

## FACTORES Y CAUSAS QUE FACILITARON EL PROCESO DE REMOCIÓN EN MASA EN LA ALTA CORDILLERA DE MENDOZA Y SAN JUAN. ARGENTINA.

Luis Fauqué<sup>1</sup>, Carlos Wilson<sup>1</sup>, Reginald Hermanns<sup>2</sup> y Mario Rosas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio Geológico Minero Argentino. Av. Julio A. Roca 651, piso 10 (1322) Ciudad de Buenos Aires, Argentina.  
Email: [fauqueluis@yahoo.com.ar](mailto:fauqueluis@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Norges geologiske undersøkelse, Leiv Eirikssons vei 39, N-7491 Trondheim, Norway. Email: [reginald.hermanns@ngu.no](mailto:reginald.hermanns@ngu.no)

### INTRODUCCIÓN

El rasgo estratigráfico más importante, y que por lo tanto permite la delimitación de la Cordillera Principal Argentina, como provincia geológica, es la presencia de secuencias jurásico cretácicas depositadas en cuencas marinas procedentes del antiguo océano Pacífico. Ramos (1999) distingue tres sectores diferentes (norte, centro y sur) en dicha cordillera.

**El sector norte o sanjuanino**, se corresponde con la faja plegada y corrida (FPC) de la Ramada. Aquí los depósitos continentales y marinos de edad jurásica superior a cretácica son cubiertos por depósitos clásticos, piroclásticos y volcánicos del Cretácico medio (Cristallini et al., 1995). Finalmente se sobreponen en discordancia remanentes de antiguos edificios volcánicos de edad miocena media, como el Complejo Volcánico de La Ramada.

**El sector central o mendocino** comprende la FPC del Aconcagua, en la que a las secuencias mesozoicas marinas sigue un importante desarrollo de las volcanitas de arco mesozoicas. Por último en la parte norte se asienta el macizo volcánico mioceno del Aconcagua, transportado tectónicamente.

**En el sector sur**, que abarca la cordillera entre los ríos Diamante (Mendoza) y Agrio (Neuquén), como consecuencia de la deformación andina se origina la FPC de Malargüe (Kozłowski et al., 1993). De estructura muy compleja, similar a las anteriores en sus secuencias mesozoicas, se diferencia por la presencia de secuencias de la primera trasgresión atlántica, durante el Maastrichtiano Daniano, y por la aparición de volcanes plioleistocenos en los que se destacan grandes estratovolcanes cuaternarios. Las tres FPC, consecuencia de la deformación andina, son de vergencia oriental por lo que las rocas del basamento premesozoico y las volcanitas permotriásicas del Grupo Choiyoi, involucradas en la deformación, afloran hacia el este en estas fajas. En cambio las sedimentitas de las cuencas marinas mesozoicas y las volcanitas que las cubren se hallan en los sectores más internos de la cordillera, a lo largo del límite internacional, ascendidas por la compresión andina que generó las FPC. En estas fajas la complejidad estructural es grande y las rocas que forman las escarpadas paredes de los valles presentan gran cantidad de discontinuidades como planos de estratificación, diaclasas, fracturas y fallas, que constituyen potenciales superficies de rotura para el inicio de movimientos en masa.

El sector limítrofe antes mencionado corresponde a la zona más elevada de la cordillera de Mendoza y San Juan y fue reiteradamente englazado durante el Cuaternario. Los glaciares profundizaron los valles fluviales previos, removiendo grandes volúmenes de rocas en tiempo relativamente corto, generando un gran relieve relativo. Con el retiro de los hielos después del máximo de la última glaciación, la base de las laderas pierde el apoyo y la presión ejercida por la masa de hielo. Por lo tanto las laderas empinadas o sobreempinadas, por erosión glaciaria, deben adaptarse a las nuevas condiciones, generándose reacomodamientos a través de colapsos gravitacionales lentos que generaron sackung (Fauqué et al., 2005) o rápidos y violentos que produjeron grandes deslizamientos, avalanchas de rocas y flujos, cuyos depósitos fueron mapeados, en muchos trabajos, como morenas.

El objetivo de esta contribución es destacar la vinculación existente entre: a) el condicionante litológico-estructural, representado por friables sedimentitas mesozoicas plegadas y cubiertas por potentes secuencias volcánicas, b) el ambiente geomorfológico debido al englazamiento y c) la generación de grandes movimientos de masas postglaciales. Para ilustrar esto describiremos brevemente grandes deslizamientos ubicados en los tres sectores de Cordillera Principal (Fig. 1).

