

## CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE LA CUENCA DEL RIO SEGURA: ESTUDIO CUANTITATIVO DE LAS FORMAS DE LAS SUBCUENCAS

Vidal-Abarca, M. R.\*  
Montes, C.\*\*  
Suárez, M. L.\*  
Ramírez-Díaz, L.\*

### RESUMEN

Se han analizado 19 parámetros morfométricos (11 correspondientes a sistemas lineales y 7 a sistemas superficiales) y dos parámetros del medio físico (precipitación media anual y erosionabilidad del sustrato) en 61 subcuencas delimitadas en la Cuenca del Río Segura, a partir de la información aportada por los mapas topográficos a escala 1:200.000.

El análisis se llevó a cabo sobre dos matrices de datos correspondientes a las 61 subcuencas. La primera de ellas, con las variables medidas en los sistemas lineales, incluye a las dos variables del medio físico. En la segunda matriz sólo se consideraron las variables medidas en los sistemas superficiales.

Los resultados obtenidos permiten establecer una variedad de gradientes de formas desde el NO de la cuenca, donde se sitúan las subcuencas menos extensas, de forma alargada y drenadas por una laxa red de cauces de aguas permanentes, hasta cualquier otra dirección de la misma.

*Palabras clave:* subcuenca, cuenca de drenaje, variables morfométricas, análisis multivariante, cuenca del río Segura.

### MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE SEGURA RIVER BASIN: QUANTITATIVE STUDY OF THE SUBBASINS FORM

#### SUMMARY

19 morphometric variables (11 corresponding to lineal systems and 7 to superficial extent) and 2 environmental parameters (mean annual precipitation and hardness of the substratum) have been analyzed. These data were measured at 61 subbasins in the Segura River Basin to scale 1:200.000.

The statistical analysis of the information was carried out on separate matrices.

The results suggest to existence of morphometric gradients from NW of the Basin until different sectors of them.

*Key words:* subbasin, drainage basin, morphometric variables, multivariate analysis, The Segura River Basin.

### Introducción

La morfometría fluvial constituye hoy día uno de los aspectos temáticos más importantes dentro de la ecología de ríos. Los trabajos de Cummins (1974), Craig & McCart (1975), Platts (1979), Slack *et al.* (1979), Warren (1979), Cushing *et al.* (1980, 1983), Vannote *et al.* (1980), Hawkins & Sedell (1981), Hughes & Omernik (1981, 1983), Haver & Standford (1982), Minshall *et al.* (1985),

ponen de manifiesto que los procesos dinámicos que determinan las formas de las cuencas y de las redes de drenaje explican, en gran medida, la organización del sistema fluvial y que, determinadas variables morfométricas tienen un marcado significado limnológico.

Normalmente, para elaborar el estudio morfométrico de una cuenca fluvial se recurre a los índices y métodos propuestos por diferentes autores (Salisbury, 1971; Gregory & Walling, 1973; Cooke & Doornkamp, 1974; Stra-

\* Departamento de Biología Animal y Ecología. Fac. de Biología. Universidad de Murcia.

\*\* Departamento de Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.



**Area de estudio**

La cuenca hidrológica del río Segura, está situada en el sureste de la Península Ibérica. Ocupa una superficie total de 14.432 km<sup>2</sup> marcada constantemente por la presencia de sectores montañosos (Herin, 1975), donde alternan importantes elevaciones frente a amplias depresiones que, en definitiva, configura uno de los contrastes paisajísticos y ambientales más peculiares de la Península Ibérica (López Bermúdez, 1973) (figura 1).

Estas unidades de relieve, cuya orientación es SO-NE, imponen la dirección del drenaje fluvial, con alto grado de jerarquización, cauces estrechos, de escasa longitud, fuertes pendientes, y que conforman una morfología hidrológica típicamente mediterránea.

Alrededor de un 78'85% de los cauces de la cuenca permanecen secos durante ciclos hidrológicos completos («ramblas») y sólo un 21'15% transportan agua de forma temporal o permanente (figura 1) (Vidal-Abarca, 1985). Dentro del comportamiento hidrológico de la cuenca cabe destacar la frecuencia con que se suceden las «riadas» o avenidas de agua que constituyen uno de los

sucesos perturbadores más importantes de la dinámica espacio-temporal de la misma (Ortega, *et al.*, en prensa).

El clima de la cuenca manifiesta un comportamiento complejo, en forma de gradientes desde el sector húmedo del NO hasta cualquier otro de carácter árido o semiárido. Cabe destacar que entre ellos se localizan sectores más o menos amplios, a modo de «islas», de indudable interés ecológico (Vidal-Abarca *et al.*, a (en prensa).

Geológicamente, la cuenca del Segura se asienta, en su mayor parte, sobre terrenos detríticos, fácilmente erosionables, de naturaleza caliza y margo-arcillosa.

**Métodos**

Para abordar el estudio morfométrico de la cuenca del Segura, se emplearon los mapas topográficos a escala 1:200.000. La selección de esta escala se consideró un compromiso entre la información aportada por la cartografía y su capacidad de manejabilidad. Las líneas para delimitar las subcuencas del río Segura se trazaron in-

TABLA 1

*Variables lineales, superficiales y del medio físico utilizadas en la tipificación morfométrica de las subcuencas del río Segura. Se especifican las unidades, dimensiones, expresión de cálculo y código al que responden.*

VARIABLE	UNIDAD	EXPRESION DE CALCULO Y DIMENSION	CODIGO
<b>LINEALES</b>			
1 Longitud cauce del río	Km	L	LRI
2 Longitud cauce del río con agua	Km	L	LRA
3 Desnivel	m	L	DES
4 Pendiente media del río	—	—	PEN
5 Distancia más corta entre boca y nacimiento	Km	L	DBN
6 Distancia más corta entre boca y nacto, real	Km	L	DBR
7 Índice sinuosidad total	—	STO = LRI/DBN	STO
8 Índice sinuosidad valle	—	SVA = LVA/DBN	SVA
9 Índice sinuosidad hidráulica	—	SHI = STO-SVA/STO	SHI
10 Número de ramblas	—	—	NRA
11 Número de arroyos	—	—	NAY
<b>SUPERFICIALES</b>			
1 Longitud cuenca	Km	L	LCU
2 Elevación media cuenca	m	L	ELM
3 Area de cuenca	Km <sup>2</sup>	S	ARE
4 Longitud del valle	Km	L	LVA
5 Perímetro cuenca	Km	L	PER
6 Factor forma cuenca	—	FFC = ARE/LVA	FFC
7 Circularidad cuenca	—	CIC = (4xARE) / PER <sup>2</sup>	CIC
<b>DEL MEDIO FISICO</b>			
1 Precipitación media anual	mm = l/m <sup>2</sup>	V	PLU
2 Litología. Escala de erosionabilidad de 1 a 3	—	—	LIT

terpretando la dirección del drenaje fluvial (Gregory & Walling, 1973). No se impuso ninguna restricción a la hora de definir las subcuencas, por lo que quedan incluidas las zonas de interfluvio o intercuenas dado que, a nivel global, participan en la dinámica fluvial como zonas de captura de agua (Coque, 1984). En la figura 1, se presentan las 61 subcuencas así definidas y en el apéndice 1, se especifica el número de código asignado a cada una, su denominación y las variables estimadas en cada una de las mismas.

