

Cuadernos I. Geográfica	15	1-2	7-16	Logroño	1989
-------------------------	----	-----	------	---------	------

INCISIONES (cárcavas) EN EL NIVEL SUPRAFORESTAL DE LA SIERRA DE LA DEMANDA (Sistema Ibérico). MORFOLOGIA Y SIGNIFICACION.

José Arnáez-Vadillo*

RESUMEN

En este artículo se estudian un conjunto de incisiones que surgen en el nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda (Sistema Ibérico). Estas se presentan en las cabeceras de los barrancos y vertientes de forma aislada, conectando con la red principal. Manifiestan, junto con otros procesos, el importante grado de denudación que soportan los sectores elevados de la Sierra. Las incisiones parecen ser consecuencia de la evolución y reajuste de la red fluvial demandina, como consecuencia de la conjunción de una serie de factores (existencia de fallas, un manto de derrubios muy erosionable, deforestación).

SUMMARY

In this paper the author studies the incisions that appear above timberline in Sierra de la Demanda (Iberian System, Spain). These are isolatedly localized on the heads of ravines and on the slopes connecting with the drainage network. They reveal, together with other processes, the important erosion that these areas tolerate. The incisions can be consequence of the drainage network evolution and readjustement, reinforced by other local factors such as faults, a deep mantle of screes or deforestation.

PALABRAS CLAVE: Incisiones (cárcavas), Erosión, Sistema Ibérico (España)

KEY WORDS: Incisions (gullies), Erosion, Iberian System (Spain).

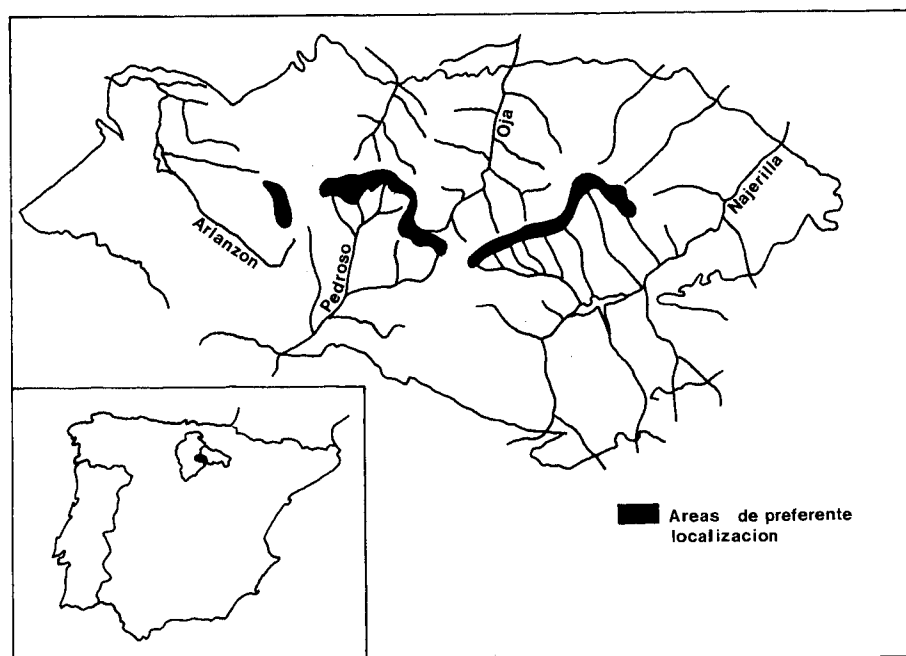
* Departamento de Geografía. Colegio Universitario de La Rioja. 26001-Logroño.

ARNAEZ-VADILLO

La Sierra de la Demanda, viejo macizo paleozoico rejuvenecido por el plegamiento alpino, ubicada en el sector más occidental del Sistema Ibérico (gráfico 1), presenta tres sistemas de evolución de vertientes relacionados con la diversidad climática y de usos de suelo que establece la altitud: el inferior, o infraforestal, por debajo de los 1300 mts.; el forestal, entre los 1300-1700 mts.; y el superior o supraforestal, por encima de los 1.700 mts. (ARNAEZ-VADILLO, 1987a). Es este último nivel el que ofrece una mayor diversidad y densidad de procesos de erosión, como consecuencia de las características de la fusión de la nieve, de la presencia de temperaturas por debajo de los 0° durante buena parte del año y de los rasgos de los materiales que cubren el sustrato rocoso (manto de derrubios). El objetivo de este trabajo se centra en analizar las características de un número importante de profundas incisiones que aparecen en el nivel supraforestal, así como definir el significado que alcanzan en estos ambientes elevados de la Sierra.

