL	0,00	12,70	68,66	1093,74
AGO	0,00	10,56	57,06	1092,26
SEP	0,00	8,77	47,42	1091,04
ANUAL	170,21	170,09		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD DE MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )					
09.03 Calizas mesozoicas del Alto Pisuegra	100,00	0,1200	6	39,58					
Parámetros hidrodinámicos					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 753					OCT	0,00	4,21	35,11	863,11
$H_0$ (m snm) = 860,00					NOV	7,36	4,57	38,07	863,37
$S = 1,50E-02$					DIC	10,22	5,21	43,40	863,84
Datos Piezométricos					ENE	14,46	6,25	52,12	864,62
$H_{min}$ (m snm) =					FEB	15,00	7,24	60,36	865,35
$H_m$ (m snm) =					MAR	15,77	8,21	68,40	866,06
$H_{max}$ (m snm) =					ABR	12,45	8,69	72,40	866,41
$H^*_m$ (m snm) = 864,62					MAY	0,00	7,71	64,21	865,69
					JUN	0,00	6,83	56,95	865,04
					JUL	0,00	6,06	50,51	864,47
					AGO	0,00	5,38	44,80	863,97
					SEP	0,00	4,77	39,73	863,52
					ANUAL	75,27	75,13		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1						
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )			
4 QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	1	100,00%	100,00	0,1200	6	39,58			
Parámetros hidrodinámicos					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 753					OCT	0,00	4,21	35,11	863,11
$H_0$ (m snm) = 860,00					NOV	7,36	4,57	38,07	863,37
$S = 1,50E-02$					DIC	10,22	5,21	43,40	863,84
Datos Piezométricos					ENE	14,46	6,25	52,12	864,62
$H_{min}$ (m snm) =					FEB	15,00	7,24	60,36	865,35
$H_m$ (m snm) =					MAR	15,77	8,21	68,40	866,06
$H_{max}$ (m snm) =					ABR	12,45	8,69	72,40	866,41
$H^*_m$ (m snm) = 864,62					MAY	0,00	7,71	64,21	865,69
					JUN	0,00	6,83	56,95	865,04
					JUL	0,00	6,06	50,51	864,47
					AGO	0,00	5,38	44,80	863,97
					SEP	0,00	4,77	39,73	863,52
					ANUAL	75,27	75,13		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

MAS compartida entre varias Unidades de Modelación

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )					
4 QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	148	0,1176	6	79,15					
Parámetros hidrodinámicos					Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 986					OCT	0,00	8,27	70,33	864,76
$H_0$ (m snm) = 860,00					NOV	14,15	8,92	75,88	865,13
$S = 1,50E-02$					DIC	20,80	10,24	87,07	865,89
Datos Piezométricos					ENE	28,94	12,31	104,70	867,08
$H_{min}$ (m snm) =					FEB	29,01	14,16	120,47	868,15
$H_m$ (m snm) =					MAR	28,00	15,70	133,58	869,03
$H_{max}$ (m snm) =					ABR	25,42	16,78	142,71	869,65
$H^*_m$ (m snm) = 867,01					MAY	0,00	14,92	126,88	868,58
Unidades de Modelación					JUN	0,00	13,26	112,80	867,63
09.03 Calizas mesozoicas del Alto Pisuegra					JUL	0,00	11,79	100,29	866,78
09.04 Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón					AGO	0,00	10,48	89,17	866,03
					SEP	0,00	9,32	79,28	865,36
					ANUAL	146,32	146,16		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

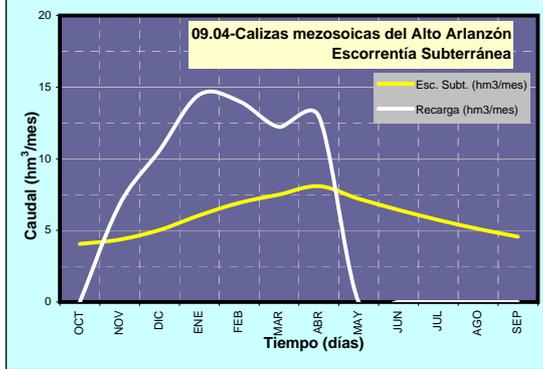
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO**

UNIDAD HIDROGEOLOGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )
09.04 Calizas mesozoicas del Alto Arlanzón	305,00	0,1150	6	39,57

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>0</sub> (km <sup>2</sup> ) = 233				
H <sub>0</sub> (m snm) = 880,00				
S = 1,50E-02				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) =				
H <sub>m</sub> (m snm) =				
H <sub>máx</sub> (m snm) =				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 894,73				



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	4,06	35,27	890,09
NOV	6,79	4,35	37,85	890,83
DIC	10,58	5,03	43,73	892,52
ENE	14,47	6,06	52,65	895,07
FEB	14,02	6,92	60,18	897,22
MAR	12,23	7,50	65,19	898,66
ABR	12,96	8,09	70,35	900,13
MAY	0,00	7,21	62,71	897,95
JUN	0,00	6,43	55,90	896,00
JUL	0,00	5,73	49,83	894,26
AGO	0,00	5,11	44,41	892,71
SEP	0,00	4,55	39,59	891,33
<b>ANUAL</b>	<b>71,05</b>	<b>71,03</b>		

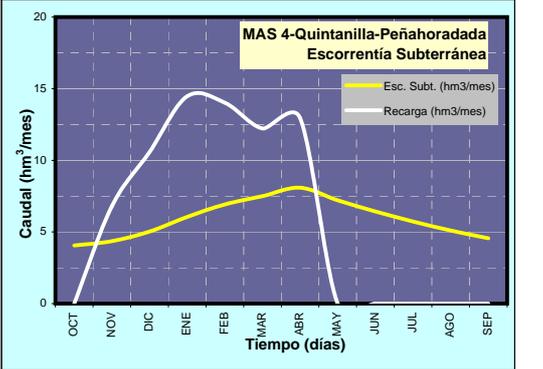
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas				
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )
4 QUINTANILLA-PEÑAHORADADA	1	100,00%	305,00	0,1150	6	39,57

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>0</sub> (km <sup>2</sup> ) = 233				
H <sub>0</sub> (m snm) = 860,00				
S = 1,50E-02				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) =				
H <sub>m</sub> (m snm) =				
H <sub>máx</sub> (m snm) =				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 874,73				



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	4,06	35,27	870,09
NOV	6,79	4,35	37,85	870,83
DIC	10,58	5,03	43,73	872,52
ENE	14,47	6,06	52,65	875,07
FEB	14,02	6,92	60,18	877,22
MAR	12,23	7,50	65,19	878,66
ABR	12,96	8,09	70,35	880,13
MAY	0,00	7,21	62,71	877,95
JUN	0,00	6,43	55,90	876,00
JUL	0,00	5,73	49,83	874,26
AGO	0,00	5,11	44,41	872,71
SEP	0,00	4,55	39,59	871,33
<b>ANUAL</b>	<b>71,05</b>	<b>71,03</b>		

## Sistema Tormes-Águeda

## Ficha Resumen Sistemas Tormes-Águeda

Sector de explotación hidráulica		Tormes								Escorrentía Subterránea SIMPA (hm³/a)
UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)	Extensión (km²)	Superficie permeable (km²)	Tasa recarga (mm/a)	Recarga (hm³/a)	Descarga (hm³/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm³)		
12.01 Detrítico de Ciudad Rodrigo	416,10	353,69	65,00	22,99	22,67	0,075	9,2	20,67	33,55	
12.02 Detrítico de San Esteban	1.181,28	1.004,09	55,00	55,22	55,02	0,08	8,7	47,50	61,11	
12.03 Detrítico de La Armuña (superficial)	1.480,17	1.258,14	65,00	81,78	81,78	0,095	7,3	56,84	95,25	
12.04 Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	974,77	779,82	30,00	23,39	23,32	0,135	5,1	10,37	18,38	
12.05 Detrítico Profundo de Salamanca	2.454,94	2.332,19	5,00	16,92	17,32	0,025	27,7	56,00	0,00	
99.02 Detrítico del Corneja	61,16	55,04	275,00	15,14	15,19	0,105	6,60	9,52	14,26	
Suma	6.568,42	5.782,97	495,00	215,44	215,30				222,55	

