

# RESPUESTA EROSIVA DE CUENCAS, CORREGIDAS MEDIANTE DIQUES DE RETENCIÓN DE SEDIMENTOS, ANTE LLUVIAS DE ALTA INTENSIDAD. CUENCA DEL RÍO QUÍPAR, SURESTE DE ESPAÑA

*Mariano Martínez Lloris*

*Asunción Romero Díaz\**

*Francisco Alonso Sarria\**

Universidad de Murcia

BIBLID [0213-1781 (2001); 34: 191-203]

## RESUMEN

Se analiza la respuesta erosiva de dos subcuencas, vertientes al embalse de Alfonso XIII (cuenca del río Quípar, afluente del río Segura), ante un evento pluviométrico, caracterizado de alta intensidad. Mediante digitalización a escala 1:5.000, y estudios de campo, se determinan las variables: litología, pendiente y longitud de los cauces, y superficies de cuencas vertientes, a 29 diques de retención de corrección hidrológica. Todas estas variables se relacionan con la sedimentación retenida en cada uno de los diques en ese evento lluvioso.

Se constata, como áreas de mayor sedimentación las cuencas constituidas preferentemente por margas, y la ausencia de depósitos en áreas de yesos, posiblemente, por su mayor capacidad de infiltración. Cuencas mayores muestran mayor sedimentación. Se cuestiona la correcta ubicación de algunos diques, para la finalidad que deberían cumplir.

**Palabras clave:** Erosión fluvial, sedimentación, diques, litología, características topográficas, Sureste de España.

## ABSTRACT

The erosive response of two sub-basins after a severe rainfall event is analysed. These basin drain to the Alfonso XIII reservoir (basin of the Quípar river, affluent of the Segura river). Lithology, slope and length of the riverbeds, and basin surfaces of 29 hydrological correction dams, are calculated by digitized maps, to scale 1:5.000, and field studies. All these variables are related to the sedimentation held in each one of the dams in that rainy event.

Fecha de recepción: 29 de mayo de 2001. Fecha de aceptación: 4 de julio de 2001.

\* Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Geográfico Regional. Facultad de letras. Universidad de Murcia. Campus de La Merced. 30001- MURCIA (España). E-mail: arodi@um.es / alonsarp@um.es

Basins where marls is the main rock formation show greater sedimentation, with a complete lack of sediments in the gypsum ones, possibly because of their greater infiltration capacity. Large basins show also greater sedimentation. The location of some dams, for the purpose that they are supposed to fulfil is questionable.

**Key words:** Fluvial erosion, sediment deposition, dams, lithology, topographic characteristics, Southeast of Spain.

## 1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del Segura, es una de las áreas de la Península Ibérica, en donde la erosión es uno de sus problemas primordiales. La falta de agua, debido a la aridez de su clima, y al mismo tiempo, el carácter intenso de sus precipitaciones, ha dado como resultado, en numerosas ocasiones, la presencia de avenidas con inundaciones. Con el objetivo de almacenar agua para riego y abastecimiento, y defensa contra inundaciones, en la cuenca del Segura se han construido numerosos embalses. En la actualidad se cifran en 28 las presas construidas (Romero Díaz & Maurandi Guirado, 2000). Junto a la construcción de presas es necesario realizar trabajos de corrección hidrológico-forestal, con la finalidad concreta de reducir la erosión, fijando el suelo mediante la implantación de una cubierta vegetal, o evitar que los materiales arrastrados lleguen al vaso del embalse, aterrándolo y dejándolo, en este caso, inservible para la finalidad para la que fue construido.

En la cuenca de Alfonso XIII, que aquí se analiza, en 1916 se construyó una presa, la tercera más antigua de la cuenca del Segura. Debido a las altas tasas de erosión recogidas y a la consiguiente pérdida de capacidad del vaso de su embalse, pues de 42 Hm<sup>3</sup> en 1916 se pasó a 14,2 en 1976 (Romero Díaz et al., 1992), se han realizado por parte de la Confederación Hidrográfica del Segura, dos proyectos de corrección hidrológica, el primero en 1962 y el segundo en 1996.

