

MARMITAS DE GIGANTE EN EL VALLE DEL RÍO JERTE COMO EJEMPLO DE EROSION FLUVIAL INTENSIVA POR REMOLINOS E INFLUENCIA TECTÓNICA EN SU DISTRIBUCION Y MORFOLOGIA

M. W. LORENC (1), P. MUÑOZ BARCO (2) & J. SAAVEDRA (3)

(1) Academia de Ciencias de Polonia, Instituto de Ciencias Geológicas,
ul. Podwale 75, 50-449 Wrocław (Polonia).

(2) Agencia de Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 06800 Mérida.

(3) Instituto de Ecología Terrestre (CSIC), Apartado 257, 37071 Salamanca.

Resumen. En el cauce de la Garganta del Infierno afluente del río Jerte, en un tramo de 150 m de largo y 50 m de profundidad, se encuentran ocho grandes formas circulares, conocidas localmente por "Los Pilonos", que tienen cada una entre 10 y 15 m. y están limitadas por nueve cascadas que coinciden con fallas mayores perpendiculares al eje del valle.

El valle se encuentra profundamente encajado en rocas graníticas y con abundantes bolos por encima de la primera cascada y por debajo de la última, pero ausentes en el tramo comprendido entre ambas.

Se definen dos tipos de cavidades, unas mayores denominadas pilonos y otras menores denominadas marmitas que se desarrollan en el fondo y bordes de los pilonos y en menor proporción en las paredes del valle unos metros por encima de la tabla de agua del canal principal.

La clasificación de las marmitas permite establecer dos etapas erosivas que podrían estar relacionadas con un reactivación tectónica de la zona y con un aumento importante de la escorrentía superficial.

Palabras clave: Marmitas, Río Jerte, Erosión Fluvial

Abstract. In the Garganta del Infierno's bed, an affluent of Jerte River, there are eight big roundshaped forms, known locally as "Los Pilonos" of about 10 to 15 m. diameter. They are limited by nine waterfalls limited by main faults, perpendicular to the river axe.

The valley is deeply inserted in granite rock and has many big round rocks above the first waterfall and below the last, but there are none in the space between these two.

We can define two kind of cavities, the bigger ones called "pilonos" and the smaller ones called marmits, wich appear at the bottom an edges of the "pilonos" and in a menor proportion at the valley's walls, a few meters above the water level of the main channel.

Marmits classification allows to stablish two erosive stages that could be related to a tectonic reactivation in the area and with an important increase of the surface running water.

Key words: Marmits, Jerte River, Fluvial Erosion.

1. Introducción

Al norte de Extremadura se localiza la Comarca del Valle del Jerte. En la margen izquierda del Río Jerte vierte sus aguas la Garganta del Infierno, la cual alberga uno de los sitios más espectaculares del Valle, conocido popularmente por "Los Pilones". Estos pilones no son otra cosa que avanzadas formas de erosión fluvial en granitos que se distribuyen y amoldan a las características tectónicas del substrato. No se han encontrado trabajos sobre la geomorfología de las formas erosivas estudiadas, que, según distintos autores, pueden denominarse hoyas, pilancones o marmitas de gigante (*photoles* en inglés). El término pilones es local.

