

BALANCE HIDRICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA MEDIA DEL RIO GALLEGO

José M^a MARIN JAIME

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio
Universidad de Zaragoza

Resumen: Situado en la vertiente pirenaica, el río Gállego es uno de los principales afluentes de la margen derecha de la Cuenca del Ebro. Se analiza en este artículo el balance hídrico de la Cuenca Media de este curso fluvial, siguiendo la metodología aplicada en un trabajo anterior para la Cuenca Alta, publicado en esta misma revista, indicando las diferencias más significativas entre los dos tramos de la Cuenca y su relación con las características físicas de ambos espacios.

Palabras clave: Hidrología, balance hídrico, Cuenca del Gállego.

Abstract: Sited in the Pyrenees slope, the Gallego river is one of the most important tributaries of the right bank of the Ebro basin. The hydrological balance of the Middle Basin of this river is analysed, with the same methodology used in a previous study in the Upper-Basin, published in this magazine, showing the most significant differences between this two stretch of the Basin and their relationship with physical characteristics in both environments.

Key words: Hydrology, hydrological balance, Gallego basin.

Las características hidrológicas del río Gállego en su cuenca media difieren sensiblemente de las existentes en su tramo superior. Las variaciones topográficas, litológicas y estructurales de la cadena pirenaica permiten estudiar, en los diferentes tramos de cuenca de los cursos fluviales de esta región, el papel desempeñado por los elementos inertes y bióticos del medio natural en el ciclo del agua. En un trabajo anterior (Marín, 1989) pudimos señalar la influencia que los componentes del medio natural tienen en el desarrollo de los caudales, en un espacio de relativa homogeneidad como es la cuenca alta del río Gállego.



Mapa 1.- Red hidrográfica de la cuenca alta y media del río Gállego.

El presente estudio completa la investigación realizada, aplicando la misma metodología al sector medio de la Cuenca, subrayando los hechos hidrológicos diferenciales dentro de un espacio dotado igualmente de gran homogeneidad en los componentes del medio natural pero de características bastante diferentes a las de la Cuenca Alta.

DELIMITACION

De los 4.008'8 Km² de extensión del conjunto de la cuenca del Gállego, el sector medio ocupa 1.651 Km² estando comprendido entre los relieves de las Sierras Interiores de Telera y Tendeñera y las Sierras Exteriores de Santo Domingo, Salinas, Loarre, Caballera y Gratal, dentro del conjunto que genericamente denominamos Prepirineo. La cuenca, en este sector, mantiene una relación anchura-longitud similar a la de la cuenca alta (68 Km de anchura; 56'8 Km de longitud) si bien pueden diferenciarse dos tramos: hasta Sabiñanigo persiste la forma rectangular; aguas abajo de Sabiñanigo la anchura de la cuenca es superior a su dimensión en longitud manteniéndose las distancias de la línea de cumbres al curso principal en torno a los 10-12 Km. El número y dimensión de las cuencas afluentes es superior en este tramo; en la vertiente derecha se inscriben las Cuencas de los ríos: Aurín (78'8 Km²), Río Moro (54'8 Km²), Bco. Bernués (66'4 Km²), Bco. Triste (53'8 Km²), Río Asabón (155'2 Km²) y Bco. Arraso (70 Km²); en la vertiente izquierda las cuencas de los cursos afluentes: Bco. de Sía (63'6 Km²), Río Basa (94 Km²), Río Guarga (254 Km²), Río Matriz (58'8 Km²) y Río Garona (88 Km²). (Mapa 1).

REGIMEN FLUVIAL

Los aforos de Bubal y Sta. Eulalia permiten conocer las aportaciones naturales, caudal absoluto y relativo de la Cuenca Media y la distribución de dichos parámetros a lo largo del año (Cuadro 1).

Comparados estos datos con los correspondientes a la cuenca alta tres aspectos merecen nuestra atención:

- Un caudal específico mucho más bajo en este sector. Para una superficie de cuenca cinco veces superior las aportaciones de la cuenca media apenas superan en 1,3 las existentes en la cuenca alta.

Cuadro 1.- Aportaciones y caudales. Cuenca Media (Periodo 1950-51/79-80).

