

AVANCES EN EL ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO DE LA QUEBRADA DE MATIENZO, PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA

MOREIRAS, Stella

CONICET- Unidad de Geomorfología, IANIGLA (CCT). Av. Ruiz Leal s/n Parque
Gral San Martín. Mendoza, Argentina. Tel.: 261-5244256 – Fax: 261-5244201.
Correo electrónico: moreiras@mendoza-conicet.gov.ar

RESUMEN

Los depósitos cuaternarios de la quebrada de Matienzo, naciente del río de Las Cuevas (32° 45' S), fueron analizados geomorfológicamente y sedimentológicamente. En función de estos estudios, muchos de los depósitos inicialmente atribuidos a un origen glaciario fueron interpretados como grandes colapsos de laderas con volúmenes estimados del orden de 10⁶ a 10⁹ m³. Sus depósitos están caracterizados por su mala selección, presencia de clastos angulosos a subangulosos, gran variabilidad en la relación volumétrica clastos/matriz y una composición litológica homogénea de los clastos. Estos eventos de carácter violento y súbito estuvieron vinculados a sucesivos represamientos del río de las Cuevas en el pasado.

Palabras clave: procesos de remoción en masa - represamientos - sedimentológica - Andes Centrales.

AVANCES IN THE GEOMORPHOLOGICAL STUDY OF THE MATIENZO GULLY, MENDOZA PROVINCE, ARGENTINA

ABSTRACT

Quaternary deposits of Matienzo gully, headwater of Las Cuevas River (32° 45' S), were geomorphologically and sedimentologically analysed. Based on it, many of those deposits originally attributed to a glacial origin were reinterpreted as huge hillslope collapses with estimated volumes of 10⁶ to 10⁹ cubic meters. These deposits are characterised by a bad selection, presence of angular and subangular clasts, great variability in clasts/matrix relation, and monolithic clasts composition. These violent and sudden events were related to successive dammed lakes along the Las Cuevas River.

Keywords: landslides - dammed lakes - sedimentology studies - Central Andes.

Introducción

Los estudios geomorfológicos han sido fundamentales para reconstruir el pasado climático de los Andes Centrales y comprender la evolución geomorfológica de los

mismos. Sin embargo, la visión de grandes glaciaciones globales en el pasado indujo a interpretar cualquier depósito caótico como de origen glacial. Recién cuando la comunidad científica fue comprendiendo la importancia de los procesos de remoción en masa, éstos fueron reconocidos y diferenciados de los procesos glaciares. A partir de entonces, se consideran a éstos eventos como los procesos geomorfológicos de mayor importancia en el modelado del paisaje.

Los primeros estudios geomorfológicos de la quebrada de Matienzo se remontan a la década del '70 y describen los procesos glaciares (Capitanelli, 1972) enfatizando la importancia de los procesos aluviales en la región. Posteriormente, en función de la conservación de cuerpos morénicos, se interpretaron cuatro avances glaciares a lo largo de la quebrada (Suárez, 1983) y estudios palinológicos abarcando el período holocénico fueron realizados en la turbera de Matienzo (Wingenroth y Heusser, 1984). Se describieron también diferentes procesos criogénicos en la zona (Ahumada, 1986, 1990), pero los principales procesos gravitacionales vinculados a colapsos de laderas fueron omitidos.

En la mayoría de las zonas montañosas del mundo se está reinterpretando la génesis de depósitos caóticos atribuidos a un origen glacial (Hewitt, 1999). Más aún, en los Andes Centrales de Chile y la Argentina también grandes deslizamientos han sido erróneamente clasificados como de origen glacial. Es el caso de las glaciaciones pleistocenas reconocidas a lo largo del valle del río Aconcagua (Chile) (Caviedes, 1972) reinterpretadas posteriormente como procesos de remoción en masa por Abele (1984). Asimismo, la morrena de Horcones en el valle del río Las Cuevas asignada al Último Máximo Glaciar (Espizúa, 1993a; 1993b; Espizúa y Bigazzi, 1999), es reinterpretada como un depósito de remoción en masa (Pereyra y González Díaz, 1993; Pereyra, 1995, 1996; Fauqué et al., 2008a). Al mismo tiempo, Fauqué et al. (2008b) pone en duda la existencia de la glaciación Penitentes ya que interpreta la terraza glacialfluvial asociada como un flujo de detritos proveniente del Cerro Mario Ardito.