I. AREA DE ESTUDIO

El nivel supraforestal de la Demanda, que viene a suponer aproximadamente el 11 % del conjunto montano, se sitúa por encima de los 1.700 mts. (tabla 1). Hacemos referencia, pues, al espacio situado ladera arriba de los límites actuales del bosque, aunque esta línea es bastante irregular, ascendiendo en las vertientes norte y líneas de drenaje, y descendiendo en solanas. Se caracteriza por poseer unas divisorias muy suaves de las que apenas sobresale, a modo de conos, las cimas más sobresalientes y unas vertientes regularizadas de fuerte pendiente que conectan las líneas de cumbres con el nivel superior del bosque. A nivel general escasean los auténticos escarpes. Sólo algunos frentes de cuesta o ciertas fallas puestas de relieve por la instalación de barrancos o las laderas de los circos glaciares contienen huellas de formas más agresivas. No obstante, suelen ser escarpes poco extensos y de escaso desarrollo.



1. Localización de las incisiones en la S. Demanda

INCISIONES EN EL NIVEL SUPRAFORESTAL

Tabla 1. *Rasgos topográficos y ambientales del nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda.*

	Pendiente media	Vegetación predominante
1.700-1.800 mts.	37,65 %	Matorral (40,35 %), R. Forestal (39,9 %)
1.800-1.900 mts.	37,36 %	Matorral (52,40 %), R. Forestal (37,1 %)
1.900-2.000 mts.	37,66 %	Matorral (67,00 %) R. Forestal (31 %)
2.000-2.100 mts.	39,11 %	Matorral (84,00 %)

Las vertientes del nivel supraforestal se hallan cubiertas de un potente manto de derrubios, en algunos puntos todavía activo, con capacidad para absorber importantes cantidades de agua, provenientes de la fusión de la nieve (GARCIA-RUIZ Y ARNAEZ-VADILLO, 1984; ARNAEZ-VADILLO, 1987a). En este manto de derrubios se inscriben las cabeceras de la red fluvial y se desarrollan algunos movimientos en masa importantes (desprendimientos, soliflucción, etc). Sobre él también se superponen gelifrac-tos actuales en forma de canchales o coladas de piedra y barro (ARNAEZ-VADILLO, 1985) (tabla 2).

Tabla 2. *Procesos y formas de erosión más representativos del nivel supraforestal (sobre el total de la Sierra)*

Canchales activos	93 %
Terracetas y suelos en guirnaldas	90 %
Canchales inactivos	81 %
Vertientes regularizadas	63 %
Soliflucción	43 %
Desprendimientos	35 %
Rigolas	19 %
Arroyamiento difuso	13 %

Este ambiente con mayor o menor densidad, según la altitud y la ubicación de la ladera, se encuentra cubierto por un matorral de *Calluna*, *Erica*, *Juniperus*, etc. especies que adquieren también menor porte a medida que nos aproximamos a las cimas. Es aquí donde la existencia de amplios rodales favorecen la actuación intensa del hielo-deshielo por medio de pipkrakes y otros procesos crionivales. A veces el matorral se ve interrumpido por fajas de repoblación forestal en las que, dadas las extremas condiciones climáticas, el desarrollo de los pinos es escaso o inexistente (tabla 1).

