

FORMACIÓN DE CAÑONES EN LOS ANDES PERUANOS: LOS CAÑONES DEL COLCA Y COTAHUASI, REGIÓN AREQUIPA

Carlos Benavente, Fabricio Delgado, Briant García & Enoh Aguirre; e-mail: cbenavente@ingemmet.gob.pe

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.

INTRODUCCIÓN

Los cañones Colca y Cotahuasi constituyen los valles más profundos de la vertiente pacífica al nivel de todos los Andes (figura 1). La formación

de valles y cañones está controlada por la capacidad erosiva de la acción hidráulica, que excava la parte más baja del valle profundizándolo, a este proceso se denomina incisión.



Figura 1: Imagen satelital que muestra la ubicación y disposición de los cañones Cotahuasi y Colca. Se puede observar que son los valles más profundos de la vertiente pacífica y que sus nacientes se encuentran en la zona de volcanes plio-cuaternarios.

Entonces, procesos superficiales controlan las etapas sucesivas de erosión-transporte-sedimentación del ciclo de las rocas, en el cual los clastos de las rocas son arrancados de los relieves (erosión), transferidos mediante una red de drenaje (transporte) y depositados en las cuencas sedimentarias (sedimentación) (García, 2010).

Por otra parte, los ríos cumplen un papel principal en la dinámica de los relieves ya que sus perfiles longitudinales fijan el nivel de base de los canales tributarios y en consecuencia las

condiciones límite a los procesos de remoción en masa de los interfluvios (Burbank et al., 1996a). Implícitamente, ellos constituyen el mecanismo principal de transmisión de una perturbación externa (climática, tectónica, nivel de base regional) a toda la red de drenaje de la cuenca (Howard, 1994, 1998; Tucker y Slingerland, 1997; Sklar y Dietrich, 1998; Whipple y Tucker, 2002; Whipple, 2004). Por otra parte, un río puede cambiar de categoría durante su historia, según las condiciones hidrológicas, tectónicas o climáticas (Lavé, 1997; Whipple y Tucker, 2002).

DESCRIPCIONES GEOMORFOLÓGICAS, GEOLÓGICAS Y TECTÓNICAS

Realizando un corte topográfico latitudinal se puede observar, que a partir de la latitud 16°S el relieve de la cadena andina se vuelve más abrupto y alto (figura 2), este cambio coincide con la presencia de la Dorsal de Nazca (al norte de la latitud 16°S) y con la presencia de volcanes cuaternarios. Esta alta topografía indujo o dio origen a la formación de nevados, incrementando el flujo hidráulico y por consiguiente la capacidad de erosión en la parte alta de la cuenca. Las variadas geoformas glaciares en el Colca, y la interacción con aparatos volcánicos constituyen un factor importante que controla la incisión del valle. Otro factor importante para la formación

de cañones profundos es la actividad tectónica, este proceso geológico genera cambios a lo largo del perfil longitudinal del río, incrementando de esta manera la erosión del río principal, y en consecuencia la de sus tributarios, con la finalidad de encontrar el nivel de equilibrio de la cuenca. En la zona de Colca y Cotahuasi, existen diversos ejemplos de actividad tectónica, que están traducidos en escarpes de fallas y sismicidad constante (Benavente et al., 2015). Estos escarpes de fallas a escala regional son resultado de esfuerzos tectónicos inducidos por la subducción.

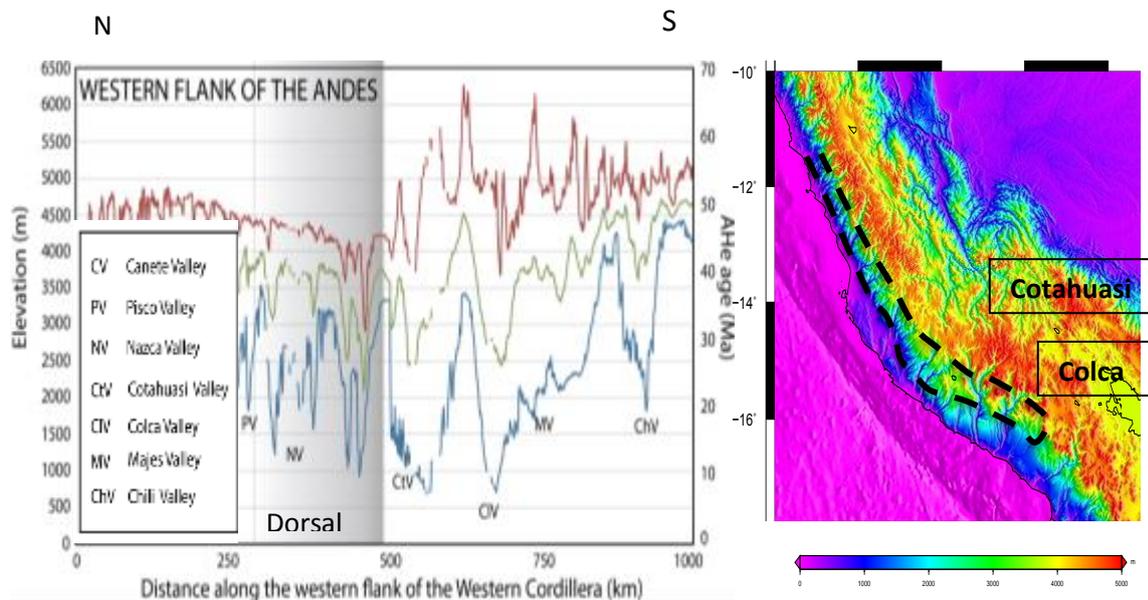


Figura 2: Variación latitudinal (N-S) que muestra el incremento de relieve de norte a sur. Esta variación coincide con la presencia de volcanes cuaternarios en la zona de cabecera de cuencas (Tomado de Benavente et al., 2015).