En el proyecto de 1962 se realizaron trabajos en 50 ramblas y barrancos. Se construyeron 339 diques de gaviones, 35 diques de mampostería hidráulica y gran cantidad de albarradas de piedras en seco. De ellos 9 barrancos pertenecen a la denominada cuenca secundaria o cuenca corta, con un total de 95 diques construidos.

El proyecto de 1996, revisaba y mejoraba al anterior, y se amplió la zona de construcción de diques hasta las sierras de la cabecera, ya en su límite con la provincia de Granada. Con este proyecto se han construido 72 nuevos diques, y reparado o recrecido 158 de los ya existentes (Romero *et al.*, 2000). Es de destacar la colmatación o destrucción de 215 diques antiguos (tabla 1).

## 2. OBJETIVOS

Las lluvias intensas registradas en la cuenca, en octubre del año 2000, tuvieron como consecuencia una intensa erosión y el depósito de una cantidad notable de sedimentos en numerosos diques. El objetivo de este trabajo es analizar la respuesta erosiva de dos subcuencas del río Quípar, corregidas mediante diques de retención de sedimentos, a estas llu-

TABLA 1  
Estado actual de los diques construidos en la cuenca del río Quípar.

Estado de los diques	Subcuencas 1-2-3	Subcuenca 4	Subcuenca 5	Subcuenca 6	Nº total de diques
Reparado	0	13	18	26	57
Recrecido	0	0	2	1	3
Reparado y recrecido	0	20	17	61	98
<b>TOTAL reparados y recrecidos</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>88</b>	<b>158</b>
Nuevo	13	17	15	27	72
Sin reparar	0	41	62	112	215
<b>TOTAL DIQUES</b>	<b>13</b>	<b>91</b>	<b>114</b>	<b>227</b>	<b>445</b>

vias de alta intensidad. Los valores de sedimentos acumulados en los diques analizados, se han relacionado con la litología y superficie de sus cuencas vertientes, y con la longitud y pendiente de sus cauces. En estudios anteriores, ya se ha puesto de manifiesto la relación existente entre las características físicas de las cuencas y su dinámica hidrológica y erosiva (López Bermúdez & Romero Díaz, 1989; Armas *et al.*, 1998).

Puesto que el objetivo básico de las obras de corrección hidrológica es eliminar o disminuir el aporte sólido de materiales y laminar la punta de crecida de los caudales máximos, se considera que los diques de retención de sedimentos son una fuente de información excepcional, para el estudio del comportamiento hidrodinámico de ramblas y barrancos, sometidos a condiciones semiáridas mediterráneas.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Quípar (afluente del Segura por su margen derecha) y vertiente al embalse de Alfonso XIII, se sitúa en el centro occidental de la región de Murcia, (figura 1) y comprende parte de los términos municipales de Caravaca de la Cruz, Moratalla, Cehegín, Calasparra y Cieza.

Esta cuenca es la segunda en importancia respecto a los aportes de sedimentos a su embalse (calculados en más de 300.000 t/año) y una de las de mayor degradación específica, estimada en 367 t/km<sup>2</sup>/año (López Bermúdez & Gutiérrez Escudero, 1982).

La superficie de la cuenca es de 814 km<sup>2</sup> y la altitud media de 800 m. Se reparte altitudinalmente entre los 400 y los 1.200 m, con un 50% de su superficie comprendida entre los 800 y los 1.200 m.

La litología es predominantemente carbonatada, con presencia de dolomías, calizas, margas y yesos en la zona media y superior de la cuenca; predominando en el resto calizas, margas y areniscas.

Para el observatorio del Embalse de Alfonso XIII, la temperatura media interanual es de 16,4°C y la precipitación media interanual de 287 mm, habiéndose registrado máximos

superiores a los 500 mm. El ritmo anual de las precipitaciones muestra un máximo en el mes de octubre (40 mm), seguido de abril y mayo. En el episodio de precipitaciones, que se analiza aquí, correspondiente al 23 de octubre de 2000, se recogieron 62 mm en 24 horas; valor sensiblemente superior a los 40 mm de media de ese mes, para la serie de 40 años.

Los barrancos, objeto de este estudio son: el barranco de El Salar, situado en la margen izquierda del río Quípar, con una superficie de 110 has; y el barranco de Losares, situado en la margen derecha, con una superficie de 90 has. Ambos barrancos forman parte de la subcuenca 6 (figura 1), la más cercana al embalse de Alfonso XIII, y en donde se registraron las precipitaciones de mayor intensidad.