El objetivo del presente trabajo fue revisar la geomorfología de las nacientes del río de las Cuevas analizando principalmente los depósitos caóticos atribuidos inicialmente a un origen glacial (Suárez, 1983). La re-interpretación de estos depósitos como procesos de remoción en masa contribuiría al conocimiento de la evolución geomorfológica de esta cuenca e implicaría nuevas interpretaciones paleoclimatológicas para la región.

Área de estudio

La quebrada de Matienzo, antiguamente conocida como quebrada de las Bóvedas, constituye las nacientes del río de Las Cuevas (Fig. 1). Se encuentra ubicada a los 32° 45' de latitud sur y 70° de longitud oeste, dentro de la Cordillera Principal. Esta provincia geológica está caracterizada estructuralmente por la faja plegada y corrida del Aconcagua (Ramos, 1988, 1996). Esta faja se desarrolló y fue activa principalmente entre el Mioceno basal y el superior, siendo luego progresivamente desactivada y

atrapada en el interior del orógeno andino al avanzar la deformación hacia el este elevando la Cordillera Frontal a partir del Mioceno superior.

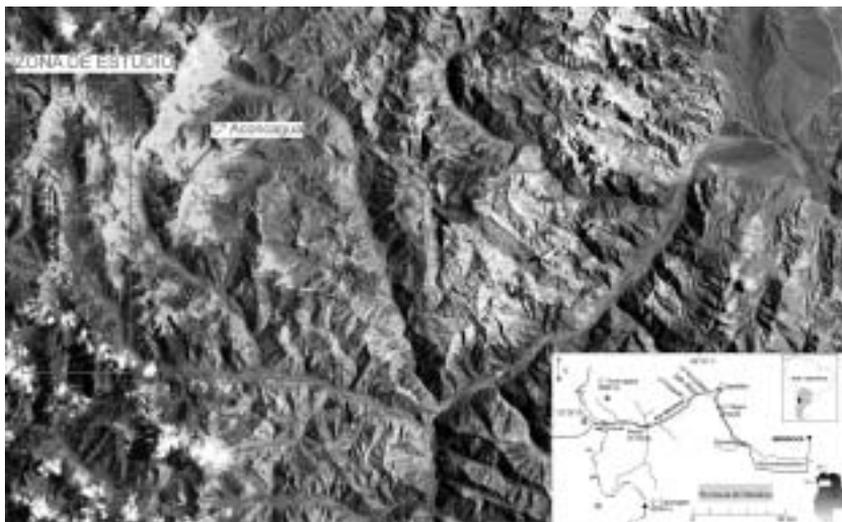


Figura 1: Imagen satelital Landsat TM 2007 correspondiente al área de estudio.

Los rocas aflorantes en la región se pueden agrupar en tres secuencias básicas, un basamento prejurásico, las secuencias mesozoicas del Grupo Mendoza que gradan lateralmente o es cubierto por las rocas volcánicas y competentes de la Formación Juncal, Formación Diamante y Cristo Redentor, y una cobertura cenozoica de rocas intrusivas subvolcánicas y plutónicas de la Formación Farellones y del Complejo Volcánico Aconcagua.

En este sector de los Andes Centrales el clima y régimen de precipitaciones está caracterizado por la circulación atmosférica baja condicionada por el Anticiclón del Pacífico, la dinámica orográfica-térmica de la Depresión Noroeste Argentina (DNOA) en la ladera oriental de Los Andes, el anticiclón Atlántico y la circulación del aire del oeste en el sur de la región (Compagnucci *et al.*, 2002).