II. METODOS

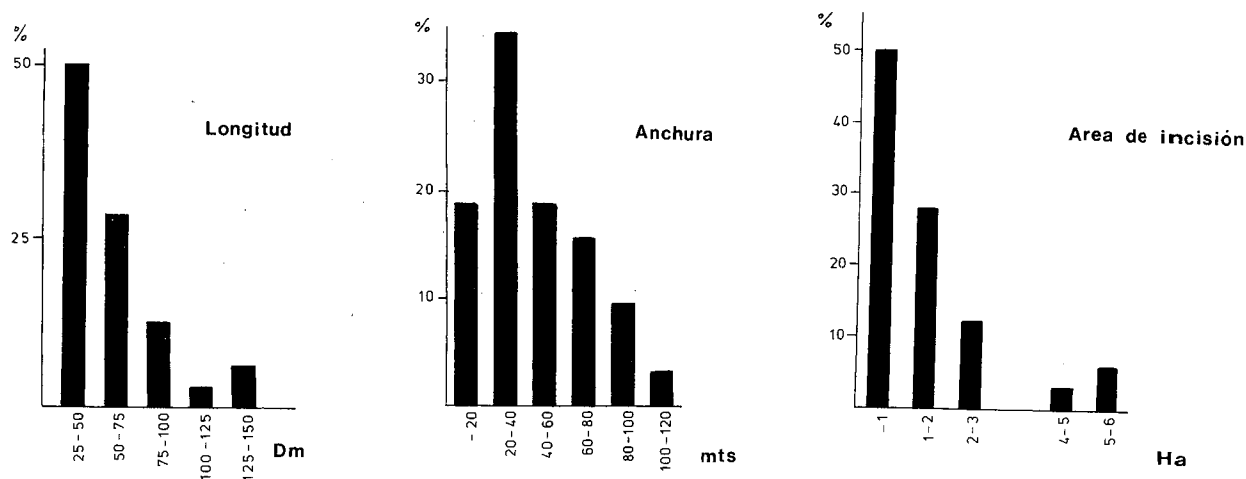
La metodología empleada en este trabajo se ha basado en la obtención de los atributos mas destacados de las incisiones. Los siguientes datos fueron anotados para cada incisión en las diferentes áreas: longitud, anchura en cabecera, anchura en el sector central, anchura en su tramo final, pendiente, altitud de la cabecera, altitud del punto de contacto barranco-incisión, superficie de su área de drenaje y área de incisión. Además se reflejó su posición en la ladera, tipo de vegetación predominante y orientación. A partir de aquí y por medio de sencillos métodos estadísticos se han establecido las relaciones que definen sus características más representativas. Paralelamente se ha elegido un número reducido de estas incisiones para

ARNAEZ-VADILLO

realizar en ellas diversos perfiles de la sección transversal y longitudinal, con los instrumentos habituales en microtopografía, lo que nos ha permitido acercarnos a la fisonomía que presentan en el paisaje. Los perfiles muestran en todas características muy similares, por ello hemos acompañado el texto con los correspondientes a una de estas incisiones, ubicada en la cabecera del Pedroso (vertiente sur de la Demanda burgalesa).

III. RESULTADOS

Las incisiones que aparecen en el nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda cuentan con algunos de los elementos y peculiaridades propios de las cárcavas. Es decir, estamos ante canales no ocupados permanentemente por el agua, instalados en materiales poco consolidados (derrubios con altos porcentajes de arena), bordeados por laterales de fuerte pendiente que configuran secciones transversales en forma de «V» o «U» (BRADFORD y PIEST, 1978; IMESON y KWAAD, 1980; SCHUMM *et al*, 1984; NORDSTROM, 1987).



2. Características morfométricas de las incisiones

Se presentan en la Demanda en los sectores superiores de la ladera, por encima de los 1.600 mts., con cabeceras entre los 1.750-2.100 mts. En la mayoría de los casos son formas aisladas, con pocos o inexistentes canales tributarios. Podrían incluirse, según IRELAND *et al* (1939), dentro del grupo de las cárcavas lineales y considerarse por la posición que ocupan, a partir de la clasificación de BRICE (1966), cárcavas de cabecera de valle (*valley-head*) o de vertiente (*valley-side*). Sus longitudes oscilan entre los 270 mts. a los 1.440 mts. El 78 % de las incisiones poseen una longitud entre los 250-750 mts. (gráfico 2). Su anchura media se engrosa desde la cabecera con 26,9 mts. a su desembocadura en el barranco principal: 30,93 mts. de media. No obstante, es en el sector medio donde las incisiones alcanzan una mayor anchura (37,88 mts.). Estamos, pues, ante unas formas bastante homogéneas en su desarrollo. En cabecera, respondiendo a distintas situaciones y modelos, la dispersión con respecto a la media es más notoria. De hecho, es precisamente en este sector donde el coeficiente de variación alcanza un valor más elevado.

Las incisiones del nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda poseen una localización muy precisa. Se sitúan en la vertiente meridional de la Sierra, más precisamente en la

INCISIONES EN EL NIVEL SUPRAFORESTAL

cabecera de tres grandes derrames fluviales: Najerilla, Pedroso y Arlanzón, siendo el primero el que aglutina un mayor número (tabla 3 y gráfico 1).

