

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS EN BANCALES AGRÍCOLAS ABANDONADOS EN MUNILLA (SISTEMA IBÉRICO, LA RIOJA)

L. ORTIGOSA, N. PASCUAL BELLIDO, I. GALILEA, J. RUBIO SESMA, M. OSERÍN

Departamento de Ciencias Humanas (Geografía), Universidad de La Rioja, 26004, Logroño.
Luis.ortigosa@unirioja.es

RESUMEN

El estudio se centra en una sub-cuenca de 4,15 ha, localizada en el municipio de Munilla (Valle del Cidacos, Sistema Ibérico), con fuerte pendiente (23 grados) y caracterizada por un uso agrícola de bancales abandonados hace aproximadamente 65 años. Mediante trabajo de campo se ha reconocido las formas de erosión que afectan a los muros de piedra de los bancales: desprendimientos, roturas con incisiones y desarrollo de cárcavas (abarrancamiento). Estas morfologías se han posicionado sobre una cartografía topográfica (MDT, MDS) de gran precisión (0,5 m/pixel) obtenido mediante LIDAR móvil. También se han digitalizado las antiguas terrazas de cultivo y el trazado de los muros de piedra, incorporando la información en un SIG. Se aborda la caracterización medioambiental actual, tras décadas de abandono, con 2 objetivos concretos: a) determinar la localización de las formas de erosión y relacionar dicha localización con factores topográficos e hidrológicos y, b) describir la revegetación actual de los bancales, aportando información sobre el nivel de cubrimiento en el contexto de las laderas. Se discuten aspectos relacionados con la tipología de formas de erosión y la evolución medioambiental.

Palabras clave: *Bancales, erosión del suelo, geomorfología, sucesión vegetal, Sistema Ibérico, España.*

ABSTRACT

This paper focuses on the study of a delimited river subbasin located in Munilla (Cidacos Valley, Iberian Range). Its surface covers 4.15 hectares, it has strong slopes (23 degrees) and it is characterized by intensive agricultural use of terraces abandoned about 65 years ago. There have been recognized, through fieldwork, typical erosion patterns which affect the stone walls terraces: landslides, peeling, chipping and gully erosion development. These morphologies have been represented on a topographic map (DMT, DSM) with high accuracy (0.5 m/pixel), using mobile LIDAR technology. They have also been digitalized old farming cultivated terraces as well as the stone walls layout; this information has been incorporated in a GIS. The aim of this article is to deepen the current environmental characterization, after decades of neglect, focusing on two specific objectives: a) to determine the location of erosion patterns, linking it to topographical and hydrological factors, and b) to describe the current process of terraces revegetation, providing information about the coverage level on the slopes area. Different aspects related to erosion patterns typology and global environmental changes are also discussed.

Key words: *Agricultural terraces, soil erosion, Geomorphology, secondary succession, Iberian System, Spain.*

1. INTRODUCCIÓN

Los bancales o terrazas agrícolas forman parte destacada del paisaje de las montañas mediterráneas (Rodríguez-Aizpeolea & Lasanta, 1992; Koulouri & Giurga, 2007; García-Ruiz & López Bermúdez, 2009). Los bancales constan de un sector llano y un salto o escarpe de piedra o de vegetación. En las fajas llanas (más o menos estrechas y extendidas en el sentido de las curvas de nivel) se acumulaba suelo para el cultivo. Los muros de soporte, con frecuencia realizados con piedra seca (bloques rocosos sin argamasa), sostenían la estructura y al mismo tiempo facilitaban el drenaje sub-superficial. En otras ocasiones el escarpe estaba cubierto por herbáceas, matorrales e, incluso, árboles, que cumplían también la función de retener el suelo en las laderas. Numerosos trabajos coinciden en señalar que el objetivo principal de estas estructuras era controlar la escorrentía y las pérdidas de suelo, favoreciendo la infiltración y el agua disponible para los cultivos (Gallart *et al.*, 1994, 1997; García Ruiz & López Bermúdez, 2009). En bancales la producción y transporte de sedimento es menor, ya que se incrementa la infiltración y se controla mejor la escorrentía de las partes altas de la ladera (Llorens *et al.*, 1992). Para controlar las aguas de escorrentía se construían acequias dentro del campo, que tenían como función dirigir las aguas sobrantes hacia barrancos laterales que desaguaban al exterior de la ladera (Vogt, 1979; Gallart & Llorens, 1994), lo que reducía el riesgo de movimientos en masa (García-Ruiz *et al.*, 1988). Los canales de cada campo y los barrancos laterales eran sometidos a una limpieza periódica (Lasanta, 1989).

Los bancales se abandonaron a partir de mediados del siglo XX en las mon-

tañas españolas (Lasanta, 1996) y con el abandono también cesaron las tareas de limpieza de los canales, así como el mantenimiento de los muretes externos. Con ello se desencadenaron procesos de erosión controlados por el agricultor durante la fase de cultivo (García-Ruiz *et al.*, 1988). Cuatro factores importantes dirigen la evolución hidromorfológica de las laderas abancaladas desde hace varias décadas:

- La restauración vegetal natural: los suelos abandonados son cubiertos progresivamente por especies herbáceas y matorrales pioneros, que desarrollan estratos subforestales e, incluso, pueden llegar a formar pequeños bosquetes, en función de las condiciones ecológicas de cada campo y de la gestión humana tras el abandono.

