



## **AVALANCHA DE ROCAS NAVARRETE: EFECTOS PRODUCIDOS SOBRE LA RED DE DRENAJE**

I.M. Penna<sup>(1)</sup>, R.L. Hermanns<sup>(2)</sup> y A. Folguera<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> *Laboratorio de Tectónica Andina, Univ. de Buenos Aires, Capital Federal, Argentina;*

<sup>(2)</sup> *Servicio Geológico de Canadá, 101-605 Robson Street, Vancouver B. C. Canadá.*

### **INTRODUCCIÓN**

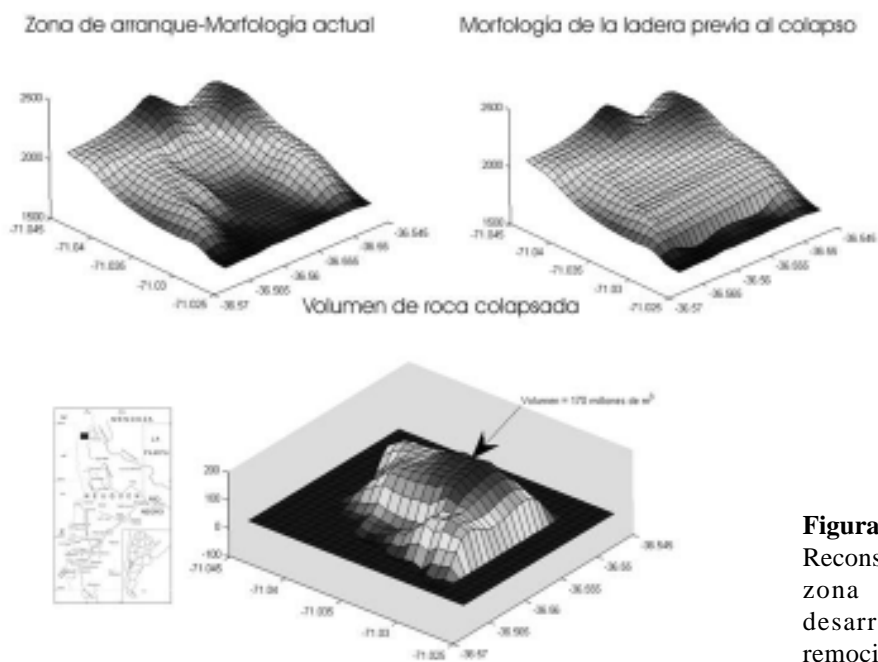
El frente orogénico de los Andes de Neuquén entre los 36° y los 39°S, tuvo una importante fase de estructuración durante los 1,7-1,4 Ma, evidenciada por la datación de rocas volcánicas deformadas aflorantes a los 37°30' S. Sin embargo, perfiles de suelo afectados por escarpas de falla permiten inferir una actividad tectónica holocena (Folguera *et al* 2004).

Los efectos de la interacción entre esta joven deformación, la sismicidad cortical y el sistema de drenaje instalado previamente a la propagación de estas fallas en superficie, aparentemente dan como resultado el desarrollo excepcional de procesos de remoción en masa a lo largo del frente orogénico. El caso particular de la avalancha Navarrete, sobre la cual se ocupa el presente estudio, si bien se encuentra en este grupo de ocurrencias ya descritas por numerosos autores (Hermanns *et al* 2004; Hermanns *et al* 2006; González Díaz *et al* 2005), posee una serie de características relativas a los efectos producidos en la red de drenaje que la hacen peculiar y promueven el interés en su estudio particular.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA AVALANCHA DE NAVARRETE**

Se origina por un colapso de ladera en la sección media del arroyo Colorado. La zona de arranque semilunar en planta y cóncava en perfil (Figura 2), demuestra que comienza como un deslizamiento rotacional. La completa destrucción de la roca y un *run up* de 130 metros, demuestran que después de la primera fase de movimiento, la masa adquirió mayor fluidalidad, generando un brazo que se extiende paralelo al eje del arroyo por 2,2 Km. Este dique natural formó una laguna de 2,02 Km<sup>2</sup> de superficie y 66 metros de profundidad máxima.

Para determinar el volumen de la avalancha se utilizaron dos métodos: A) analítico (WP/WLI 1999) y B) gráfico. El primero de éstos aproxima el perfil del depósito a un elipsoide, a partir de la siguiente fórmula:  $VOL = (1/6)\pi \times \text{área} \times \text{espesor de la avalancha}$ ; en base a esto, la avalancha tendría un volumen de  $140 \times 10^6 \text{m}^3$  (Penna 2006). El método B, establecido para este trabajo, aporta mayor precisión. Se basa en la reconstrucción topográfica de la zona de arranque a partir de la extrapolación lineal de las zonas de la ladera no afectadas por el desprendimiento (Figura 2):