Tabla 3. *Distribución de las incisiones en el nivel supraforestal de la Demanda*

Alto Najerilla	46,8 %
Alto Pedroso	25,0 %
Alto Arlanzón	18,7 %
Otros	9,3 %

El alto Najerilla cuenta en su margen izquierda con un conjunto de afluentes (Gatón, Cambrones, Calamantio, Rigüelo, etc) que se inscriben en la ladera meridional de la Demanda. Sus cabeceras se han labrado en vertientes regularizadas de fuerte gradiente, formando cuencas de recepción amplias, de forma cóncava, donde se instalan las incisiones. Son sectores degradados, con vegetación dispersa, donde junto a las incisiones aparece un número considerable de procesos: desprendimientos, coladas de piedra y barro, terracetas, etc. En total son 15 las incisiones existentes en este sector, algunas de ellas realmente espectaculares como la situada en la cara sureste del San Lorezo (río Calamantio) con una longitud de 1.440 mts. y una anchura máxima de 108 mts. La cabecera del Pedroso compuesta por un conjunto de barrancos localizados también en la vertiente sur de la Demanda cuenta también con un número destacado de incisiones, 8 en total, que se inscriben casi a partir de la misma línea de cumbres. Las características de este sector son muy parecidas a las ya reflejadas para el alto Najerilla. Las 6 incisiones del alto Arlanzón se localizan en su margen derecha, más concretamente en la cabecera del arroyo de Reala y barranco Malo, ambos inscritos en la vertiente occidental y suroccidental de la Sierra de San Millán. En estas cabeceras el matorral cubre el suelo, acompañado de prados o bosque disperso.

En el gráfico 3 se han representado las secciones transversales de la cárcava que nos va a servir de ejemplo-modelo, situada en el barranco de la Soledad (cabecera del Pedroso). Estos cortes, junto con información cualitativa y cuantitativa recogida en otras incisiones, nos permiten describir con cierto detalle la fisonomía de las mismas.

CT1 corresponde al perfil transversal del sector de cabecera. Este ofrece una sección en forma de «V» amplia, de escasa profundidad y en gran parte cubierta por vegetación. Este sería el modelo más habitual de comienzo de incisiones: una línea única y aislada, con una anchura ya importante. Sin embargo, aún podríamos encontrarnos con otros casos. Así, se dan ejemplos, donde los sectores superiores o cabeceras de las incisiones se configuran a partir de una red no muy densa de rigolas que confluyen en una incisión central y profunda. También contamos con cabeceras vinculadas a cabeceras de barranco activas. En este caso la anchura se incrementa considerablemente, alcanzando incluso 90 mts. Dada la altitud a la que se localizan, algunas se inscriben en laderas afectadas por la acción de terracetas y suelos en guirnaldas. Incluso éstos son los procesos que, en la actualidad, hacen evolucionar los laterales de este sector de las incisiones.

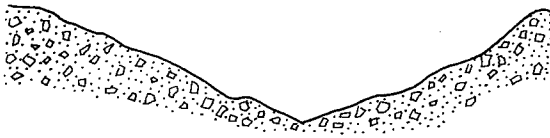
Los perfiles transversales del sector intermedio vendrían reflejados en los dibujos CT2, CT3 y CT4. Aquí la incisión desarrolla una sección que comienza con forma de «V» para terminar en «U». Los laterales aparecen escasamente cubiertos por la vegetación, aunque se observan diferencias entre el situado en umbría y solana. Mientras en el primero la cobertera vegetal viene a representar un 10-25 % aproximadamente de la superficie, distribuyéndose de forma dispersa, la solana está prácticamente desnuda. La evolución de las paredes de la cárcava se lleva a cabo a partir de pequeñas rigolas, coladas de piedra y barro y la acción