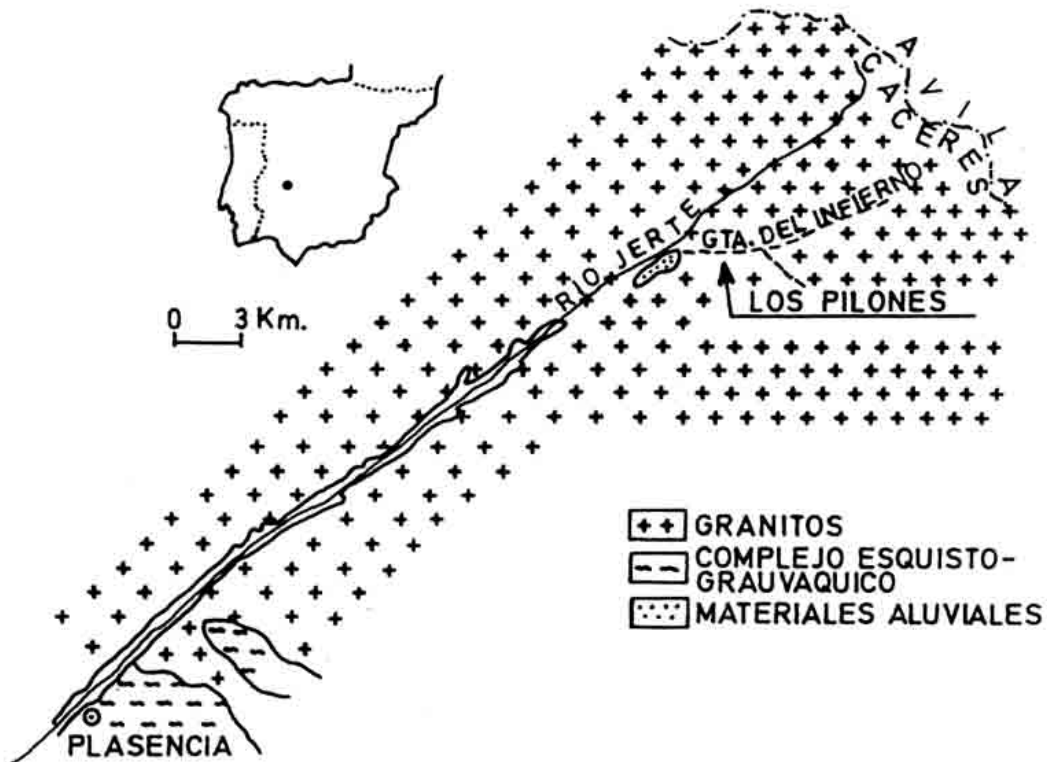


Fig. 1. Mapa de localización de la zona estudiada y esquema geológico simplificado del Valle del Jerte (basado en el Mapa Geológico-Minero de Extremadura, Quesada et al., 1987).

Situation map of the studied zone and simplified geological diagram of Jerte's Valley (based on the Geological and Miner Map of Extremadura, Quesada et al., 1987).

Los rasgos geológicos generales se han sintetizado recientemente (Quesada et al., 1987). Los aspectos estructurales y geomorfológicos, en sus diversas facetas, están recopilados en Cruz (1982), aunque, en ningún caso, se considera este peculiar tipo de erosión fluvial, objeto del presente trabajo. El estudio de Carrasco et al. (1991) sobre actividad neotectónica cuaternaria en el Valle del Jerte avala en gran medida las conclusiones del trabajo.

Sobre la formación de cascadas en secuencia se han realizado algunos trabajos que asocian dicha morfología a la dinámica del río como una disminución natural de energía (Groddek et al., 1992).

Muñoz et al. (1992) y Lorenc et al. (1994) hacen referencia a la zona en trabajos que comparan marmitas de gigante en rocas graníticas en cuatro sitios diferentes.