#### 4. MÉTODOS

En primer lugar, se realizó la digitalización de la cuenca del río Quípar a partir de los mapas del Servicio Geográfico del Ejército, a escalas 1: 50.000 y 1:25.000 (hojas: 890 - III y IV; 909 - II y IV; 910 - I, II, III y IV; 911 - I, II, III y IV; 912 - I; 930 - II y IV; 931 - I, II y III).

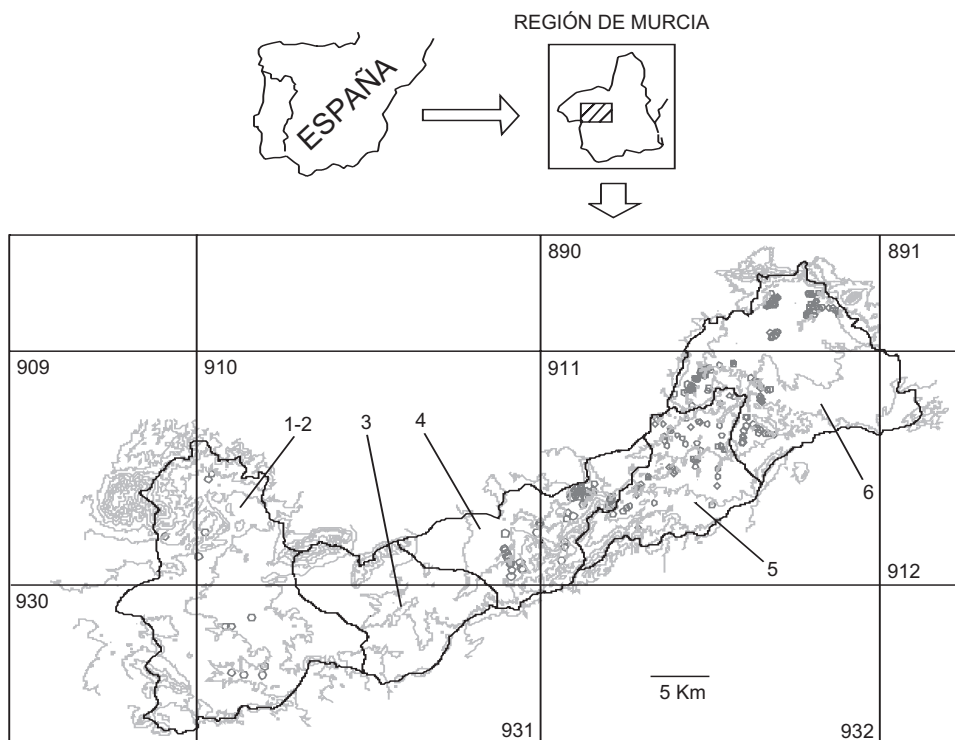


FIGURA 1. Localización del área de estudio.

Con posterioridad, para obtener un modelo digital del terreno con más detalle, de los barrancos a estudiar, se realizó otra digitalización a escala 1:5.000, utilizando los mapas editados por la Consejería de Política Territorial y Obras Públicas de la Comunidad Autónoma de Murcia (hojas 890 -6-6, 6-7 y 7-6).

A escala 1:5.000 (con equidistancia de 5 metros de distancia entre curvas de nivel), se han localizado todos los diques, mediante coordenadas UTM. También se han calculado otras variables tales como: superficie de cuenca vertiente a cada dique, cotas, pendientes, longitud de cauces, etc.

Con los datos climáticos, facilitados por el Centro Meteorológico Territorial de Murcia, se ha analizado la serie termo-pluviométrica (1951-1999), de datos mensuales de la estación del Embalse Alfonso XIII, así como la precipitación diaria correspondiente al mes de octubre de 2000.