Según la clasificación y división de tipos climáticos de Köppen corresponde a un clima de tundra y polar de altura, produciéndose un largo período de congelamiento continuo del suelo. Las precipitaciones oscilan entre 300 y 500 mm, concentradas principalmente en invierno y bajo la forma de nevadas (Ahumada, 1990) (Fig. 2).

Materiales y métodos

Los depósitos cuaternarios fueron identificados inicialmente mediante sensores remotos (fotografías aéreas escala 1:50,000 e imágenes satelitales), siendo corroborados durante campañas al campo. La génesis de dichos depósitos fue establecida mediante el análisis morfológico en función de los criterios establecidos por Crozier (1984) (Tabla 1) y Hewitt (1999) (Tabla 2).

Asimismo, para lograr una diferenciación más fehaciente se realizaron análisis sedimentológicos y litológicos con observaciones a meso y macro escala. Se tomaron muestras de aproximadamente 1,5 Kg. para los ensayos granulométricos y se analizaron litológicamente las partículas mayores que 0,075 mm retenidas en el tamiz N° 200.

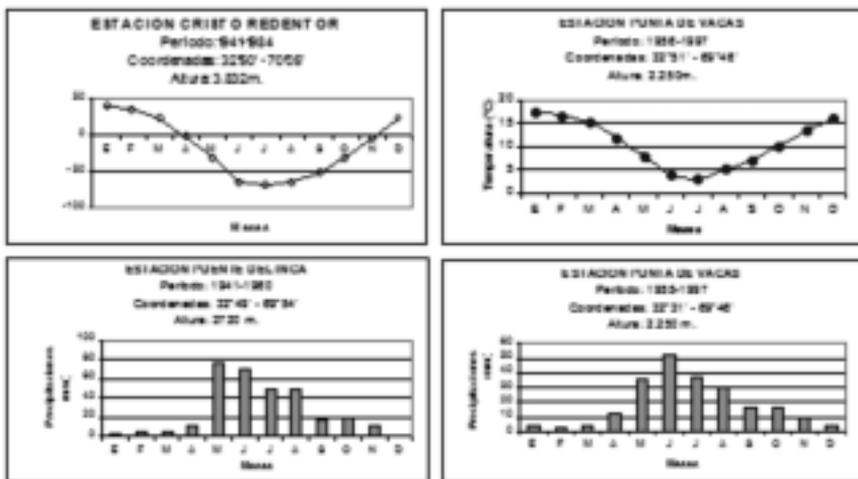


Figura 2: Registros meteorológicos de la zona de estudio.

Una vez, establecido el origen de los depósitos se estimaron sus volúmenes. Para ello, primero se calculó la superficie de los depósitos, que se igualó con una figura geométrica para simplificar el cálculo, y se estimó la posible altura original del depósito con la ayuda de las curvas de nivel y las observaciones de campo.

Tabla 1: Diferencias morfológicas y sedimentológicas de los depósitos glaciares y gravitacionales (Crozier, 1984).

<i>Posición y forma externa</i>	
<i>PRM</i>	<i>Glaciares</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lóbulos transversales masivos en las cabeceras (bloques rotados). ▪ Posibles lóbulos o albardones longitudinales ▪ Lóbulos transversales concéntricos confinados en el pie del depósito que rara vez se continúan con lóbulos laterales ▪ Fracturas radiales o transversales en el pie de del deposito ▪ Carece de terrazas de outwash al frente del pie, un valle de deslizamientos rara vez es bloqueado por un nuevo deslizamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lóbulos transversales sinuosos en las cabeceras (morrena terminal). ▪ Carece de lóbulos longitudinales excepto morena lateral. ▪ Lóbulos transversales concéntricos que se continúan con lóbulos laterales (morenas). No restringidos al frente. ▪ No existen fracturas. ▪ Generalmente asociados a depósitos de outwash. ▪ Los valles glaciares tienen en general forma de U.
<i>Composición interna</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Depósito con una sólo litología ▪ Grandes masas de roca de caja débil y bloques facetados de rocas más fuertes <p>Ausencia de caliche y loess excepto como remanentes de la superficie previa al deslizamiento. Algo de caliche se puede presentar si el material parental es calcáreo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Depósito heterolítico ▪ Fragmentos mezclados con superficies con estrías y pulimentadas. ▪ El material puede estar cubierto por loess. Los fragmentos tienen anillos de caliche. Suelos con horizontes de caliches pueden cubrir los depósitos.