- La dinámica geomorfológica, que tiende a regularizar las vertientes y recortar el perfil de la ladera previo a la fase agrícola. En los bancales se instalan procesos de arroyamiento laminar y subsuperficial a la vez que se producen pequeños movimientos en masa.

- El uso ganadero, que condiciona la colonización vegetal y puede incentivar procesos de erosión en lugares de paso y conexión entre bancales, así como en áreas sobrepastoreadas.

- El desmantelamiento humano de los bancales y sustracción de bloques de piedra de los antiguos muros aterrazados, reutilizados para la construcción. La extracción de estos bloques explica, en ocasiones, la ausencia de muretes y la “extraña” configuración que presentan los bancales actualmente.

En la Sierra Riojana los bancales cubren importantes superficies en los valles centro-orientales: Leza (6.478,4 ha),



Fig. 1 Vista general y mapa del área de estudio en San Vicente de Munilla.

Jubera (2.092,4 ha), Cidacos (7.870,5 ha) y Linares, (909 ha); en el Valle del Cidacos los bancales suponen el 92,5% de la superficie agrícola histórica y el 48% del Valle (Lasanta *et al.*, 2009; Oserín, 2007). Hasta mediados de los años cuarenta del siglo XX se mantuvieron en una elevada proporción en cultivo, pero entre los años cincuenta y ochenta se abandonaron masivamente (Ruiz Flaño *et al.*, 2009).

En este trabajo se caracteriza el estado medioambiental actual, sin considerar su uso ganadero, de los bancales localizados en una pequeña cuenca de la montaña mediterránea. En concreto nos planteamos dos objetivos: a) determinar la localización de las formas de erosión y relacionarla con factores topográficos e hidrológicos, y b) describir la revegetación actual de los bancales, aportando información sobre el nivel de cubrimiento en el contexto de las laderas.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área monitorizada para nuestro estudio se localiza en el municipio de Mu-

nilla, en el valle del río Cidacos (Sistema Ibérico, La Rioja, España). Se trata de una pequeña subcuenca (4,2 ha) en la margen izquierda del Barranco de La Canal, muy próxima a la aldea de San Vicente de Munilla (fig. 1). La cuenca presenta características ambientales, paisajísticas y de gestión de la montaña media española. La altitud oscila entre los 850-950 m. El clima dominante es submediterráneo, con precipitaciones próximas a los 500-600 mm anuales y temperaturas medias de 3-4°C en Enero y de 19 °C en Julio, el mes más cálido (Núñez y Martínez Abaigar, 1991). La tectónica de la orogenia alpina y la sedimentación muy cambiante de origen deltaico (facies Weald) -con presencia aquí sobre todo de areniscas, limolitas, margas y calizas- le imprimen una personalidad paisajística caracterizada por suaves relieves montañosos, cumbres alomadas y una alternante coloración o plumado del sustrato rocoso por el afloramiento de los estratos más resistentes (Tischer, 1966).

Las características estructurales y sedimentológicas del sustrato tienen una importancia muy significativa en la con-

Tabla 1. Geometría descriptiva de los espacios abancalados en el área de estudio

	LONGITUD M	SUPERFICIE HA	% TOTAL	DENSIDAD EN BANCALES
Bancales	-	2,5	61%	-
Muros	5756	-	-	2284 m/ha
Subcuenca total	237/262 (máx.)	4,15	100%	-

figuración del relieve y la morfología de los bancales de la zona de estudio. Son laderas de un extenso frente de cuesta, relativamente abruptas: 23º de pendiente media. Los perfiles topográficos son escalonados, con escarpes rocosos, coincidiendo con el resalte de los estratos duros de areniscas calcáreas y rellanos en los sectores de las margas-limolitas (Casas Sáinz & Muñoz Jiménez, 1992). A pesar de estas limitaciones para la utilización agrícola, las laderas se cultivaron en una alta proporción (61% de la cuenca), mediante la creación de estructuras aterrazadas, con acumulación forzada de suelo y aluviones sobre estrechas fajas llanas, protegiéndolas con toscos bloques rocosos y alzando muros de piedra seca, con frecuencia levantados sobre la base estructural de los salientes calizos del sustrato (ver foto de ejemplo en fig 3a). Para mediados de los años cincuenta la mayoría de los bancales de la cuenca se había dejado de cultivar.

La vegetación actual se debe a la colonización natural de las últimas décadas. Dentro de las zonas calcáreas del piso supramediterráneo se pueden distinguir una serie de matorrales basófilos que provienen de la degradación de carrascales (*Quercus rotundifolia*) y quejigares (*Quercus faginea*). La especie que predomina en esta unidad y en todo el área de estudio es la aulaga (*Genista scorpius*). Principalmen-

te, está acompañada por otras plantas aromáticas típicas del clima mediterráneo como son el tomillo (*Thymus vulgaris*), la santolina (*Santolina chamaecyparissus*) y la lavanda (*Lavandula angustifolia*). En las zonas más húmedas aparecen otros arbustos de los géneros *Rubus sp.* (zarzas) y *Rosa sp.* (rosales) que comparten el territorio con vegetación herbácea, originando un mosaico de matorrales y pastos. Sólo en el eje del barranco la vegetación es notoriamente más densa y en formaciones arbustivas más elevadas (Rubio Sesma, 2013). En la fig.1 podemos observar una perspectiva del paisaje desarbolado, con parches vegetales dispersos, y jalonado por las estructuras de los bancales abandonados. En la tabla 1 encontramos las cifras descriptivas de la ocupación de bancales y muros de piedra que definen la zona de estudio.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