Del amplio abanico de métodos, índices, etc., que presentan los distintos autores (Chorley, 1969; Gregory & Walling, 1973; Cooke & Dornkamp, 1974; Schumm, 1977; Strahler, 1982; Morisawa, 1985, etc.) para cuantificar las formas y procesos que se desarrollan en las cuencas fluviales, se han seleccionado 21 variables incluidas en tres grupos diferentes. El primero, al que corresponden 11, se refiere a propiedades lineales de las redes de drenaje que, en sentido amplio, ayudan a interpretar la función de transporte de agua. Dentro de este grupo se han incluido el número de ramblas y de arroyos dado que, como ya se ha comentado, en la cuenca del Segura los cauces fluviales manifiestan un comportamiento hidrológico complejo a lo largo de un ciclo hidrológico anual. Para determinar el tiempo de permanencia del agua en los cauces y definir los cauces permanentes, temporales y las ramblas, se llevaron a cabo cuatro recorridos de campo extensivos, correspondientes a las cuatro estaciones del año, durante 1980, 1981, 1982 y 1983. En cada uno de ellos se elaboró una cartografía a escala 1:200.000 de la temporalidad de los cursos de agua y el resultado final se muestra en la figura 1. El segundo grupo, que incluye 7 variables, corresponde a características superficiales, que permite visualizar la zona de captura de la precipitación. Por último, dos variables del medio físico (precipitación media anual y erosionabilidad del sustrato) que ayudan a la interpretación de la dinámica de las cuencas.

En la tabla 1, se presenta la lista de variables lineales, superficiales y del medio físico seleccionadas para este estudio, así como las unidades de medida, código y expresión de cálculo a la que responden. En Vidal-Abarca (1985), se describen detenidamente los procedimientos de medida de cada una de las variables, así como su significado dentro de los procesos de dinámica fluvial.

Aunque posiblemente el orden de los cauces es una de las variables morfométricas lineales más importantes, queda excluida de este estudio por diversas razones. En primer lugar por su dependencia de la escala de trabajo (Smith & Lyle, 1979; Castillo & González, 1986). En la cuenca del Segura y a escala 1:200.000 es imposible apreciar la infinidad de pequeños cauces que forman parte de la tupida red de drenaje, fundamentalmente en sectores donde el material geológico básico está constituido por complejos margo-arcillosos. En segundo lugar, por la imposibilidad de definir los cauces de orden I en cuencas de características áridas o semiáridas como lo es la del Segura (Vidal-Abarca, *et al.*, b (en prensa). Y en tercer lugar porque a nivel de cuenca y desde la cabe-

TABLA 2

*Factores de carga rotados de las 61 subcuencas definidas en la cuenca del Segura para los tres primeros componentes del análisis factorial realizado sobre la matriz de variables lineales. Se consideran nulos los valores inferiores a  $\pm 0.25$ . Se han eliminado las variables de débil peso para los factores considerados. Para las abreviaturas, ver tabla 1.*

PARAMETROS	COMPONENTES		
	I	II	III
DBN	0'966		
LRI	0'942		
NRA	0'819		-0'278
STO		0'985	
SVA		0'984	
PLU			0'871
LIT			0'766
NAY	0'367		0'763
PEN			
DES	0'596		
Varianza absorbida (%)	30'40	21'75	17'17

cera hacia cualquier otra dirección de la misma se produce un aumento de cauces temporales y ramblas que manifiestan una dinámica hidrológica funcional y temporal propia y difícilmente comparable a la de los cauces de la cabecera.

El análisis de la información se llevó a cabo sobre dos matrices de datos, ambas correspondientes a las 61 subcuencas establecidas.

La primera matriz, incluye a las 11 variables medidas para los sistemas lineales, así como las dos variables del medio físico (matriz de  $13 \times 61$ ). El hecho de que estas variables se analicen conjuntamente con los parámetros lineales obedece, por una parte, a que la precipitación media anual es una medida bastante ajustada de la cantidad de agua que circula por los cauces, sobre todo en cuencas, como la del Segura, donde la escasa cubierta vegetal, minimiza el efecto de infiltración de agua en el subsuelo (Vidal-Abarca, 1985), y en segundo lugar a que la erosionabilidad del sustrato, especialmente intensa en esta cuenca, determina a más corto plazo, la distribución espacial de las redes de drenaje que la forma, en sí, de las subcuencas.

La segunda matriz, incluye las 7 variables superficiales.

A ambas matrices, se les aplicó un «Factor Analysis» mediante el programa BMDP4M (Dixon & Brown, 1982). La interpretación de los análisis permitió la realización de dos cartografías, una para los sistemas lineales y otra para los sistemas superficiales.

La cartografía final resultó de la superposición de ambas.

CUADRO 1

Características morfométricas lineales y del medio físico de los seis grupos de subcuencas, resultantes de la interpretación del análisis factorial efectuado.

GRUPOS	I	EJES II	III	N.º DE SUBCUENCA	LOCALIZACION EN LA CUENCA	PRECIPITACION MEDIA X	ANUAL σ	EROSIONABILIDAD SUST. X	σ
a	ríos muy largos	ríos sinuosos, baja pendiente	subcuencas bastante áridas. Mayoría de ramblas	18, 27, 28 53, 57	sectores centro y norte. Áreas altiplanos. Altitudes entre 600 y 800	352'12	48'96	1'76	0'43
b	ríos largos	ríos de sinuosidad y pendiente medias	subcuencas muy húmedas mayoría de arroyos	5, 8, 9 10, 26	sector centro-NO. Áreas montañosas entre 800 y 100 m	704'26	133'91	2'62	0'58
c	ríos de longitud media	ríos rectilíneos de pendiente elevada	subcuencas bastante húmedas. Mayoría de arroyos	1, 2, 3, 4, 6, 11, 12, 13, 14	sector noroeste. Áreas montañosas. Altitud mayor de 1.000 m	756'11	209'42	2'80	0'34
d	ríos muy cortos	ríos sinuosos de baja pendiente	subcuencas áridas. Mayoría de ramblas	17, 25, 36 39, 49	sectores dispersos	390'10	89'07	1'72	0'33
e	ríos de longitud media	ríos rectilíneos de elevada pendiente	subcuencas bastante áridas. Mayoría de ramblas	7, 15, 16 22, 23, 29 30, 32, 34 43, 46, 50, 52, 54, 58	sectores centro-norte y centro-sur	358'27	71'50	2,09	0'35
f	ríos cortos	ríos medianamente sinuosos de pendiente media	subcuencas muy áridas. Mayoría de ramblas	19, 20, 21, 24, 31, 33 35, 37, 38 40, 41, 42 44, 45, 47, 48, 51, 55, 56, 59, 60, 61	sectores centro sur y este. Áreas de vega	327'48	48'65	1'80	0'49

**Resultados**

*Análisis de las matrices de datos*

Matriz de variables lineales

En la tabla 2, se presentan los factores de carga rotados de los tres primeros componentes del análisis factorial efectuado sobre la matriz (11 × 61), después de suprimir las variables LRA y DBR (tabla 1), tal como indicó el análisis inicial, efectuado sobre la matriz completa (13 × 61), al objeto de obtener una mayor explicación de la varianza. Asimismo, se indica el porcentaje de varianza que absorbe cada uno de los ejes.

