

El antiguo deslizamiento rocoso del Peñón de Ocenilla (Sierra de Cabrejas, Cordillera Ibérica, Soria)

The ancient rockslide of the Peñón de Ocenilla (Sierra de Cabrejas, Iberian Range, Soria)

Eugenio Sanz Pérez

Laboratorio de Geología Aplicada. Esc.Téc.Sup. de Ingenieros de Caminos,C y P.C. Prof. Aranguren s/n. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. esanz@caminos.upm.es

ABSTRACT

A large-dimension rockslide occurred at one end of the 80 m high calcareous cliff face of the so-called Peñón de Ocenilla, where the inclination of the dip is 12° greater than the slope. A large mass of limestone and marly limestone slipped along the contact with the underlying marl deposits in a single, rapid displacement. The blocks were intensely fractured in this rockfall, producing an accumulation of $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ coarse scree.

Based on the Celtiberian ceramics found in the surface of the rockslide mass, the antiquity of the rockslide may have at least more than 2100 BP, possibly from the upper or middle Holocene, due to its relatively well preserved geomorphological characteristics.

Key words: Ancient translational rockslide, plane failure, Holocene, Iberian Range.

Geogaceta, 48 (2010), 227-230
ISSN: 0213-683X

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2010
Fecha de revisión: 21 de abril de 2010
Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2010

Introducción

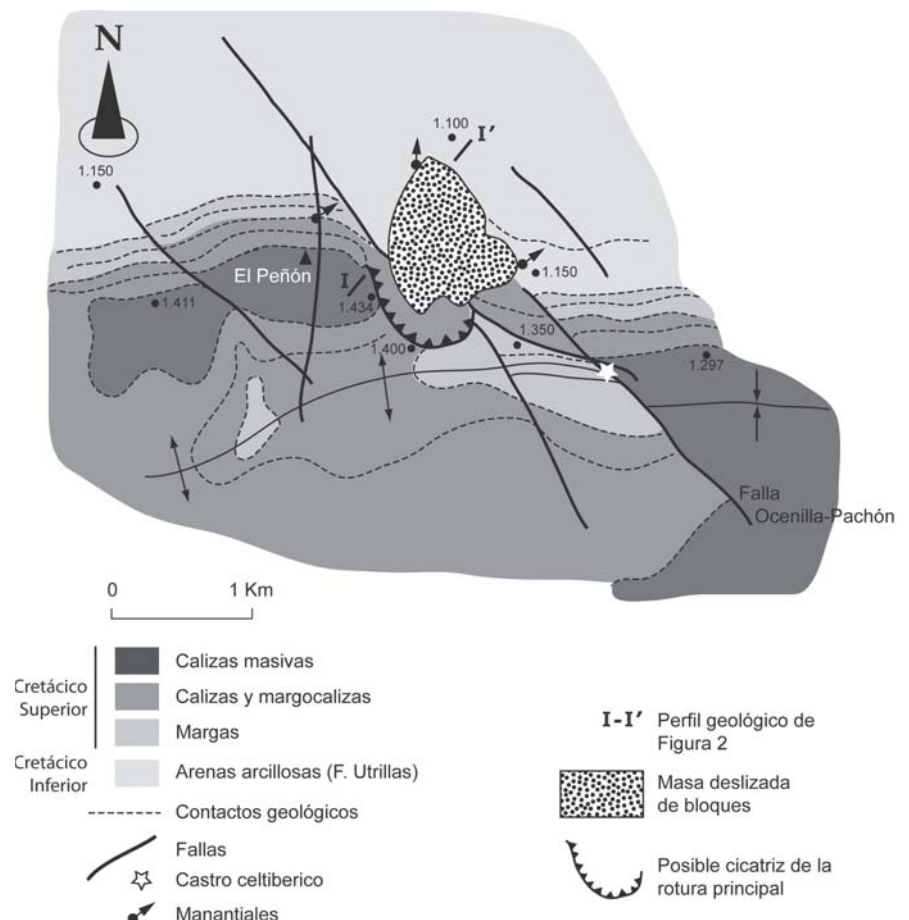
Dentro del sector NO de la Cordillera Ibérica, en la Altiplano Soriana, se encuentra la Sierra de Cabrejas, una alineación montañosa de dirección este-oeste, formada mayoritariamente por materiales calcáreos de edad cretácica.

