

Evolución y procesos de erosión en gullies. Bardenas Reales (Navarra). España

G. Desir ⁽¹⁾, C. Marín ⁽¹⁾

(1) Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna, 12, 50.009 Zaragoza (España). E-mail: gdesir@unizar.es

ABSTRACT

At the Bardenas Reales site, gullies are developed over Holocene silts and show a great extend. The most typical features is the lack of relief and the presence of many low and narrow gullies, on which the sidewalls are affected by piping and incision processes. Gullies have a U-shape section and a dendritic pattern with a high sinuosity. Gullies evolution responds to different processes like headcut retreat, scouring, undermining and piping. One of these minor order gullies has evolved from a man made ditch builded in 1997. This ditch acts a as drainpipe of the erosion plot BD1. The main processes was headcut retreat from the outlet point in the main gully, and the deepening and widening of the ditch bottom level. As a consequence of undermining and piping the ditch shows an enlargement and headcut retreat that evolve in an unusual speed in comparison with the environment, that let us to stablish a temporal sequence of the gully evolution in these areas.

Palabras clave: Gully, erosión, piping, Depresión del Ebro.

INTRODUCCIÓN

La depresión erosiva de las Bardenas Reales se caracteriza por una red de valles de fondo plano incidido por una profunda red de barrancos y un extenso modelado en cárcavas (Gracia, 1985; Leránoz, 1993). La evolución del paisaje está claramente controlada por la litología y la climatología. Como consecuencia de ello se trata de un modelado muy dinámico y cambiante debido principalmente a los procesos de erosión hídrica. Estudios previos realizados mediante parcelas experimentales arrojan cifras de hasta 150 tn/Ha/año (Desir et al., 2005). Uno de los procesos dominantes es la erosión en *gullies* (barrancos) o *gullying* que marcan y constituyen la principal vía de exportación de sedimentos y escorrentía fuera de la cuenca. Estos se desarrollan sobre los rellenos holocenos que tapizan el fondo de la depresión y presentan una red dendrítica de alta sinuosidad debido a lo somero del relieve siendo el *piping* uno de los principales mecanismos que controlan su evolución.

Un claro ejemplo de la dinámica de este modelado es un *gully* creado antrópicamente en 1997 que se sitúa aproximadamente a unos 100 m de la parcela experimental BD1 y a la que está conectada mediante una zanja que sirve como desagüe de la parcela. La monitorización de este *gully* desde el momento de creación hasta la actualidad ha permitido evidenciar la evolución y la celeridad de los procesos actuantes, permitiendo extrapolar los resultados a los demás *gullies* del área de estudio (Desir y Marín, 2006). El objetivo principal de este trabajo es analizar y cuantificar la importancia de este proceso y comprender los principales mecanismos y procesos que controlan el desarrollo y evolución de estos *gullies*.

ÁREA DE ESTUDIO y METODOS

La zona de estudio, el Parque Natural de Bardenas Reales, se encuentra situada al sureste de la Comunidad Foral de Navarra ocupando 41.8 hectáreas en el sector centro-occidental del valle del Ebro. Se trata de una depresión erosiva constituida por materiales de diferentes edades. Los márgenes de la cuenca están formados por arcillas terciarias de la Formación Tudela. En las Bardenas Reales, los *gullies* aparecen preferentemente desarrollados sobre los materiales limo-arcillosos de edad holocena, mostrando una gran extensión (Fig. 1).



Figura 1. Vista oblicua del gully del Salinero

Climatológicamente, se sitúa en un ambiente semiárido, con una precipitación media anual de 350 mm y 793 mm de evapotranspiración potencial. Un máximo pluviométrico se da a finales de primavera y otro a comienzos de otoño. Las temperatura media anual es de 13°C. Para la realización de este estudio se ha procedido a diferenciar en campo los diferentes niveles que componen los depósitos de los *gullies* y sobre los cuales se desarrollan. Los análisis realizados para conocer las propiedades físico-químicas del regolito son la granulometría, índice de dispersión, hinchamiento, SAR, ESP, densidad y la composición química y mineralógica. Por otro lado, se ha llevado a cabo un seguimiento temporal que se acompañó de la toma de datos en campo y de la realización de una secuencia fotográfica de la evolución de los *gullies*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han reconocido dos etapas de relleno en estos *gullies* (Gracia, 1986; Leránoz, 1993; Marín y Desir, 2004). La primera se caracteriza por una potente secuencia de niveles alternantes de *ripples* y depósitos de decantación y la segunda por arcillas y limos que presentan depósitos de grava con estratificación cruzada a techo de la secuencia. El límite basal del los rellenos está conformado por un contacto erosivo con los materiales terciarios. En la zona más próxima al depocentro de la cuenca sobre esta discordancia aparece un nivel centimétrico de gravas no cementadas que se continúa por debajo de los rellenos holocenos.