El primer componente, al quedar definido por la distancia más corta entre boca y nacimiento (DBN), la longitud del río (LRI) y el número de ramblas (NRA), discrimina a las subcuencas en función de la longitud de los ríos (ríos largos y ríos cortos).

El segundo componente presenta unos factores de carga elevados para el índice de sinuosidad total (STO) e índice de sinuosidad del valle (SVA), expresando el gradiente energético que se establece desde tramos o segmentos bajos donde, los ríos con menor pendiente, cubren el espacio adquiriendo una forma muy tortuosa.

El tercer componente queda definido por la pluvio-metría (PLU), la erosionabilidad del sustrato (LIT) y el número de arroyos (NAY), tratando de explicar la dis-



Fig. 2. Proyección de las 61 subcuencas del río Segura en el espacio definido por los tres primeros componentes del análisis factorial efectuado sobre la matriz de variables lineales. Los ejes se interpretan en función de las variables que los definen.

tribución y densidad de la red de drenaje, y la permanencia del agua en los cauces, a través de dos factores físicos directamente relacionados.

En la figura 2, se presenta la proyección de las 61 subcuencas del Segura, en el espacio definido por los tres componentes y un esquema de su situación espacial en la cuenca. En el cuadro 1, se resumen las características más interesantes de los 6 grupos de subcuencas resultantes de la interpretación del análisis.

De forma general, cabe destacar cómo todas las características morfométricas lineales y las del medio físico analizadas, varían en forma de gradientes que, a nivel espacial, se combinan dando lugar al mosaico de subcuencas que se muestra en la figura 2.

#### Matriz de variables superficiales

En la tabla 3, se presentan los factores de carga rotados de los dos primeros componentes y el porcentaje de varianza que absorben, del análisis factorial efectuado sobre esta matriz.

TABLA 3

*Factores de carga rotados de las 61 subcuencas definidas en la cuenca del Segura para los dos primeros componentes del análisis factorial efectuado sobre la matriz de variables superficiales. Se consideran nulos los valores inferiores a  $\pm 0.25$ . Para las abreviaturas, ver tabla 1.*

PARAMETROS	COMPONENTES	
	I	II
PER	0.963	
LVA	0.941	
LCU	0.934	
ARE	0.890	0.369
CIC	-0.549	0.340
FFC	0.314	0.338
ELM		-0.679
Varianza absorbida (%)	56.71	20.09

El primero de ellos presenta factores de carga elevados para el perímetro de la cuenca (PER), la longitud del valle y de la cuenca (LVA y LCU) y el área de ésta (ARE). Este eje define el tamaño de las subcuencas.

El segundo componente queda definido positivamente por el factor de forma de la cuenca (FFC) y negativamente por la elevación media de ésta (ELM). Este componente, además de estar ligado al tipo de sustrato litológico, discrimina a las unidades por su forma geométrica y su situación (altitud) en la cuenca.

En la figura 3, se representan las 61 subcuencas del Segura en el plano definido por los dos primeros componentes y un esquema de su localización espacial en la

cuenca. En el cuadro 2, se presentan de forma sintética, las características más importantes de los cuatro grupos de subcuencas resultantes de la interpretación del análisis.

Se observa cómo las características que definen a los ejes I y II respectivamente, pueden relacionarse con la situación geográfica de las unidades, de manera que, aquellas que quedan definidas como alargadas, independientemente de su superficie, se localizan en los sectores montañosos de la cuenca. Por el contrario, las unidades más redondeadas tienden a situarse en las áreas deprimidas y llanas. En ambos casos, la superficie de las subcuencas está ligada a las características topográficas de cada sector.

#### Cartografía morfométrica de las subcuencas del río Segura

La tipificación y caracterización morfométrica de las subcuencas del Segura, se estableció mediante la superposición de las cartografías lineal y superficial. Se definen así 15 tipos diferentes que se presentan en la figura 4. La denominación de cada uno de ellos hace referencia a nombres geográficos locales que mejor definían el tipo.

En el cuadro 3, se resumen las características morfométricas lineales y superficiales más importantes de los tipos definidos, así como su relación con los distintos usos del suelo de la cuenca del Segura.

De forma general, existe una importante diversidad morfométrica en la cuenca. Los 15 tipos de subcuencas resultantes, responden fundamentalmente a cuatro principales gradientes de variación: redes de drenaje, tipología hidrológica de los cauces y forma y tamaño de las subcuencas.

Los gradientes que se detectan, en relación a la forma y el tamaño de las unidades, responden fundamentalmente a factores topográficos, de relieve y de tipología del sustrato. Así, las subcuencas más alargadas (rectangulares) y de extensión pequeña o media se localizan en las áreas montañosas de la cuenca, independientemente de su situación geográfica. Entre ellas, otras unidades adquieren formas diversas (cuadradas, triangulares, y redondeadas) y aumentan progresivamente su extensión, desde la cabecera hasta la desembocadura.

Estos gradientes diversifican espacialmente aún más la tipología de las subcuencas, cuando intervienen las variables lineales seleccionadas por el análisis. Así, las redes de drenaje y sobre todo, los tipos de cauces secundarios, en relación con la progresiva aridez del territorio, detectada desde la cabecera de la cuenca hasta cualquier otra dirección de la misma, posibilita la existencia de cauces y redes de drenaje con comportamientos hidrológicos muy complejos (Vidal-Abarca, 1985).

Cuando se relacionan los usos del suelo de la cuenca del Segura con la tipología morfométrica de las unidades, se observa una concordancia directa entre conservación, utilización y explotación de los recursos naturales. Las subcuencas pequeñas, rectangulares, de relieve