	Oct.	Nov	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Ab.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	St.	Total
Aportación (Hm ³)	27'8	45'3	49'5	66'8	69'5	88'9	68'6	64'2	64'5	25'7	14'4	25'4	610'6
Caudal Absoluto (m ³ /sg.)	10'4	17'5	18'5	24'9	28'7	33'2	26'5	24'0	24'9	9'6	5'4	9'8	19'4
Caudal Específico (l/ss/Km ²)	6'5	10'9	11'5	15'5	17'8	20'6	16'4	14'9	15'5	5'9	3'4	6'1	12'0
Coefficiente Escorrentía	0,21	0,32	0,36	0,51	0,57	0,64	0,52	0,38	0,43	0,37	0,15	0,18	0,39

Elaboración propia

- El máximo de caudal se traslada a los inicios de la primavera, desapareciendo el mínimo invernal propio de la cuenca alta y acentuándose los mínimos estivales. Los procesos de retención y fusión nival que caracterizaban el régimen del sector alto apenas tienen importancia en este sector. Pasamos de un régimen nivo pluvial a un régimen pluvio nival.

- Valores del coeficiente de escorrentía notablemente más bajos, exceptuando los meses invernales.

- Se puede hablar, según ello, de complementariedad entre los dos sectores que permite equilibrar la distribución mensual de aportaciones y caudales, aminorando los estiajes invernales y estivales en el conjunto de la cuenca alta y media:

Cuadro 2.- Aportaciones y caudales (Periodo 1950-51/79-80). Elaboración propia.

	Oct.	No.	Dic.	En.	Fb.	Mar.	Ab.	May	Jun.	Jul.	Ag.	St.	Total
Aportaciones (Hm ³)	57'7	76'3	69'4	84'9	88'2	115'5	116'9	142'6	143'8	71'7	36'8	45'1	1048'9
Caudal Absoluto (m ³ /sg.)	21'5	29'4	25'9	31'7	36'5	43'1	45'1	53'2	55'5	26'8	13'7	17'4	33'3
Caudal Específico l/ss/Km ²	11'3	15'5	13'6	16'7	19'2	22'7	23'7	27'9	29'2	14'1	7'2	9'2	17'5
Coefficiente Escorrentía	0,33	0,39	0,36	0,46	0,52	0,62	0,70	0,67	0,77	0,78	0,29	0,25	0,51

BALANCE HIDRICO

El balance hídrico calculado para la cuenca media del río Gállego es el siguiente (en Hm³):

Cuadro 3.- Balance hídrico. Cuenca Media. (Periodo 1950-51/79-80).

	Precip.	Evapotransp.		Nieve		Suelo-subsuelo			Aporta.
		Etp	Etr	Ret.	Fus.	Reserva	Retenido	Cedido	
O	134'7	43'8	43'8	-	-	63'1	63'1	-	27'8
N	141'3	26'1	26'1	-	-	133'0	69'9	-	45'3
D	137'2	13'0	13'0	18'5	-	189'2	56'2	-	49'5
E	129'9	9'7	9'7	23'2	-	219'4	30'2	-	66'8
F	121'7	13'8	13'8	22'4	-	235'4	16'0	-	69'5
M	138'7	22'1	22'1	16'5	3'7	250'3	14'9	-	88'9
A	130'0	76'0	76'0	1'7	15'9	249'9	-	0'4	68'6
M	167'1	199'8	199'8	-	37'9	190'9	-	59'0	64'2
J	148'6	230'0	230'0	-	24'2	69'2	-	121'7	64'5
J	69'5	262'6	113'6	-	0'6	-	-	69'2	25'7
A	95'6	239'3	81'2	-	-	-	-	-	14'4
S	142'0	196'2	116'6	-	-	-	-	-	25'4
Total	1157'3	1333'2	546'7	82'30	82'30	-	-	-	610'6

Elaboración propia

Como todo balance, el aquí expuesto nos acerca al conocimiento de lo que podemos denominar "situación media" y del mismo no cabe deducir un agotamiento total de las reservas en toda la cuenca durante los meses estivales. Las variaciones térmicas altitudinales influyen en las pérdidas por evapotranspiración y en los propios procesos de retención-fusión nival de manera que en las zonas de mayor altitud el agotamiento de las reservas hídricas puede no tener lugar.

Las principales diferencias que podemos apreciar en el balance hídrico de los dos sectores hacen referencia a:

- Disminución de la cantidad de agua recogida por unidad de superficie.