Respecto al trabajo de campo, este ha consistido en las siguientes fases:

1. Localización de los diques. Se ha realizado mediante GPS, que con un pequeño margen de error, ha facilitado mucho la, a veces difícil, tarea de encontrarlos.
2. Elaboración de una ficha de campo. En ella se anotaron diferentes datos tales como: fecha, itinerario, nombre del cauce, número del dique, coordenadas UTM, estado del dique, medidas, etc.
3. Colocación de testigos de sedimentación-erosión. Estos testigos tienen el objetivo de obtener una serie de datos que representan las variaciones medias del rebajamiento o acreción de la superficie. El método ha consistido en introducir parcialmente en el suelo una varilla y medir cada cierto tiempo la altura del extremo superior con respecto a la superficie. Las varillas utilizadas para este trabajo han sido metálicas, con un grosor de 5 mm y una longitud variable (de 30 cm, utilizadas en zonas donde el terreno es más resistente, y de 50 cm, en terrenos más blandos). La diferencia de longitud se debe a que es necesario asegurar un buen anclaje de la varilla con el fin de que no se vean afectadas por la escorrentía superficial. Para la protección de las varillas, se recubrieron con una capa de pintura roja, que a su vez ayuda a su localización posterior. Las agujas se clavaron perpendicularmente a la superficie del terreno, dejándolas sobresalir 15 cm, y una vez clavada en el suelo, se colocó una arandela de 3 cm de diámetro. Cuando se produce erosión, la arandela desliza hacia abajo y cuando se acumulan sedimentos, se depositan sobre la arandela. Las varillas se han colocado alineadas frente a los diques, aguas arriba y a una distancia que oscila entre los 3 y los 5 metros, dependiendo de las características del terreno. Según las dimensiones del dique se han colocado un número diferente de varillas, numeradas y perfectamente localizadas con respecto al dique y entre ellas mismas, de esta forma se asegura la correcta toma de datos.
4. Toma de datos. Para la obtención de las medidas, la referencia es el extremo final de la varilla. Se realizan con un calibre o pie de rey, con la máxima precaución para no distorsionar su valor. El intervalo de tiempo entre las distintas medidas varía en función de la celeridad de los procesos erosivos, en este caso muy condicionados por las lluvias. La experiencia personal nos dice que no se pueden utilizar las vari-

llas en zonas donde exista mucha vegetación, por lo tanto su ubicación idónea es en suelos desnudos, aunque expuestas a elementos distorsionantes, tales como el tránsito de personas, animales y vandalismo.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para tratar de explicar los diferentes niveles de sedimentación observados en los diques, e incluso la inexistencia de sedimentos en algunos de ellos, se han relacionado distintas variables: litológicas y topográficas (pendiente y longitud de los cauces, y superficie de las áreas receptoras a los diques), en las dos cuencas estudiadas.

### 5.1. Litología-sedimentos

La cuenca de Losares está constituida por dolomías, margas-arenosas, yesos y coluviones, aunque los diques están todos construidos sobre yesos. En la cuenca de El Salar la litología predominante son margas arenosas y yesos, con menor presencia de margo-calizas y calizas margosas. En esta última cuenca, 5 diques están construidos sobre yesos, y los 18 restantes en margas arenosas (Figura 2). El estado de relleno de los diques es muy diferente, y uno de ellos ya se encuentra completamente colmatado (Figura 3).

Es de resaltar como los diques construidos sobre litología yesífera no han acumulado sedimentos, ante las lluvias analizadas de alta intensidad; mientras que son en los diques construidos sobre litologías margosas, donde la sedimentación ha sido más importante (tabla 2). Los valores más elevados de sedimentos se han acumulados en litologías margo-arenosas, y en menor medida en calizas-margosas y margo-calizas.

La sedimentación media acumulada en los 23 diques del barranco Salar es de 0,76 mm, pero en algunos diques se han medido valores medios superiores a los 5 cm. Si se tiene en cuenta que este valor tan sólo se corresponde con una precipitación de 24 horas, es un valor muy elevado en relación con la vida útil de un dique. Es de destacar como el dique numerado como 14, pese a tener construido otro inmediatamente aguas arriba, es el segundo en importancia, respecto a los sedimentos acumulados.

### 5.2. Variables topográficas-sedimentos

Las variables topográficas analizadas (superficie de cuenca vertiente a cada dique, longitud y pendiente del cauce), apenas muestran relación con los sedimentos depositados en el evento lluvioso estudiado. Los coeficientes de correlación entre cada una de las variables topográficas con los sedimentos, no son significativos. Los valores de sedimentación de las cuencas 14 y 21 son claramente valores extremos anómalos, si se eliminan no aparece ningún tipo de correlación. Si se excluye del análisis los diques sobre yesos y los dos diques de mayor peso (diques 14 y 21), la correlación mejora ligeramente y se hace positiva, indicándonos, en este caso, que a mayor superficie mayor sedimentación (figuras 4 y 5).