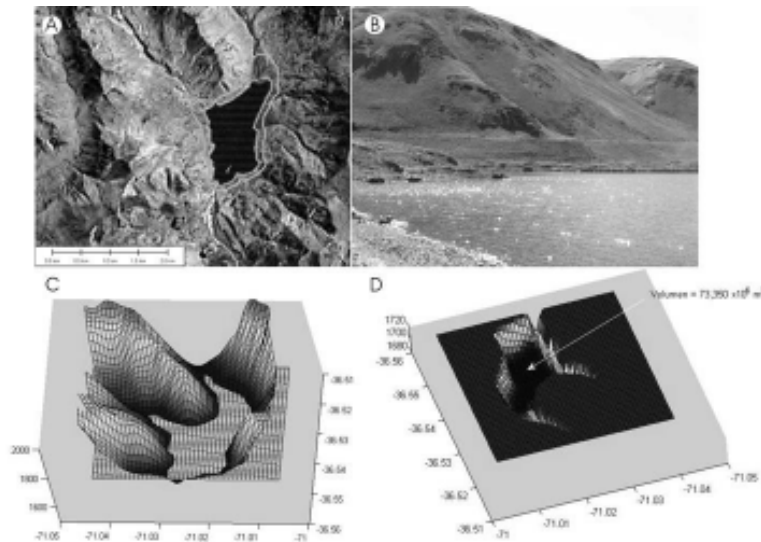


**Figura 2.** Reconstrucción topográfica de la zona de arranque previa al desarrollo del movimiento de remoción en masa y cálculo del volumen de roca colapsada.

## EVOLUCIÓN DEL DIQUE NATURAL

Las máximas dimensiones de esta laguna generada por la oclusión del arroyo, se evidencian por una paleocosta bien definida ubicada a 40 metros del pelo de agua actual (1.680m) (Hermanns *et al* 2004; Penna *et al* 2005; Penna 2006).

En base a esto y reconstruyendo las dimensiones pre-colapso de la laguna, se determinó que el volumen de agua desalojado habría sido  $73,3 \times 10^6 \text{m}^3$  (Figura 3). Lo que significa un pico de descarga de  $5000 \text{m}^3/\text{seg}$ .



**Figura 3.** a) Laguna pre y post-colapso. b) Paleocosta. c) Reconstrucción de la superficie original de la laguna. d) Volumen de agua desalojado.

El estudio estadístico de estos fenómenos demuestra que en casos de rupturas violentas de diques, éstas se dan durante su primer año de existencia o en pocas décadas, liberando grandes volúmenes de agua (Costa y Schuster, 1988). En el caso de Navarrete, la ruptura catastrófica del dique y el descenso del nivel agua, queda en evidencia gracias a la existencia de tres elementos diagnósticos: 1- paleocosta incisa en la periferia de la laguna, 2-brecha de colapso y 3- depósito de flujo detrítico post-ruptura (*outburst flood*).

Para determinar el tipo de evento que desencadenó la ruptura, deben tenerse en cuenta dos rasgos particulares:

- 1- Presencia de un gran depósito con morfología en abanico ubicado en la margen este de la laguna, con área de captación muy poco desarrollada en función de las dimensiones del cuerpo y una pronunciada escarpa en sus nacientes, pudiendo corresponder a una zona de arranque de dicho material.
- 2- Similitud altimétrica entre la paleocosta y el tope del dique.

Se considera que el depósito con forma de abanico en la margen este de la laguna podría corresponder a un flujo de detritos que impactó con el cuerpo lagunar. La ausencia de paleocosta en este depósito evidenciaría que se habría emplazado posterior o contemporáneamente a la caída del nivel de agua. Sin embargo, si se tiene en cuenta que el nivel previo al colapso tenía una cota similar

a la del umbral natural, no debe descartarse que el agua pudiera haber erosionado la parte superior del dique desencadenando su brechamiento.

## REFERENCIAS

- Costa, J. E.; Schuster, R. L. 1988. The formation and failure of natural dams. *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 100, p. 1054-1068.
- Folguera, A.; Ramos, V.; Hermanns, R. L.; Naranjo, J. 2004. Neotectonics in the foothills of the Southernmost Central Andes (37°-38°S). Evidence of the strike-slip displacement along the Antañir-Copahue fault zone. *Tectonics*, Vol. 23, No. 5, TC 5008, p. 23.
- González Díaz, E. F.; Folguera, A.; 2005. Reconocimiento y descripción de avalanchas de rocas prehistóricas en el área neuquina delimitada por los paralelos 37° 15' y 37° 30' S y los meridianos 70° 55' y 71° 05' O. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 60, No. 3, p. 446-460.
- Hermanns, R. L.; Folguera, A.; Penna, I.; Fauque, L.; Niedermann, S. 2006. Landslide dams in N-Patagonia and the northern Central Andes of the Argentina. *In Security of natural and artificial rock slide dams.* (Evans, S. G.; Hermanns, R. L.; Strom, A.; Scarascia Mugnozza, G.; editors). En prensa.
- Hermanns, R. L.; Niedermann, S.; González Díaz, E. F.; Fauque, L.; Folguera, A.; Ivy, O.; Kubik, P. W. 2004. Landslide dams in the Argentine Andes. *In Security of natural and artificial rockslide dams* (Abdrakmatov, K.; Evans, S. G.; Hermanns, R. L.; Scarascia Mugnozza, G.; Strom, A.; editors). NATO Advanced Research Workshop, p. 79-85.
- Penna, I. M. 2006. Formación y Desagote de la Laguna Navarrete en relación a la evolución tectónica de la cuenca del arroyo Pichi-Neuquén (36°37'-36°42'S y 71°3'-70°48'O). *Trabajo Final de Licenciatura. Universidad de Buenos Aires.* p. 64.
- Penna, I. M.; Folguera A.; Hermanns R. L. 2005. Desagote catastrófico de la Laguna Navarrete en relación a la actividad tectónica del norte neuquino (36° 33' S y 71° 01' O). *In Congreso Geológico Argentino, No. 2, Vol. 1, p. 411-414.*
- WP/WLI. 1990. A suggested method for reporting a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, Vol. 3, p. 101-110.