## SECTOR NORTE

El área analizada se enmarca dentro de la estratigrafía y estructura en el sector de los Andes principales al oeste de la cordillera de Santa Cruz (Fig. 1), y que correspondería a las estribaciones septentrionales de la FPC de La Ramada. La estratigrafía se compone de un basamento permotriásico, una secuencia mesozoica y unidades volcánicas terciarias poco desarrolladas. Estos depósitos se disponen en una faja que bordea la margen occidental del río Santa Cruz, formando amplios anticlinales y sinclinales con rumbo septentrional.

Dentro de este marco estratigráfico y estructural se puede observar una gran concentración de procesos de remoción en masa en las proximidades de la desembocadura del río Mondaca al Pachón y en la de éste último al río Santa Cruz (Fig. 1). En ambos lugares las condiciones litológico-estructurales favorecen la generación de movimientos en masa. La ladera que se ubica en la margen derecha del río Mondaca, esta compuesta por sedimentitas clásticas y piroclásticas terciarias que inclinan hacia el eje del valle, cubiertas por volcanitas con similar inclinación, aunque distinto gradiente. Estas desfavorables condiciones favorecen el patinaje de las volcanitas sobre las sedimentitas, generando avalanchas de rocas y deslizamientos de bloques. En la ladera oriental del río Santa Cruz aflora la secuencia mesozoica. La gran inestabilidad de esa ladera dio origen a varias avalanchas de rocas, la última de ellas en el mes de enero de 2005 produjo el represamiento del valle generando la laguna Los Erizos (D'Odorico et al., 2008). En ella se acumularon aproximadamente 42 millones de m<sup>3</sup> de agua. La rotura del dique natural en noviembre del mismo año generó un aluvión por el desagüe brusco de 32 millones de m<sup>3</sup>. Éste afectó las localidades ubicadas aguas abajo y además demoró la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Los Caracoles, ubicado sobre el río San Juan.

Si bien este sector fue englazado en el Pleistoceno superior, entre los factores y causas que favorecieron los movimientos de masas y que actualmente generan gran inestabilidad deben considerarse las características litológicas y sobre todo estructurales de las secuencias allí aflorantes.