Tabla 2: Características geomorfológicas y sedimentarias de los depósitos de avalancha de rocas (Hewitt, 1999).

<p><i>Morfología del depósito:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantiformes y lobulados o con forma de lengua. • Presencia de hummocks bajas (< 5 mts.). Cresta con forma de arco y surcos transversales. • Márgenes elevados. • Se encuentran confinados topográficamente, el terreno por donde atraviesa la avalancha puede provocar deformaciones en el depósito, al seguir las deformaciones de éste. • Grandes crestas de presión longitudinales y transversales (> 10 mts.).

- Desplazamiento cuesta arriba por la ladera opuesta a la de donde se generan, produciendo depósitos de espesor considerable en esa ladera.
- Asimetría en los espesores del depósito, siendo mayor hacia la ladera donde impacta.
- Depósitos en las márgenes del valle irregulares, presentando zonas elevadas y otras caídas en forma aleatoria, a diferencia de los depósitos en las márgenes de valles glaciares o fluviales.
- Corrientes de detritos que se dividen en lóbulos separados.

Extensión del depósito

- Volumen: mínimo $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- Extensión areal: raramente menor a 2 km^2 , pueden exceder los 40 km^2 .
- Espesor: la mayoría de 2 a 10 m, pueden exceder los 50 m debido a la forma del terreno debajo del depósito y los 150 m a causa de la topografía del valle.

Características sedimentológicas

- Tipo de material: material suelto fragmentado, clastos tamaño bloque, matriz con fragmentos de distinto tamaño (sábulo, arena y limo).
- Tipo de sedimentos: diamictitas consolidadas y no consolidadas y Brechas (litificadas).
- Textura: gruesa (dominante).
- Tamaño de granos: arena, limo, bloque o brecha.
- Máximo tamaño de los clastos: los bloques no fracturados pueden exceder los 10 mts. de diámetro.
- Forma de los fragmentos: la mayor parte angulosos a muy angulosos.
- Selección: no seleccionado, inmaduro.
- Porosidad: baja o impermeables en la mayor parte del depósito, en superficie los fragmentos mas gruesos generan una alta porosidad.

Litología de los materiales del depósito

- Procedencia: material proveniente de un macizo rocoso cercano.
- Composición: de un solo lugar de muestreo se obtiene una sola clase de roca.
- Relación Matriz/Clastos: misma relación (idéntica composición).
- Estratificación: pueden presentarse bandas como un remanente de la estratificación del macizo rocoso de donde proviene el material.

Facies características

- Estructura: pobre empaquetamiento de los grandes clastos o bloques, apretado empaquetamiento de los granos de la matriz, estos depósitos generalmente son clastos-sostén y más raramente matriz-sostén. Matriz sostén en las partes distales que se han comportado como flujo.

- Empaquetamiento: en profundidad sobre consolidado, muy ajustado. En superficie suelto o poco consolidado.
- Contactos: Generalmente nítido con los alrededores y el sustrato. El depósito puede incorporar material erosionado del sustrato y mezclarse con este en zonas dístales.

Facies verticales:

- Capa basal mezclada: material incorporado del sustrato, se forman enclaves o diques de material del sustrato.
- Cuerpo principal: masivo, sin estructuras, aumento del grueso del material hacia arriba.
- Superficie: material grueso suelto. Se observan generalmente grandes bloques que han flotado sobre el depósito.

Fábrica del material grueso de superficie:

- Grandes clastos orientados, paralelos o transversales a la dirección de movimiento de la avalancha.
- Imbricación de grandes clastos.
- Rotación, imbricación y fracturamiento por impacto de megaclastos.