La cara septentrional de esta Sierra forma un relieve amurallado de altitud constante, y en una longitud continua de 15 km, da lugar a una escarpa que se eleva unos 200 m sobre el entorno. El perfil cóncavo y de pendiente creciente hacia arriba de la ladera, es el resultado geomorfológico de la estructura geológica del flanco norte del sinclinal este-oeste que arma este macizo, y de la serie estratigráfica del Cretácico superior. Efectivamente, la disposición de la estratificación en contra pendiente asegura la estabilidad de la ladera, y la presencia de un nivel de calizas en la parte superior, explica su remate final acantilado.

Sin embargo, esta tónica general es interrumpida puntualmente en el Peñón de Ocenilla (también llamado de

Fig. 1.- Masa desprendida y esquema geológico del Peñón de Ocenilla (Soria).

Fig. 1.- Rockslide deposits and geological scheme of the Peñón de Ocenilla (Soria).



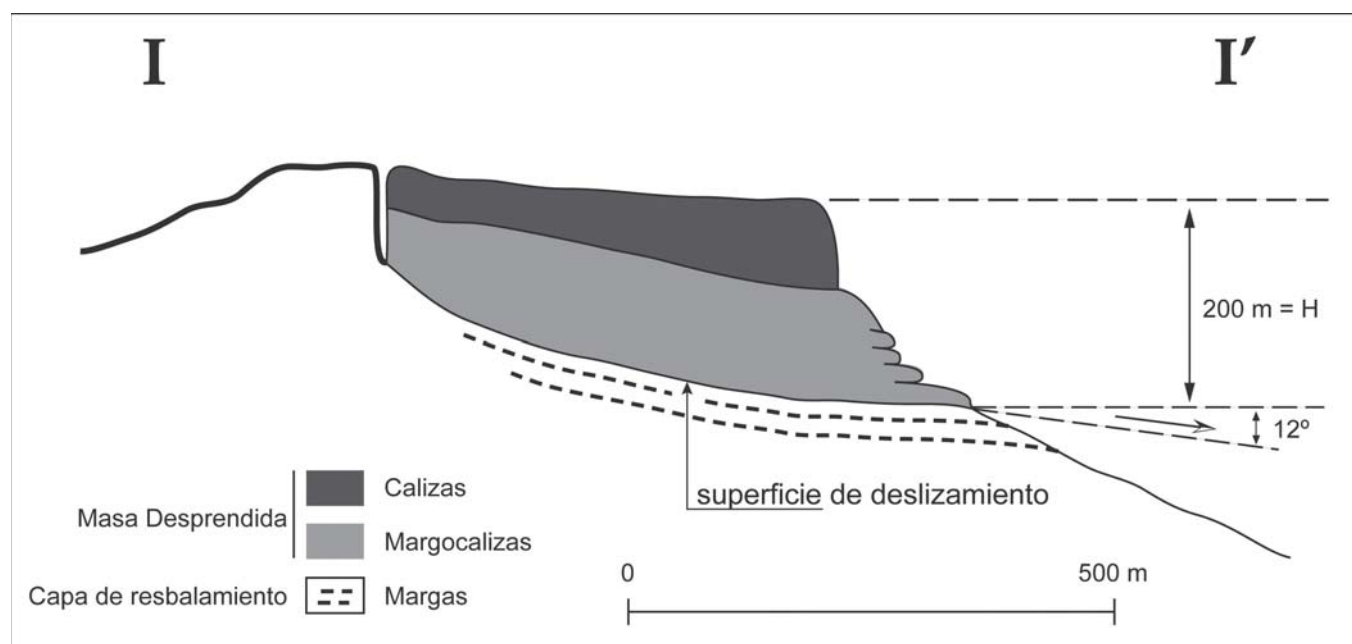


Fig. 2.- Perfil geológico esquemático y rotura planar del Peñón de Ocenilla.

Fig. 2.- Schematic geological profile and planar rupture of the Peñón de Ocenilla.