ARNAEZ-VADILLO

CT1



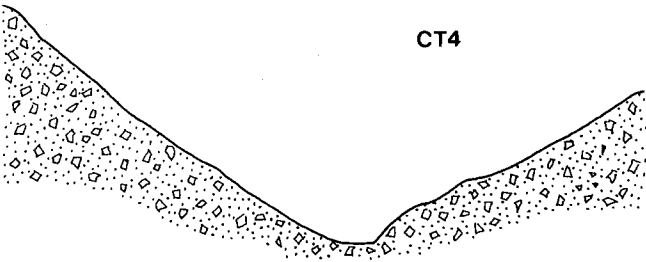
CT2



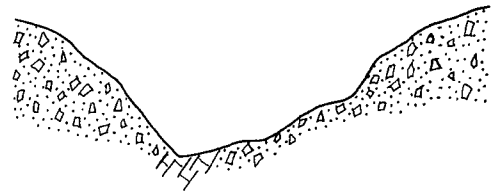
CT3





CT4



CT5



-  Manto de derrubios
-  Sustrato

3. Secciones transversales de la incisión situada en el Barranco de la Soledad Alto Pedroso

cb

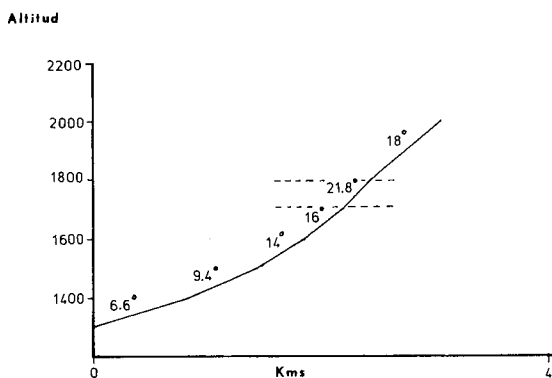
INCISIONES EN EL NIVEL SUPRAFORESTAL

intensa de los pipkrakes. A veces en los laterales se observan cicatrices de deslizamientos con formas alargadas en el sentido de la pendiente. En algunos de estos deslizamientos todavía puede observarse material a sus pies.

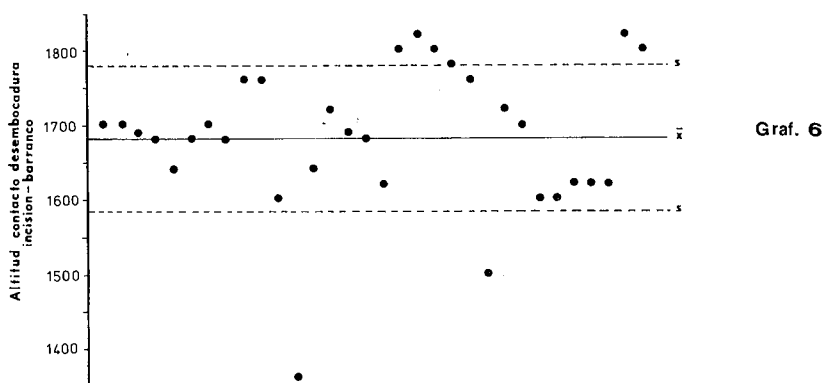
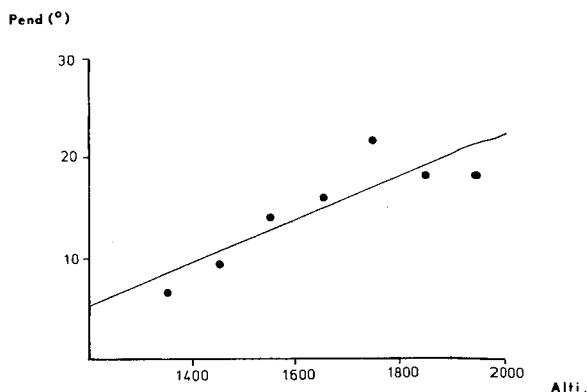
CT5 representaría el sector inferior de la cárcava. Se sigue manteniendo la forma de «U», aunque aquí la profundidad de la incisión es mayor. Es habitual que aparezcan afloramientos de roca madre. También se suele incrementar la proporción de suelo cubierto por la vegetación, vegetación compuesta, además de por *Calluna* y *Erica*, por escobonales (*Sarothamus scoparius*), *Juniperus*, pinos de repoblación, etc.