Resultados

Se identificaron cinco depósitos originados por colapsos gravitacionales algunos de los cuales habían sido identificados como morrenas o glaciares de escombros inactivos (Súarez, 1983; Corte y Espizúa, 1981).

1. Deslizamiento Goyete

Este evento se originó enfrente de la quebrada del Cerro Catedral, en la margen derecha del valle, en un anticlinal volcado que involucra niveles de vulcanitas de Vargas, calizas y areniscas de la formación Agrío y vulcanitas verdes de formación Juncal (cretácico). Arrasó niveles de una morrena lateral de probable edad pleistocénica cuyo depósito se conserva a los 3.709 m.s.n.m. El deslizamiento Goyete alcanzó un volumen de $1,75 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Corresponde a un depósito caótico con bloques meteorizados y desintegrados. Los bloques, constituidos por vulcanitas, traquitas (diques), brecha volcánica y basalto, alcanzan 25 m de diámetro, sin embargo predominan los bloques de 0,7 m de diámetro.

Prácticamente no presenta matriz; en general es de menos del 5 % pero en sectores alcanza el 50 %. La litología de la matriz a meso-escala está constituida por un 50 % vulcanitas rojizas, 45 % vulcanitas verdes, 3 % granito y un bajo porcentaje de

vulcanitas silicificadas. Los clastos están generalmente cubiertos por óxido de hierro. La matriz es franco-arenoso, del tamizado resultó una distribución heterogénea de la fracción arena. El análisis de Bouyoucos muestra una misma cantidad de la fracción limo, observándose diferencias entre muestras en la fracción arena y arcilla.

La gran planicie aluvial generada aguas arriba del deslizamiento prueba la obstrucción temporal del río de las Cuevas, aunque no se observaron sedimentos finos de origen lacustre.



Figura 3: Deslizamiento Goyete, paleo-lago y cono de eyección originado posteriormente.

2. Deslizamiento Negro

Este deslizamiento corresponde al evento de menor volumen reconocido, sin embargo fue responsable del represamiento del río de las Cuevas aguas arriba de Casa de Piedras. Litológicamente está compuesto por vulcanitas de la formación Vargas constituidas por brechas y basaltos oscuros.

Los bloques son de hasta 2 metros de diámetro, pero posee un gran porcentaje de matriz, entre el 45% - 30%, de color rojizo tamaño arena. Al parecer este depósito es más joven que la terraza glaciafluvial holocénica identificada en Casa de Piedra.

Sobre el deslizamiento se generó una espesa secuencia de conos de deyección constituidos a partir de caídas por lo cual aparecen estratificadas en la base que fueron descriptos como regolito estratificado por Ahumada (1986). Se observan nuevas caídas sobre dicho coluvio.



Figura 4: Deslizamiento negro y paleo-lago. Obsérvese el cono de deyección sobre el deslizamiento.

3. Avalancha de la Lagunita

La avalancha de rocas de la Lagunita, originada en la ladera oeste del valle a la altura de la turbera de Matienzo, alcanzó un volumen de un millón de m³, ocasionando un nuevo represamiento del río de las Cuevas. La facies distal de dicha avalancha se habría comportado como un flujo de detritos cuyo depósito se conservó sobre los afloramientos rojizos de la formación Cristo Redentor aguas arriba de la vega de Matienzo.

Esta facies presenta 85 % de matriz arenosa color verde con escasos bloques de 40 cm de diámetro y composición volcánica. El análisis de la matriz revela una composición arcillosa-limosa verde con clastos subangulosos correspondientes en un 100% a vulcanitas verdosas. La secuencia lateralmente resulta ser más gruesa con bloques de vulcanitas que llegan a 1,2 m.

Cronológicamente, este evento es más viejo que los depósitos fluviales asociados a la terraza glacifluvial de Casa de Piedra y se encuentra cubierto por glaciares de escombros activos de edad holocénica.



Figura 5: Avalancha de la Lagunita sobre la cual se han desarrollado glaciares de escombros holocénicos.