- Aumento de las pérdidas por evapotranspiración
- Menor significación de los procesos de retención-fusión nival
- Como resultado de los puntos anteriores las cantidades de agua puestas a disposición de la cuenca, caudal climático, son inferiores.
- Mayor capacidad de regulación del suelo y subsuelo.

En los siguientes epígrafes establecemos las variables que justifican las diferencias reseñadas y los valores correspondientes a las mismas.

ENTRADA DE AGUA EN LA CUENCA

Para el cálculo de la entrada de agua en la cuenca se han trabajado los datos de registro climático de trece estaciones con un periodo de treinta años de observaciones (1950-80), situadas entre los 550 y los 1300 metros de altitud. Dada la correspondencia entre precipitaciones y altitud, el volumen medio de agua que recoge la cuenca media se ha obtenido mediante la solución de la recta de regresión entre precipitación y altitud aplicada a la superficie comprendida entre curvas de nivel. El gradiente de incremento de las precipitaciones con la altitud es de 41,9 mm/100m. El volumen medio anual de agua que entra en este sector de la Cuenca es de 1557'3 Hm³, cantidad que supone el 75'2% de las entradas registradas en el conjunto de la cuenca alta y media y en torno al 70% de los recursos que entran en la totalidad de la Cuenca. La cantidad de agua recibida por unidad de superficie es de 943'2 l/m², sensiblemente inferior a la recogida en el sector alto (1767'9 l/m²). El reparto mensual de las entradas de agua se recoge en el siguiente Cuadro:

Cuadro 4.- Cuenca Media. Régimen de aportaciones. (Periodo 1950-51/79-80).

	Volumen (Hm ³)	% Volumen anual		Volumen (Hm ³)	%Volumen anual
Octubre	134'7	8'7	Abril	130'0	8'4
Noviembre	141'3	9'1	Mayo	167'1	10'7
Diciembre	137'2	8'8	Junio	148'6	9'5
Enero	129'9	8'3	Julio	69'5	4'5
Febrero	121'7	7'8	Agosto	95'6	6'2
Marzo	138'7	8'9	Septiembre	142'0	9'1

Elaboración propia.

Primavera y Otoño son los periodos de máxima recepción de precipitación. El máximo de precipitación invernal predominante en la Cuenca Alta se traslada en la Cuenca Media al periodo primaveral, al tiempo que se acentúa la disminución de entradas de agua en los meses estivales.

RETENCION-FUSION NIVAL

Calculando la altitud a la que se sitúa la isoterma 0° en los diferentes meses del año y asumiendo que por encima de la misma la precipitación permanece retenida en el suelo en forma de nieve (García Ruiz et al., 1985) hemos obtenido el volumen mensual de retención nival. El volumen de nieve que queda retenido en la cuenca media representa el 77% de las precipitaciones registradas distribuido entre Diciembre y Abril según los siguientes valores (en Hm³):

	Dic.	En.	Fb.	Mar.	Ab.	Total
Cuenca Media(Hm ³)	18'5	23'2	22'4	16'5	1'7	82'30

Elaboración propia

En la cuenca alta el volumen de nieve retenido es muy superior (130'4 Hm³) y la retención nival comienza a hacerse patente en Noviembre. Esta disminución de la cantidad de nieve retenida es consecuencia del traslado de los máximos de precipitación a periodos equinociales y de una distribución altitudinal en la que el 50% de su superficie se encuentra por debajo de los 950 m y el 75% por debajo de los 1100 m, no sobrepasando la máxima altitud los 2700 m mientras que el sector alto de la cuenca está todo él por encima de los 1100 m.

Trabajando con las reservas necesarias, respecto a su aplicabilidad al espacio pirenaico, la metodología de Obled y Rosse (1975) llegamos a obtener resultados aproximados del reparto mensual de los volúmenes de fusión (en Hm³):

	Mar.	Ab.	Mayo	Jn.	Jul.	Total
Cuenca Media(Hm ³)	3'7	15'9	37'9	24'2	0'6	82'30

Elaboración propia

PERDIDAS POR EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

La posición más meridional del sector y la menor altitud favorecen el incremento de las temperaturas. Por otra parte, el grado de cubrimiento vegetal con especies arbóreas y arbustivas (M.A.P.A., 1982) es más denso en el sector que analizamos: el dominio del pastizal (65'3% de la cuenca alta) es sustituido por la presencia del arbolado que ocupa un 41'8% de la superficie en masas densas y un 20 % en masas asociadas al matorral (Mapa 2). Esta situación eleva considerablemente las pérdidas por ETP.