En el punto donde las cárcavas desembocan al barranco principal se constata una ruptura del perfil longitudinal importante, lo que en terminología anglosajona recibe el nombre *nickzone* o *nickpoint*. Esta ruptura ha supuesto la aceleración de la capacidad de erosión del agua que ha tenido que incidirse en busca del perfil de equilibrio y, a la vez, por erosión remontante ha logrado hacer emigrar la cabecera de la cárcava ladera arriba. En el gráfico 4 se ha representado el perfil longitudinal medio de los sectores altos que cuentan con incisiones. Este perfil nos permite observar que existe una ruptura de pendiente entre los 1.700-1.800 mts. que viene a coincidir con los puntos de contacto entre la red fluvial principal y las incisiones. Efectivamente, el 78 % de las desembocaduras de barrancos (gráfico nº 6) se encuentran entre los 1.586-1.779 mts. (media menos una desviación estándar, media más una desviación estándar). La relación a partir de una recta de ajuste que se establece entre la pendiente y la altitud ($r=0,87$), también manifiesta claramente que entre los 1.600-1.800 mts. la pendiente es muy superior a la esperada (puntos por encima de la recta de regresión), patentizando la ruptura (gráfico nº 5).

Graf. 4



Graf. 5



ARNAEZ-VADILLO

Es difícil determinar y cuantificar cuál ha sido el volumen de material evacuado y relacionarlo con un contexto más amplio; téngase en cuenta que la configuración de las secciones transversales varía mucho a lo largo de las cárcavas. No obstante, podemos acercarnos al tema por medio de criterios de aproximación. El área de la incisión y la densidad de drenaje pueden ser datos muy significativos para determinar los efectos de la erosión en estos procesos (NORDSTROM, 1987). Otra información idónea, quizás más ajustada, para conocer la intensidad de la erosión es trabajar con la superficie incidida por cárcava en relación con su área total de drenaje. Aplicando este criterio algunos autores (KALINICHENKO y IL'INSKII, 1976, tomado de ZACHAR, 1982) establecen una clasificación cuya escala va desde un grado de erosión muy severo a otro muy ligero. Incorporando las cárcavas de la Demanda a esta clasificación (tabla 4), el 81 % de las áreas con incisiones pueden agruparse dentro del calificativo de erosión severa, con algunos casos donde la superficie erosionada viene a suponer el 11-13 % del total.

Por cuencas se observa que la del Pedroso y la del Najerilla son las que cuentan con mayores problemas de erosión, aunque en conjunto se podría afirmar que la degradación es bastante parecida en las tres cuencas. Si el análisis lo hiciésemos a una escala más concreta comprobaríamos que el barranco Calamantio (Alto Najerilla) es uno de los más afectados por las incisiones no sólo en número (5), sino en tasa de erosión (6,69 ha/Km²).

Tabla 4. *Erosión por incisiones en el nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda*

Grados de erosión	umbrales (ha./km ²) o %	nº casos	Erosión media (ha./km ²) o %
E. muy ligera	< 0.2	-	-
E. ligera	0.2-0.9	-	-
E. moderada	0.9-3.5	6	2.34
E. severa	3.5-14	26	6.84
E. muy severa	> 14	-	-

IV. CONCLUSIONES

En el nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda se constata la existencia de un importante número de procesos y formas entre los que destacan por su espectacularidad marcadas incisiones que, inciriéndose en las laderas y cabeceras de barrancos, conectan con la red fluvial. A pesar de presentarse aisladas, sin apenas jerarquización, su magnitud indica un alto grado de degradación de los sectores que ocupan.

El significado de estas incisiones es difícil de precisar. En nuestro caso creemos que su aparición en el nivel supraforestal de la Sierra de la Demanda está vinculada a reajustes de las cabeceras de algunos ríos demandinos que han sufrido un proceso de fuerte encajamiento y erosión remontante en los que han colaborado una serie de factores.

En primer lugar, habría que reseñar las condiciones más rexiásticas, y por lo tanto proclives a la erosión, del nivel supraforestal de la Demanda, fruto de la alteración por deforestación del bosque original (robledales y hayedos) para la obtención de pastos estivales. Estas condiciones son muy evidentes en las laderas meridionales, donde se concentra la mayor densidad de incisiones, además de otros procesos como desprendimientos, incisiones,

INCISIONES EN EL NIVEL SUPRAFORESTAL

suelos en guirnalda y arroyamiento difuso (ARNAEZ-VADILLO, 1987a). Además es en este sector donde se acumula un manto de derrubios más potente. Al fin y al cabo es esta exposición la que permitió coetáneamente al glaciario wurmiense y con posterioridad una más intensa actuación del hielo-deshielo y la aceleración de movimientos gelifluidales que fueron superponiéndose unos encima de otros. Las laderas septentrionales, abiertas a los vientos dominantes, cubiertas de una capa de hielo más o menos importante, con menor capacidad de fusión, carecieron, al menos en los sectores superiores, de una actividad periglacial tan intensa. Un manto de derrubios espeso, material suelto de cantos y arenas, es muy proclive a incisiones y movimientos en masa. Incluso favorecen la circulación del agua subcortical capaz de emparar o lavar el regolito incentivando procesos de erosión.