Descarga Natural	Águeda	Yeltes	Huebra	Tormes	UHMod 08.19	UHMod 12.05	Descarga Reg. Natural (hm³/a)
12.01 Detrítico de Ciudad Rodrigo	22,67						22,67
12.02 Detrítico de San Esteban		38,52	16,51				55,02
12.03 Detrítico de La Armuña (superficial)				77,69		4,09	81,78
12.04 Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda				22,15		1,17	23,32
12.05 Detrítico Profundo de Salamanca				2,60	14,72		17,32
99.02 Detrítico del Corneja				15,19			15,19
Suma	22,67	38,52	16,51	117,63	14,72	5,25	215,30

REPRESENTATIVIDAD HIDROGEOLÓGICA	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN (ACUIFEROS)						137,23						
Masas de Aguas Subterráneas de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero	12.01 Detrítico de Ciudad Rodrigo	12.02 Detrítico de San Esteban	12.03 Detrítico de La Armuña (superficial)	12.04 Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	12.05 Detrítico Profundo de Salamanca	99.02 Detrítico del Corneja	Recarga Natural (hm³/a)	Drenaje a cauces (hm³/a)	Transf. Lateral Subterránea (hm³/a)	Demanda Urbana (hm³/a)	Demanda Agrícola (hm³/a)	Demandas (hm³/a)	Escorrentía Subterránea SIMPA (hm³/a)
52 SALAMANCA	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	0,00%	122,09	102,44	19,97	2,62	42,86	45,48	113,63
53 VITIGUDINO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,55	0,43	0,98	-
58 CAMPO CHARRO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,30	3,92	4,22	-
59 LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	55,22	55,02	0,00	0,27	3,12	3,39	61,11
60 GREDOS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,65	0,33	0,98	-
63 CIUDAD RODRIGO	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,99	22,67	0,00	0,53	0,06	0,59	33,55
65 LAS BATUECAS	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,05	1,09	1,14	-
66 VALDECORNEJA	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	15,14	15,19	0,00	0,03	0,07	0,10	14,26
40 SAYAGO	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,39	2,07	2,46	-
							215,44	195,32	19,97	5,39	53,94	59,33	222,55

MODELOS DE GESTIÓN MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS							
UNIDADES DE MODELACIÓN	Número celdas	Celda	MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS		$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$V_0$ (hm³)	Coef.Reparto
12.01 Detrítico de Ciudad Rodrigo	1	1	63	CIUDAD RODRIGO	0,075	20,67	100,00%
12.02 Detrítico de San Esteban	1	1	59	LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	0,08	47,50	100,00%
12.03 Detrítico de La Armuña (superficial)	1	1					100,00%
12.04 Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda	1	1	52	SALAMANCA	0,093	123,21	100,00%
12.05 Detrítico Profundo de Salamanca	1	1					100,00%
99.02 Detrítico del Corneja	1	1	66	VALDECORNEJA	0,105	9,52	100,00%

Sector de explotación hidráulica Tormes																											
UNIDADES HIDROGEOLOGICAS de MODELACION (ACUIFEROS)		ACUIFERO SIMGES				Parámetros simulación			Conducción Tipo 3		Acciones Elementales								Demandas		Retornos Regadíos						
		Número	Número celdas	Celda	MAS	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$V_e$ (hm <sup>3</sup> )	Coef. Reparto	Cauces	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Acción	Coef. Reparto	Nombre	Demanda bruta (hm <sup>3</sup> /a)	Nombre	Subsistema Explotación	Coef. Consumo	Coef. Retornos	Coef. Infiltrac.	Demanda (hm <sup>3</sup> /a)	Rec. Ret. Riegos (hm <sup>3</sup> /a)
12.01	Detritico de Ciudad Rodrigo	1	1	1	63 CIUDAD RO	0,075	20,667	100%	Águeda 521	100%	Recarga Neta	100%						43 Bomb MAS 63 (Ciudad Rodrigo)	0,058	25.DA (5019) ZR MI Águeda	Águeda	10%	84%	6%	29,66	1,64	
																				27.DA (5020) RP 1ª Elevación MD Águeda	Águeda	51%	22%	27%	1,86	0,50	
																				29.DA (5021) RP 2ª Elevación MD Águeda	Águeda	24%	64%	12%	1,34	0,16	
																				43.Bomb MAS 63 (Ciudad Rodrigo)	Águeda	75%	0%	25%	0,06	0,01	
12.02	Detritico de San Esteban	2	1	1	59 LA FUENTE	0,080	47,500	100%	Huebra 535	30%	Recarga Neta	100%						44. Bomb MAS 59 (San Esteban)	3,125	42.DA (5016) RP Cabecera Rio Yeltes	Yeltes-Huebra	28%	57%	15%	4,29	0,65	
									Yeltes 538_a	70%										44. Bomb MAS 59 (San Esteban)	Yeltes-Huebra	75%	0%	25%	3,125	0,78	
									r. Tormes 680_a	30%										11.DA (5012) ZR Florida-Liébana	Tormes	51%	26%	22%	10,21	2,29	
									r. Tormes 502_c	30%	Recarga Neta	100%								32.DA (5014) ZR Zorita	Tormes	30%	57%	14%	6,28	0,87	
									r. Tormes 504_c	35%										33.DA (5013) ZR Villamayor	Tormes	56%	25%	19%	5,8	1,09	
									UHMod 12.05	5%										45. Bomb MAS 52 (La Armuña)	Tormes	75%	0%	25%	23,574	5,89	
									r. Tormes 545_b	95%										34.DA (5010) ZR Almar y Vega de Almar	Tormes	60%	15%	26%	12,79	3,27	
12.04	Detritico de Alba de Tormes-Peñaranda	6	1	1	52 SALAMANCA	0,135	10,37	100%	UHMod 12.05	5%	Recarga Neta	100%						46. Bomb MAS 52 (Alba Tormes-Peñaranda)	12,858	38.DA (5009) ZR Alba de Tormes	Tormes	52%	25%	23%	4,19	0,95	
									r. Tormes 680_b	15%										46. Bomb MAS 52 (Alba Tormes-Peñaranda)	Tormes	75%	0%	25%	12,858	3,21	
									UHMod 08.19	85%																	
12.05	Detritico Profundo de Salamanca	4	1	1	52 SALAMANCA	0,025	56,00	100%			Recarga Neta	100%						47. Bomb MAS 52 (acuifero profundo)	6,429	47. Bomb MAS 52 (acuifero profundo)	Tormes	75%	0%	25%	6,429	1,61	
99.02	Detritico del Corneja		1	1	66 VALDECORNEJA	0,105	9,524	100%	r. Corneja 624	100%	Recarga Neta	100%						48 Bomb MAS 66 (Valdecorneja)	0,069	48.Bomb MAS 66 (Valdecorneja)	Tormes	75%	0%	25%	0,069	0,02	
																			<b>Bombas</b>	<b>46,11</b>							<b>22,96</b>

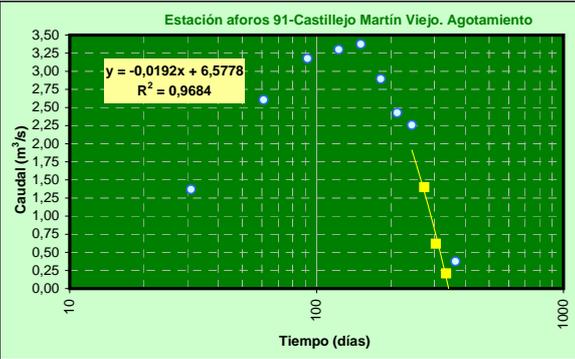
## Fichas Resumen UHMod Sistemas Tormes-Águeda