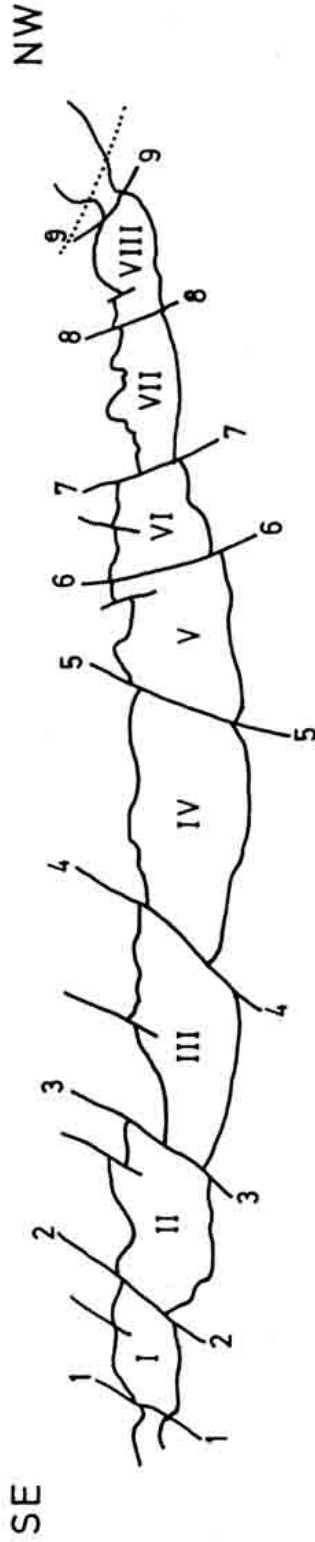


Fig. 2. Esquema, elaborado a partir de fotografías, de ocho pilones (I-VIII), limitados por nueve fallas notables (1-9). La foto panorámica básica se tomó desde la parte central del valle, por lo que hay una cierta deformación y acortamiento por la perspectiva. Longitud del valle, 120-150 m.; diámetro de las marmitas o pilones, 10-15 m.
 Diagram, made from photographs, of eight "pilones" (I-VIII), limited by nine perceptible faults (1-9). The basic panoramic photograph was taken from the central part of the valley, what causes a certain deformation and shortening because of the perspective. Valley's length: 120-150 m. Marmits and "pilones" diameter: 10-15 m.



Foto 1. Vista general del Valle, típicamente en V, encajado en granitos y sin bolos ni terrazas en la zona estudiada y con bolos a partir del puente "Los Pilones" están separados por varias cascadas (fotografía tomada en Abril de 1991 en la etapa de bajo nivel de agua).

Valley's general view, typically in V, fit into granites and without round rocks nor terraces in the studied zone and with round rocks from the bridge. The "pilones" are separated by several waterfalls (photograph taken in April, 1991, in the low water level stage).

2. Situación geográfica y geológica

La zona estudiada comprende un tramo de 150 metros en la Garganta del Infierno, afluente del Río Jerte en la Cuenca Hidrográfica del Tago.

Morfológicamente se trata de un típico valle en V, con laderas de unos 45 grados y profundidad entre 40 y 50 metros, no siendo la pendiente del perfil longitudinal mayor de 5 grados.

El substrato está formado esencialmente por granitos biotíticos de grano medio y porfídicos, con textura homogénea en general y en algunas zonas se observa textura fluidal. Estos granitos contienen enclaves redondeados de rocas ígneas más básicas que el granito y enclaves angulares de rocas metamórficas (xenolitos) (Fig. 1).

Se observan dos líneas de fracturación perpendiculares. A mayor escala una fracturación con dirección NW-SE que condiciona el trazado de la Garganta y un sistema de fracturación secundario con dirección NE-SW que como se explicará posteriormente condiciona la morfología del cauce.

3. Descripción de las formas erosivas. Evolución e influencia tectónica

En el tramo de valle del río estudiado, aparecen formas muy espectaculares de erosión del substrato granítico, originadas por flujo torrencial.

De acuerdo con la teoría de Allen (1971) el principal proceso formativo de las marmitas de gigante sobre las terrazas y el canal principal del río es inducido por defectos en el lecho que dan lugar a alteraciones del flujo. Este mecanismo es causado por los cambios en el carácter hidráulico del flujo y por las irregularidades del lecho que generan varias turbulencias o remolinos.



Foto 2. Parte central del área estudiada. Nótese que la presencia de grandes formas individuales ("pilonos") y cascadas está estrictamente conectada con fallas notables perpendiculares al río (NW-SE). Se aprecian cavidades del tipo A relativamente pequeñas, precoces, con cantos incluidos (fondo derecha), que se desarrollan en el margen del canal principal del río (orilla NW del Valle del Jerte, Abril 1.991).

Central part of the studied zone. Notice that the presence of big individual forms ("pilonos") and waterfalls is directly connected to perceptible faults which are perpendicular to the river (NW-SE). A tipo cavities can be seen, relatively small, premature, with boulders (right background), that develop at the edge of the river's main channel (Jerte's Valley NW bank. April, 1991).

La escala de las mencionadas formas, depende de la magnitud de las turbulencias y del resultado del movimiento caótico (Matthes, 1947). Por otra parte, la profundidad del canal juega también un importante papel a la escala de las mesoformas erosivas (Jackson, 1977; Barker, 1978).