COMENTARIOS FINALES

Los ríos cumplen un papel principal en la dinámica de los relieves ya que sus perfiles longitudinales fijan el nivel de base de los canales tributarios y en consecuencia las condiciones límite a los procesos de remoción en masa de los interfluvios (Burbank et al., 1996a). Los perfiles de los ríos son modificados por controles tectónicos, litológicos y/o por variaciones eustáticas. Las cuencas Cotahuasi y Colca con respecto al nivel del río, muestran de oeste a este una zona estable asociada a bajas altitudes (zona

de pampas costeras hasta el piedemonte, 0 - 1000 msnm), en este sector no se observan mayores cambios a lo largo del perfil de río, lo que es coherente con una topografía uniforme. Entre los 1000 - 2800 msnm, el río se encuentra en desequilibrio, presentando tasas de erosión elevadas, estas asociadas a un engrosamiento cortical por actividad tectónica y neotectónica. >3000 msnm, se observan lugares puntuales del río en desequilibrio, estos asociados a engrosamiento cortical por volcanes, actividad glacial, litología y fallas activas.

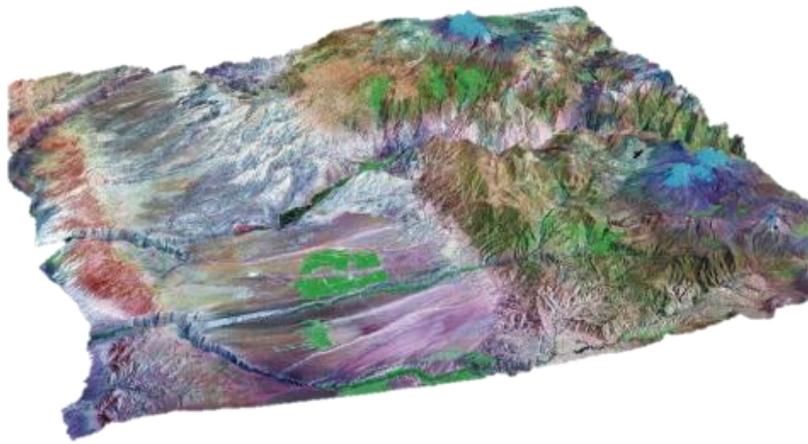


Figura 3: Muestra el río Colca, a la altura del poblado de Madrigal, donde el río inicia el proceso de incisión, este punto coincide con la presencia de volcanes activos/cuaternarios y con zonas glaciadas. Figura 4: Imagen satelital de la cuenca Colca donde es posible observar la relación entre la topografía abrupta con el perfil del río. Observar donde la topografía es mayor, el río es más profundo como consecuencia de encontrar el nivel de equilibrio.

Finalmente, un punto importante en la formación de cañones es que estos se forman en largos períodos de tiempo (millones de años). Estudios recientes de geología, geomorfología y termocronología indican que los cañones del Colca y Cotahuasi iniciaron su formación rápida en los últimos 9 millones de años, siendo cañones jóvenes comparados con otros en el mundo, como el cañón del Colorado que inicio hace 50 Ma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavente et al., 2015. Exhumation and tectonic in the Central Andes: Geomorphology and thermochronology, in preparation.
- Benavente, C., Delgado, F., García, B. & Aguirre, E. (2015). Evolución del relieve, neotectónica, peligro sísmico de la región Arequipa. Boletín serie C-INGEMMET (en preparación).
- Burbank, D.W., Leland, J., Fielding, E.J., Anderson, R.S., Brozovic, N., Reid, M.R., Duncan, C.C., 1996a. Bedrock incision, rock uplift, and threshold hillslopes in the northwestern Himalayas. *Nature*, 379: 505-510.
- García V. (2010). Modelo de las interacciones entre procesos de erosión y sedimentación fluvial y el crecimiento de estructuras neotectónicas. Tesis Doctoral Universidad de Buenos Aires
- Howard, A.D., 1994. A detachment limited model of drainage basin evolution. *Water Resources Research*, 30: 739–752.
- Lavé, J., 1997. Tectonique et érosion: l'apport de la dynamique fluviale à l'étude sismotectonique de l'Himalaya du Népal Central. Tesis doctoral, Universidad de Paris 7, 358pp.
- Sklar, L.S., y Dietrich, W.E., 1998. River longitudinal profiles and bedrock incision models: Stream power and the influence of sediment supply. En Tinkler K.J. y Wohl E.E. (eds.) *River over rocks: Fluvial processes in bedrock channels*. AGU Monograph, 237-260.
- Tucker, G.E., Slingerland, R.L., 1997. Drainage basin response to climate change. *Water Resources Research*, 33(8): 2031–2047.
- Whipple, K.X. y Tucker, G.E., 2002. Implications of sediment-flux-dependent river incision models for landscape evolution. *Journal of Geophysical Research*, 107(B2): 10.1029/2000JB000044.
- Whipple, K.X., 2004. Bedrock rivers and the geomorphology of active orogens. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 32: 151-185.