La evapotranspiración potencial calculada según el método de Blanney-Criddle (Doorenbos y Pruitt, 1976) alcanza los valores que indicamos:

**Cuadro 5.- Cuenca Media. Evapotranspiración potencial (Hm³).
(Periodo 1950-51/79-80).**

Octubre	43'8	Abril	76'0
Noviembre	26'1	Mayo	199'8
Diciembre	13'0	Junio	230'0
Eneero	9'7	Julio	262'6
Febrero	13'8	Agosto	239'3
Marzo	22'1	Septiembre	196'2
Total	1333'2		

Elaboración propia

CAUDAL CLIMATICO

El caudal climático, cantidad de agua puesta a disposición de la cuenca resultante de la conjunción de las variables climáticas consideradas, presenta una distribución con valores nulos en los meses de verano y comienzo del otoño, mientras que en la cuenca alta todos los valores mensuales son positivos (Cuadro 6).

Finales de otoño y comienzos de primavera son los periodos en los que la cuenca media dispone de mayores recursos climáticos coincidiendo con momentos en los que las pérdidas de agua no son elevadas. La frecuencia de crecidas en los meses citados es, en parte, consecuencia de la distribución mensual del caudal climático.

Cuadro 6.- Cuenca Media. Caudal Climático. (Periodo 1950-51/79-80).

	Precipitación	Pérdidas ETP	Retención nival	Fusión nival	Caudal climático
Octubre	134'7	43'8	-	-	90'9
Noviembre	141'3	26'1	-	-	115'2
Diciembre	137'2	13'0	18'5	-	105'7
Enero	129'9	9'7	23'2	-	97'0
Febrero	121'7	13'8	22'4	-	85'5
Marzo	138'7	22'1	16'5	3'7	103'8
Abril	130'0	76'0	1'7	15'9	68'2
Mayo	167'1	199'8	-	37'9	5'2
Junio	148'6	230'8	-	24'2	-
Julio	69'5	262'6	-	0'6	-
Agosto	95'6	239'3	-	-	-
Septiembre	142'0	196'2	-	-	-
Total	1557'3	1333'2	82'3	82'3	-