La evolución del *gully* antrópico nos muestra cuales han sido los principales mecanismos de evolución en este área: vuelcos y desplomes consecuencia del descalce producido por la escorrentía y el posterior lavado y exportación del material depositado sobre el fondo dando lugar su profundización (Desir y Marín, 2006). Dentro de esta dinámica erosiva el retroceso de la cabecera se ha producido principalmente por procesos de *piping*. Donde los pipes se han desarrollado principalmente en los márgenes del *gully* en la zona próxima a la desembocadura y en el fondo de la zanja generando extensos colapsos que alcanzan una

gran extensión longitudinal de hasta varios metros (Figura 2 a y b). Estos procesos también han sido reconocidos en los restantes *gullies*. Así la evolución se da mediante diferentes procesos como son el colapso y retroceso de la cabecera (*headcut retreat*), profundización del canal (*channel deepening*), socavación basal e incisión en la base del escarpe de las paredes (*undermining* y *scouring*), y finalmente el lavado de las paredes de los *gullies* por erosión superficial. La magnitud y la intensidad de estos procesos son función del orden del *gully*. Así, en los tributarios de menor orden la dinámica de retroceso de las cabeceras y la ampliación del cauce por vuelcos, *piping* y socavación basal es mucho más activa que en los tributarios de mayor orden donde domina la profundización del canal.



Figura 2. Evolución del gully antrópico en la zona de la desembocadura por (a) la formación de pipes en el margen y (b) posterior colapso y retroceso formando una nueva cabecera.

Patton y Schumm (1975) señalan que el desarrollo de los *gullies* se produce cuando se sobrepasa un umbral geomórfico, el cual está asociado tanto a una disminución de la resistencia de los materiales, como a un aumento de la capacidad erosiva de los materiales, o a ambos. Estos umbrales pueden ser extrínsecos (climáticos, antrópicos) o intrínsecos (relacionados con el propio *gully*) (Schumm, 1979). En referencia a las características de los materiales y su influencia en la evolución del *gully*, tenemos que principalmente son las propiedades físico-químicas y la composición mineralógica las que la controlan (Marín y Desir, 2004). FAO (1978) señala que la evolución de los *gullies* se produce mediante varios procesos, los cuales pueden tener lugar al mismo tiempo o por separado. Estos son incisión del fondo y las paredes, y la erosión por el efecto cascada en la cabecera, lo que da lugar a un importante retroceso de la cabecera y el cual está sujeto al volumen y velocidad de la escorrentía. En nuestro caso la secuencia evolutiva establecida pasa por un primer estadio erosivo, con predominio de la incisión y de expansión lateral por el colapso de los conductos de *piping* (Figura 2). A continuación se produce una etapa donde el retroceso de la cabecera es el proceso dominante propiciado por la caída de bloques y vuelcos, que posteriormente en la fase final serán lavados y exportados (Figura 3).

CONCLUSIONES

Los *gullies* representan en el área de estudio la principal vía de evacuación de material fuera de la Depresión de Bardenas. El *piping* es el mecanismo precursor para el avance del retroceso de las cabeceras y de la ampliación del canal, siendo la densidad y magnitud de los *pipes* función de las dimensiones y de la distancia al margen del *gully*. Pero es

especialmente dependiente de la potencia del primer nivel de relleno. Estudios realizados sobre un *gully* generado antrópicamente corroboran las pautas de evolución observada en estos *gullies*, donde el desarrollo de *piping* actúa como precursor facilitando en primera instancia la ampliación del canal y el retroceso de las cabeceras.



Figura 3. Detalle del interior de un pipe que ha sido capturado por el gully principal y que ahora evoluciona por caídas y vuelcos.

REFERENCIAS

- ❖ Desir, G. & Marín, C., 2006. Evolución y procesos de erosión en Gullies. Bardenas Reales (Navarra). España. En: Pérez Alberti, A. y López Bedoya, J. (Eds.) Geomorfología y Territorio. Actas de la IX Reunión Nacional de Geomorfología. Santiago de Compostela. 189-199.
- ❖ Desir, G.; Marín, C. & Guerrero, J., 2005. Badlands and talus flatirons in the Bardenas Reales región. En: Desir, G.; Gutiérrez, F., Gutiérrez, M. (eds). Field trip guides Vol. I. Sixth International Conference on Geomorphology. 55-95
- ❖ FAO, 1978. Soil Erosion by water: some measures for its control on cultivated land. FAO Land and Water Development Series, 7, 284 p.
- ❖ Gracia, F.J., 1985. Geomorfología de las Bardenas Orientales. Tesis de Licenciatura. Universidad de Zaragoza.
- ❖ eránoz, B., 1993. Geomorfología y Geología Ambiental de la Ribera de Navarra. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza.
- ❖ Marín, C. & Desir, G. 2004. Influencia de las propiedades físico-químicas del regolito en los procesos de erosión. Bardenas Reales (Navarra). En: Benito, G., Díez Herrero, A. (eds.) Riesgos Naturales y Antrópicos en Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología. Madrid. 543 pp.
- ❖ Patton, P.C. & Schumm, S.A., 1975. Gully erosion, NW Colorado: a threshold phenomenon. Geology, 3, 88-90.
- ❖ Schumm, S.A., 1979. Geomorphic thresholds: the concept and its applications. Transactions Institute of the British Geographers, NS4, 485-515.