Las pendientes medias de los cauces están en torno al 7%, con valores que oscilan entre 2,6% y 16%. Tanto en el barranco del Salar como en Losares la pendiente dismi-

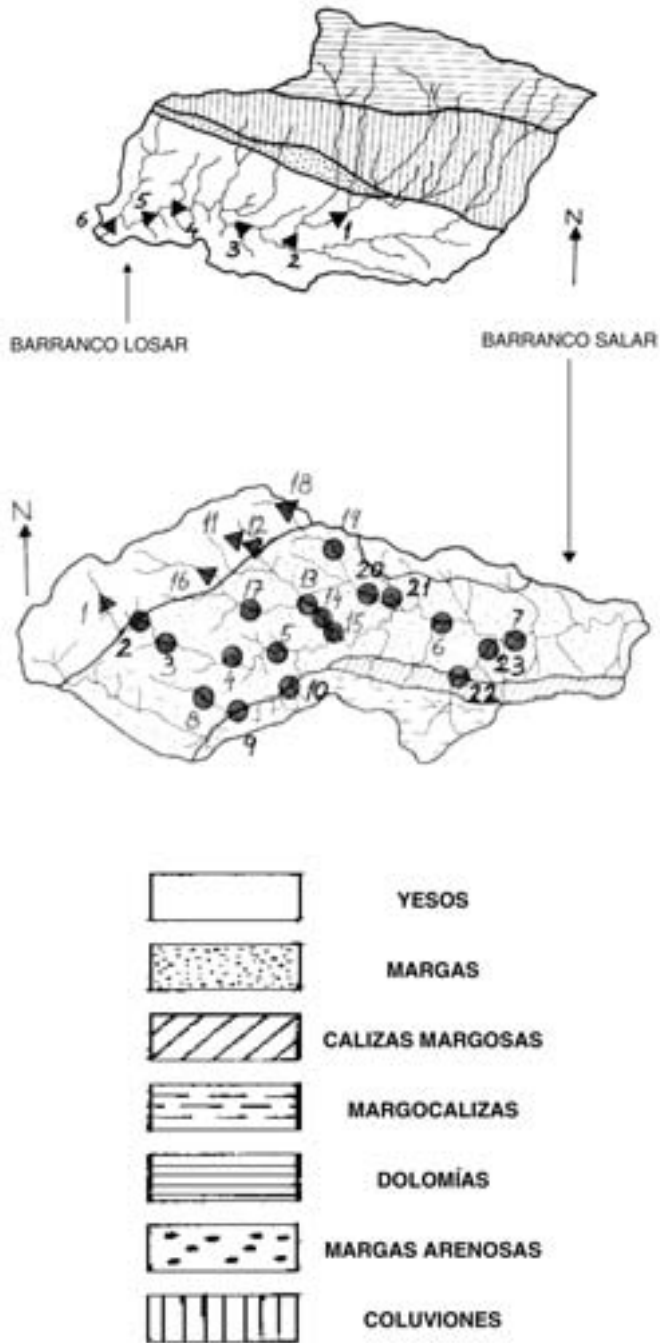


FIGURA 2. Litología de las cuencas estudiadas y localización de los diques construidos.



FIGURA 3. Dique de gabiones en el barranco Salar. Obsérvese que se encuentra totalmente aterrado de sedimentos.

nuye conforme nos alejamos del punto de origen, observándose los mayores valores en los diques de cabecera. En esta ocasión, tampoco se cumple la teoría de mayor pendiente-mayor erosión. En el dique construido en la cuenca con mayor pendiente (16%), sobre yesos, no se ha medido ninguna sedimentación. Con valores de pendiente de 14,3% y 14%, la sedimentación ha sido tan solo de 0,5 y 0 cm respectivamente. Los valores más altos de sedimentos se han obtenido con valores de pendiente en torno al 5-6% de pendiente. Al igual que se ha hecho con anterioridad, si se excluye del análisis de correlación los diques sobre yesos y los números 14 y 21, la correlación mejora, pero sigue siendo igualmente negativa, es decir, a menor pendiente mayor cantidad de sedimentos. En todo caso existe una correlación negativa entre área y pendiente (-0,43) de mayor significación, que puede explicar porque la sedimentación aumenta con la pendiente.