Se han realizado durante muchos años estudios muy detallados de los mecanismos causantes de la erosión por torrentes, pero fundamentalmente en rocas sedimentarias (Coleman, 1969; Jackson, 1976). En áreas graníticas las marmitas de gigantes no son tan comunes y en España se describieron con cierto detalle en el Valle del Río Tormes, cerca del Puente del Congosto (Lorenç & Saavedra, 1980). Más tarde formas similares fueron encontradas en el Valle del Río Salor y estudiadas genéticamente, procediéndose a su clasificación, localización espacial, estudio morfológico y análisis de su origen desde el punto de vista de la física de los procesos formativos (Nemec et al., 1982).

En la Garganta del Infierno se estudia un tramo recto de 150 metros y profundidad del valle entre 40 y 50 metros, sin bolos graníticos, los cuales son abundantes aguas arriba y aguas abajo del tramo estudiado (Foto 1). La formación de nueve cascadas sucesivas con un salto de 0.7-1 metro, que podrían ser consecuencia del movimiento de bloques, ya que las cascadas coinciden con fracturas tectónicas, origina el aumento de la fuerza del agua y la formación de remolinos que van puliendo la roca formando marmitas de gigante.

A gran escala se observa la presencia de ocho grandes formas semicirculares con diámetro entre 10 y 15 metros que incluyen otras formas menores, desde formas primitivas a formas más evolucionadas y más complejas (Fotos 2 y 3) y Fig. 2 realizada a partir de la comparación fotográfica denominada Foto 4.

El primer estadio de la erosión del substrato es el resultado de un incipiente pulido que puede deberse a remolinos y da lugar a formas superficiales y simétricas (menos de 50 cm de profundidad y alrededor de 50



Foto 3. Restos de grandes cavidades de tipo F desarrolladas en el borde del canal fluvial principal. Nótese varias "marmitas" (tipos D y E) desarrolladas en el canal y una forma precoz (tipo A) próxima a uno de los autores (centro) sito en el borde del canal principal del río (orilla SE del Valle del Jerte, Abril de 1.991).
Rests of F tipe cavities developed at the edge of the main channel. Notice several marmits (D and E tipos) developed in the channel and a premature form (A tipe) next to one of the authors (middle) at the river's main channel edge (Jerte's Valley NW bank. April, 1991).

cm de diámetro), denominadas formas o marmitas de tipo A (clasificación de Nemeč et al., 1982) (Fig. 3). Una vez formadas, las marmitas continuarán agrandándose por acción rotativa del agua y pequeños guijarros actuando como "molinos de abrasión naturales" (Lorenc & Saavedra 1980).

En el momento en que las partículas abrasivas no pueden ser levantadas por la energía vertical, hasta salir del hueco creado, se produce el crecimiento de estas marmitas en profundidad, dando origen a formas de tipo B, C y D.

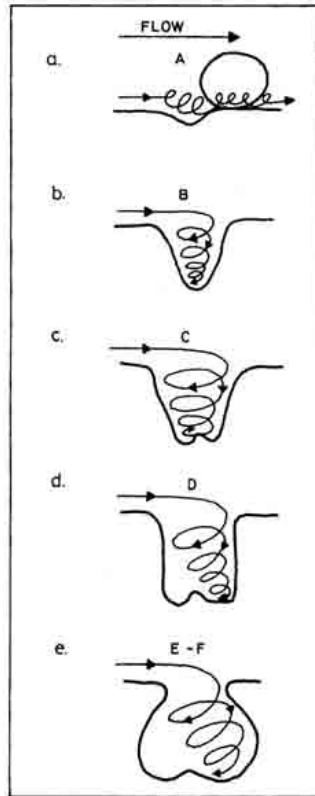
Una vez alcanzada la profundidad crítica de las marmitas, predomina la erosión lateral, desarrollándose bordes angulosos en las partes altas de los hoyos o huecos, dando origen a un nuevo tipo de marmitas (tipo E).

Estas marmitas pueden llegar a ser asimétricas y las irregularidades de sus paredes favorecer el flujo tangencial, pudiendo desarrollarse en el interior de estas formas otras marmitas menores y túneles que combinados, originan formaciones de grandes dimensiones y muy complicada geometría (Tipo F) (Fig. 4).