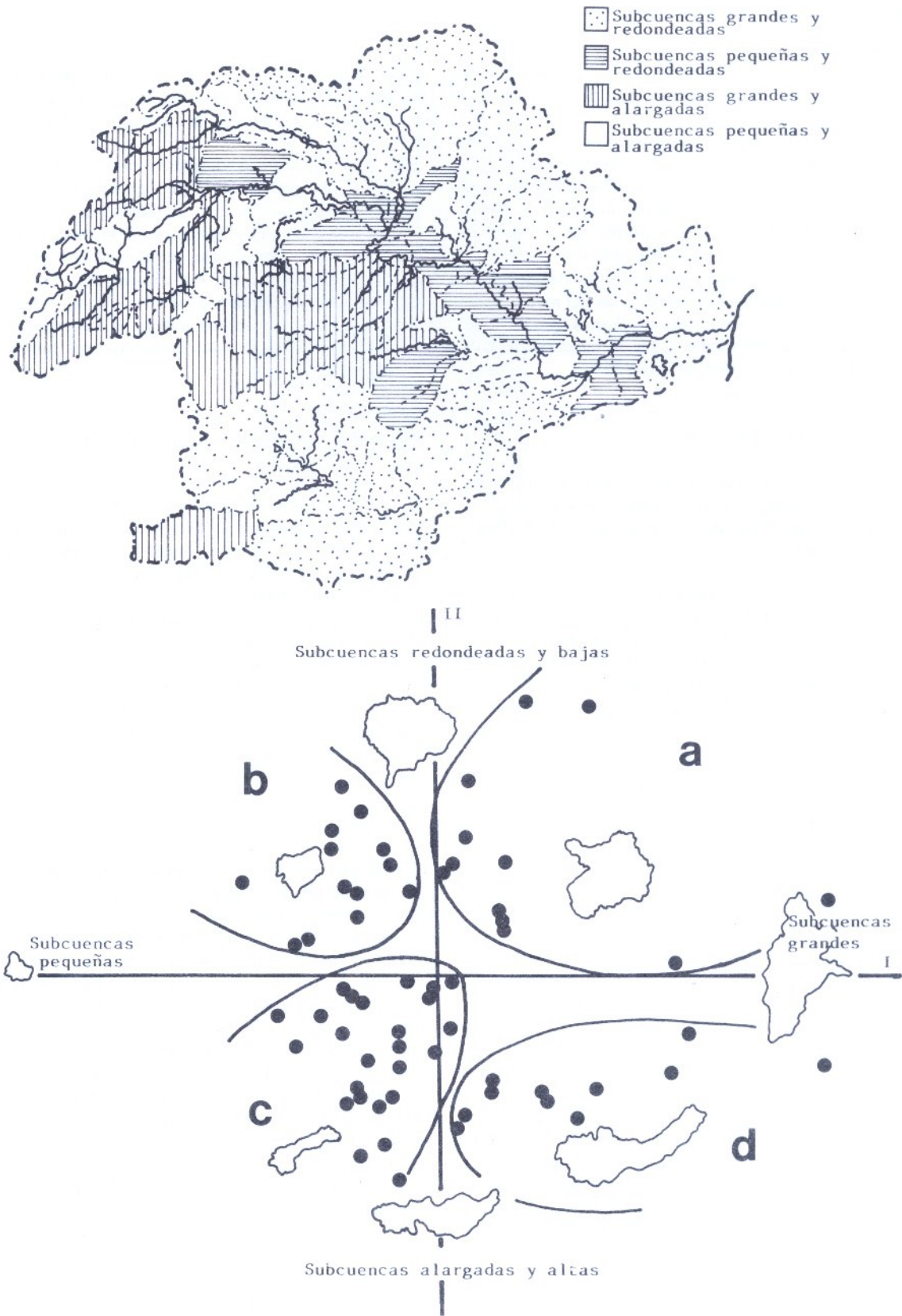


Fig. 3. Proyección de las 61 subcuencas del río Segura en el plano definido por los dos primeros componentes del análisis factorial efectuado sobre la matriz de variables superficiales. Los ejes se interpretan en función de las variables que mejor los definen.



CUADRO 2

Características morfométricas superficiales de los cuatro grupos de subcuencas resultantes del análisis factorial efectuado.

GRUPOS	EJES		NUMERO DE SUBCUENCAS	LOCALIZACION EN LA CUENCA	AREA MEDIA (Km <sup>2</sup> )		ALTITUD (m)	
	I	II			X	σ	X	σ
a	subcuenca grande	subcuenca redondeada	18, 22, 29, 30, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 61	sectores norte y sur	515'73	228'13	725'67	217'3
b	subcuenca pequeña	subcuenca redondeada	15, 25, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 46, 55, 56, 59, 60	sector centro dirección NE-SE	153, 69	73'81	575'08	214'0
c	subcuenca pequeña	subcuenca alargada	1, 2, 3, 4, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 31, 32, 33, 35, 38, 44, 45, 51, 58	sector noroeste	107'12	59'41	1.018'14	305'7
d	subcuenca grande	subcuenca alargada	5, 6, 7, 9, 10, 26, 27, 28, 34, 43, 57	zonas aisladas sectores montañosos del NO, S, centro y NE	369'47	181'14	1.146'00	245'6

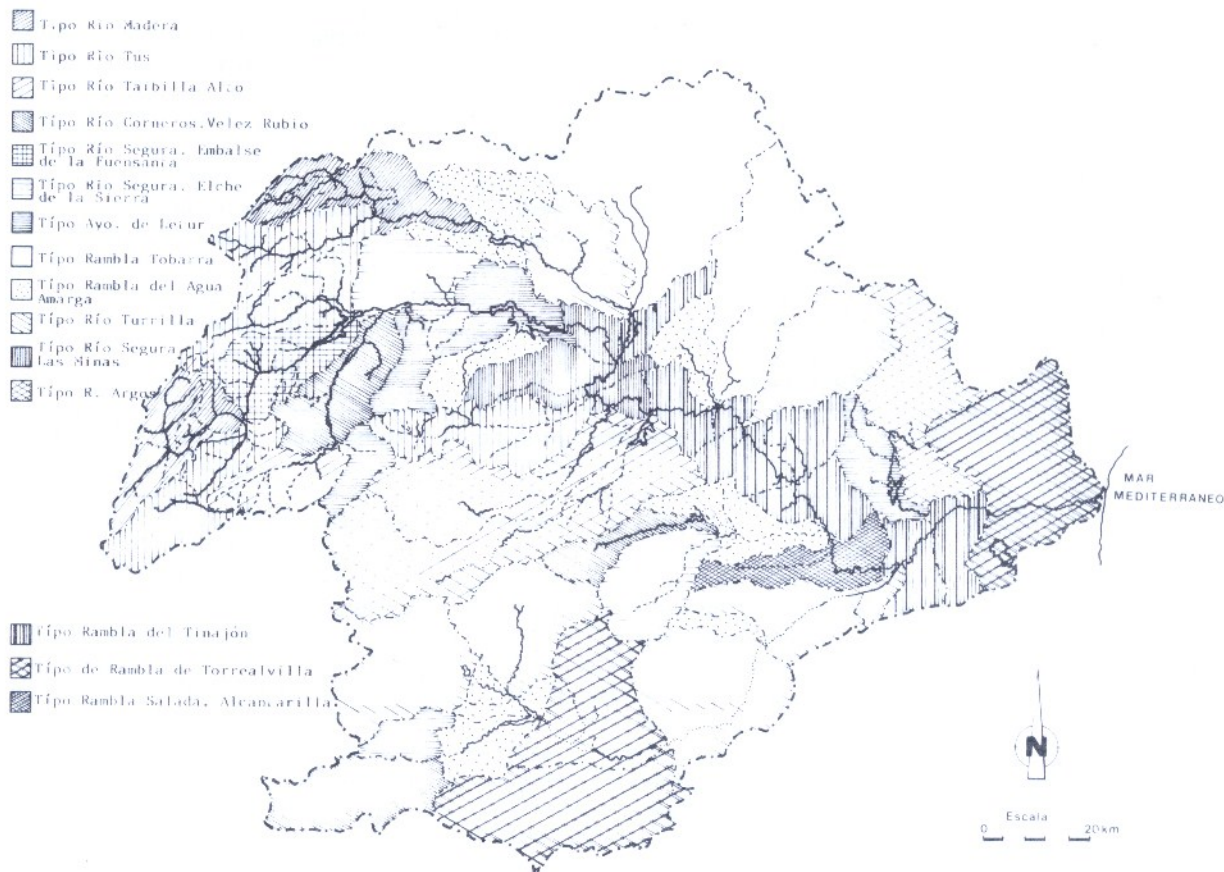


Fig. 4. Cartografía morfométrica de las subcuencas del río Segura.