Elaboración propia

EL CARACTER REGULADOR DEL COMPLEJO EDAFICO Y LITOLOGICO

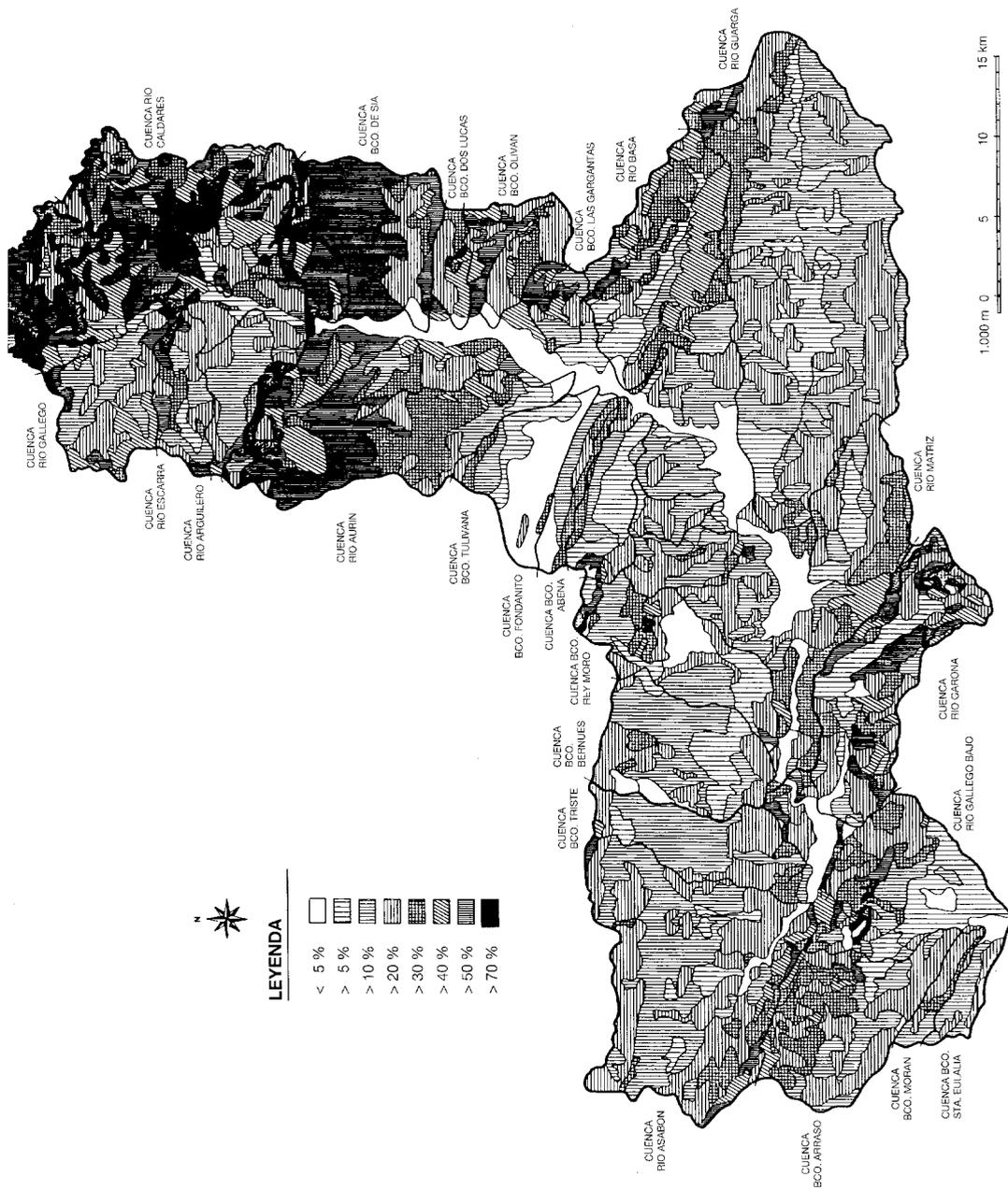
El complejo edáfico y los materiales litológicos regulan el comportamiento hídrico de la cuenca durante gran parte del año.

El estudio edáfico (M.A.P.A., 1974-1980) indica una profundidad de los suelos, que varía normalmente entre 30 cm y 90 cm, superior a los existentes en la cuenca alta, favorecido por el tapiz vegetal que cubre la cuenca media, al que ya hemos hecho mención, y por una distribución del sistema de pendientes en las que son significativas las pendientes moderadas y medias (Mapa 3).

Cuadro 7.- Cuenca Media. Valores de pendiente. Distribución superficial.

	(Km ²)	%		(Km ²)	%
<5%	121'9	7'6		30%-40%	210'3
5%-10%	184'9	11'5		40%-50%	88'6
10%-20%	422'9	26'2		50%-70%	153'1
20%-30%	411'3	25'5		>70%	18'0

Elaboración propia



Mapa 3.- Pendientes de la cuenca alta y media del río Gállego.

Las pendientes fuertes y muy fuertes (> 40%) se sitúan en la parte septentrional del sector ocupando las cuencas de los afluentes que descienden de las Sierras Interiores o que ocupan los relieves del flysch.

Destacable en ellos es la presencia de un horizonte de materia orgánica que cubre entre 10 cm y 20 cm el perfil. Predominio de texturas arcillosas, franco arcillosas y franco limosas, si bien en espacios de litología arenosa o donde abundan materiales aluviales y conglomerados aparecen suelos de textura franca, areno-limosa o limo-arenosa.

La litología de la cuenca media (Soler y Puigdefabregas, 1972) está constituida por materiales Eocenos y Oligocenos, cerrados al N. y al Sur por los afloramientos secundarios de las Sierras Interiores y Exteriores. Depósitos cuaternarios completan la pertenencia de la cuenca media a diferentes periodos geológicos (Mapa 4).