Por último, la relación entre los sedimentos depositados y la longitud de los cauces es escasamente significativa, pero se observa que los cauces más largos han dado escasos sedimentos. La mayor cantidad de sedimentos se ha depositado en cuencas con cauces muy cortos. Como ocurría con la pendiente, al excluir los diques anteriormente citados, la correlación también aquí mejora pero cambia de signo (aunque sin llegar a ser significativa), es decir, a mayor longitud de cauces, mayor sedimentación.



TABLA 2

Características físicas y sedimentos interceptados en el evento de 23-10-2000

<b>BARRANCO SALAR</b>					
<b>DIQUE N°</b>	<b>Longitud cauce (Km)</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Superficie (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Litología</b>	<b>Sedimento (cm)</b>
1	0,25	16	0,43	Yesos	0
2	0,33	9,5	0,56	Margas	0,63
3	0,40	9,5	0,68	Margas	0
4	0,59	2,6	0,98	Margas	0,10
5	0,82	2,6	1,36	Margas	1,14
6	1,50	2,6	1,66	Margas	0,3
7	1,75	2,6	1,15	Margas	0,7
8	0,45	4,60	0,49	Margas	0,4
9	0,57	10,2	0,62	Margas	0,5
10	0,77	4,6	0,83	Margas	0,9
11	0,13	13,7	0,14	Yesos	0
12	0,21	4,85	0,38	Yesos	0
13	0,37	4,85	0,60	Margas	0,33
14	0,41	4,85	0,04	Margas	3,77
15	0,46	4,85	0,07	Margas	0,51
16	0,14	12,5	0,03	Yesos	0
17	0,22	5,0	0,05	Margas	0,1
18	0,12	10,0	0,16	Yesos	0
19	0,27	14,0	0,34	Margas	0
20	0,45	3,1	0,58	Margas	1,2
21	0,15	6,33	0,20	Margas	5,55
22	0,14	14,35	0,64	Margas	0,55
23	0,28	4,15	1,26	Margas	0,80
<b>BARRANCO LOSARES</b>					
<b>DIQUE N°</b>	<b>Longitud cauce (Km)</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Superficie cuenca (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Litología</b>	<b>Sedimento (cm)</b>
1	0,17	8	0,12	Yesos	0
2	0,28	6	0,20	Yesos	0
3	0,37	5	0,27	Yesos	0
4	0,70	7	0,49	Yesos	0
5	0,84	4	0,60	Yesos	0
6	1,08	3	0,76	Yesos	0