CUADRO 3

*Características morfométricas lineales y superficiales y usos del suelo de los 15 tipos de subcuencas definidas en la Cuenca del Segura.*

TIPO	NUMERO SUBCUENCAS	RED DE DRENAJE	TIPOLOGIA DE CAUCES 2.º	TAMAÑO DE SUBCUENCAS	FORMA DE SUBCUENCAS	USOS DEL SUELO	% SUELO PROTEGIDO
Río Madera	1, 2, 3, 4, 11, 12, 13, 14	laxa	permanentes	pequeño	rectangular		
Río Tus	5, 9, 10, 26,	no muy densa	mayoría de permanentes	medio	rectangular		
Río Taibilla alto	6	laxa	mayoría de temporales	medio	rectangular	áreas de bosque	83'2
Río Corneros Vélez Rubio	7, 34, 43	simétrica y laxa	ramblas	medio	rectangular		
Río Segura E. Fuensanta	8	simétrica no densa	permanentes temporales	medio	triangular		
Río Segura Elche Sierra	15, 46	amplia y disimétrica	mayoría de ramblas	medio	circular	áreas de bosque cultivos secano	4'5
Arroyo Letur	16, 17, 23, 32, 58	densa	mayoría de ramblas	pequeño	rectangular	cultivos secano	0'0
Rambla Tobarra	18, 53	medianamente densa	ramblas	muy grande	ovalada	cultivos secano	0'0
Rambla Agua Amarga	19, 20, 21, 24, 31, 33, 35, 38, 44, 45, 51	muy densa en cabecera	ramblas	medio-pequeño	triangular	matorrales eriales	2'1
Río Turrilla	22, 29, 30, 47, 50, 52, 54	densa y muy jerarquizada	ramblas	grande	redondeada	distintos usos	6'3
Río Segura Las Minas	25, 36, 39,	—	no presenta	pequeño	cuadrangular	cultivos regadío	0'2
Río Argos	27, 28, 57,	densa en cabecera	mayoría de ramblas	grande	rectangular	distintos usos	3'2
Rambla Tinajón	37, 40, 41, 42, 55, 56, 59, 60	densa	mayoría de ramblas	medio	varias	cultivos de regadío	0'5
Rambla de Torrealvilla	47, 48, 61	densa	mayoría de ramblas	grande	cuadrangular		
Rambla Salada Alcantarilla	49	laxa	mayoría de ramblas	medio	rectangular	cultivos secano	0'0

APÉNDICE I

Número de código, nombre, variables morfométricas y del medio físico, utilizadas en la tipificación morfométrica de las 61 subcuencas del río Segura. Para las abreviaturas de las variables, ver tabla 1.