En la zona estudiada todas las formas se encuentran en el canal principal del río y en las márgenes, no existiendo terrazas ni zonas colgadas donde se desarrollen formas erosivas. Solamente se encuentran algunas formas primitivas de tipo A fuera del cauce, generadas en épocas de mayor caudal (Foto 3). Las formas más comunes son de tipo F (28%) y de tipo A (25%), siendo menos abundantes las formas tipo B (17%), tipo D (16%), tipo C (9%) y tipo E (5%). Las marmitas de tipo A también se encuentran como formas secundarias dentro de las marmitas más evolucionadas de tipo E y F (Foto 2). Las formas de mayor tamaño son de tipo D y F, llegando a alcanzar una profundidad de 5 metros y diámetros de hasta 4-5 metros.

Existen 8 grandes "pilones" que corresponden a formas tipo F muy evolucionadas. Estas formas gigantes contienen marmitas de todos los demás tipos A, B, C, D y E, incluso marmitas de tipo F menos

evolucionadas y de menores dimensiones, en diámetro pero no en profundidad. Las formas intermedias tipo C y otras más evolucionadas de tipo E no son muy frecuentes en la zona, siendo sus dimensiones pequeñas en comparación con las formas de tipo D y F.



EVOLUCIÓN MORFOLOGICA DE LAS MARMITAS CON EL TIEMPO

Fig. 3. Evolución morfológica de las marmitas en el tiempo con el modelo de remolino hidráulico.
Marmits morphologic evolution in time with the hydraulic whirlpool model.

Del estudio morfológico de las marmitas es posible demostrar la evolución del tramo de río estudiado. La secuencia de los distintos tipos de marmitas, que refleja la maduración en la morfología de las formas erosivas, está relacionada con el tiempo de duración de la actividad hidráulica vertical y con la velocidad de los remolinos.

Teniendo en cuenta las relaciones entre los distintos tipos de marmitas, se pueden establecer dos distribuciones diferentes para los estudios erosivos poco maduros o muy evolucionados (Fig. 5 a y b).

4. Conclusiones

El tramo de la Garganta del Infierno donde se desarrollan las marmitas de gigante, es una zona que presenta un estadio de erosión muy evolucionado que ha dado lugar a las formas mayores (pilones). La aparición de formas menores en el interior de los pilones indica que se está desarrollando una nueva etapa erosiva lo que implica una actividad tectónica apreciable en períodos muy recientes, relacionada con la actividad tectónica cuaternaria del Valle del Jerte (Carrasco et al., 1991).

Las marmitas de las paredes se asocian a etapas de mayor caudal, que no puede admitirse como la causa principal de formación de las marmitas ya que si no hubiera habido reactivación tectónica encontraríamos formas erosivas muy evolucionadas.

Teniendo en cuenta la frecuencia de los distintos tipos de marmitas, su evolución y la influencia tectónica en su distribución se pueden plantear dos hipótesis, sobre la evolución geomorfológica del tramo de Garganta estudiado:

- a) Crecimiento y evolución de los "Pilones" hacia formas más maduras.
- b) Desarrollo de formas intermedias tipos C, D y E, condicionadas por pequeñas fracturas, dentro de los "Pilones", tendiendo a un equilibrio de formas.