4. Deslizamiento Susanita

El deslizamiento Susanita proviene de la ladera oeste de la quebrada de Matienzo, justo enfrente de la quebrada de Riecillos donde se encuentra el glaciar de escombros de Matienzo con facies de termokarts. Se origina en niveles de las formaciones Juncal y Cristo Redentor (Cretácico). Actualmente, en dicho este sector se observa la cicatriz del arranque con nuevas caídas en una pendiente de 75°.

El depósito del deslizamiento se caracteriza por presentar una sola litología correspondiente a vulcanitas de la formación Juncal con bloques de hasta 5 m de diámetro. Los bloques más brechosos y las vulcanitas oscuras presentan pátina. Hay niveles de brechas piroclásticas claras muy meteorizadas y desintegradas. La matriz constituye el 30 % y a meso-escala posee un 100 % de vulcanitas completamente meteorizadas, apareciendo oxidada con fenocristales de feldespatos sin alterar. La textura de la matriz es franco arenoso y el contenido de las fracciones limo y arcilla de las diferentes muestras analizadas resultaron similares.



Figura 6: Deslizamiento Susanita a ambos lados del río de Las Cuevas.

5. Deslizamiento Matienzo

El deslizamiento Matienzo proviene de la ladera oriental de la quebrada donde afloran las traquitas de Puente del Inca y las formaciones Cristo Redentor, Juncal, Agrio y Tordillo. Su depósito está compuesto por bloques de conglomerados y vulcanitas verdes en su mayoría menos meteorizadas que los bloques observados en el deslizamiento Susanita. A meso-escala se observa que está constituido por clastos subangulosos a angulosos de 3 cm a 6 cm de diámetro de vulcanitas andesíticas verdosas y moradas con alteración a cloritas e intensa silicificación (60 %), vulcanitas traquíticas grisáceas (2 %) y brechas (38 %).

La matriz muestra clastos subangulosos a angulosos de 2 mm a 4 cm de diámetro compuestas en un 90 % por vulcanitas (35 % vulcanitas grises andesíticas, 35 % vulcanitas negras, 25 % vulcanitas grises rojizas traquíticas y 5 % vulcanitas verdes andesíticas) y 10 % de brechas.

La textura de la matriz es franco arenosa aunque la fracción arena es variable entre las muestras analizadas. La fracción limo resulta mayor que la fracción arcilla.

Cronológicamente, este evento resulta holocénico ya que arrasó con niveles de

drifts pleistocénicos más antiguos localizados a 3.500 y 3.460 m.s.n.m. posiblemente correlacionables con la glaciación Uspallata y Punta de Vacas, respectivamente (Espizua, 1999).



Figura 7: Deslizamiento Matienzo y deslizamiento del Cristo Redentor sobre el cual se construyó el antiguo camino a Chile.

Discusión y conclusiones

El estudio geomorfológico permite analizar los procesos geomorfológicos que tuvieron lugar en épocas pasadas y por ende establecer la evolución del paisaje en determinado lugar. Esta evolución es significativamente diferente si se interpretan glaciaciones o la ocurrencia de procesos de remoción en masa, principalmente por las deducciones climáticas erróneas que pueden surgir a partir de ello. Justamente, las más extraordinarias avalanchas de rocas o grandes deslizamientos en los Alpes han sido correlacionados con períodos interglaciares caracterizados por una mayor disponibilidad de agua, lo que favorece la saturación de los materiales de las laderas y su inestabilidad (Szabó, 2001). Es fundamental, entonces, llevar a cabo estudios geomorfológicos de detalle para poder dilucidar el pasado geológico de una determinada región.

La existencia de glaciares actuales en las nacientes del río de Las Cuevas ubicados por encima de los 4.000 m.s.n.m. tales como el Alma Blanca, el Piloto (Leiva y Cabrera, 1996) y el Pan de Azúcar; presumiría la presencia de depósitos

morénicos holocénicos a lo largo del valle. De tal manera que los depósitos ubicados en la desembocadura de la quebrada del Cerro Catedral, en Casa de Piedras y en la desembocadura de la quebrada de Riecillos fueron interpretados como morenas de la Última glaciación (Suárez, 1983).