El tamaño de la concavidad que acoge a las incisiones también parece ejercer su influencia. La longitud de la incisión y el área de desmantelamiento se relacionan positivamente con el área de drenaje ($r=0,89$; $0,84$). A medida que ésta incrementa su superficie el acaravamiento es superior; esto no es de extrañar, pues, en definitiva, el tamaño del área de drenaje puede ser un claro indicativo, al no contar con datos más apropiados, de la cantidad de agua disponible para la erosión (SCHUMM *et al*, 1984).

Tampoco debemos olvidar otro factor capaz de incentivar las incisiones y hacerlas selectivas para unas cuencas determinadas: la existencia de fallas que dirigen a su favor las aguas tanto incididas como superficiales. A falta de una diversidad litológica que favorezca la erosión diferencial, las fallas han servido, sobre todo en las cárcavas más representativas, para facilitar el acaravamiento. Este sería el caso, por ejemplo, de la incisión localizada en la cara sur del San Lorenzo (barranco de Calamantio).

En definitiva, las incisiones ponen de manifiesto, junto con otros procesos, que en la Sierra de la Demanda los niveles supraforestales ofrecen mayores problemas de erosión. La realización de una cartografía geomorfológica (ARNAEZ-VADILLO, 1987a) permite comprobar cómo en aquellos lugares en donde no hay incisiones profundas, se dan rigolas paralelas o deslizamientos en las orillas de los barrancos, fruto del zapamiento y socavamiento por el agua (ARNAEZ-VADILLO, 1987b).

V. BIBLIOGRAFIA

- ARNAEZ-VADILLO, J., 1985. Modelos de distribución de formas crionivales en la Sierra del San Lorenzo (Sierra de la Demanda). *Actas del I Coloquio de Geografía de La Rioja*. IER. Logroño.
- ARNAEZ-VADILLO, J., 1987a. Formas y procesos de erosión en la evolución de vertientes de la Sierra de la Demanda (Sistema Ibérico). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 13 (1-2), 153 pág.
- ARNAEZ-VADILLO, J., 1987b. Factores de distribución de grandes movimientos en masa en el Sistema Ibérico riojano. *Estudios Geográficos*, 189: 535-551
- BRADFORD, J.M., y PIEST, R.F., 1978. Erosional development of valley-bottom gullies in the upper mid-western United States. In: *Thresholds in Geomorphology* (Coates, D.R., y Vitek, J.D., Ed.), Allen and Unwin, 75-101
- BRICE, J.C., 1966. Erosion and deposition in the loess mantled Great Plains, Medicine Creek Drainage Basin, Nebraska, U.S. Geol. *Survey Prof. Paper* 352 H, pp. 255-339

ARNAEZ-VADILLO

GARCIA-RUIZ, J.M., y ARNAEZ-VADILLO, J., 1984. Infiltration, macro-circulation de l'eau et dynamique de versants dans la Sierra de la Demanda (Systeme Iberique, Rioja, Espagne). *Document's d'Ecologie Pyrénéenne*, III-IV: 445-448

IMESON, A.C., y KWAAD, F.J.P.M., 1980. Gullies types and gully prediction. *KNAG Geografisch Tijdschrift*, XIV (5): 430-441

IRELAND, H.A., SHARPE, C.F., y EARGLE, D.H., 1939. Principles of gully erosion in the Piedmont of South Carolina. *U.S. Dept. Agriculture, Techn, Bulletin*, 633, 142 pág.

NORDSTROM, K., 1987. Gully erosion in relation to extrinsic and intrinsic variables. In: *Sediment sources, sediment residence time and sediment transfer. Case studies of soil erosion in the Lesotho lowlands.* (Chakela Q.K., Lundin, B. y Stromquest, Z.). *Ungi Rapport*, 64

SCHUMM, S.A., HARVEY, M.D., y WATSON, C.C., 1984. *Incised channels: morphology, dynamics and control.* Water Resources Research, Colorado, 199 pág.

ZACHAR, D., 1982. *Soil Erosion.* Elsevier Scientific Publishing.