CÓDIGO	NOMBRE	VARIABLES LINEALES										VARIABLES SUPERFICIALES						VARIABLES DEL MEDIO FÍSICO	
		LRI	LRA	DES	PEN	STD	SVA	SHI	DBN	DBR	LDU	ELM	ARE	LVA	PER	FFC	ODC	FLU	LIT
1	Río Madera	10,2	10,2	300	22,70	1,375	1,375	0,000	9,6	9,6	14,3	1404,5	120,10	13,2	53,34	1,120	0,021	1068,5	3,0
2	Nac. Río Segura	16,8	13,5	400	23,60	1,183	1,090	1,155	14,0	11,6	19,0	1482,0	83,34	14,0	48,72	1,360	0,032	559,0	2,4
3	R Segura entre Madera y Zueta	8,6	8,6	50	5,80	1,265	1,265	0,000	6,8	6,8	9,0	1275,0	49,00	8,6	31,20	1,047	0,037	555,0	3,0
4	Embalse de Anchuricas	9,9	9,9	100	1,02	1,259	1,289	0,000	7,6	7,6	12,8	1305,0	41,34	8,8	33,16	1,306	0,035	561,5	2,8
5	Río Zueta	48,0	28,6	750	15,63	1,463	1,128	0,229	32,8	22,6	35,6	1407,0	353,62	37,0	113,58	0,962	0,011	165,2	2,6
6	Río Taibilla alto	27,0	12,8	550	42,37	1,125	1,042	0,074	24,0	19,2	26,4	1528,0	139,34	25,0	71,62	1,148	0,021	455,0	2,0
7	Río Taibilla bajo	30,0	30,0	250	8,30	1,200	1,000	0,167	25,0	25,0	30,8	1163,5	236,60	25,0	94,38	1,232	0,017	363,0	2,0
8	Embalse de Fuensanta	31,0	31,0	150	4,80	1,157	1,045	0,097	25,8	26,8	27,0	1298,5	268,56	28,0	76,36	0,954	0,019	641,7	3,0
9	Río Tus	39,4	31,0	500	12,70	1,224	1,211	0,011	32,2	25,6	32,8	1211,0	371,10	39,0	101,10	0,841	0,013	834,0	3,0
10	Nac. Río Mundo	34,6	34,6	500	14,45	1,161	1,074	0,075	29,8	29,8	30,8	1306,0	252,60	32,0	82,44	0,963	0,018	809,0	3,0
11	Río Endrinales	19,6	19,6	800	40,82	1,153	1,059	0,082	17,0	17,0	18,6	1348,5	64,50	18,0	46,70	1,033	0,034	786,2	3,0
12	Río Bogarra (Paterna)	13,0	13,0	600	46,15	1,204	1,204	0,000	10,8	10,8	15,4	1246,0	58,90	13,0	37,98	1,185	0,043	786,2	3,0
13	Río Bogarra bajo	13,8	13,8	50	3,62	1,380	1,200	0,130	10,0	10,0	11,2	1183,5	72,96	12,0	47,30	0,933	0,020	637,6	3,0
14	Río Mundo en Ayna	23,4	23,4	250	10,68	1,232	1,053	0,145	19,0	19,0	24,9	997,5	157,44	20,0	71,72	1,240	0,019	397,0	3,0
15	Río Segura (E. Sierra)	24,6	24,6	200	8,13	1,255	1,020	0,187	19,6	19,6	19,6	863,5	235,04	20,0	71,86	1,089	0,015	380,2	2,4
16	Arroyo Letur	24,4	5,4	800	32,79	1,371	1,292	0,058	17,8	4,0	18,2	971,0	121,26	23,0	58,08	0,790	0,022	386,0	2,5
17	Arroyo del Río Taibilla	15,0	16,0	500	31,25	1,539	1,539	0,000	10,4	9,0	9,4	1500,5	116,38	16,0	51,00	0,588	0,015	547,0	1,6
18	Arroyo Tobarna	72,4	23,2	750	10,36	3,694	3,622	0,276	19,6	53,4	45,2	800,0	1134,72	71,0	229,26	0,637	0,003	326,0	1,7
19	Cerrada Interior	10,0	10,0	150	15,00	1,087	1,087	0,000	9,2	0,0	14,2	911,5	56,22	10,0	36,26	1,420	0,043	353,0	2,5
20	Raibla del Talave	20,4	20,4	400	19,51	1,275	1,188	0,087	16,0	0,0	22,6	821,5	104,70	19,0	57,30	1,189	0,026	348,0	2,0
21	Río Mundo, Liétor	8,4	8,4	500	59,52	1,500	1,250	0,167	5,6	5,6	6,2	850,0	75,36	7,0	52,48	0,886	0,009	385,5	2,6
22	Río Mundo, Hellín	27,6	27,6	100	3,62	1,211	1,053	0,130	22,8	22,8	24,4	639,5	315,20	24,0	86,94	1,017	0,013	332,0	2,1
23	Embalse del Cenajo	28,4	28,4	300	3,52	1,365	1,250	0,084	20,8	20,8	22,8	850,0	253,68	26,0	85,56	0,877	0,012	408,0	2,2
24	Arroyo de Benizar	21,6	17,6	600	27,78	1,187	1,099	0,074	18,2	16,0	21,8	850,0	122,82	20,0	59,54	1,030	0,025	423,4	2,2
25	Arroyo del Chopillo	13,2	13,2	100	7,58	1,386	1,174	0,091	7,0	7,0	7,2	850,0	227,96	12,0	84,18	0,600	0,004	332,5	1,9
26	Río Benamor	48,0	48,0	1000	20,83	1,237	1,108	0,104	38,8	38,8	46,0	999,5	321,92	43,0	109,52	1,070	0,015	471,4	1,5
27	Río Argos	61,2	44,8	1100	17,97	1,443	1,274	0,117	42,4	31,8	49,2	1049,5	498,44	54,0	136,98	0,911	0,010	391,0	2,3
28	Río Quipar	81,2	59,0	1200	14,78	1,420	1,329	0,064	57,2	49,6	73,6	1085,5	827,70	76,0	193,22	0,968	0,008	427,6	1,0
29	Embalse Valdeinfierno	24,7	3,0	200	8,10	1,144	1,111	0,029	21,6	1,8	28,6	1076,5	472,36	24,0	109,00	1,192	0,010	292,8	2,4
30	Río Turrilla	25,4	19,2	350	13,78	1,058	1,000	0,055	24,0	15,8	25,0	973,0	385,34	24,0	99,96	1,042	0,012	276,0	2,3
31	R. Guadaletín entre Valdeinfierno y Turrilla	11,4	11,4	200	17,54	1,500	1,184	0,211	7,6	7,6	8,0	933,0	34,96	9,0	26,60	0,889	0,045	343,0	2,8
32	Río Claro	18,2	1,4	250	13,74	1,400	1,308	0,066	13,0	1,2	12,8	1397,5	112,34	17,0	54,52	0,753	0,017	429,4	2,6
33	Embalse de Puentes	7,6	7,6	75	9,87	1,152	1,061	0,079	6,6	6,6	6,8	959,0	62,00	7,0	47,72	0,971	0,012	393,4	2,0
34	Río Corneros, Velez R.	37,6	0,0	500	13,30	1,175	1,156	0,016	32,0	0,0	33,0	1372,5	341,72	37,0	102,90	0,892	0,013	339,4	2,3
35	Río Corneros, Fuensanta	21,4	21,4	250	11,68	1,176	1,044	0,112	18,2	18,2	18,2	992,0	132,70	19,0	52,84	0,958	0,026	397,0	2,2
36	Río Segura, Las Minas	19,8	19,8	75	3,79	1,833	1,759	0,040	10,8	10,8	13,6	512,5	74,06	19,0	37,74	0,716	0,038	393,0	2,2
37	Río Mundo, Cancarix	11,4	11,4	50	4,39	1,118	1,078	0,036	10,2	10,2	10,4	523,5	118,72	11,0	61,98	0,945	0,011	299,0	1,5
38	Rbla. Agua Amarga	18,8	18,8	200	10,64	1,106	1,059	0,042	17,0	17,0	24,6	484,0	124,86	18,0	73,56	1,367	0,018	302,3	1,7
39	Río Segura, Macaneo	17,4	17,4	50	2,87	1,673	1,344	0,138	10,4	10,4	10,6	527,0	61,60	15,0	35,14	0,707	0,034	396,0	1,7
40	Río Segura entre Quipar y Rbla. Agua Amarga	16,4	16,4	10	0,60	1,344	1,066	0,207	12,2	12,2	18,0	545,0	142,28	13,0	52,64	1,385	0,026	287,0	1,4
41	Río Segura, Cieza	7,2	7,2	40	0,13	1,565	1,087	0,305	4,6	4,6	5,8	525,0	34,66	5,0	25,36	1,160	0,036	300,8	1,3
42	Río Segura, Blanca	17,4	17,4	50	2,87	1,208	1,000	0,172	14,4	14,4	15,6	612,0	152,82	14,4	57,70	1,083	0,019	341,4	2,0
43	Río Mula, Bullas	38,4	27,4	400	10,42	1,185	1,080	0,089	32,4	22,6	32,6	767,0	169,36	35,0	79,54	0,931	0,021	362,0	2,3
44	Río Mula, Perea	15,0	12,0	300	20,00	1,250	1,167	0,066	12,0	9,0	12,0	448,5	66,32	14,0	48,28	0,857	0,021	250,0	1,3
45	Río Mula, Alguazas	23,2	23,2	150	6,47	1,357	1,111	0,181	17,1	17,1	17,4	587,0	147,36	19,0	71,20	0,916	0,014	270,0	1,1
46	Río Pliego	27,4	27,4	400	14,60	1,246	1,000	0,197	22,0	22,0	26,4	939,5	284,96	22,0	72,90	1,200	0,020	291,5	2,0
47	Rbla. Torrealevilla	29,2	29,2	175	5,99	1,237	1,102	0,109	23,6	23,6	23,8	848,0	436,36	26,0	97,42	0,915	0,010	287,0	1,4
48	Rbla. de Vizcaya	16,4	16,4	350	21,34	1,109	1,108	0,000	14,8	0,0	50,0	666,5	628,94	16,4	137,90	3,049	0,011	267,0	2,0
49	Rbla. Salada, Alcantarilla	26,6	26,6	15	0,56	1,400	1,211	0,135	19,0	19,0	36,8	280,0	242,08	23,0	101,86	1,600	0,004	282,0	1,2
50	Bajo Guadaletín	31,8	13,2	100	3,15	1,104	1,007	0,068	28,8	11,6	29,0	558,0	393,46	29,0	106,80	1,000	0,010	294,5	1,5
51	Rbla. de Algeciras	22,6	22,6	900	39,32	1,314	1,163	0,115	17,2	0,0	19,4	700,0	48,44	20,0	44,46	0,970	0,039	390,4	1,5
52	Río Guadaletín, Totana	30,6	3,0	90	2,94	1,244	1,138	0,085	24,6	0,0	25,2	969,5	537,36	28,0	100,72	0,900	0,010	368,0	1,9
53	Rbla. Judío, Jumilla	58,2	22,8	450	7,73	1,254	1,185	0,069	46,4	18,6	42,8	810,5	655,96	55,0	149,96	0,778	0,008	318,0	2,0
54	Rbla. del Moro	40,4	11,2	475	11,76	1,174	1,105	0,059	34,4	8,8	35,2	773,0	390,64	38,0	92,86	0,926	0,016	333,0	1,5
55	Rbla. del Tinajón	12,4	12,4	500	40,32	1,292	1,250	0,033	9,6	9,6	17,8	730,5	147,10	12,0	57,80	1,483	0,021	332,0	1,5
56	Río Segura, Molina	15,4	15,4	25	1,62	1,426	1,111	0,900	10,8	10,8	14,0	267,5	172,96	12,0	63,30	1,167	0,014	301,0	1,2
57	Río Chicaco	53,4	22,0	300	15,15	1,492	1,382	0,074	39,8	18,0	46,0	710,5	501,60	35,0	165,86	0,918	0,007	297,0	1,3
58	Embalse Santomera	30,4	20,6	250	8,22	1,216	1,160	0,046	25,0	16,2	26,6	555,5	180,60	29,0	69,04	0,324	0,022	308,0	1,5
59	Río Segura, Alquerías	12,6	12,6	10	0,79	1,432	1,023	0,286	8,8	8,8	11,6	347,5	147,90	9,0	68,64	1,259	0,010	277,0	1,5
60	Río Segura, Orihuela	13,6	13,6	25	1,84	1,308	1,154	0,119	10,4	10,4	11,2	212,5	147,38	12,0	60,96	0,933	0,012	192,0	1,3
61	Río Segura, Guardamar	27,6	27,6	25	0,91	1,243	1,000	0,195	22,0	22,0	33,4	417,5	655,16	22,0	125,72	1,518	0,008	300,5	1,7