Cidones), donde las capas buzaban suavemente a favor de la ladera, formando parte del flanco norte de un pequeño anticlinal colgado de dirección también este-oeste. Esta es una de las razones por la que el sector más oriental de la cornisa superior se deslizó en épocas antiguas, formando una ingente acumulación de bloques y derrubios de $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Este sector se halla atravesado por fallas de dirección NO-SE, entre las que destaca la Falla de Ocenilla – Cueva-Pachón, falla de tipo normal de 8 km de recorrido visible, buzamiento al Este y salto de 50 m. En su extremo norte, junto al Peñón de Ocenilla, la falla se divide en otras ramas y en todos sus alrededores los buzamientos de las capas se encuentran acentuados, hasta casi la vertical, disminuyendo progresiva y rápidamente a su disposición normal a medida que nos alejamos de ellas.

Desde el punto de vista estratigráfico, aparecen las siguientes litologías de base a techo, y que son reconocibles en la vertiente del Peñón de Ocenilla: 250 m de arenas blancas caoliníferas con impregnaciones asfálticas (Facies Utrillas), 55 m de margas cenomanenses, 100 m de calizas y margocalizas del Turonense, 270 m de calizas del Coniacense y del Santiense-Campaniense. En el mapa geológico esquemático de la figura 1 se resume la estratigrafía descrita. Morfológicamente, la capa de calizas del Santiense-Campaniense forma un

escarpe cuasivertical de 80 m de altura, que descansa sobre una alternancia de margas y calizas que da lugar a un perfil escalonado en graderío de 120 m de desnivel (Fig. 2).

Este trabajo tiene como objetivo la descripción de este movimiento de ladera, investigar sobre su origen, aproximarnos a la edad del mismo, y aplicar un sencillo análisis retrospectivo de estabilidad.

Descripción del desprendimiento rocoso.

La masa desprendida forma un único cuerpo de límites bien definidos (Fig. 1). Tiene planta casi elipsoidal con eje mayor de 800 m de longitud, según la dirección de máxima pendiente, y unos 600 m de eje menor. Da lugar a un relieve de dos amplios y plumosos montículos coalescentes adosados a la parte media y baja de la ladera (Fig. 3). El espesor medio, calculado por la extrapolación de las curvas de nivel a uno y otro lado de la vertiente actual es de unos 15 a 20 m, por lo que el volumen del desprendimiento es de $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, aproximadamente.

Los materiales desprendidos están constituidos en su mayor parte por bloques rocosos de calizas y margocalizas duras mezclados con un cierto porcentaje de materiales fragmentados de menor granulometría. En la base de los montículos el contenido en tierras es mayor, y se presenta con una morfología ligera-

mente lobulada y de menor pendiente. Esto indica que en el pie de la masa desprendida hubo un cierto flujo plástico, probablemente condicionado por la existencia de rocas más margosas en la base del deslizamiento. Estos montículos están vegetados por enebros y matorral bajo de carácter calcícola. La morfología original está desdibujada y retocada en superficie, y aunque su aspecto se mimetiza con el paisaje del entorno, se distingue todavía que se trata de un desprendimiento rocoso gigantesco (Fig. 3). El material removilizado forma una sola masa con dos promontorios de morfología y aspecto externo muy parecido entre sí, aunque es evidente que pertenece a un único desprendimiento.

Este depósito, se configura a modo de pedraplén, formando un acuífero muy poroso y permeable que, a pesar de sus reducidas dimensiones, es capaz de originar manantiales y rezumes permanentes en su pie, que han sido utilizados para el abastecimiento al pueblo de Ocenilla (100 habitantes).

Origen y análisis retrospectivo de la estabilidad

Es de suponer que el borde de la cornisa vertical actual, de planta rectilínea, coincide con la antigua grieta principal de cabecera. El color de la roca en la cornisa no es exactamente igual que la del resto del acantilado, que se haya algo más alterada.



Fig. 3.- El Peñón de Ocenilla (Soria) y masa desprendida.

Fig. 3.- Peñón de Ocenilla (Soria) and rockslide deposits.