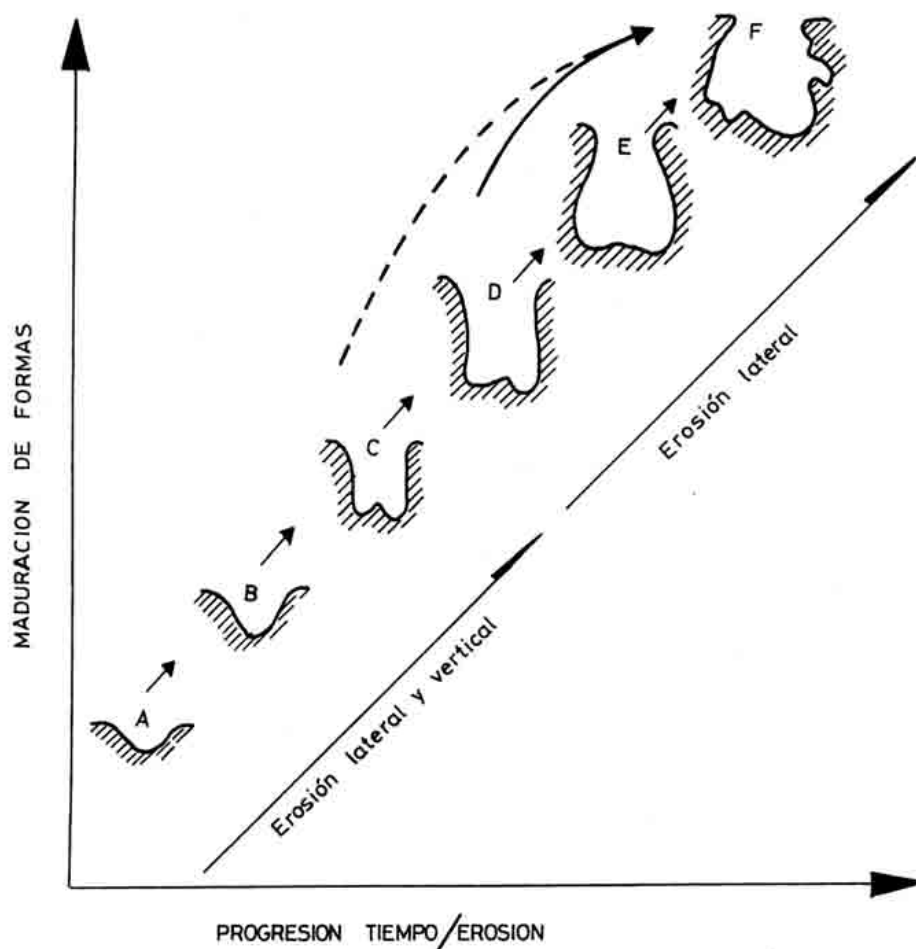


Fig. 4. Maduración de las marmitas con el tiempo.
Marmits maturation in time.