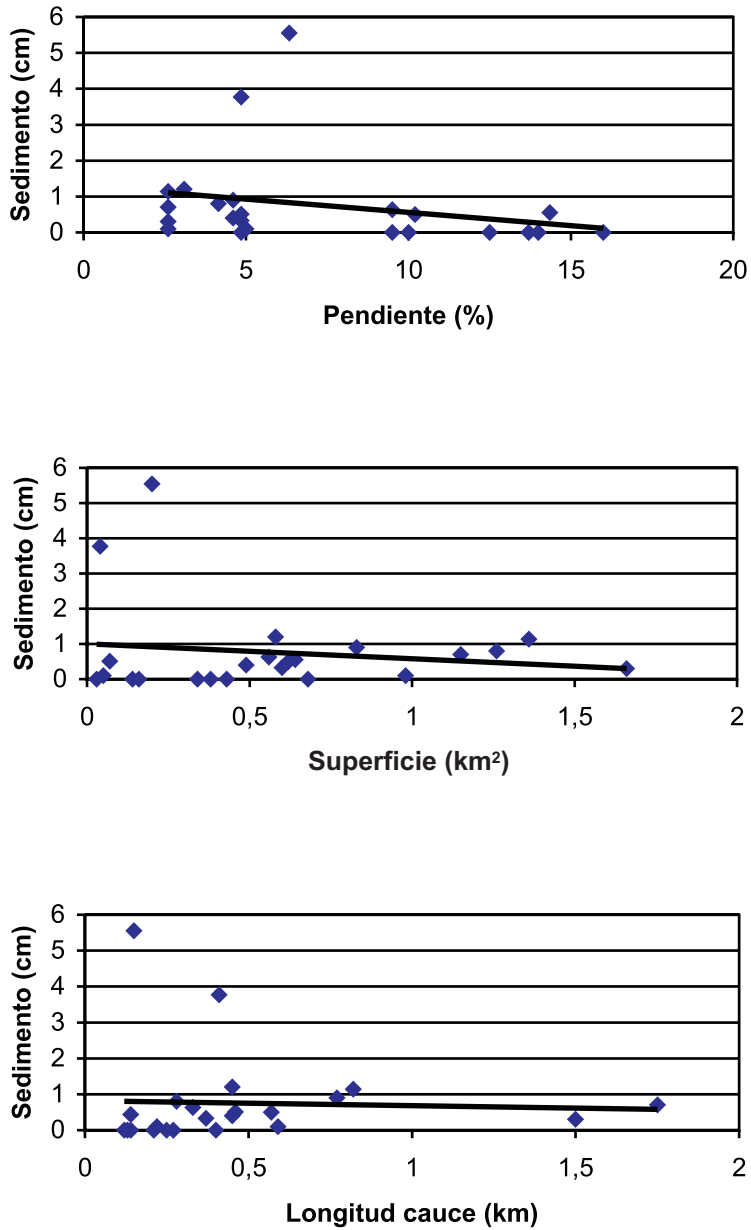


FIGURA 4. Relación de variables topográficas con la sedimentación en los diques del barranco Salar (incluyendo todos los diques).