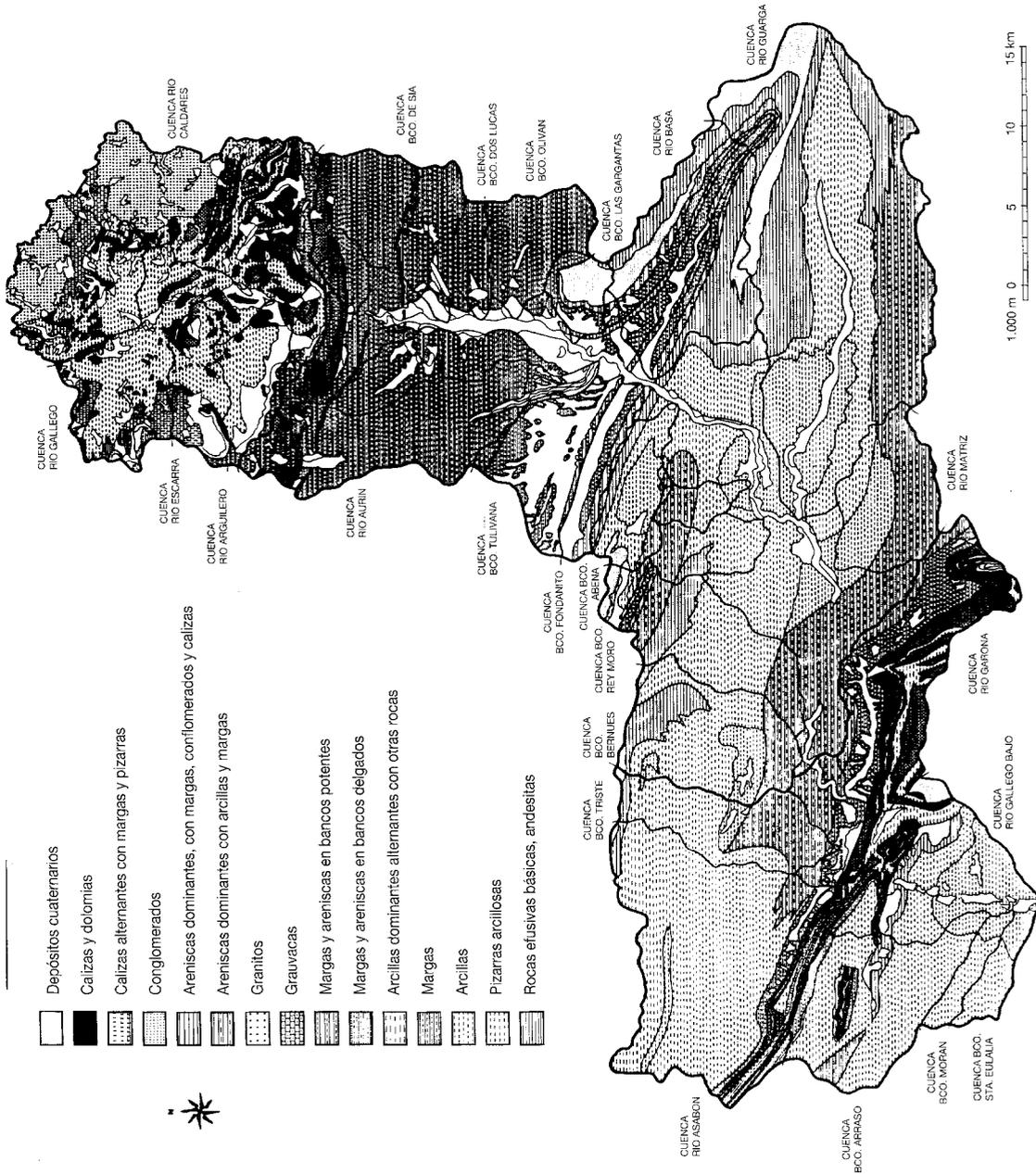
La facies flysch extendida por el sector septentrional de la cuenca media y la facies molásica, que prácticamente ocupa el resto de este espacio, determinan que tres grandes grupos litológicos se repartan la extensión superficial de este sector:

- Por una parte los materiales arcillosos que si bien ocupan poca extensión por sí mismos (8'1%), no ocurre lo mismo cuando aparecen como material predominante asociado a areniscas, conglomerados y calizas lacustres (31'3%). En total son 635'5 (39'4%) los Km² con predominio de materiales arcillosos.