La caracterización medioambiental de la subcuenca abancalada se obtiene de la combinación de dos métodos correlativos: trabajo de campo y análisis cartográfico/estadístico (SIG). Con el objetivo de reconocer el estado de conservación, la evolución geomorfológica de los bancales y muros de piedra, se llevó a cabo un muestreo de campo, recorriendo puntualmente cada una de las estructuras aterrazadas e

identificando las formas de erosión relacionadas con el arroyamiento laminar o los movimientos en masa que afectan a los saltos de bancale y forman acumulaciones a su pie. Esta metodología ha sido empleada con eficacia en numerosos estudios y también en relación a los bancales (Arnáez Vadillo *et al.*, 1993; Ruiz Flaño *et al.*, 2013; Ortigosa *et al.*, 2014). El interés metodológico de nuestro estudio es la escala de trabajo empleada: identificar las geoformas o microambientes de erosión a una escala de 1 metro de resolución, en coherencia con la información cartográfica. El muestreo geomorfológico de campo considera las siguientes tipologías (fig. 2), determinando para cada una de ellas su posición, la anchura y altura de la forma:

- *Roturas o incisiones*. Corresponden al descalzamiento de la parte superior de los muros de piedra, degradados por la escorrentía superficial sobre el borde superior. Estas formas se acompañan de un talud de sedimentos o una matriz de bloques/suelo dispuestas como un cono de deyección, un retroceso vertical del bancale por erosión laminar (lóbulo) y/o pequeñas incisiones por el arroyamiento.

- *Cárcavas o abarrancamiento*. Son formas avanzadas de erosión superficial concentrada, fácilmente reconocibles por la destrucción del muro y el abarrancamiento que producen en las acumulaciones de suelo en las terrazas.

- *Desprendimientos*. Son movimientos en masa por desplomes y caídas del conjunto del muro. Afectan total o parcialmente a la pared de piedras, pero siempre se ven al pie de los saltos los bloques caídos y dispuestos de manera dispersa, sin observarse otras acumulaciones sedimentarias.

La recopilación del muestreo geomorfológico se incorporó a un SIG (quantum-GIS, 2014), en el que se integró la cartografía básica que ha servido para el análisis del conjunto de la información. Señalamos los dos grupos más importante de capas cartográficas:

- Modelo Digital del Terreno (MDT) adaptado a 0,5 m de resolución (pixel) -realizado por encargo a partir de un LIDAR móvil- que está acompañado de un Modelo Digital de Superficie (MDS). Ambas cartografías se obtienen por ajustes de interpolación de los puntos de retorno láser. El MDS ajusta la altura de la vegetación sobre el modelo del terreno y el MDT representa la altitud del suelo desnudo. El MDT es importante, además, por ofrecer otras cartografías como la de pendientes y el modelo teórico de flujos hídricos, que traza la red de drenaje y cuantifica cada unidad del terreno por su contribución de drenaje o acumulación de flujos; *flow accumulation* del módulo *r.terraflow* de GRASS (2014).

- Planimetría de las estructuras agrícolas, bancales y muros de contención, digitalizadas sobre la base de la ortofotografía infrarroja de 0,25 cm/pixel (IDERIOJA, 2014), delineando perímetros de antiguos cultivos y el trazado de los muretes. Sobre la base del MDT, se ha vectorizado el trabajo de campo de las formas de erosión (ver fig.3).

4. RESULTADOS

Los bancales ocuparon antaño toda la superficie potencialmente apta para la agricultura: 2,54 ha (el 61% de la cuenca). El perfil abrupto de las laderas (23 grados de pendiente media), debido a los resaltes de los estratos rocosos que



Fig. 2. Imágenes de bancales y de los procesos geomorfológicos instalados en ellos. (A) Estrato de areniscas calcáreas en la base de un bancal. (B) Relleno sedimentario de las terrazas. (C) Destrucción del muro y la terraza agrícola por procesos de arroyamiento (cárcava). (D) Pared de un bancal sin piedra (reutilización reciente). (E) Desprendimiento con los bloques acumulados en la base. (F) Borde de un bancal mostrando grietas de distensión sobre la pared del muro parcialmente desmantelado.