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

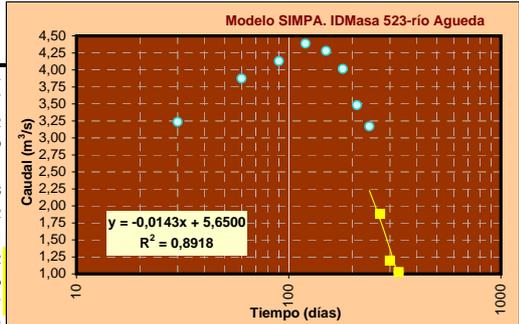
Código: **12.01**  
 Nombre: **Detrítico de Ciudad Rodrigo**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Tormes	Confinado-Semiconfinado	Arenas, conglomerados y arcillas		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 20-75 m <sup>2</sup> /d	Extensión	416,10 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	85%
	Descarga natural	Río Agueda	IdMasa	523	Conexión modelo SIMGES
				Tipo 2	Tipo 3
				Águeda 521	100%

Estación aforos <b>A091-CASTILLEJO MARTÍN VIEJO</b>						Aportación promedio		378,97 hm <sup>3</sup> /a	
Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrológico	Influenciado	
OCT	0,00	10,53	58,01	3,93	31	1,3694	Embalses cabecera	Águeda	SI
NOV	0,00	35,08	178,24	13,53	61	2,6051			
DIC	0,00	64,21	406,26	23,97	92	3,1769			
ENE	0,26	72,62	380,19	27,11	123	3,3000			
FEB	0,28	70,70	416,54	29,22	151	3,3750			
MAR	0,23	48,39	207,50	18,07	182	2,8941			
ABR	0,10	29,32	147,81	11,31	212	2,4257			
MAY	0,09	25,57	159,66	9,55	243	2,2562			
JUN	0,04	10,51	70,75	4,05	273	1,3999			
JUL	0,00	4,97	46,92	1,86	304	0,6187			
AGO	0,00	3,30	13,43	1,23	335	0,2099	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	<b>0,0192</b>	
SEP	0,02	3,77	14,37	1,45	365	0,3744	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	<b>0,5760</b>	

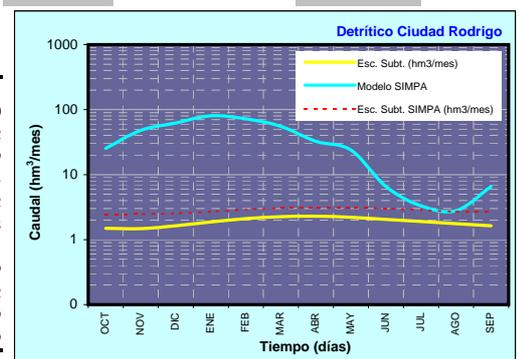


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Agueda, tramo comprendido entre el final de la ZEPA Campo de Arganan* y el principio del LIC y la ZEPA de los "Arribes del Duero"			
	523	02RI2721_03	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	
			OCT	25,41	3,2352	2,44
			NOV	48,08	3,8730	2,47
			DIC	62,19	4,1302	2,52
			ENE	80,38	4,3867	2,69
			FEB	72,27	4,2804	2,91
			MAR	55,42	4,0149	3,08
			ABR	32,50	3,4813	3,12
			MAY	23,78	3,1690	3,11
			JUN	6,57	1,8822	3,02
			JUL	3,31	1,1956	2,86
			AGO	2,79	1,0257	2,67
			SEP	6,57	1,8833	2,67
			<b>ANUAL</b>	<b>419,27</b>		<b>33,55</b>



Parámetro agotamiento: **0,0143 días<sup>-1</sup>**  
**0,4290 mes<sup>-1</sup>**

Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	<b>0,0750</b>	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	<b>1,55</b>	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	<b>20,67</b>	Tasa recarga (mm/a)	<b>65,00</b>
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	1,49	19,91				
	NOV	2,52	1,48	19,70				
	DIC	4,61	1,63	21,72				
	ENE	5,21	1,87	24,89				
	FEB	5,07	2,10	28,04				
	MAR	3,47	2,26	30,12				
	ABR	2,10	2,30	30,63				
	MAY	0,00	2,21	29,41				
	JUN	0,00	2,05	27,29				
	JUL	0,00	1,90	25,32				
	AGO	0,00	1,76	23,49				
	SEP	0,00	1,63	21,79				
	<b>ANUAL</b>	<b>22,99</b>	<b>22,67</b>					



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

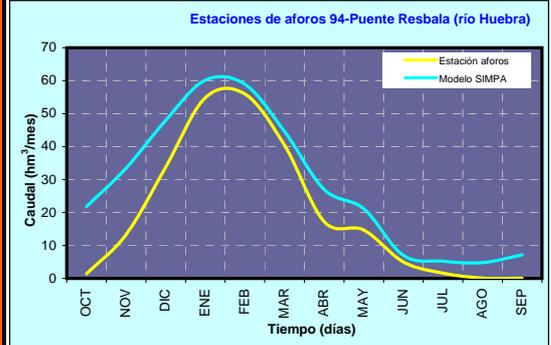
**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
**INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.**

Código: **12.02**  
 Nombre: **Detritico de San Esteban**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detritico del Tormes	Confinado-Semiconfinado	Arenas, conglomerados y arcillas		
	Aluvial del Yeltes	Libre	Conglomerados, arenas y arcillas		
Parámetros Hidrodinámicos		Transmividad: 30-100 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1.181,28 km <sup>2</sup>	Superficie permeable: 85%
Descarga natural	Rio Yeltes hasta confluencia con Huebra	IdMasa: 538	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2	Tipo 3
	Rio Huebra hasta confluencia con el rio Yeltes	IdMasa: 535		Huebra 535	30%
				Yeltes 538_a	70%

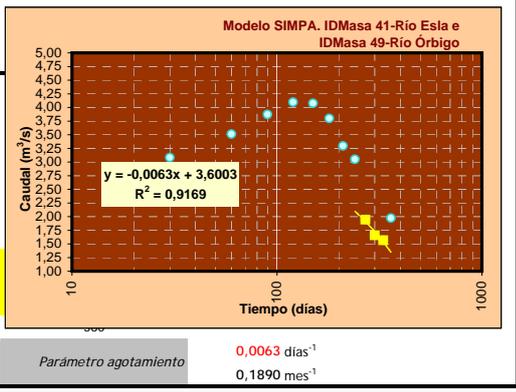
**A094-PUENTE RESBALA** Aportación promedio: 238,40 hm<sup>3</sup>/a

Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)	Régimen hidrologico
	OCT	0,00	1,43	23,75	0,53	31	-0,6293	Embalses cabecera
	NOV	0,00	13,31	124,18	5,14	61	1,6362	
	DIC	0,00	33,77	230,02	12,61	92	2,5344	
	ENE	0,00	54,86	258,16	20,48	123	3,0195	
	FEB	0,00	55,94	335,26	23,12	151	3,1408	
	MAR	0,00	40,47	319,28	15,11	182	2,7152	
	ABR	0,22	17,21	76,59	6,64	212	1,8933	
	MAY	0,17	14,67	62,09	5,48	243	1,7009	
	JUN	0,00	5,00	33,31	1,93	273	0,6570	
	JUL	0,00	1,61	33,68	0,60	304	-0,5109	
	AGO	0,00	0,10	2,25	0,04	335	-3,2420	α (días <sup>-1</sup> ): 0,0629
	SEP	0,00	0,03	0,61	0,01	365	-4,5582	α (mes <sup>-1</sup> ): 1,8870