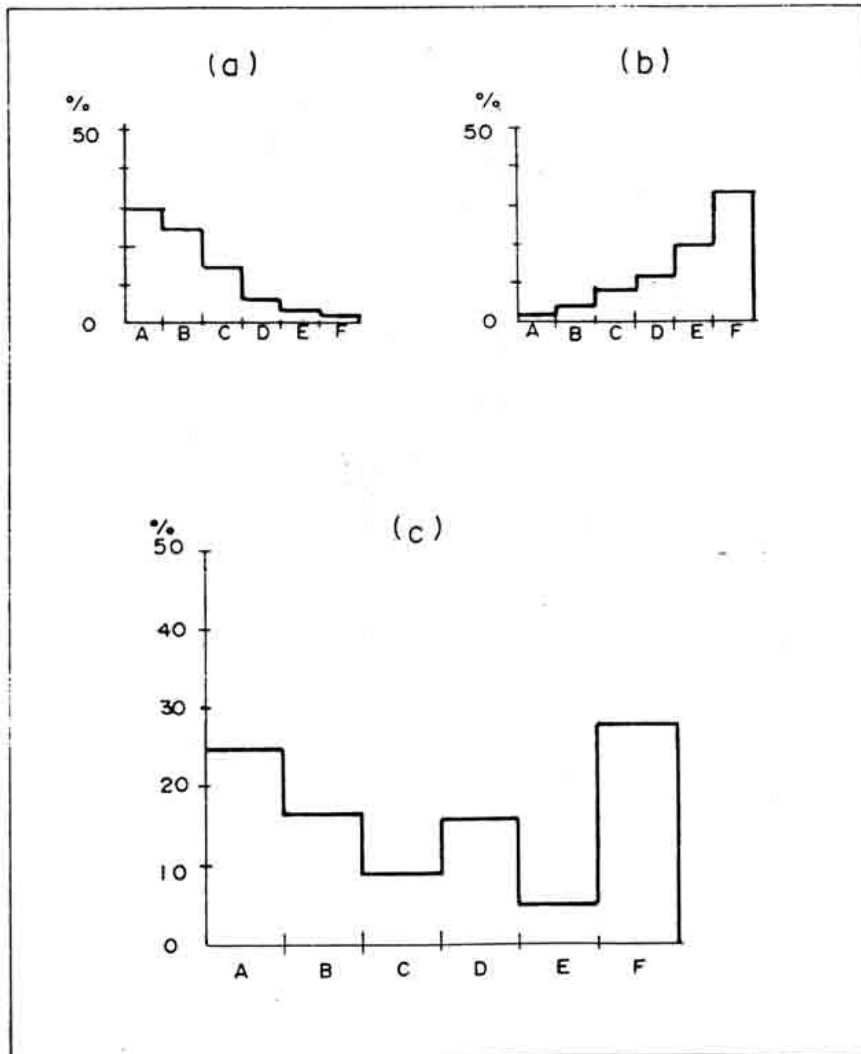


Fig. 5. Distribución de frecuencias de tipos de "marmitas" o "pilones" como puede predecirse para una superficie del lecho rocoso que sufre un proceso erosivo de larga duración: A, etapa joven de la evolución; B, etapa antigua de la misma; C, diagrama representativo del proceso para la "Garganta del Infierno".

Kinds of marmits and "pilones" frequencies distribution as may be predicted for a rocky bed surface that suffers a long term erosive process. A: young stage of the evolution; B: old stage of the same; C: representative diagram of the process for the "Garganta del Infierno".

Referencias bibliográficas

- Allen, J.R.L., (1971): Transverse erosional marks of mud and rock their physical basis and geological significance. *Sedim. Geol.*, 5, 167-385.
- Barker, V.R., (1978): Large-scale erosional and depositional features of the Channeled Scabland. In: V.R.Barker & D.Nummedal (eds.). *The Channeled Scabland. Field Confer. Guide, N.A.S.A.*, Washington, p.81-115.
- Carrasco, R.M., Pedraza, J. & Rubio, J.C., (1991): Actividad Neotectónica Cuaternaria en el Valle del Jerte. *Cuaternario y Geomorfología* (5) pp. 15-25.

- Coleman, J.M.**, (1969): Brahmaputra River: Channel processes and sedimentation. *Sedim. Geol.*, 3, 129-239.
- Cruz, J.L.**, (1982): *Transformación del espacio y economía de subsistencia del Valle del Jerte*. Excma. Diput. Cáceres-Universidad de Salamanca, 371 págs.
- Grodek, T., Schick, A.P. & Inbar, M.**, (1992): Meeting and Workshop. *Dynamics and geomorphology of mountain river Benediktbevern*, Germany June 1992.
- Jackson, R.G.**, (1976): Sedimentological and fluid-dynamic implication of the turbulent bursting phenomenon in geophysical flows. *Journ. Fluid Mechan.*, 77, 531-560.
- Jackson, R.G.**, (1977): Genesis of fluvial bedforms. In: *Program and Abstracts of the First Internat. Symp. on Fluvial Sedimentology*. Calgary, Alberta, p. 15-16.
- Lorenc, M.W. & Saavedra J.**, (1980): Remarks on the pothole erosion at the Tormes River (Salamanca Province, Spain). *Acta Geol. Hisp.*, 15, 91-93.
- Lorenc, M.W., Muñoz, P. & Saavedra, J.** (1994): The evolution of photoles in granite bedrock, W Spain. *Catena*, 22, 265-274.
- Matthes, G.H.**, (1947): Macroturbulence in natural stream flow. *Ann. Geophys. Union Trans.* 28, 255-262.
- Muñoz, P., Lorenc, M.W., Saavedra, J. & Miranzo, J.C.** (1992): Marmitas de Gigante como resultado de la erosión fluvial del lecho rocoso. *III Congreso Geológico de España*. Salamanca 1992 Actas tomo 2, 77-81.
- Nemec, W., Lorenc, M.W. & Saavedra, J.**, (1982): Potholed granite terrace in the Rio Salor valley, western Spain: a study of bedrock erosion by floods. *Tecniterrae*, 50, 6-21
- Quesada, C., Florido, P., Gumiel, P. & Osborne, J.**, (1987): *Mapa Geológico-Minero de Extremadura*. Consejería de Industria y Energía de la Junta de Extremadura, 131 pág., Mérida.