abrupto que presentan cauces de aguas permanentes, conservan los únicos paisajes boscosos de la cuenca y más del 80% del total del suelo protegido.

La utilización del suelo para cultivos de secano y las áreas de matorrales y eriales, se extienden por diferentes tipos de subcuencas, todas ellas de extensión importante, relieves mucho más suaves y donde las redes de drenaje están constituidas fundamentalmente por cauces temporales y ramblas.

Los cultivos de regadío, únicamente ocupan el suelo de tres tipos de subcuencas (Río Segura, Las Minas, Rambla del Tinajón y Rambla de Torrealvilla), de pequeña extensión y cauces profundamente alterados por el hombre.

## Discusión

El estudio cuantitativo de las formas de subcuencas del río Segura, revela fundamentalmente su extraordinaria diversidad morfométrica.

De las 18 variables lineales y superficiales analizadas, la longitud del río (LRI), los índices de sinuosidad (STO y SVA) el número de arroyos (NAY) y ramblas (NRA), el perímetro de la cuenca (PER), la longitud del valle y de la cuenca (LVA y LCU), el área (ARE) y la elevación media (ELM), resultaron ser las más apropiadas para definir tipos distintos de subcuencas. En definitiva, el tiempo de permanencia del agua en los cauces y la forma geométrica y tamaño de las subcuencas parecen resumir esta diversidad fisionómica.

La precipitación media anual y la erosionabilidad del sustrato, como variables del medio físico utilizadas en el análisis, explican satisfactoriamente, la distribución y densidad de las redes de drenaje, el tiempo de permanencia del agua en los cauces y la forma de las unidades.

La cartografía que se presenta (figura 4), como aplicación de los resultados de los análisis, manifiesta una sistemática de formas en gradientes desde el NO, donde se sitúan las subcuencas más pequeñas en extensión, de forma alargada impuesta por factores topográficos y drenadas por una laxa red de cauces permanentes (sector de precipitación media anual > 700 mm), hasta cualquier otra dirección de la cuenca, donde las unidades grandes y más o menos redondeadas, aparecen drenadas por una apretada red de cauces que funcionan como ramblas (sectores áridos o semiáridos).

Las relaciones entre los tipos de subcuencas definidos y los usos del suelo en la cuenca del Segura, reflejan de igual manera estos gradientes. González Bernáldez (1981), señala cómo las características morfométricas de un paisaje fluvial tienen un importante valor indicador en la interpretación paisajística. Sin embargo, determinados recursos naturales, por su importancia económica actual, son explotados al extremo de condicionar la fisionomía completa de un área determinada. Así, un grupo de subcuencas (tipos Río Segura, Las Minas y Rambla del Tinajón), situadas en el sector central y oriental de la cuenca, configuran un tipo especial. Coinciden con lo

que tradicionalmente se denominan Vegas Alta, Media y Baja del Segura, e indudablemente son las unidades más alteradas de la cuenca. El uso agrícola del suelo, el progresivo asentamiento de poblaciones humanas y, en consecuencia el elevado número de actuaciones sobre los cauces (canalizaciones, corta de meandros, rectificaciones de márgenes, etc.), ha modificado el modelo general de sus redes de drenaje. La mayoría aparecen clasificadas como ríos rectilíneos que, evidentemente, no se corresponden con el tramo bajo de un río principal.

De igual manera, cuando se relaciona el porcentaje de suelo protegido en la cuenca del Segura (un total de 265.033 has) con la tipología de las subcuencas, se observa una concentración de estos parajes en unos pocos tipos, de fisionomía similar (subcuencas de la cabecera con un porcentaje muy elevado de suelo cubierto de bosques), frente a la extraordinaria diversidad de formas morfométricas que se presentan en la cuenca del Segura.

En definitiva, tanto los gradientes morfométricos detectados, como sus relaciones con la utilización del suelo, plantean hipótesis de trabajo interesantes de señalar.

En el primer caso, las variaciones territoriales en las formas y tamaños de las unidades y en las redes de drenaje y su tipología hidrológica, deben estar relacionadas con el balance hídrico global, con el modelo de distribución espacio-temporal de los cuerpos de agua de la cuenca, con la composición físico-química de sus aguas e incluso, con las estrategias de colonización y evolución de las comunidades biológicas.

En el segundo caso, cabría indicar la necesidad de establecer criterios objetivos para desarrollar una política racional de selección de espacios o áreas a proteger en la Cuenca del Segura, habida cuenta de la gran variedad de ambientes y paisajes que esta unidad territorial alberga.