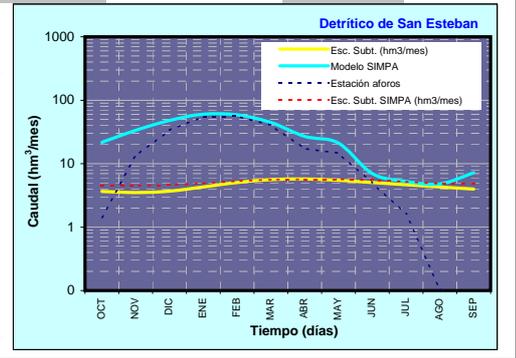


Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Descripción		
	535	02RI2726_07	Rio Huebra desde San Muñoz hasta la desembocadura con el Rio Yeltes y afluentes.		
538	02RI2726_10	Rio Yeltes desde la confluencia con el Rio Huebra hasta el LIC (incluido) Riberas de los Rios Huebra, Yeltes, Uces y afluentes.			
	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	21,78	3,0809	4,45	
	NOV	33,49	3,5113	4,51	
	DIC	47,94	3,8699	4,59	
	ENE	60,19	4,0975	4,90	
	FEB	58,91	4,0760	5,31	
	MAR	44,62	3,7982	5,61	
	ABR	26,97	3,2948	5,68	
	MAY	21,11	3,0500	5,68	
	JUN	6,99	1,9440	5,50	
	JUL	5,25	1,6585	5,21	
	AGO	4,80	1,5686	4,86	
	SEP	7,19	1,9723	4,81	
	ANUAL	339,23		61,11	

Parámetro agotamiento: 0,0063 días<sup>-1</sup> / 0,1890 mes<sup>-1</sup>



Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	0,0800	3,80	47,50	55,00
	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	0,00	3,65	45,65
	NOV	3,41	3,50	43,80
	DIC	8,65	3,70	46,26
	ENE	14,05	4,29	53,65
	FEB	14,33	5,05	63,17
	MAR	10,37	5,61	70,15
	ABR	4,41	5,75	71,82
	MAY	0,00	5,47	68,39
	JUN	0,00	5,05	63,13
	JUL	0,00	4,66	58,28
	AGO	0,00	4,30	53,80
	SEP	0,00	3,97	49,66
	ANUAL	55,22	55,02	



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código **12.03**  
 Nombre **Detritico de La Armuña (superficial)**

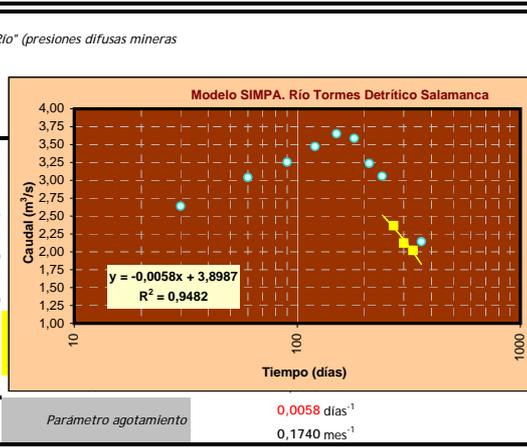
Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detritico superficial del Tormes	Libre-Semiconfinado	Arenas, conglomerados y arcillas		
Parámetros Hidrodinámicos		Trans.: 200-300 m <sup>2</sup> /d	Extensión	1.480,17 km <sup>2</sup>	Superficie permeable
					85%
Descarga natural	Río Tormes	IdMasa	Tipo 2		
	UHMod 12.05	505	Conexión modelo SIMGES	Tipo 3	
				r. Tormes 680_a	30%
				r. Tormes 502_c	30%
				r. Tormes 504_c	35%
				UHMod 12.05	5%

**A088-CONTIENSA** Aportación promedio: 861,84 hm<sup>3</sup>/a

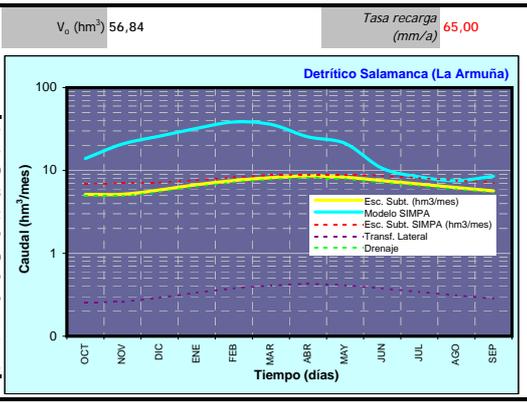
Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrologico	Influenciado
	OCT	16,08	48,16	198,31	17,98	31	2,8893	Embalses cabecera	SI
	NOV	9,98	69,88	420,43	26,96	61	3,2944		
	DIC	9,91	96,50	679,63	36,03	92	3,5843		
	ENE	14,68	117,13	712,40	43,73	123	3,7781		
	FEB	11,66	98,93	517,12	40,89	151	3,7110		
	MAR	14,38	98,86	446,74	36,91	182	3,6085		
	ABR	15,27	70,40	201,74	27,16	212	3,3018		
	MAY	12,80	70,94	239,90	26,49	243	3,2767		
	JUN	11,58	55,16	169,04	21,28	273	3,0578		
	JUL	8,65	42,93	123,74	16,03	304	2,7743		
	AGO	8,77	46,84	117,54	17,49	335	2,8616	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	0,0050
	SEP	9,33	46,11	118,24	17,79	365	2,8786	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,1491



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Tormes desde Torrecilla del Río* (presiones difusas mineras)			
	505	02RI2684_04	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
	OCT	13,98	2,6375	6,94		
	NOV	20,91	3,0401	7,02		
	DIC	25,93	3,2556	7,17		
	ENE	32,22	3,4724	7,66		
	FEB	38,52	3,6513	8,31		
	MAR	36,10	3,5863	8,80		
	ABR	25,47	3,2375	8,93		
	MAY	21,28	3,0577	8,90		
	JUN	10,66	2,3662	8,63		
	JUL	8,36	2,1234	8,12		
	AGO	7,54	2,0205	7,59		
	SEP	8,53	2,1432	7,18		
	<b>ANUAL</b>	<b>249,49</b>		<b>95,25</b>		



Unidad Hidrogeológica de Modelación	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )	Tasa recarga (mm/a)
	0,0950	5,40	56,84	65,00
Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
OCT	0,00	5,15	54,23	
NOV	10,36	5,16	54,33	
DIC	14,30	5,81	61,20	
ENE	17,36	6,72	70,78	
FEB	14,66	7,56	79,62	
MAR	14,66	8,21	86,39	
ABR	10,44	8,60	90,50	
MAY	0,00	8,28	87,19	
JUN	0,00	7,53	79,29	
JUL	0,00	6,85	72,11	
AGO	0,00	6,23	65,57	
SEP	0,00	5,66	59,63	
<b>ANUAL</b>	<b>81,78</b>	<b>81,78</b>		



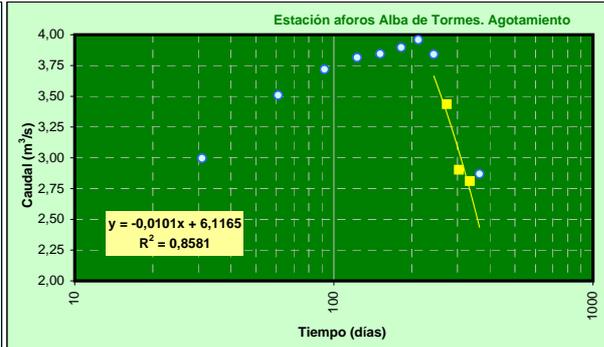
FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

Código: 12.04  
 Nombre: Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico superficial del Tormes	Libre	Arenas, conglomerados y arcillas		
Parámetros Hidrodinámicos	Trans.: 300-1000 m <sup>2</sup> /d	Extensión	974,77 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	80%
Descarga natural	Río Tormes UHMod 12.05	IdMasa	505	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2 Tipo 3 r. Tormes 545_b 95% UHMod 12.05 5%