Sin embargo, a partir del presente estudio dos de estos depósitos son atribuidos a colapsos gravitacionales denominados El Goyete y Susanita, respectivamente, aunque se ratifica el origen glaciario de los depósitos de Casa de Piedras ubicados a 3500 ms.n.m. Se reconoce también el deslizamiento Negro y la avalancha de rocas de la Lagunita no mencionados anteriormente en la literatura y se reinterpreta el deslizamiento de Matienzo clasificado anteriormente como un glaciar de escombros inactivo (Corte y Espizúa, 1981).

Estos depósitos alcanzan volúmenes estimados del orden de 106 a 109 m³ y están caracterizados por su mala selección, presencia de clastos angulosos a subangulosos, gran variabilidad en la relación volumétrica clastos/matriz y una composición litológica homogénea de los clastos.

De acuerdo a la relación estratigráfica con drifts pleistocénicos y glaciares de escombros actuales, estos procesos gravitacionales debieron generarse durante el Holoceno. Los depósitos analizados en la turbera de Matienzo fueron datados circa 10 ka (Wingenroth, 1992).

Asimismo, la presencia de condiciones periglaciales evidenciadas por la presencia de permafrost a partir de los 3.500 msnm (Corte, 1976; 1983) habría facilitado la producción de grandes cantidades de material detrítico susceptibles a la inestabilidad.

Los eventos mencionados han generado al menos cinco paleo-endicamientos a lo largo del valle del Río Cuevas, en unos 30 km de extensión, evidenciados por la existencia de grandes planicies aluviales aguas arriba de la obstrucción del valle. En ninguno de los casos, se han identificado depósitos lacustres. Esto puede indicar cortos períodos de vida de los dichos paleo-lagos o bien, problemas en su preservación.

La re-interpretación lograda con este estudio cambia las inferencias climatológicas de la región y permite comprender mejor la evolución geomorfológica de esta cuenca.

Por ende, establecer el origen de los depósitos ubicados en la quebrada de Matienzo permite conocer la evolución geológica de esta cuenca y el potencial riesgo asociado a los colapsos de laderas y represamientos temporales de este valle. Establecer los sectores más vulnerables es esencial para la planificación del uso de la tierra y un ordenamiento territorial adecuado, principalmente cuando la cuenca del río de Las Cuevas es fundamental para el desarrollo de la provincia de Mendoza, ya que constituye el principal recurso hídrico tanto para irrigación como para el consumo de la ciudad capital mendocina donde se asientan aproximadamente dos millones de habitantes.