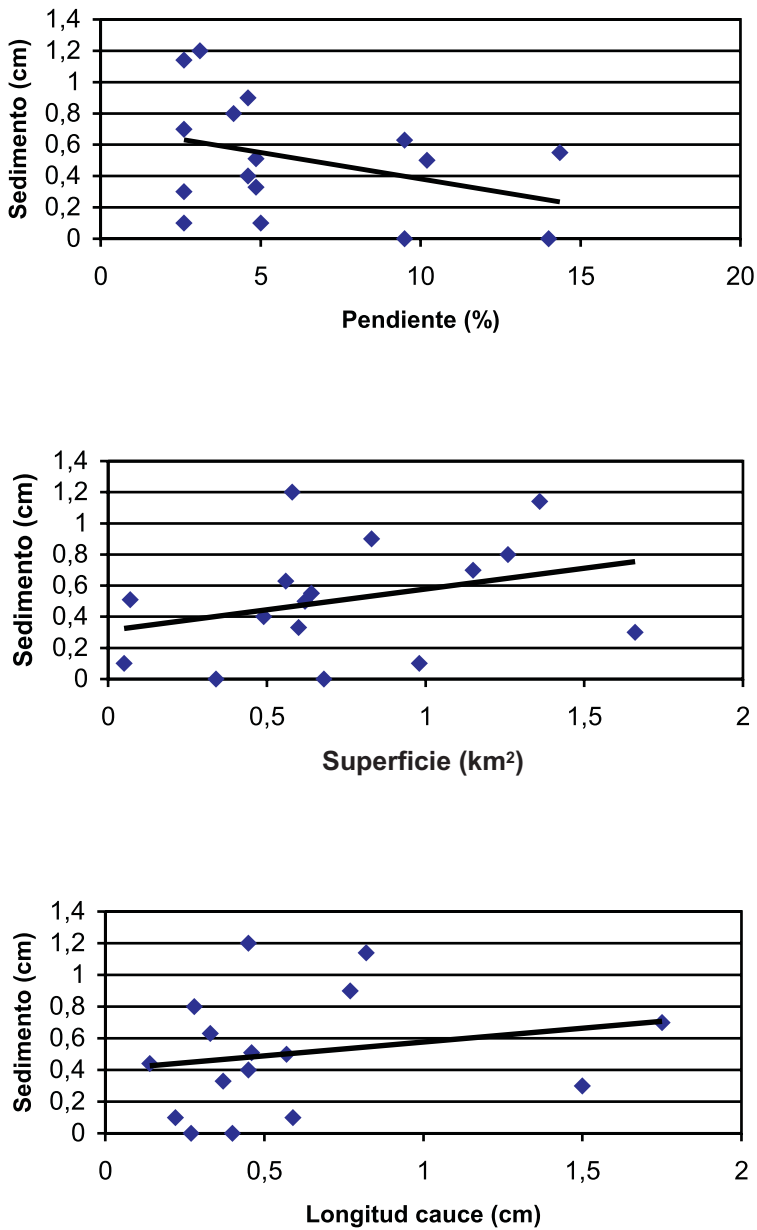


FIGURA 5. Relación de variables topográficas con la sedimentación en los diques del barranco Salar (excluyendo los diques construidos sobre yesos y los números 14 y 21).

## 6. CONCLUSIONES

A nivel general, en cabecera se encuentran superficies de cuenca más pequeñas, diques de pequeñas dimensiones, mayores pendientes y sedimentación variable, dependiendo de la litología que constituye la superficie de cada cuenca. En tramos medios y bajos disminuye la pendiente, las cuencas vertientes a cada dique son mayores, y la sedimentación también es variable dependiendo de la litología.

Los materiales que aparecen sueltos y sin cementar experimentan una erosión rápida que produce abundantes sedimentos. Por el contrario, en las cuencas vertientes con materiales más estabilizados, la sedimentación es inapreciable.

Los diques que poseen cuencas vertientes con materiales estabilizados, no tienen aportes de sedimentos significativos, por lo tanto, la doble función de los diques (retener sedimentos y laminar caudales punta de avenida) queda limitada a laminar caudales punta de avenidas, por lo que su vida útil puede ser bastante larga, en la medida de que se conserve su estructura. No obstante es cuestionable la óptima ubicación de estas construcciones.

Se constata, como áreas de mayor sedimentación las cuencas constituidas preferentemente por margas, y la ausencia de depósitos en áreas de yesos, posiblemente, por su mayor capacidad de infiltración. Destacan las cuencas de pequeña superficie, moderada pendiente y longitud de cauces cortos, como las áreas que mayor sedimentación han registrado.

En relación a las variables topográficas, la pendiente, es el factor mayormente relacionado, con una correlación negativa en los dos análisis realizados. La correlación de los sedimentos con la superficie y la longitud de los cauces, cambia de signo si se eliminan los dos diques que más sedimentos han acumulado, que en el análisis pueden ser dos elementos distorsionantes.

Para completar este análisis, deberían incluirse otros parámetros relacionados con la cubierta vegetal, o la morfometría de las cuencas, lo que sin duda completaría estos resultados.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMAS, C., DEL BARRIO, G. y PUIGDEFABREGAS, J. (1998): Control de la variación espacial de la morfometría de las cuencas en el estado de los diques de cabecera del río Guadalentín (Almería, Murcia). *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*. Aportaciones a la V Reunión Nacional de Geomorfología, Granada. 153-160.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y GUTIÉRREZ ESCUDERO, D. (1982): Estimación de la erosión y aterramientos de embalses en la cuenca hidrográfica del río Segura. *Cuadernos de Investigación Geográfica*. VIII, 3-18. La Rioja.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. y ROMERO DÍAZ, A. (1989): Relación entre escorrentías superficiales y características físicas y ambientales, en pequeñas cuencas fluviales (Alto Guadalquivir). *Avenidas fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. 171-184.
- ROMERO DÍAZ, M.A., CABEZAS, F. y LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1992): Erosion and fluvial sedimentation in the river Segura basin (Spain). *Catena*, 19: 379-392.

- ROMERO DÍAZ, A. & MAURANDI GUIRADO, A. (2000): Las inundaciones en la Cuenca del Segura en las dos últimas décadas del siglo XX. Actuaciones de prevención. *Serie Geográfica*, 9: 93-120. Universidad de Alcalá de Henares.
- ROMERO DÍAZ, A., MARTÍNEZ LLORIS, M., ALONSO SARRIA, F. y BELMONTE SERRATO, F. (2000): The function of the dams of retention according to the environmental characteristics of their cathment area (basin of the Segura river, southeast of Spain). *Third International Congress of the European Society for Soil Conservation (ESSC)*. Valencia.