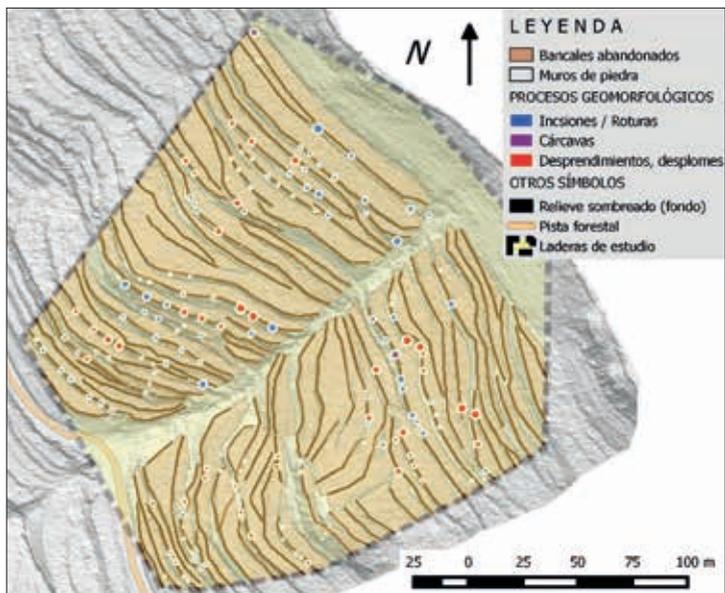


Fig. 3. Distribución de las formas de erosión en los muros de los bancales

configuran el frente de cuesta de estas laderas (*chevrons*), impendía un aprovechamiento más intenso. Aquel interés por el aprovechamiento agrícola se manifiesta en la cartografía de los bancales, donde se observa la disposición apretada de las parcelas, su adecuación al relieve y el trazado sinuoso e interconectado de los campos para mantener un rellano lo más plano posible. Resulta difícil individualizar parcelas porque se entretajan, dejando islas improductivas coincidiendo con afloramiento rocosos. En total se reconocen 72 unidades abancaladas, pero ésta cifra es solo una aproximación cartográfica, puesto que parte de estas fajas llanas debieron corresponder a sendas de acceso hoy irreconocibles. Asimismo, suponemos que los rellanos de cultivo se sustentaron con los muros de piedra seca, muchos de ellos levantados a partir de la base de los estratos, requiriendo en ocasiones alturas

superiores a 5 m de construcción, aunque muchos otros solo presentan un metro de altura sobre el nivel de base rocosa mucho más elevado. Así pues, debemos entender que el perfil transversal de las fajas de cultivo era inclinado (en algún caso concreto la inclinación es contra la pendiente general). Podemos afirmar que los espacios no abancalados correspondieron o bien a escarpes o al estrecho cauce del barranco.

En cualquier caso, la topografía actual de estas laderas estructuradas ha sufrido modificaciones, más o menos importantes, relacionadas con la destrucción de aquellos planos semi-regularizados y verticalizados. La evolución geomorfológica, debida a la escorrentía superficial, subsuperficial y a los movimientos en masa, es perceptible tras un periodo de abandono de al menos 65 años. A escala de mucho detalle, la cartografía topográfica detec-

Tabla 2. Estadísticas morfométricas de las formas de erosión en los muros de los bancales

DESPRENDIMIENTOS	N	MEDIA M	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	COEF. DE VAR.%
Altura	59	2,51	2,60	1,00	4,70	39,44
Anchura	59	2,38	2,40	1,00	4,50	33,07
Superficie m ²	59	6,15	5,00	1,44	1,50	58,80
Radio m	59	1,34	1,26	0,68	2,21	29,33
ROTURAS	N	MEDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	COEF. DE VAR.%
Altura	107	1,99	1,80	0,50	4,80	44,76
Anchura	107	1,65	1,40	0,40	5,00	57,80
Superficie m ²	107	3,62	2,88	0,30	1,50	82,70
Radio m	107	0,99	0,96	0,31	2,22	42,68
CÁRCAVAS	N	MEDIA	MEDIANA	MÍNIMO	MÁXIMO	COEF. DE VAR.%
Altura	4	2,85	3,00	0,40	5,00	87,53
Anchura	4	1,58	1,75	0,40	2,40	54,96
Superficie m ²	4	5,75	5,30	0,40	12,00	106,39
Radio m	4	1,13	1,11	0,36	1,95	75,31

ta taludes de sedimentos, sectores suavemente cóncavos o perfiles inclinados asociados con “glacis” de acumulación. Asimismo se observan en las partes superiores de los muros formas biseladas o descalzamientos de bloques individuales. A mayor escala podemos reconocer roturas de los muros, asociadas a retrocesos del talud (cicatrices o incisiones), formas de abarrancamiento o cárcavas que disecionan parcialmente los aluviones de la terraza y, en otros casos muy evidentes, movimientos en masa por desplomes (desprendimientos) (Lasanta *et al*, 2001). Han sido reconocidas 170 de estas formas mayores de erosión y podemos observar su localización (fig.3) y analizar su morfometría (tabla 2).

Las distintas geoformas o microambientes erosivos afectan a los muros con dimensiones variables. En general, las cár-

cavas son las de mayor impronta porque presentan una erosión profunda y desestructuran el control hidrológico en el bancale. Esta importancia no se ve reflejada en los datos de superficie media (5,75 m²), que es un parámetro estandarizado para medir la superficie afectada de los muros de piedra. Pese a nuestro prejuicio, tan solo detectamos 4 cárcavas, y dos de ellas corresponden a bancales con inclinación lateral. Los desprendimientos, que asociamos con caídas o colapsos repentinos y masivos en una parte del muro de piedras, ocupan una superficie media de 6,15 m²; algunos tan solo afectan a un metro del muro, mientras que otros tienen una longitud de varios metros. Las roturas o incisiones han sido detectadas en 107 localizaciones, aunque también con tamaños desiguales, son en conjunto las de menor superficie media (3,6 m²).