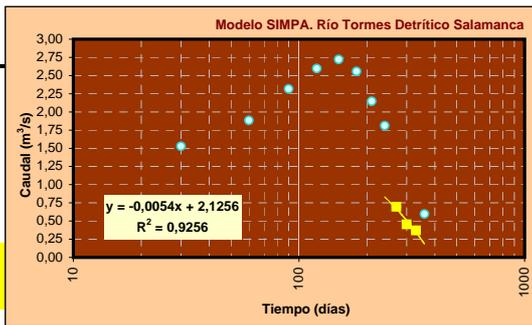
A086-ALBA DE TORMES		Aportación promedio					1.096,59 hm <sup>3</sup> /a		
Estación afloros	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(O)	Régimen hidrológico	Influenciado
	OCT	0,50	53,58	260,00	20,00	31	2,9959	Embalses cabecera	Si Santa Teresa
	NOV	5,90	86,57	300,50	33,40	61	3,5085		
	DIC	12,33	110,38	366,80	41,21	92	3,7187		
	ENE	9,86	121,42	607,30	45,33	123	3,8140		
	FEB	10,73	113,05	497,30	46,73	151	3,8444		
	MAR	10,21	131,75	380,10	49,19	182	3,8957		
	ABR	12,22	135,68	425,60	52,35	212	3,9579		
	MAY	15,61	124,73	364,91	46,57	243	3,8409		
	JUN	3,80	80,49	306,70	31,05	273	3,4357		
	JUL	2,73	48,81	222,39	18,22	304	2,9027		
	AGO	0,80	44,50	195,75	16,61	335	2,8102	α (días <sup>-1</sup> )	0,0101
	SEP	0,40	45,65	175,40	17,61	365	2,8686	α (mes <sup>-1</sup> )	0,3030



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	EMBALSE VILLAGONZALO			
	682	02HM2802	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(O)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
			OCT	4,60	1,5270	1,34
			NOV	6,57	1,8831	1,36
			DIC	10,12	2,3149	1,39
			ENE	13,40	2,5954	1,48
			FEB	15,21	2,7222	1,60
			MAR	12,89	2,5564	1,69
			ABR	8,54	2,1453	1,71
			MAY	6,11	1,8107	1,71
			JUN	2,01	0,6956	1,66
			JUL	1,58	0,4543	1,57
			AGO	1,45	0,3720	1,47
			SEP	1,82	0,5977	1,38
			ANUAL	84,31		18,38

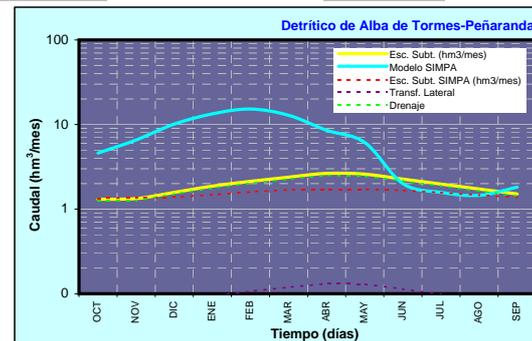
Parámetro agotamiento	0,0054 días <sup>-1</sup>
	0,1620 mes <sup>-1</sup>



Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	
	OCT	0,00	1,31	9,70
	NOV	2,90	1,33	9,86
	DIC	3,69	1,58	11,71
	ENE	4,06	1,87	13,86
	FEB	3,78	2,13	15,78
	MAR	4,41	2,38	17,63
	ABR	4,54	2,64	19,59
	MAY	0,00	2,59	19,19
	JUN	0,00	2,26	16,77
	JUL	0,00	1,98	14,65
	AGO	0,00	1,73	12,80
	SEP	0,00	1,51	11,18
	ANUAL	23,39	23,32	

α (mes <sup>-1</sup> )	0,1350
Q <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	1,40
V <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> )	10,37
Tasa recarga (mm/a)	30,00



**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

 Código **12.05**  
 Nombre **Detrítico Profundo de Salamanca**

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Terciario detrítico del Tormes	Semiconfinado-Confinado	Arenas, conglomerados y arcillas		
Parámetros Hidrodinámicos	Transmividad: 20-100 m <sup>2</sup> /d	Extensión	2.454,94 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	95%
Descarga natural	Río Tormes	IdMasa	505	Tipo 2	
	UHMod 08.19			UHMod 12.03	100%
				Conexión modelo SIMGES	
				UHMod 12.04	100%
				UHMod 08.19	85%

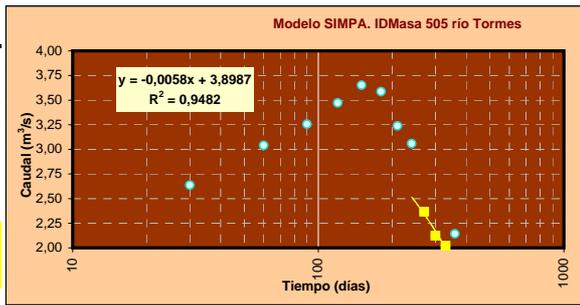
A088-CONTIENSA								Aportación promedio	
Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Mínimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	861,84 hm <sup>3</sup> /a	
								Régimen hidrológico	Influenciado
	OCT	16,08	48,16	198,31	17,98	31	2,8893	Embalses cabecera	SI
	NOV	9,98	69,88	420,43	26,96	61	3,2944		
	DIC	9,91	96,50	679,63	36,03	92	3,5843		
	ENE	14,68	117,13	712,40	43,73	123	3,7781		
	FEB	11,66	98,93	517,12	40,89	151	3,7110		
	MAR	14,38	98,86	446,74	36,91	182	3,6085		
	ABR	15,27	70,40	201,74	27,16	212	3,3018		
	MAY	12,80	70,94	239,90	26,49	243	3,2767		
	JUN	11,58	55,16	169,04	21,28	273	3,0578		
	JUL	8,65	42,93	123,74	16,03	304	2,7743		
	AGO	8,77	46,84	117,54	17,49	335	2,8616	α (días <sup>-1</sup> )	0,0050
	SEP	9,33	46,11	118,24	17,79	365	2,8786	α (mes <sup>-1</sup> )	0,1500



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Río Tormes desde Torrecilla del Río* (presiones difusas mineras)			
	505	02RI2684_04	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	días	ln(Q)	
			OCT	13,98	30	2,6375
			NOV	20,91	60	3,0401
			DIC	25,93	90	3,2556
			ENE	32,22	120	3,4724
			FEB	38,52	150	3,6513
			MAR	36,10	180	3,5863
			ABR	25,47	210	3,2375
			MAY	21,28	240	3,0577
			JUN	10,66	270	2,3662
			JUL	8,36	300	2,1234
			AGO	7,54	330	2,0205
			SEP	8,53	360	2,1432
			<b>ANUAL</b>	<b>249,49</b>		

Parámetro agotamiento	0,0058 días <sup>-1</sup>	0,1740 mes <sup>-1</sup>
-----------------------	---------------------------	--------------------------



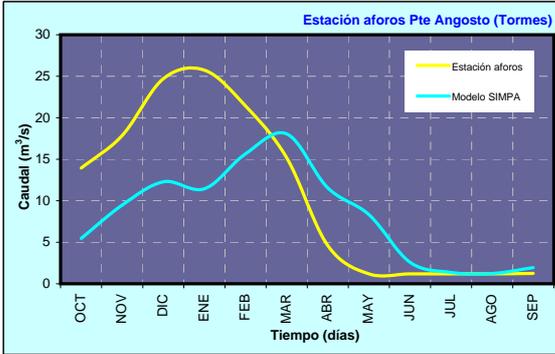
Unidad Hidrogeológica de Modelación	α (mes <sup>-1</sup> )	0,0250	Q <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> /mes)	1,40	V <sub>0</sub> (hm <sup>3</sup> )	56,00	Tasa recarga (mm/a)	5,00
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
OCT	0,36	1,39	55,48					
NOV	1,84	1,38	55,21					
DIC	2,45	1,40	55,96					
ENE	2,96	1,43	57,25					
FEB	2,63	1,46	58,60					
MAR	2,68	1,49	59,78					
ABR	2,12	1,52	60,67					
MAY	0,61	1,51	60,51					
JUN	0,55	1,49	59,59					
JUL	0,49	1,47	58,63					
AGO	0,45	1,44	57,64					
SEP	0,40	1,42	56,64					
<b>ANUAL</b>	<b>17,53</b>	<b>17,40</b>						

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
 INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