Referencias

- Abele, G. (1984). Derrumbes de montaña y morrenas en los Andes chilenos. *Revista de Geografía* 11: 17-30.
- Ahumada, A. L. (1986). Procesos Criogénéticos y Mineralógicos en Qda. Matienzo Cord. Principal-Mendoza (desde las nacientes del río Cuevas hasta la localidad de Cuevas). Tesis doctoral Facultad Ciencias Naturales UNT.
- Ahumada, A. (1990). Ambientes, formas y procesos periglaciares o criogénicas en quebrada B. Matienzo, Cordillera Principal, Mendoza. *Revista Asociación Geológica Argentina* 45 (1-2): 85-97.
- Capitanelli, R. (1972). La quebrada de Matienzo. Modelado glaciar y periglaciar. Departamento de geografía, Facultad de Filosofía y Letras. U.N.T.
- Caviedes, C. (1972). Geomorfología del Cuaternario del valle del Aconcagua, Chile Central. *Freiburger Geographische Hefte*. Im Selbstverlag der Geographische Institute der Albert-Ludwigs Universität, Freiburg.
- Corte, A. (1976). Rock glaciers. *Biuletyn Peryglacjalny* 26: 175-197.
- Corte, A. E. (1983). Geocirología Argentina General y Aplicada. *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas* V. 5, 33 p.
- Corte, A. E.; Espizúa, L. E. (1981). Inventario de glaciares de la cuenca del río Mendoza. Mendoza. Argentina. IANIGLA-CONICET: 3-102, Mendoza.
- Compagnucci, R. H.; Acosta, E. A. y Vargas, W. M. (2002). Climatic change and quasi-oscillations in central-west Argentina summer precipitation: main features and coherent behavior with southern African region. *Climate Dynamics* 18: 421-435.
- Crozier, M. J. (1984). Field assessment in the slope stability. En: D. Brunsten y D. B. Prior (eds.). *Slope Instability*. John Willey and sons Ltd, 103-142.
- Espizúa, L. E. (1993). Geología glacial cuaternaria del valle del río Mendoza. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de exploración de hidrocarburos, Acta VI (80-91). Buenos Aires.
- Fauqué, L.; Hermanns, H.; Hewitt, K.; Rosas, M.; Wilson, C.; Baumann, V.; Lagorio, S.; Di Tommaso, I. (2008a). Mega-deslizamientos de la pared sur del Cero Aconcagua y su relación con la génesis del depósito de Horcones. Mendoza, Argentina. *Actas XVII Congreso geológico Argentino*, Jujuy: 276-277.
- Fauqué, L.; Rosas, M.; Hermanns, H.; Baumann, V.; Lagorio, S.; Wilson, C.; Hewitt, K. (2008b). Origen y edad del depósito asignado al drift Penitentes. Mendoza, Argentina. *Actas XVII Congreso Geológico Argentino*, Jujuy: 278-279.
- Hewitt, K. (1999). Quaternary Moraines vs. Catastrophic Rock Avalanches in the Karakoram Himalaya, Northern Pakistan. *Quaternary Research* 5: 220-237.
- Leiva, J. C.; Cabrera, G. A. (1996). Glacier mass balance analysis and reconstruction in the Cajón del Rubio, Mendoza, Argentina. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*. Band 32, S: 101-107.
- Pereyra, F. X.; González Díaz, E. (1993). Reinterpretación geomórfica de la llamada Morena de Los Horcones, Puente del Inca, Prov. de Mendoza. XIIº Congreso

- Geológico Argentino y II° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas VI: 73-79, Buenos Aires.
- Pereyra, F. X. (1995). Esquema geomorfológico del sector norte del valle del río Las Cuevas, entre Puente del Inca y Las Cuevas, Prov. Mendoza. *Revista Asociación Geológica Argentina* 50(1-4); 103-110.
- Pereyra, F. X. (1996). Geomorfología. En V.A. Ramos (ed.) Geología de la región del Aconcagua, provincias de San Juan y Mendoza. Subsecretaría de Minería de la Nación, Dirección Nacional del Servicio Geológico, *Anales* 24 (15): 423-446, Buenos Aires.
- Ramos, V. A. (1988). The tectonics of the Central Andes: 30° to 33° S latitude. En S, Clark y D. Burchfiel (eds.) Processes in Continental Lithospheric Deformation. *Geological Society of America*, Special Paper 218: 31-54.
- Ramos, V. (1996). "Geología de la región del Aconcagua". Subsecretaría de Minería de la Nación-DNSG, *Anales* 24, 510 pp., Buenos Aires.
- Suárez, J. (1983). Rasgos del modelado glaciario en la quebrada de Benjamín Matienzo. Contribución al proyecto de Palinología 4.2.II.d. Editorial Inca: 47 páginas.
- Szabó J. (2001). The relationship between landslide activity and weather: examples from Hungary. Department of Physical Geography, Hungary. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 3: 43-52.
- Wingenroth, M. C. (1992). La Quebrada de Matienzo su naturaleza, presente y pasado. Cordillera de los Andes, Mendoza, Argentina. Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Ediciones Culturas de Mendoza. 121 pág.
- Wingenroth, M.; Heusser, J. (1984). Polen en la Alta Cordillera. Quebrada de Benjamín Matienzo, ed. Instituto Argentino de Nivología y Glaciología, IANIGLA, Mendoza.