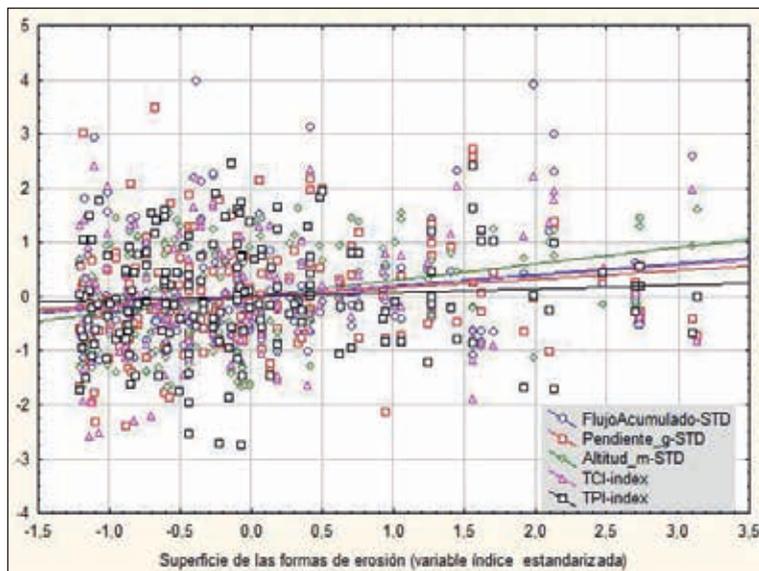


Fig. 4. Relaciones entre formas de erosión en los muros de los bancales y variables topográficas e hidrológicas (escalas de datos estandarizados).

Tabla 3. Matriz simétrica de correlación entre los factores topográficos y la superficie erosionada de las geoformas de erosión (* significación estadística > 0.05, N=166).

R SIMPLE	SUPERFICIE	ALTITUD	PENDIENTE	FLUJOS ACUMULADOS
Superficie	-	0,292*	0,040	0,155*
Altitud	0,292*	-	-0,157	0,173*
Pendiente	0,040	-0,157	-	-0,044
Flujos acumulados	0,155*	0,173*	-0,044	-

La distribución de las formas de erosión no se ajusta a sencillas pautas o simples condicionamientos de los factores topográficos. Podemos observar la disposición de las geoformas en la subcuenca, y se deduce que la altitud no es un factor diferenciador y la pendiente zonal no es lo suficientemente variable para indicar una clara relación. En la tabla 3 presentamos los datos de la escasa correlación entre los

diferentes parámetros (los ensayos con otros índices topográficos y a diferentes escalas espaciales tampoco añaden interrelaciones que deban mencionarse). El factor escorrentía -objetivado a través de la medida del volumen de flujos hídricos acumulados- no muestra rigor estadístico, aunque resulta muy sugerente en la cartografía. En la figura 4 mostramos un gráfico de síntesis con todas las variables cuanti-

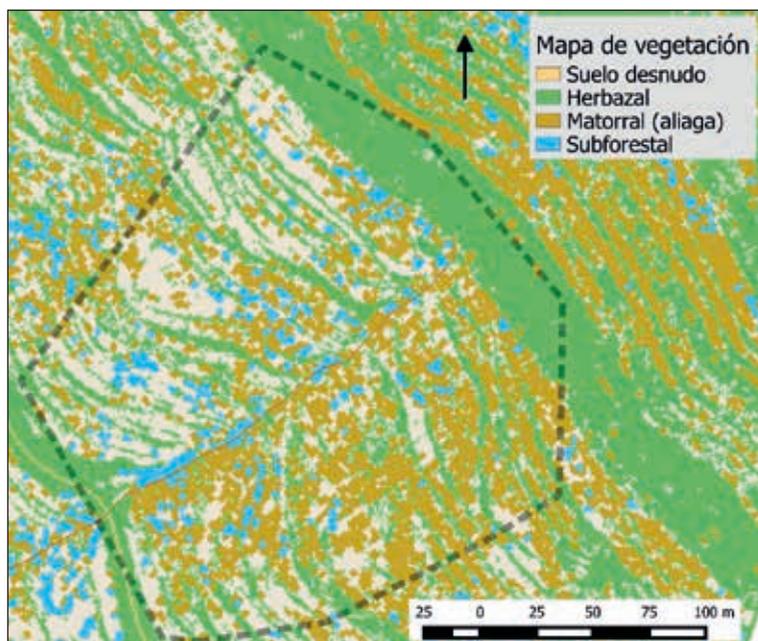


Fig. 5 Distribución de los estratos de vegetación a partir de la ortofotografía de infrarrojos de 2009 (Rubio Sesma, 2013).

tativas tipificadas (estandarizadas) y donde se manifiestan los patrones complejos de la distribución espacial.