## SECTOR CENTRAL

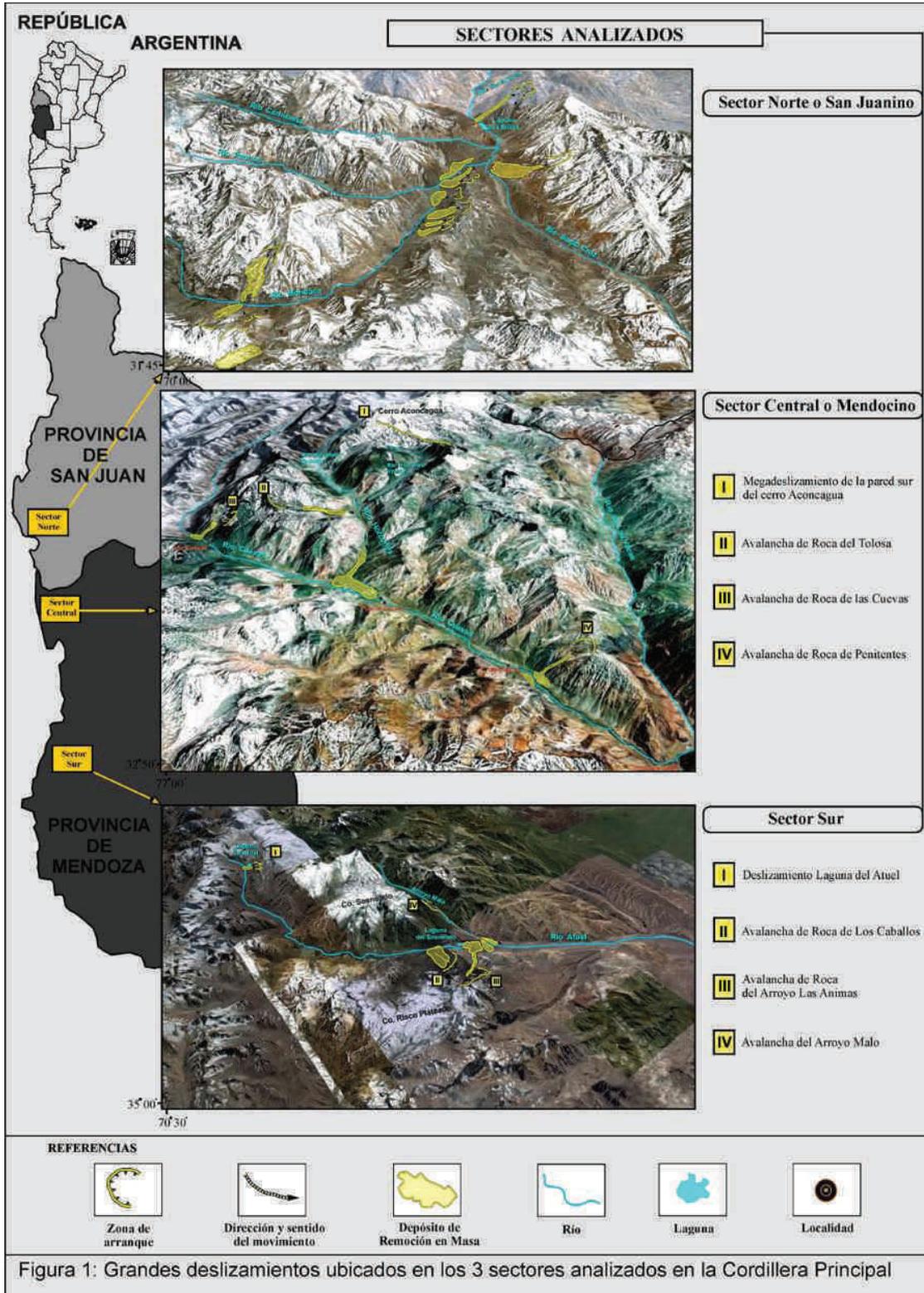
El sector central correspondiente a la FPC del Aconcagua ha sido recientemente analizado por Fauqué et al., 2009. Éstos destacan la necesidad de una profunda revisión de la estratigrafía glaciaria de la cuenca del río Mendoza, debido a que gran parte de los depósitos, en que dicha estratigrafía se basa no son glaciarios, sino que provienen de grandes avalanchas de roca y hielo. La singular morfología de la pared sur del C° Aconcagua, de la que partieron algunas de estas grandes avalanchas de roca, expone un perfil cuya base se compone de las sedimentitas epiclásticas de la Formación Diamante, las que soportan a las volcanitas del Complejo Volcánico Aconcagua. Este condicionante litológico sumado a una profunda y rápida erosión glacial aumentó la inestabilidad de las laderas y finalmente con el retiro de los hielos promovió una descompresión de las mismas, que desestabilizó a estos sistemas geomórficos montañosos, generando importantes movimientos de masas descritos como mega-deslizamientos o avalanchas de rocas (Fig. 1).

También en este sector, y asociado además a la cuenca del río Cuevas se hallan los depósitos del flujo Penitentes (Fauqué et al., 2009) previamente asignados a la morena Penitentes. El flujo de edad postglacial tiene su zona de arranque en un sector donde sedimentitas brechosas post orogénicas (terciarias), cubren una zona de alteración en rocas volcánicas. Nuevamente el condicionante litológico a través de la debilidad de las rocas alteradas es un factor a destacar en estos movimientos.

Hay otros dos grandes movimientos con características muy similares en este sector, ellos son la avalancha de rocas de la quebrada de Tolosa y la avalancha de rocas de Las Cuevas (Rosas y Fauqué, 2008). Ambos movimientos involucran a secuencias conglomerádicas de la Formación Tordillo, cuyos planos de estratificación inclinan directamente hacia el eje de los valles. La profundización y empinamiento producidos por erosión glaciaria hizo que esos planos de estratificación fueran intersectados por las paredes de los valles, habilitando los movimientos de masas que se iniciaron como deslizamientos de tipo block-glide y pasaron en sus partes distales a flujos de bloques.

El análisis de la cuenca del río Cuevas, permite reconocer que el cambio climático del Pleistoceno superior produjo una gran perturbación de los procesos exógenos en esta zona montañosa, que favoreció los movimientos

de masas. Pero además la distribución de los mismos estuvo asociada a factores condicionantes litológicos y estructurales.