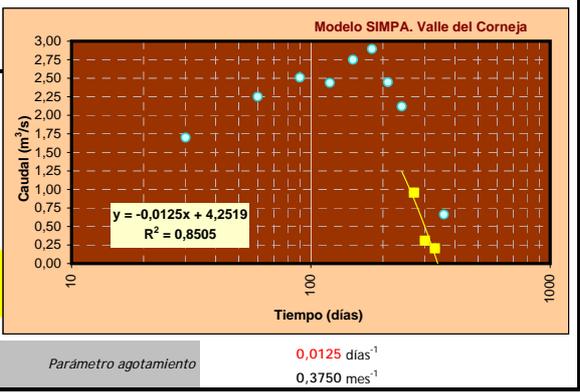
Código	99.02
Nombre	Detrítico del Corneja

Características Hidrogeológicas		Régimen piezométrico		Descripción	
Acuífero	Detrítico Terciario-Cuaternario del Corneja	Mixto	Arenas, gravas, limos y arcillas		
Parámetros Hidrodinámicos		Extensión	61,16 km <sup>2</sup>	Superficie permeable	90%
Descarga natural	hacia el mar hasta su desembocadura en el río Tormes y afluentes	IdMasa	624	Conexión modelo SIMGES	Tipo 2
					Tipo 3
					r. Corneja 624
					100%

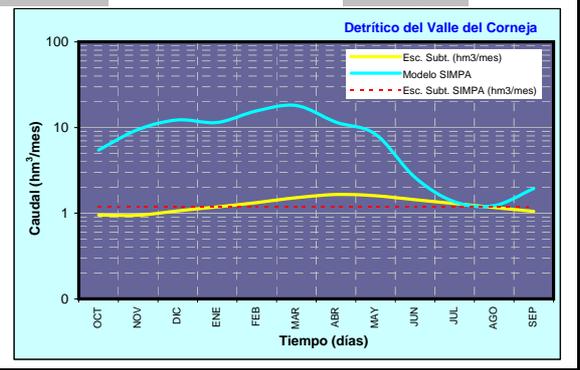
-PUENTE DEL CONGOSTO							Aportación promedio		252,13 hm <sup>3</sup> /a	
Estación aforos	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Minimo	Media	Máximo	Caudal Medio (m <sup>3</sup> /s)	días	ln(Q)	Régimen hidrológico		
	OCT		37,36		13,95	31	2,6355	Embalses cabecera		
	NOV		20,37		17,86	61	2,8824			
	DIC		66,21		24,72	92	3,2076			
	ENE		68,90		25,72	123	3,2474			
	FEB		3,43		21,42	151	3,0642			
	MAR		40,62		15,17	182	2,7190			
	ABR		11,99		4,62	212	1,5315			
	MAY		0,00		1,19	243	0,1772			
	JUN		0,00		1,20	273	0,1789			
	JUL		0,00		1,20	304	0,1786			
	AGO		0,00		1,20	335	0,1782	$\alpha$ (días <sup>-1</sup> )	1,00E-05	
	SEP		3,26		1,26	365	0,2291	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	0,0003	



Modelo SIMPA	IDMasa	Código	Régimen Aportación (hm <sup>3</sup> /mes)	Media (hm <sup>3</sup> /mes)	ln(Q)	Esc. Subt. SIMPA (hm <sup>3</sup> /mes)
			OCT	5,46	1,6983	1,18
			NOV	9,48	2,2495	1,18
			DIC	12,29	2,5088	1,18
			ENE	11,44	2,4371	1,19
			FEB	15,65	2,7504	1,19
			MAR	18,06	2,8937	1,19
			ABR	11,55	2,4469	1,19
			MAY	8,33	2,1194	1,19
			JUN	2,60	0,9565	1,20
			JUL	1,36	0,3070	1,20
			AGO	1,23	0,2040	1,20
			SEP	1,94	0,6602	1,18
			ANUAL	99,39		14,26



Embalse Subterráneo	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> ) 0,1050		$Q_0$ (hm <sup>3</sup> /mes) 1,00		$V_0$ (hm <sup>3</sup> ) 9,52		Tasa recarga (mm/a) 275,00	
	Reservas dinámicas (hm <sup>3</sup> )	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)				
	OCT	0,00	0,95	9,04				
	NOV	1,83	0,95	9,02				
	DIC	2,37	1,06	10,12				
	ENE	2,21	1,18	11,28				
	FEB	3,02	1,33	12,65				
	MAR	3,48	1,52	14,48				
	ABR	2,23	1,65	15,73				
	MAY	0,00	1,60	15,20				
	JUN	0,00	1,44	13,69				
	JUL	0,00	1,29	12,32				
	AGO	0,00	1,17	11,10				
	SEP	0,00	1,05	9,99				
	ANUAL	15,14	15,19					



FICHAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS de MODELACIÓN de la PARTE ESPAÑOLA de la DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA del DUERO

## Fichas Resumen MASb Sistemas Tormes-Águeda

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
12.01 Detrítico de Ciudad Rodrigo	65,00	0,0750	9	20,67

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 354	OCT	0,00	1,44	19,17	690,35
$H_0$ (m snm) = 600,00	NOV	2,52	1,52	20,21	695,25
$S = 6,00E-04$	DIC	4,61	1,74	23,19	709,29
Datos Piezométricos	ENE	5,21	1,99	26,54	725,06
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	5,07	2,21	29,51	739,06
$H_m$ (m snm) =	MAR	3,47	2,30	30,72	744,78
$H_{máx}$ (m snm) =	ABR	2,10	2,29	30,53	743,87
$H^*_m$ (m snm) = 718,77	MAY	0,00	2,12	28,32	733,47
	JUN	0,00	1,97	26,28	723,83
	JUL	0,00	1,83	24,38	714,88
	AGO	0,00	1,70	22,62	706,58
	SEP	0,00	1,57	20,98	698,88
	ANUAL	22,99	22,68		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
63 CIUDAD RODRIGO	1	100,00%	65,00	0,0750	9	20,67

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 354	OCT	0,00	1,44	19,17	690,35
$H_0$ (m snm) = 600,00	NOV	2,52	1,52	20,21	695,25
$S = 6,00E-04$	DIC	4,61	1,74	23,19	709,29
Datos Piezométricos	ENE	5,21	1,99	26,54	725,06
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	5,07	2,21	29,51	739,06
$H_m$ (m snm) =	MAR	3,47	2,30	30,72	744,78
$H_{máx}$ (m snm) =	ABR	2,10	2,29	30,53	743,87
$H^*_m$ (m snm) = 718,77	MAY	0,00	2,12	28,32	733,47
	JUN	0,00	1,97	26,28	723,83
	JUL	0,00	1,83	24,38	714,88
	AGO	0,00	1,70	22,62	706,58
	SEP	0,00	1,57	20,98	698,88
	ANUAL	22,99	22,68		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

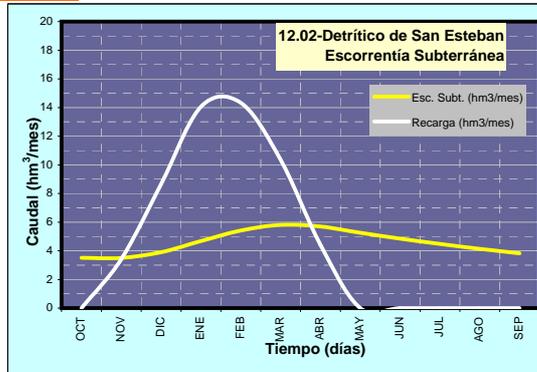
UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
12.02 Detrítico de San Esteban	55,00	0,0800	9	47,50

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 1.004  
 $H_0$  (m snm) = 690,00  
 $S = 6,60E-04$

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 735,32  
 $H_m$  (m snm) = 776,71  
 $H_{max}$  (m snm) = 829,93  
 $H_m^*$  (m snm) = 776,50