La recolonización vegetal es el otro factor medioambiental importante que caracteriza las laderas de antiguos bancales. Los bancales presentan unos patrones de vegetación igualmente dispersos, donde los matorrales se intercalan entre manchas de vegetación herbácea y -donde los suelos sufren más el efecto de la erosión- perímetros de suelos desnudos (Lasanta *et al.*, 2011; Ruiz Sinoga & Martínez Muriillo, 2012). Es importante señalar el efecto de la orientación de las laderas, observable en la figura 5, porque la vertiente expuesta al NNW tiene una mayor densidad vegetal (Rubio Sesma, 2013). Los espacios entre las terrazas son muy escasos y escar-

pados, pero se observan algunos arbustos aislados. Considerando la cubierta vegetal en términos de altura media, el modelo digital de superficie (MDS) calcula que el valor medio es de 0,31 m, cifra muy lejana del predominio de los arbustos y revela una dominancia del matorral (*Genista scorpius* y especies acompañantes). En la figura 6 se muestra el incremento general de la cubierta vegetal en relación con la altitud y con la disponibilidad hídrica. Aunque las diferencias en alturas medias de vegetación entre los sectores altos y las partes bajas no son muy distantes (25 cm aprox.) es un rasgo perceptible en el paisaje visual y es significativo estadísticamente. La variación en altura de la vegetación se explica por la mayor humedad de los pies de vertiente (r múltiple lineal es

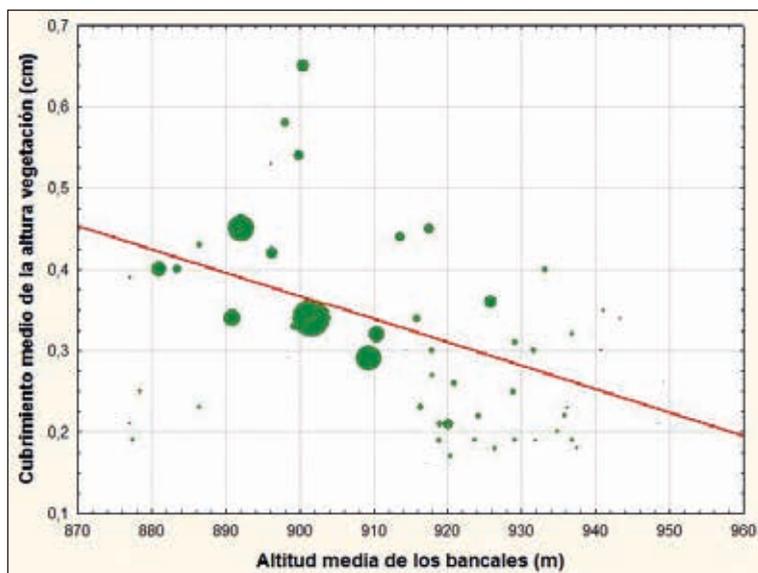


Fig. 6 Relaciones entre el cubrimiento medio de la vegetación en bancales (altura en cm) con la altitud (m) y el modelo de acumulación de flujos superficiales (tamaño de puntos).

de 0,54 y las r parciales de la altitud y el flujo acumulados son de 0,36 y 0,31, respectivamente).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Después de 65 años de abandono, las laderas abancaladas de San Vicente de Munilla muestran cambios significativos en su evolución medioambiental. Por una parte, se aprecia cierta degradación estructural y geomorfológica, manifestada por el desarrollo de procesos erosivos destructivos de las estructuras aterrazadas. El biselado y descalzamiento de la parte superior de los muros de piedra, así como el incremento de la pendiente de la antigua superficie de cultivo, por la sedimentación interna, es una evidencia general en las laderas. Es el resultado de una tendencia hacia la regularización de vertientes,

que aparece acompañada de geoformas de erosión mayores, desprendimientos e incisiones más o menos profundas en los depósitos de las terrazas. En estas laderas, el modelo más frecuente de degradación morfológica tras el abandono de los cultivos sigue los pasos siguientes: (a) se inicia con la denudación de los bordes de los muros y caídas de bloques (b), el colapso de muros con desprendimientos en los sectores debilitados (c) y/o (d) el desarrollo de incisiones y rigolas que desgastan la acumulación sedimentaria de los bancales (fig. 7). Según nuestras observaciones, es importante señalar que los desprendimientos no evolucionan siempre hacia incisiones profundas o cárcavas, pero es probable que muchos de los muros abarrancados se iniciaron a partir de un desprendimiento, coincidiendo con la re-

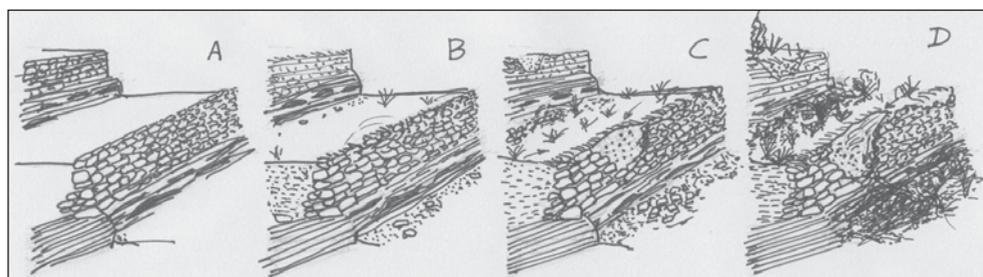


Fig. 7. Esquema de la sucesión hidromorfológica en bancales erosionados: (a) situación agrícola, (b) denudación y descalzamientos, (c) desprendimientos, (d) incisiones profundas.