## SECTOR SUR

El valle superior del río Atuel se ubica en el sudoeste de la provincia de Mendoza. En el sector cordillerano, este valle, atraviesa la FPC de Malargüe caracterizada por unidades que abarcan el registro geológico desde el Triásico superior hasta el Plioceno. El sector oeste de la faja está cubierto por las asociaciones volcánicas (andesitas y basaltos) del Pleistoceno inferior, cuyos máximos exponentes son los cerros Risco Plateado (4.899 m s.n.m.) y Sosneado (5.189 m s.n.m.). En el valle se encuentra la traza de la ruta provincial N° 220 que ha sido propuesta como nexo vial entre Argentina y Chile. El valle del río Atuel y sus tributarios, fueron escenario de importantes movimientos en masa ocurridos a finales del Pleistoceno Superior. En la margen derecha del valle coincidente con la ladera norte del cerro Risco Plateado, tuvieron lugar dos eventos muy importantes (Fig. 1) que fueron definidos como las avalanchas de roca del arroyo Las Animas y del arroyo Los Caballos (Rosas y Fauqué, 2008). En los perfiles expuestos en la zona de arranque de ambos movimientos, se pueden observar en la base secuencias marinas plegadas asignadas al Jurásico, compuestas por lutitas areniscas, margas, yeso y calizas; cubiertas por una potente secuencia de volcanitas basálticas y andesíticas del Pleistoceno inferior.

Muy poco aguas abajo de la avalancha de Las Animas se une al río Atuel por su margen izquierda el arroyo Malo. En su desembocadura dos inmensos albardones atraviesan casi completamente el valle del Atuel (Fig.1). Son relictos de un flujo originado por una avalancha de rocas, que proveniente del borde oriental del campo volcánico del cerro Sosneado, se encauzó en el arroyo Malo. En el perfil expuesto por el arranque del movimiento, afloran en la base areniscas finas y limolitas de la Formación Puesto Araya que soportan a coladas de basaltos y andesitas con intercalaciones de brechas y aglomerados de la misma composición, que integran la Formación Coyocho.

En las cabeceras del río Atuel se halla la laguna del mismo nombre (Fig.1). Se ha formado por represamiento del valle debido a un deslizamiento de su ladera oriental en donde el yeso de la Formación Auquilco es cubierto por las volcanitas de la Formación Coyocho.

Son característicos de este sector el gran volumen de las avalanchas que generaron represamiento de los valles, la morfología glaciaria del área y los perfiles de las zonas de arranque, que exponen secuencias mesozoicas muy friables cubiertas por volcanitas terciarias.

## CONCLUSIONES

A modo de síntesis podemos decir que hubo distintos factores que controlaron la distribución temporal y espacial de los movimientos de masas en la alta Cordillera de San Juan y Mendoza. La primera estuvo regida por el cambio climático del Pleistoceno superior, mientras que la segunda se asocia a condicionantes litológico-estructurales de las secuencias involucradas en los movimientos.

## REFERENCIAS

- Cristallini, E., A. Mosquera y V. A. Ramos, 1995. Estructura de la Alta Cordillera de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (1-2): 165-183, Buenos Aires.
- D'odorico, P., D. Pérez y N. Sequeira, 2008. El represamiento del Río Santa Cruz, Cordillera Principal y Frontal (31° 45'LS), Provincia de San Juan, Argentina. *Actas del XVII Congreso Geológico Argentino I*: 270-271. San Salvador de Jujuy.
- Fauqué, L., R. Hermanns, K. Hewitt, M. Rosas, C. Wilson, V. Baumann, S. Lagorio e I. Di Tommaso, 2009. Mega-deslizamientos de la pared sur del cerro Aconcagua y su relación con la génesis del depósito de Horcones. Mendoza, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65 (4): 691-712. Buenos Aires.
- Fauqué, L., M. Rosas, M. Coppolecchia, R. Hermanns, M. Etcheverría, A. Tejedo y C. Wilson, 2005. Laderas afectadas por deformaciones gravitacionales profundas en el valle del río Cuevas. Provincia de Mendoza. *XVI Congreso Geológico Argentino, Actas 3*: 515-520. La Plata.
- Kozłowski, E., Manaceda, R. y Ramos, V. A., 1993. Estructura. En: Ramos, V. A. (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), *Velatorio I* (18): 235-256.
- Ramos, V. A., 1999. Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. *Geología Argentina. Anales* 29 (3): 41-96, Buenos Aires.

Rosas, M. y Fauqué, L., 2008. Avalanchas de rocas en el valle superior del río Atuel. Mendoza, Argentina. 17º Congreso Geológico Argentino. Actas I: 311-312. S.S. de Jujuy.