- En segundo lugar, los materiales areniscos predominantes alternantes bien con arcillas y margas, bien con margas, conglomerados y calizas. En total 350 Km² es la extensión con predominio de materiales areniscos, que significa el 21'1% de la extensión de este sector. Gran parte de estos materiales areniscos están asociados a margas y arcillas (207'6 Km²).

- Otra parte significativa de la cuenca media, 329'6 Km² (20'5%), es de materiales margosos predominantes. Estos materiales margosos aparecen en su mayoría asociados con areniscas en bancos delgados formando la facies flysch.

La extensión total de la cuenca media se completa con los depósitos cuaternarios que ocupan una superficie que cubre 147'2 Km² (9'1%), materiales calizos que forman una mancha de 95 Km² (6%) en los extremos de este espacio y conglomerados que ocupan 53'3 Km².



Mapa 4.- Litología de la cuenca alta y media del río Gállego.

CONCLUSIONES

Las dificultades que para los procesos de infiltración representa la abundancia de materiales arcillosos y margosos permite hablar de un predominio de los procesos de escorrentía superficial en función de la litología, si bien su alternancia con materiales areniscosos y calizos fomenta la escorrentía hipodérmica o subsuperficial.

La regulación subterránea se limita a los sectores calizos que enmarcan este espacio, a los depósitos morrénicos del sector septentrional y a las llanuras aluviales del curso principal y de sus afluentes. La capacidad de retención de agua se ve, por el contrario, favorecida en función de la dominancia de arcillas y margas.

Los resultados cuantificados en el balance hídrico ponen de manifiesto que el complejo constituido por el suelo y la litología acumulan reservas de agua entre Octubre y Marzo cubriendo parte de la demanda hídrica entre Abril y Julio. A diferencia del sector alto de la cuenca, en el que la reserva hídrica aparece llena en Diciembre, en la cuenca media la saturación del suelo se produce en Marzo. En dicho mes las reservas alcanzan un valor de 250 Hm³ lo que supone una capacidad de almacenamiento de 151'4 l/m² cifra bastante superior a los 91'2 l/m² calculado en la cuenca alta. Mientras la cuenca alta permanece en fase de saturación hasta Junio, en la cuenca media las reservas comienzan a moverse en Abril. Sin embargo, la mayor capacidad de retención permite la prolongación del periodo en el que suelo y subsuelo proporcionan reservas de agua a la Cuenca y un aminoramiento de los estiajes cuando la demanda de agua es elevada en ella.

Junto a las diferencias reseñadas en cuanto al comportamiento hidrológico de ambos sectores, el análisis del balance hídrico efectuado nos permite deducir un atemperamiento en la respuesta del sector medio de la cuenca ante las precipitaciones intensas: la subida del agua en las crecidas será más lenta, y de hecho así se pone de manifiesto en los hidrogramas de crecida, no sólo por las menores intensidades de precipitación sino también por la forma en que reaccionan los distintos componentes del medio biolitosférico, y ello a pesar de que la abundancia de litologías y texturas arcillosas limita las posibilidades de infiltración del agua en el suelo.

BIBLIOGRAFIA

- DOORENBOS, J. y PRUITT, W.O. (1976): *Las necesidades de agua de los cultivos*, Edit. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 194 p., Roma.

- GARCIA RUIZ, J.M. et al. (1985): *Los recursos hídricos superficiales de la Provincia de Huesca*, Edit. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Excma. Diputación Provincial de Huesca, 224 p., Huesca.
- M.A.P.A., (1974-80): *Mapa de clases agrológicas. Hojas 145, 177, 209, 210, 211, 247, 248*, Edit. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Escala 1/50.000, Madrid.
- M.A.P.A., (1982): *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la Provincia de Huesca*, Edit. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Escala 1/200.000, Madrid.
- MARIN, J.M. (1989): "Balance hídrico e hidrológico de la Cuenca Alta del río Gállego" *Geographicalia*, 26, 175-183, Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
- OBLED, CH. y ROSSE, B. (1975): "Modéles mathematiques de la fusion nivale en un point", *Cahiers O.R.S.T.O.M., Série Hydrologie*, XII, 4, 235-257.
- SOLER, M. y PUIGDEFABREGAS, C., (1972): "Esquema litológico del Alto Aragón Occidental", *Pirineos*, XXVIII, 106, 5-15, Edit. Instituto de Estudios Pirenaicos, C.S.I.C., Jaca, (Huesca).