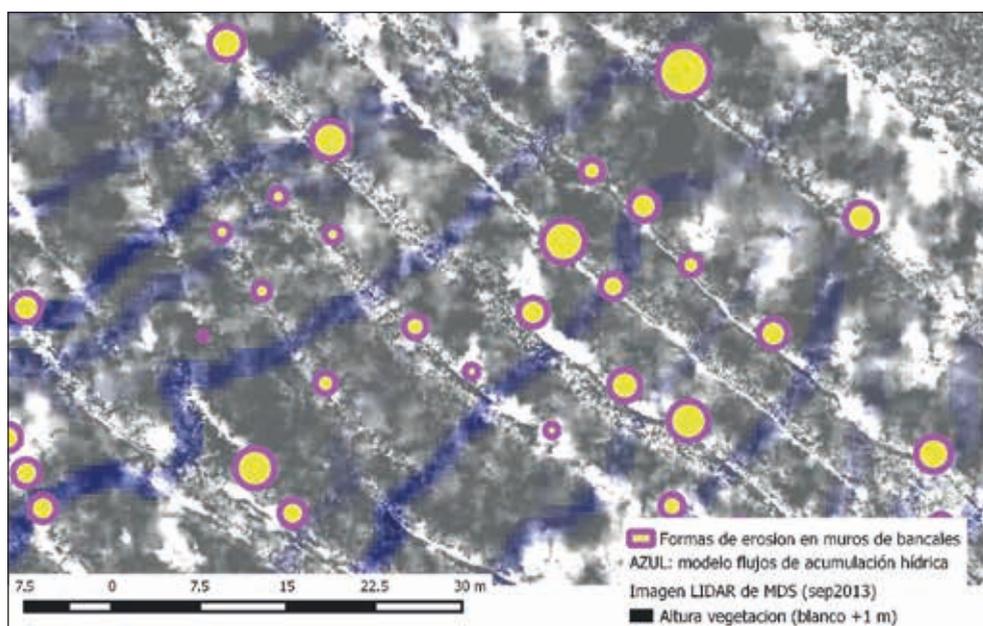


Fig. 8. Detalle de las formas de erosión, la altura de vegetación en bancales y el modelo de escorrentía (flujos de acumulación).

visión planteada por García-Ruiz & López Bermúdez (2009) para Cameros Viejo.

La evidencia de que las forma de erosión tienen una ocupación limitada, la imposibilidad de determinar las pautas de su conectividad, la incorrelación con variables topográficas e hidrológicas e, incluso, el estado "intacto" de muchas estructuras a las que se les ha privado artificialmente

de los muretes de protección, nos indica que la red hidrográfica no está bien conectada con las fuentes de sedimentos. Como ejemplo, obsérvese en la figura 8 la disposición de estas cicatrices, dispensadoras de suelo fácil al transporte de sedimentos. En muchos casos aparecen bien relacionadas con el modelo hidrológico de superficie (alineándose aguas abajo unas con

otras). Pero estas conexiones se pierden o no están presentes en otros casos, lo que permite pensar que estos bancales aún manifiestan mucha capacidad para absorber escorrentía, retener agua y dirigir los flujos lateralmente. Además, la sucesión vegetal, diferenciada solo en parte por la altitud y la humedad zonal, cubre hoy día hasta una altura media de 31 cm. Por todo ello, podemos plantearnos la hipótesis de que la degradación ambiental de estas laderas muestra al menos signos de ralentización, lo que significaría un alargamiento de la “vida útil” de los bancales en las laderas estudiadas.

6. AGRADECIMIENTOS

Nunca agradeceré suficientemente al destino el haberme cruzado en mi época de estudiante con el profesor J. M. García Ruiz. Aún recuerdo aquellas primeras excursiones al Jubera (Cameiros) visitando por primera vez bancales y entendiendo el sentido de la Geografía. Desde entonces todo fue fácil para mí: glaciario, cauces, erosión en viñedos, repoblaciones forestales e, incluso, la docencia. Siempre ha sido y será mi profesor. Por eso -y por lo que no he escrito- muchas gracias José María G. R. (Luis Ortigosa).

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo del proyecto INDICA (CGL 2001-27753-C02-02), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (Gobierno de España).