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	3,51	43,85	756,17
NOV	3,41	3,50	43,75	756,02
DIC	8,65	3,90	48,71	763,50
ENE	14,05	4,68	58,47	778,23
FEB	14,33	5,42	67,75	792,23
MAR	10,37	5,80	72,50	799,40
ABR	4,41	5,69	71,16	797,39
MAY	0,00	5,26	65,69	789,13
JUN	0,00	4,85	60,64	781,51
JUL	0,00	4,48	55,98	774,47
AGO	0,00	4,13	51,68	767,98
SEP	0,00	3,82	47,70	761,98
<b>ANUAL</b>	<b>55,22</b>	<b>55,03</b>		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

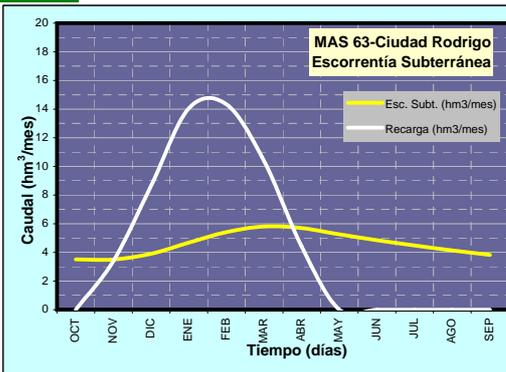
Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
59 LA FUENTE DE SAN ESTEBAN	1	100,00%	55,00	0,0800	9	47,50

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 1.004  
 $H_0$  (m snm) = 690,00  
 $S = 6,60E-04$

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 735,32  
 $H_m$  (m snm) = 776,71  
 $H_{max}$  (m snm) = 829,93  
 $H_m^*$  (m snm) = 776,50



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,00	3,51	43,85	756,17
NOV	3,41	3,50	43,75	756,02
DIC	8,65	3,90	48,71	763,50
ENE	14,05	4,68	58,47	778,23
FEB	14,33	5,42	67,75	792,23
MAR	10,37	5,80	72,50	799,40
ABR	4,41	5,69	71,16	797,39
MAY	0,00	5,26	65,69	789,13
JUN	0,00	4,85	60,64	781,51
JUL	0,00	4,48	55,98	774,47
AGO	0,00	4,13	51,68	767,98
SEP	0,00	3,82	47,70	761,98
<b>ANUAL</b>	<b>55,22</b>	<b>55,03</b>		

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
12.03 Detrítico de La Armuña (superficial)	65,00	0,0950	7	56,84

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.258	OCT	0,00	4,91	51,69	782,80
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV	10,36	5,40	56,89	787,10
$S$ = 9,60E-04	DIC	14,30	6,21	65,38	794,13
Datos Piezométricos	ENE	17,36	7,22	76,02	802,94
$H_{min}$ (m snm) = 747,94	FEB	14,66	7,90	83,12	808,82
$H_m$ (m snm) = 799,00	MAR	14,65	8,51	89,56	814,15
$H_{max}$ (m snm) = 856,52	ABR	10,44	8,68	91,40	815,68
$H_m^*$ (m snm) = 799,39	MAY	0,00	7,90	83,12	808,82
	JUN	0,00	7,18	75,59	802,58
	JUL	0,00	6,53	68,74	796,91
	AGO	0,00	5,94	62,51	791,75
	SEP	0,00	5,40	56,84	787,06
	<b>ANUAL</b>	<b>81,78</b>	<b>81,78</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
52 SALAMANCA	1	100,00%	65,00	0,0950	7	56,84

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 1.258	OCT	0,00	4,91	51,69	801,32
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV	10,36	5,40	56,89	807,49
$S$ = 6,70E-04	DIC	14,30	6,21	65,38	817,56
Datos Piezométricos	ENE	17,36	7,22	76,02	830,18
$H_{min}$ (m snm) = 747,94	FEB	14,66	7,90	83,12	838,60
$H_m$ (m snm) = 825,36	MAR	14,65	8,51	89,56	846,25
$H_{max}$ (m snm) = 925,10	ABR	10,44	8,68	91,40	848,43
$H_m^*$ (m snm) = 825,10	MAY	0,00	7,90	83,12	838,60
	JUN	0,00	7,18	75,59	829,67
	JUL	0,00	6,53	68,74	821,54
	AGO	0,00	5,94	62,51	814,15
	SEP	0,00	5,40	56,84	807,43
	<b>ANUAL</b>	<b>81,78</b>	<b>81,78</b>		

**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

MAS compartida entre varias Unidades de Modelación

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
52 SALAMANCA	59,91	0,0930	7	123,21

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 2.038	OCT	0,32	7,51	80,75	802,90
$H_0$ (m snm) = 740,00	NOV	15,06	8,22	88,45	808,89
$S$ = 6,30E-04	DIC	20,41	9,34	100,47	818,25
Datos Piezométricos	ENE	24,33	10,68	114,92	829,51
$H_{min}$ (m snm) = 747,94	FEB	21,02	11,61	124,88	837,27
$H_m$ (m snm) = 825,36	MAR	21,68	12,52	134,72	844,93
$H_{max}$ (m snm) = 925,10	ABR	17,03	12,97	139,50	848,65
$H_m^*$ (m snm) = 825,47	MAY	0,54	11,81	127,02	838,93
	JUN	0,49	10,76	115,77	830,17
	JUL	0,44	9,82	105,62	822,26
	AGO	0,40	8,97	96,47	815,14
	SEP	0,36	8,20	88,21	808,70
	<b>ANUAL</b>	<b>122,09</b>	<b>122,42</b>		

UHMod  
12.03 Detrítico de La Armuña (superficial)  
12.04 Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda  
12.05 Detrítico Profundo de Salamanca

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN  
12.04 Detrítico de Alba de Tormes-Peñaranda

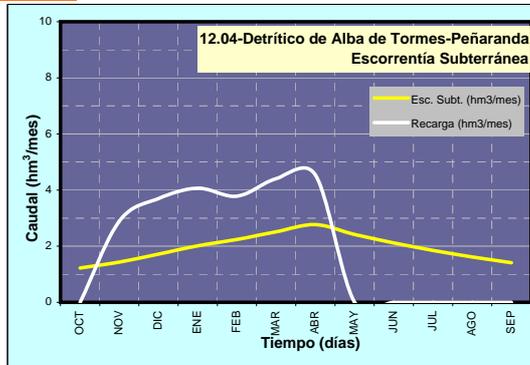
Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
30,00	0,1350	5	10,37

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 780  
 $H_0$  (m snm) = 800,00  
 $S$  = 2,60E-04

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 815,53  
 $H_m$  (m snm) = 871,12  
 $H_{max}$  (m snm) = 925,10  
 $H'_m$  (m snm) = 871,01



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	1,22	9,06	844,69
NOV	2,90	1,43	10,63	852,42
DIC	3,69	1,72	12,74	862,84
ENE	4,06	2,02	14,93	873,66
FEB	3,78	2,24	16,59	881,82
MAR	4,41	2,51	18,62	891,83
ABR	4,54	2,77	20,52	901,19
MAY	0,00	2,42	17,93	888,41
JUN	0,00	2,11	15,66	877,25
JUL	0,00	1,85	13,68	867,49
AGO	0,00	1,61	11,96	858,97
SEP	0,00	1,41	10,45	851,52
ANUAL	23,39	23,32		

MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO

Tipo de modelo Plucitelular Num de celdas 1

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA  
52 SALAMANCA

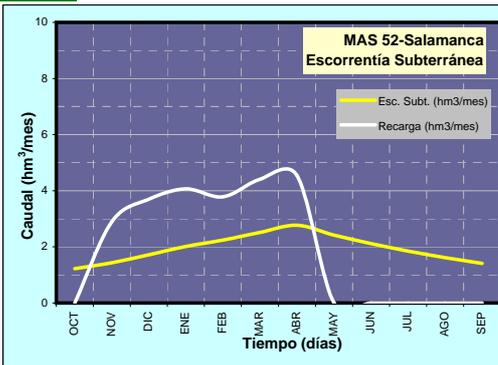
Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
1	100,00%	30,00	0,1350	5	10,37

Parámetros hidrodinámicos

$A_0$  (km<sup>2</sup>) = 780  
 $H_0$  (m snm) = 800,00  
 $S$  = 7,20E-04

Datos Piezométricos

$H_{min}$  (m snm) = 747,94  
 $H_m$  (m snm) = 825,36  
 $H_{max}$  (m snm) = 925,10  
 $H'_m$  (m snm) = 825,64



