

# Comentarios sobre resistencia al corte de las escolleras

Por **ANGEL ARAOZ SANCHEZ - ALBORNOZ**  
 Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
 Confederación Hidrográfica del Ebro

*Se presentan los resultados de una serie de ensayos de resistencia al corte de pedraplenes de escollera, con sugerencias y conclusiones para el proyecto de este tipo de obras.*

Dado lo difícil de medir en laboratorio las resistencias al corte de los pedraplenes de escollera, suele usarse como ángulo de rozamiento convencional el de 45°, lo que «grosso modo» puede ser cierto con presiones normales bajas (10 kg/cm<sup>2</sup>) que, suponiendo densidad de escollera 2,0 Tn/m<sup>3</sup>, supone 50 m de altura. Sin embargo, todos los ensayos que conocemos vienen a demostrar que para presiones normales de 20, 30 o más kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia al corte viene a disminuir de modo apreciable.

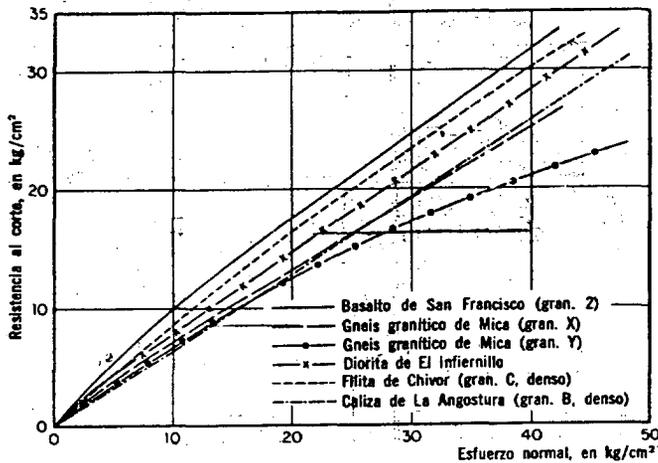


Fig. 10.22. — Envoltentes de Mohr.

Hemos reproducido la figura 10.22, Pág. 242 del libro «Presas de Tierra y Enrocamiento» de MARSALL Y RESENDIZ en el que se da la envolvente de círculos de MOHR para distintas formaciones ensayadas en célula triaxial gigante de 1,13 m de diámetro y 2,5 m de altura, con las que pueden ensayarse muestras de gran diámetro, en las que el efecto de escala está notablemente atenuado.

Pues bien, como vemos en la figura citada,

la roca más sana (trazo continuo Basalto de S. Francisco) tiene, efectivamente, una resistencia inicial de prácticamente 45° hasta 10 kg/cm<sup>2</sup> de carga normal, 38° entre 10 y 20 kgs/cm<sup>2</sup> y 36° en esfuerzos normales de más de 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Si tomamos la curva de la caliza de la Angostura (línea de puntos) comenzamos con 40,4° hasta 10 kg/cm<sup>2</sup>, 37° entre 10 y 20 kg/cm<sup>2</sup> y 36° para más de 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Curiosamente tenemos la figura 10.23 de la misma página, en la que una grava bien graduada dá resistencias mayores que las de las calizas; concretamente 43° hasta presión normal 10 kg en 38,3 entre 10 y 20 kg/cm<sup>2</sup> y 38° desde 20 kg/cm<sup>2</sup> en adelante.

Esto nos demuestra que tenemos que ensayar las escolleras o considerar en el cálculo, ángulos de rozamiento del orden de 40, 37 y 36° para  $\sigma_n$  de hasta 10 kgs/cm<sup>2</sup>, entre 10 y 20 y mayor de 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Podemos añadir que, ensayos mucho más

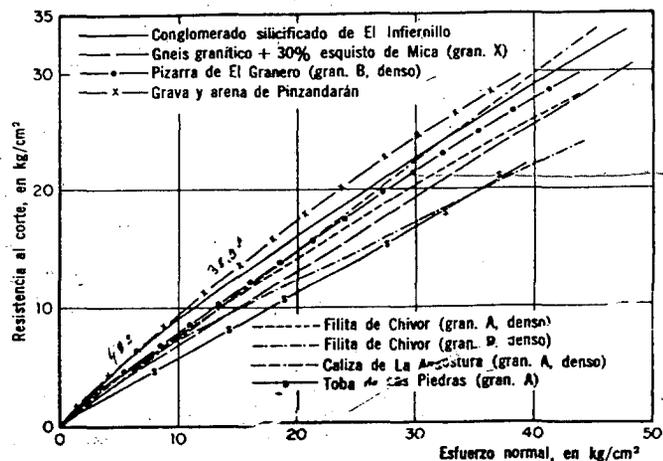


Fig. 10.23. — Envoltentes de Mohr.

modestos, (las zavorras de la presa de Caspe) confirman los  $43^\circ$  de la estimación de Marsall y Resendiz, pues tuvimos  $42^\circ$  en caja de corte de 30 cm hasta  $10 \text{ kg/cm}^2$  de presión normal y que los ensayos en curso de escollera de la presa de Comunet van confirmando los mismos resultados, es decir, rozamientos internos inferiores pero próximos a  $45^\circ$  sólo hasta presiones normales de  $10 \text{ kgs/cm}^2$  y luego una suave inflexión que reduce estos valores a  $38/36^\circ$ .

Estos datos no contradicen la experiencia, como alguien podría suponer, pues si bien tenemos muchas grandes presas, incluso con talud  $1,3/1$ , desconocemos con que margen de seguridad están funcionando y sobre todo, que deformaciones son necesarias para movilizar estas resistencias próximas a las de rotura, pudiendo suceder que el mal funcionamiento de algunas presas en cuanto a deformaciones, con todos los problemas que ello supone, sean originadas por unos taludes innecesariamente estrictos.

Como resumen propugnaríamos:

1. A falta de ensayos se tomarán como rozamientos internos  $40$ ;  $38$  y  $36^\circ$  para  $\sigma_n$  de hasta  $10 \text{ kg/cm}^2$ ; de  $10$  a  $20 \text{ kg/cm}^2$  y más de  $20 \text{ kg/cm}^2$  con rocas sanas y se ensayará en rocas dudosas.

2. Ello no influirá sensiblemente en el cálculo, pues los círculos pésimos suelen ser muy someros, pero implica que el mínimo talud sería próximo a  $1,67/1$  con banquetas, pongamos  $1,65/1$  sin efecto sísmico no  $1,4/1,0$  como es usual.

3. Pueden existir soluciones de presas de grava de mayor resistencia y menos deformabilidad que las escolleras convencionales.

4. Es necesario profundizar más el tema de las resistencias de las escolleras.

Como colofón diremos que sería útil que estas conclusiones, basadas en nuestra escasa experiencia, fuesen contrastadas por otros compañeros en las réplicas a este artículo. ■