7. REFERENCIAS

- Arnáez Vadillo, J., Ortigosa Izquierdo, L. M. & Oserin Elorza, M. (1993): Erosión hídrica superficial en campos abancalados del Sistema Ibérico Riojano (valles del Leza y Jubera). *Geographicalia*, 30: 33-46.
- Casas Sáinz, A.M. & Muñoz Jiménez, A. (1992): *Guía geológica del valle del Cidacos*. Geoforma Ediciones. Guías de Campo, 1: 83 págs. Logroño.
- Gallart, F. & Llorens, P. (1994): Papel de los cultivos de montaña y su abandono en la ecología del agua. *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras* (J.M. García-Ruiz y T. Lasanta, Edts.). Sociedad Española de Geomorfología: 43-55pp., Zaragoza.
- Gallart, F., Llorens, P. & Latron, J. (1994): Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small Mediterranean mountainous basin. *Journal of Hydrology*, 159: 291-303.
- Gallart, F., Latron, J., Llorens, P. & Rabadà, D. (1997): Hydrological functioning of Mediterranean mountain basins in Vallcebre, Catalonia: some challenges for hydrological modelling. *Hydrological Processes*, 11: 1263-1272.
- Gallart, F., Llorens, P., Latron, J. & Regüés, D. (2002): Hydrological processes and their seasonal controls in a small Mediterranean mountain catchment in the Pyrenees. *Hydrological and Earth System Science*, 6(3): 527-537.
- García-Ruiz, J.M., Lasanta, T. & Sobrón, I. (1988): Problemas de evolución geomorfológica en campos abandonados: el valle del Jubera (Sistema Ibérico), *Zubia*, 6: 99-114.
- García-Ruiz, J.M. & López Bermúdez, F. (2009): *La erosión del suelo en España*. Sociedad Española de Geomorfología, 441 pp., Zaragoza.
- GRASS GIS (2014): Geographic Resources Analysis Support System. Disponible en: <http://grass.osgeo.org/>. [Consulta: 7 marzo 2014].
- IDERIOJA (2014): Infraestructura de Datos Espaciales del Gobierno de La Rioja. Disponible en: <http://www.iderioja.larioja.org/>. [Consulta: 26 febrero 2014].
- Koulouri, M. & Giurga, C. (2007): Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena*, 69: 274-281.
- Lasanta, T. (1989): *Evolución reciente de la agricultura de montaña: el Pirineo aragonés*. Geoforma Ediciones: 220 pp., Logroño.
- Lasanta, T. (1996): El proceso de marginación de tierras en España. En: *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales* (T. Lasanta y J.M. García-Ruiz, Edts.). Instituto de Estudios Riojanos – Sociedad Española de Geomorfología: 7-31 pp., Logroño.

- Lasanta, T., Arnáez, J., Oserín, M. & Ortigosa, L.M. (2001): Marginal lands and erosion in terraced fields in the Mediterranean mountains. A case study in the Camero Viejo (Northwestern Iberian System, Spain). *Mountain Research and Development*, 21(1): 69-76.
- Lasanta, T., Errea, M.P., Vicente-Serrano, S.M. & Arnáez, J., 2011: La diversidad de la cubierta vegetal en campos abandonados del Leza y Jubera (Sistema Ibérico, La Rioja) a partir del SIOSE. *Zubía. Monográfico* 23: 55-78.
- Lasanta, T., Arnáez, J., Ortigosa, L., Oserín, M. & Ruiz Flaño, P. (2009): Espacio agrícola y agricultura en Cameros a mediados del siglo XX. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros (Sistema Ibérico, La Rioja)* (T. Lasanta y J. Arnáez, Edts). Universidad de La Rioja – Instituto de Estudios Riojanos: 83-108, Logroño.
- Llorens, P. & Gallart, F. (1992): Small basin response in a Mediterranean mountainous abandoned farming area: research design and preliminary results. *Catena*, 19: 309-320.
- Núñez Olivera, E. & Martínez Abaigar, J. (1991). *El clima de La Rioja: análisis de precipitaciones y temperaturas*. Consejería de Agricultura y Alimentación, 323 pp., Logroño.
- Ortigosa, L., Galilea I., Lana-Renault, N., Llorente, J. A., Ruiz-Flaño P., Pascual Bellido, N. & Arnáez, J. (2014): El efecto del abandono de bancales en la red de drenaje. *XXVI Reunión de Geomorfología*. Sociedad Española de Geomorfología, Cáceres.
- Oserín Elorza, M. (2007). *Cambios en la gestión del territorio en una montaña media mediterránea y sus impactos medioambientales: hacia un nuevo paisaje (altos valles del Iregua, Leza, Jubera y Cidacos; Sistema Ibérico Noroccidental)*. Tesis doctoral Universidad de Zaragoza.
- QuantumGIS (2014): QGIS Application. Disponible en: <http://www.qgis.org/>. [Consulta: 21 febrero 2014].
- Rodríguez Aizpeolea, J. & Lasanta, T. (1992): Los bancales en la agricultura de la montaña mediterránea: una revisión bibliográfica. *Pirineos*, 139: 105-123.
- Rubio Sesma, J., 2013. Procesos de revegetación en bancales abandonados (Cameros, Sistema Ibérico, La Rioja). *Trabajo de Máster (TFM)*. Universidad de La Rioja.
- Ruiz-Flaño, P., Lana-Renault, N. Ortigosa, L., Galilea, I., Llorente, J.A. & Arnaez, J. (2013): The effect of terrace abandonment on the restitution of the drainage network and soil erosion. *IAG*, Paris.
- Ruiz-Flaño, P., Lasanta, T., Arnáez, J., Ortigosa, L. & Oserín, M. (2009): El proceso de abandono del espacio agrícola en Cameros. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros (Sistema Ibérico, La Rioja)* (T. Lasanta y J. Arnáez, Edts). Universidad de La Rioja – Instituto de Estudios Riojanos: 109-126, Logroño.
- Ruiz Sinoga, J.D. & Martínez Murillo, J.F. (2012): Respuesta eco-hidrológica de los suelos en campos abandonados (Sur de España). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 38 (2): 31-51.
- Vogt, J. (1979): Erosion des sols et techniques de culture en climat temperé maritime de transition (France et Allemagne). *Laboratoire de Géographie Physique de Strasbourg*.
- Tischer, G. (1966): El delta wealdico de las Montañas Ibéricas occidentales y sus enlaces tectónico. *Notas y Comunicaciones IGME*, 81. Madrid.