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H' (m snm)
OCT	0,00	1,22	9,06	816,14
NOV	2,90	1,43	10,63	818,93
DIC	3,69	1,72	12,74	822,69
ENE	4,06	2,02	14,93	826,60
FEB	3,78	2,24	16,59	829,55
MAR	4,41	2,51	18,62	833,16
ABR	4,54	2,77	20,52	836,54
MAY	0,00	2,42	17,93	831,93
JUN	0,00	2,11	15,66	827,90
JUL	0,00	1,85	13,68	824,37
AGO	0,00	1,61	11,96	821,29
SEP	0,00	1,41	10,45	818,61
ANUAL	23,39	23,32		

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**  
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS

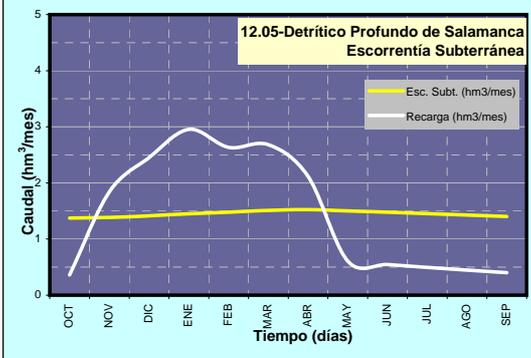
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> )
12.05 Detrítico Profundo de Salamanca	5,00	0,0250	28	56,00

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>o</sub> (km <sup>2</sup> ) = 2.038				
H <sub>o</sub> (m snm) = 700,00				
S = 1,94E-04				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) = 793,46				
H <sub>m</sub> (m snm) = 846,01				
H <sub>max</sub> (m snm) = 890,09				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 846,71				



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,36	1,37	54,97	839,05
NOV	1,84	1,39	55,43	840,21
DIC	2,45	1,41	56,49	842,88
ENE	2,96	1,45	58,01	846,73
FEB	2,63	1,48	59,18	849,69
MAR	2,68	1,51	60,37	852,69
ABR	2,12	1,52	60,97	854,20
MAY	0,61	1,50	60,06	851,91
JUN	0,55	1,48	59,12	849,53
JUL	0,49	1,45	58,15	847,07
AGO	0,45	1,43	57,15	844,55
SEP	0,40	1,40	56,13	841,98
<b>ANUAL</b>	<b>17,53</b>	<b>17,40</b>		

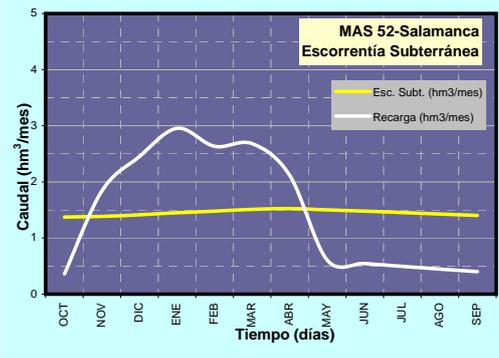
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
<b>MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA</b>	Celda Nº	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	V <sub>o</sub> (hm <sup>3</sup> )
52 SALAMANCA	1	100,00%	5,00	0,0250	28	56,00

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
A <sub>o</sub> (km <sup>2</sup> ) = 2.038				
H <sub>o</sub> (m snm) = 780,00				
S = 6,30E-04				
<b>Datos Piezométricos</b>				
H <sub>min</sub> (m snm) = 747,94				
H <sub>m</sub> (m snm) = 825,36				
H <sub>max</sub> (m snm) = 925,10				
H* <sub>m</sub> (m snm) = 825,18				



	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)
OCT	0,36	1,37	54,97	822,82
NOV	1,84	1,39	55,43	823,18
DIC	2,45	1,41	56,49	824,00
ENE	2,96	1,45	58,01	825,18
FEB	2,63	1,48	59,18	826,09
MAR	2,68	1,51	60,37	827,02
ABR	2,12	1,52	60,97	827,48
MAY	0,61	1,50	60,06	826,78
JUN	0,55	1,48	59,12	826,04
JUL	0,49	1,45	58,15	825,29
AGO	0,45	1,43	57,15	824,51
SEP	0,40	1,40	56,13	823,72
<b>ANUAL</b>	<b>17,53</b>	<b>17,40</b>		

**PLAN HIDROLÓGICO DE LA PARTE ESPAÑOLA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO**

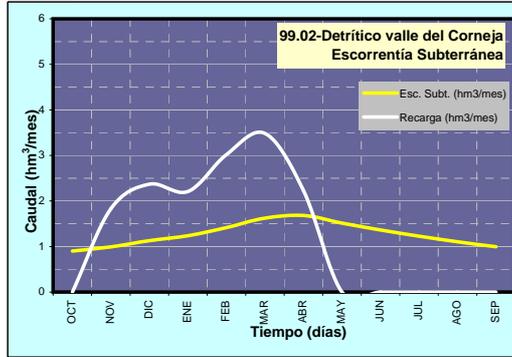
INTEGRACIÓN de las MASAS de AGUA SUBTERRÁNEAS en el MODELO de GESTIÓN de la CUENCA HIDROGRÁFICA del DUERO.

**MODELOS de GESTIÓN MASAS de AGUAS SUBTERRÁNEAS**
**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA de MODELACIÓN	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
99.02 Detrítico del Corneja	275,00	0,1050	7	9,52

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 55	OCT	0,00	0,90	8,57	958,12
$H_0$ (m snm) = 955,00	NOV	1,83	0,99	9,46	958,44
$S = 5,00E-02$	DIC	2,37	1,13	10,76	958,91
Datos Piezométricos	ENE	2,21	1,24	11,79	959,28
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	3,02	1,42	13,48	959,90
$H_m$ (m snm) =	MAR	3,48	1,62	15,44	960,61
$H_{máx}$ (m snm) =	ABR	2,23	1,68	16,02	960,82
$H_m^*$ (m snm) = 959,38	MAY	0,00	1,51	14,42	960,24
	JUN	0,00	1,36	12,98	959,72
	JUL	0,00	1,23	11,69	959,25
	AGO	0,00	1,10	10,52	958,82
	SEP	0,00	0,99	9,47	958,44
	<b>ANUAL</b>	<b>15,14</b>	<b>15,18</b>		


**MODELOS MATEMÁTICOS SIMULACIÓN FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO**

Tipo de modelo	Plucilelular	Núm de celdas	1			
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	Celda N°	Coef. Reparto	Tasa recarga (mm/a)	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )	$\tau$ (meses)	$V_0$ (hm <sup>3</sup> )
66 VALDECORNEJA	1	100,00%	275,00	0,1050	7	9,52

Parámetros hidrodinámicos	Recarga (hm <sup>3</sup> /mes)	Esc. Subt. (hm <sup>3</sup> /mes)	Vol. Almac. dinámico (hm <sup>3</sup> /mes)	H* (m snm)	
$A_0$ (km <sup>2</sup> ) = 55	OCT	0,00	0,90	8,57	958,12
$H_0$ (m snm) = 955,00	NOV	1,83	0,99	9,46	958,44
$S = 5,00E-02$	DIC	2,37	1,13	10,76	958,91
Datos Piezométricos	ENE	2,21	1,24	11,79	959,28
$H_{min}$ (m snm) =	FEB	3,02	1,42	13,48	959,90
$H_m$ (m snm) =	MAR	3,48	1,62	15,44	960,61
$H_{máx}$ (m snm) =	ABR	2,23	1,68	16,02	960,82
$H_m^*$ (m snm) = 959,38	MAY	0,00	1,51	14,42	960,24
	JUN	0,00	1,36	12,98	959,72
	JUL	0,00	1,23	11,69	959,25
	AGO	0,00	1,10	10,52	958,82
	SEP	0,00	0,99	9,47	958,44
	<b>ANUAL</b>	<b>15,14</b>	<b>15,18</b>		