El perfil de la superficie de rotura no fue totalmente plano ni se ajusta exactamente a la estratificación, aunque se le aproxima (Fig. 1). Suponiendo que la superficie de la ladera que asoma entre el pie de la cornisa y la parte superior de los derrubios coincida con la superficie de rotura, se observa que ésta tiene una tendencia ligeramente cóncava, aunque con un perfil escalonado: alta pendiente en los estratos de caliza, y pendiente suave en los más margosos.

A efectos de cálculo de estabilidad puede considerarse que la inclinación de la superficie de rotura coincide con el buzamiento en su mayor parte (Fig. 2).

Una gran porción de rocas calizas se resbalaron por la superficie de contacto con las margocalizas infrayacentes, y en cabecera se desgajaron de la cornisa por rotura a tracción. El movimiento fue único y muy rápido, fragmentándose intensamente los bloques en la caída, ya que no queda ninguno de gran envergadura, y toda la masa es una acumulación ruinosa de derrubios gruesos. La superfi-

cie de rotura constituye regionalmente un contacto permeable-impermeable y, localmente, justifica la posición hidroestratigráfica del manantial de La Mora en el mismo Peñón de Ocenilla, a 400 m al oeste del desprendimiento. Este manantial tiene un caudal medio de unos 10 l/s, pero sufre grandes oscilaciones y el nivel freático varía también bastante, comprobándose que oscila al menos 10 m en la cueva que le da salida.

No es difícil reconstruir la topografía y el perfil anterior al desprendimiento, prolongando la cornisa del Peñón de Ocenilla hacia el Este, hasta la Falla de Ocenilla-Cueva -Pachón. Se comprueba así que el volumen de terreno desprendido se compensa aproximadamente con el hueco existente.

Es de suponer que la altura del talud (H) y su pendiente (ψ_p) es sensiblemente parecida a la del Peñón, que se mantiene muy constante a lo largo de él. Es decir, H = 200m, y su pendiente $\psi_f = 60^\circ$. El buzamiento de la superficie de rotura (ψ_p) la haremos igual a la del buzamiento de la estratificación, como se ha dicho

$\psi_p = 12^\circ$. Como no se conoce el ángulo de rozamiento interno (ϕ'), se tomará un valor muy conservador, más bien propio de arcillas que de margocalizas $\phi' = 12^\circ$.

El análisis de estabilidad que se emplea es de una rotura planar (Hoek y Bray, 1977), donde el factor de seguridad (FS) se define como:

$$FS = \frac{\left(\frac{2c'}{\gamma H}\right) P + \left[\frac{Q}{\gamma \psi_p} - R(P+S)\right] \text{tg}\phi'}{Q + \frac{R \cdot S}{\gamma \psi_p}}$$

siendo:

H = altura del talud

Z = profundidad de la grieta de tracción medida respecto al límite superior del talud

ZW = altura de agua en la grieta de tracción

γ = peso específico de la masa deslizante

γ_w = peso específico del agua

c' = cohesión efectiva en la superficie de deslizamiento

ϕ' = ángulo de rozamiento interno efectivo en la superficie de deslizamiento

P, S, R y Q son parámetros para diferentes características geométricas que se calculan en función de las variables anteriores y que se hallan tabulados.

Se asignan para el problema propuesto los siguientes valores geométricos:

Es de suponer que la altura del talud (H) y su pendiente (ψ_f) es sensiblemente parecida a la del Peñón, que se mantiene muy constante a lo largo de él. Es decir, $H = 200\text{ m}$, y su pendiente $\psi_f = 60^\circ$. El buzamiento de la superficie de rotura (ψ_p) la haremos igual a la del buzamiento de la estratificación, como se ha dicho $\psi_p = 12^\circ$. Se tomará una profundidad de la grieta de tracción $Z = 80\text{ m}$, correspondiente al espesor visto de las calizas santonenses-campanienses en el Peñón de Ocenilla, y una altura del agua en la grieta de tracción de entre 10 a 30 m, acorde con la situación y oscilación del nivel freático observada en el macizo kárstico. El peso específico del terreno es $\gamma = 2.5\text{ t/m}^3$. En este caso, y solo si tomamos una cohesión de $c' = 0\text{ t/m}^2$, el factor de seguridad $FS = 0.98$. Si el ángulo de rozamiento interno fuera algo mayor, por ejemplo $\phi = 15^\circ$, $FS = 1.24$, y si $\phi = 35^\circ$, $FS = 3.24$ que probablemente son valores más razonables.