## Bibliografía

- ARENAS, M. (1980): *Características geomorfológicas de las cuencas y subcuencas del Segura*. Murcia (inédito).
- CASTILLO, V.; GONZÁLEZ, S. (1986): Caracterización morfológica de los paisajes fluviales madrileños. *Papeles de Geografía Física*, 11: 53-62.
- CHORLEY, R. J. (ed.) (1969): *Water. Earth and Man*. Methuen, London.
- COOKE, R. V.; DOORNKAMP, J. C. (1974): *Geomorphology in environmental management. An introduction*. Clarendon Press. Oxford.
- COQUE, R. (1984): *Geomorfología*. Alianza Universidad Textos. Madrid.
- CRAIG, P. C.; MCCART, P. J. (1975): Classification of stream types in Beaufort Sea drainages between Prudhoe Bay and the Mackenzie Delta, N. W. T. Canada. *Astic. Alpine Res.*, 7: 183-198.
- CUMMINS, K. W. (1974): Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience*, 24: 631-641.
- CUSHING, C. E.; MCINTIRE, C. D.; SEDELL, J. R.; CUMMINS, K. W.; MINSHALL, G. W.; PETERSEN, R. C.; VANNOTE, R. L. (1980): Comparative study of physicochemical variables of streams using multivariate analyses. *Arch. Hydrobiol.*, 89(3): 343-352.

- CUSHING, C. E.; MCINTIRE, C. D.; CUMMINS, K. W.; MINS-HALL, G. W.; PETERSEN, R. C.; SEDELL, J. R.; VANNOTE, R. L. (1983): Relationship among chemical, physical and biological indices along river continua based on multivariate analyses. *Arch. Hydrobiol.*, 98(3): 317-326.
- DIXON, W. J.; BROWN, M. B. (eds.) (1982): *Biomedical computer programs. P-series*. Univ. of California Press. Berkeley.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1981): *Ecología y Paisaje*. Blume. Madrid.
- GREGORY, K. J.; WALLING, D. C. (1973): *Drainage basin form and process. A geomorphological approach*. Arnold.
- HAYER, F. R.; STANDFORD, J. A. (1982): Ecological responses of Hydropsychid caddisflies to stream regulation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39(9): 1.235-1.242.
- HAWKINS, C. P.; SEDELL, J. R. (1981): *Longitudinal and seasonal changes in functional organization of macroinvertebrate communities in four Oregon streams*. *Ecology*, 62(2): 387-397.
- HERIN, R. (1975): *Le bassin du Segura (sud-est de L'Espagne)*. *Recherches du geographic rurale*. Tesis Doctoral. Univ. Caen.
- HUGHES, R. M.; OMERNIK, J. M. (1981): Use and misuse of the term watershed and stream order. *Am. Fish. Soc. Warm. Stream Symp.*: 320-326.
- (1983): An alternative for characterizing stream size. In: FONTAINE, T. D.; BARTELL S. M. (eds.). *Dynamic Lotic Eco-systems*: 87-101. Ann Arbor Sc. Michigan.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1972): El agua en la cuenca del Segura. *Papeles del Dpto. de Geografía*, 4: 9-24.
- (1973): *La Vega Alta del Segura. Clima, Hidrología y Geomorfología*. Dpto. Geografía. Univ. Murcia.
- (1980): Régimen y caracteres básicos de los cursos de agua. En: *Historia de la región murciana*: 58-72. Tomo I. Ed. Mediterráneo.
- (1982): Síntesis geográfica de Murcia. En: *Tierras y gentes de Murcia*: 5-13. Consejería de Turismo. Comunidad Autónoma de Murcia.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., et al. (1979): Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia. *Papeles Dpto. Geografía*, 8: 49-91.
- MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; PETERSEN, R. C.; CUSHING, C. E.; BRUNS, D. A.; SEDELL, J. R.; VANNOTE, R. L. (1985): Developments in stream ecology theory. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1.045-1.055.
- MORISAWA, M. (1985): *Rivers. Form and Process*. K. M. Clayton. Longman.
- NAVARRO, F. (1980): El relieve. En: *Historia de la Región Murciana*: 24-43. Tomo I. Ed. Mediterráneo.
- ORTEGA, M.; VIDAL-ÁBARCA, M. R.; SUÁREZ, M. L.; GONZÁLEZ-BESERAN, J. L.; RAMÍREZ-DÍAZ, L. (en prensa): Características físico-químicas de las aguas superficiales de la Rambla del Moro después de una riada: Cuenca del río Segura; S. E. de España. *Limnetica*.
- PALAU, A. (1987): Caracterización morfométrica de la cuenca catalana del río Segre (Lérida, NE España). *Actas IV Cong. Esp. de Limnología*: 147-154.
- PLATTS, W.S. (1979): Relationships among stream order, fish populations and aquatic geomorphology in an Idaho river drainage. *Fisheries*, 4(2): 5-9.
- PRAT, N. (1979): La Xarxa Hidrogràfica. *Quad. Ecol. Apl.*, 4: 87-107.
- PRAT, N.; PUIG, M. A.; GONZÁLEZ, G.; TORT, M. J. (1982): Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat. I. Els factors físics i químics de medi. *Estudis i Monografies del Serv. Med. Amb. Diputació de Barcelona*, 6: 1-206.
- SABATER, F.; SABATER, S.; ARMENGOL, J. (1987): Caracterización fisiográfica de la cuenca de un río Mediterráneo: El Ter. *Actas IV Cong. Esp. de Limnología*: 155-164.
- SALISBURY, N. E. (1971): Threads of inquiry in quantitative geomorphology. In: MORISAWA, M. (ed.). *Quantitative Geomorphology: Some aspects and applications*: 9-60. State Univ. of New York. Publ. of Geomorphology. Binghamton.
- SCHUMM, S. A. (1977): *The fluvial system*. John Wiley & Sons.
- SLACK, K. V.; NAUMAN, J. W.; TILLEY, L. J. (1979): Benthic invertebrate in a north-flowing stream, brooks range, Alaska. *Am. Nat. Res. Ass.*, 15(1): 108-135.
- SMITH, I.; LYLE, A. (1979): *Distribution of freshwaters in Great Britain*. Inst. of terrest. Ecol. England.
- STERLING, A. (1985): *Estudio ecológico de los bosques de ribera del río Guadarrama en la provincia de Madrid y su valor potencial como áreas de conservación de la naturaleza*. CEOTMA. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.
- STRAHLER, A. N. (1982) (6.ª ed.): *Geografía Física*. Omega. Barcelona.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, R. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. (1980): The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137.
- VIDAL-ÁBARCA, M. R. (1985): *Las aguas superficiales de la cuenca del río Segura (SE de España)*. *Caracterización físico-química en relación al medio físico y humano*. Tesis Doctoral. Univ. de Murcia.
- VIDAL-ÁBARCA, M. R.; MONTES, C.; RAMÍREZ-DÍAZ, L.; SUÁREZ, M. L. (a) (en prensa): El clima de la cuenca del río Segura (SE de España). Factores que lo controlan. *Anales de Biología (Ambiental)*.
- VIDAL-ÁBARCA, M. R.; MONTES, C.; SUÁREZ, L.; RAMÍREZ-DÍAZ (b) (en prensa): A new index for the limnological characterization of arid and semi-arid basin. *Arch. Limnol.*
- WARREN, C. E. (1979): Toward classification and rationale for watershed management and stream protection. *V.S. Environmental Protection Agency. Corvallis, O.R. EPA-600/ 3-79-059*. 1-142