Este análisis puede servir para todo el Peñón de Ocenilla, pues sus características son prácticamente las mismas. No es de extrañar que el factor de seguridad esté prácticamente por encima de la unidad en casi todas las situaciones, pues la estabilidad del Peñón de Ocenilla queda claramente demostrada por el hecho de haberse mantenido en pie en su mayor parte durante el Cuaternario.

Si este sector se ha caído, es porque, seguramente, ha habido una fuerza desestabilizadora adicional externa dinámica de origen sísmico. Es muy significativo que la parte desprendida de la cornisa esté junto a la Falla de Ocenilla, que seguramente habrá amplificado en sus proximidades las aceleraciones de un terremoto.

No es ésta sin embargo la única causa posible de este desprendimiento, ya que la formación de movimientos en las margas y arenas de los niveles inferiores podrían haber provocado el descalce de la masa rocosa superior. Esto es lo que ocurre actualmente a pequeña escala debajo de la Fuente de la Mora, donde la facies Utrillas se halla afectado por un pequeño deslizamiento provocado por la infiltración en cabecera del agua que mana de la mencionada fuente.

Edad del movimiento

Por otra parte, parece que este movimiento es muy antiguo, dentro del Holoceno, no sólo porque la morfología de la masa desprendida ha sido suavizada por la alteración posterior, y que también ha afectado a la ladera exhumada por la rotura, sino porque se han recogido algunos fragmentos dispersos de cerámica celtibérica en la superficie de la masa desprendida y en la rotura. Esta cerámica procede sin duda del cercano castro militar de Ocenilla, que se halla inmediato, por lo que estamos en el área de influencia del mismo (Fig. 1). Este castro es del siglo II a.C. y fue abandonado posiblemente durante la toma de la cercana ciudad de Numancia en el año 133 a.C. (Taracena, 1941), por lo que hay que admitir que el desprendimiento es anterior a esta época.

Entre el pie de la cornisa calcárea y la cabecera de la masa desprendida no hay un relieve escalonado ni derrubios de ladera, tal como ocurre en la base del resto de la cornisa y también en la ladera oriental, en donde los derrubios adquieren un notable desarrollo, e incluso aparecen verdaderos canchales. Esto prueba que el desprendimiento es más moderno, y que la erosión y la alteración los ha afectado menos tiempo.

Conclusiones

En el Peñón de Ocenilla, cornisa calcárea de 80 m de desnivel y más de 1 km de longitud, se produjo un deslizamiento rocoso de 400 m en el extremo lateral de dicho acantilado, donde el buzamiento tiene 12° a favor de la pendiente.

Una gran masa de rocas calizas y margocalizas se resbalaron por una superficie suavemente cóncava, coincidente en gran parte con el contacto con las margas infrayacentes, en un movimiento traslacional único y rápido, fragmentándose intensamente los bloques en la caída, dando lugar a una acumulación de $5 \cdot 10^6\text{ m}^3$ de derrubios gruesos. Aunque sea difícil conocer las causas de un desprendimiento tan antiguo, según el análisis de estabilidad aplicado, parece que es necesaria una acción dinámica para que se produzca el desprendimiento. Sin descartar otras posibilidades, es muy probable que el factor desencadenante haya sido un terremoto, cuyos efectos dinámicos pudieron amplificarse en la falla de Ocenilla, que pasa por este punto.

En base a la cerámica celtibérica encontrada en la superficie del desprendimiento, la antigüedad de éste puede asegurarse que tiene más de 2.100 BP, posiblemente del Holoceno reciente o medio, ya que se conservan relativamente bien sus características geomorfológicas (Keaton y De Graff, 1996).

Referencias

- Hoek, E. y Bray, J.W. (1977). *Rock Slope Engineering*. The Institution of Mining and Metallurgy. Londres
- Keaton, J.R. y De Graff, J.V. (1996). *Landslides. Investigation and mitigation*. (A.K. Turner and R.L. Schuster, Eds.). National Academy Press, Special report 247. Washington.
- Taracena, B. (1941). *Carta Arqueológica de España*. Soria. Madrid, 102-116.