

# Geomorfología del sector centro oeste del piedemonte de la sierra Chica de Zonda y su influencia en los peligros naturales San Juan, Argentina

PATRICIA LUNA

Universidad Nacional de San Juan

Email: lunapatriciaines@hotmail.com

## RESUMEN

La ciudad de San Juan, ubicada en el centro oeste de la República Argentina, en esta zona se desarrolla cuencas constituidas por el faldeo oriental de la Precordillera, piedemonte y parte de la planicie aluvial. Las cuencas ubicadas al oeste de dicha ciudad, constituyen casos típicos de zonas de alta peligrosidad aluvional, con numerosos antecedentes de daños. El objetivo de la presente contribución es delimitar áreas susceptibles a amenazas naturales en función de su nivel de peligrosidad frente a aluviones. Se analizaron geomorfológicamente las áreas más susceptibles a estas amenazas, se realizó considerando la relación existente entre los principales rasgos del paisaje y los procesos de riesgos natural. Las delimitaciones de las unidades geomorfológicas y la cartografía de los rasgos erosivos se realizaron a través de fotointerpretación a escala 1:20,000. El nivel geomorfológico Asociación Geomorfológica sería el de mayor importancia para determinar la mayor o menor susceptibilidad de las subcuencas analizadas. Debido a las características geomorfológicas las unidades poseen los rasgos propios del flash-floods. Además de la formación de neorrills, aceleran el proceso erosivo y destructivo de las diversas geoformas residuales. La vegetación arbustiva y xerofítica natural de los lechos de estos arroyos temporarios ante la presencia repentina y violenta de las corrientes de agua y detritos, no puede frenar el impacto del aluvión.

Palabras clave: geomorfología, peligros naturales, piedemonte, San Juan, vegetación.

## ABSTRACT

*The city of San Juan, located in the center west of the Republic Argentina, central . The zone basins develop, constituted by the eastern of the Precordillera, the piedemonte and part of the alluvial plain. The basins located of the west of the city constitute typical cases of zones of very high dangerousness aluvional . The aim is the delimited capable areas to natural threats depending on his level of dangerousness opposite to alluviums. An geomorphologic analysis was realized on the basis of a system of hierarchial structuring of the relief. The delimitings of the geomorphologic units and the cartography of the erosive features Was realized through the analysis of aerial photographs to scale 1:20,000. The geomorphologic level Geomorphologic Association would be that of major*

*importance to determine the major or minor susceptibility of the analyzed subbasins. Due to the geomorphologic characteristics the units possess the own features of the flash - floods. Besides the formation of neorrills, accelerate the erosive and destructive process of the diverse residual geofoms. The natural shrub and vegetation that occupies the beds of these temporary creeks, before the sudden and violent presence of the water currents and detrituses, it cannot stop the impact of the alluvium.*

*Key words: geomorphology, , piedemonte, natural dangers, San Jaun, vegetation.*

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de San Juan, ubicada en el centro oeste de la República Argentina, sector central del cordón Andino, tiene una superficie aproximada de 92,000 km<sup>2</sup>, 2/3 de ella está ocupada por cordones montañosos, separados entre sí por anchos valles. En estas regiones áridas, los valles son irrigados por ríos de alimentación nival y glacial, en este caso el río Jachal y el San Juan, situación que favorece el desarrollo de poblaciones concentradas y actividades asociadas en oasis.

La zona donde se desarrollan las cuencas, está constituida por el faldeo oriental de la Precordillera, el piedemonte y parte de la planicie aluvial del río San Juan, las áreas más urbanizadas se asientan en el sector más bajo del piedemonte y la antigua llanura de inundación del río San Juan.

De estos valles el más importante en el que se encuentra la mayor concentración de la población es el Valle del Tulúm, depresión tectónica limitada por cordones montañosos Precordillera al oeste y Sierras Pampeanas al este.

Las cuencas ubicadas al oeste de la ciudad de San Juan constituyen casos típicos de zonas de alta peligrosidad aluvional y numerosos son los antecedentes registrados de daños provocados en la región, posee una enorme cantidad de problemas, entre los que se destaca el avance de la urbanización hacia lugares no aptos desde el punto de vista natural, como es el sector oeste del valle del Tulúm, localizándose las áreas más críticas en el departamento Pocito. En este último se emplaza un sistema de defensa aluvional que bordea al piedemonte de la Sierra Chica de Zonda en sentido norte sur, siguiendo la pendiente natural del terreno. Este es el principal colector pluvioaluvional de los departamentos Chimbas, Rivadavia Rawson y Pocito, en este último es donde frecuentemente se presentan los mayores riesgos naturales en la población a causa de las bajadas aluvionales que descienden por antiguos cauces, donde actualmente se emplazan las calles 13 y 15.

El objetivo del presente trabajo es delimitar áreas susceptibles a amenazas naturales en función de su nivel de peligrosidad frente a aluviones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis geomorfológico del área en base al sistema de jerarquización del relieve propuesto por Sayago (1982). Las delimitaciones de las unidades geomorfológicas y la

cartografía de los rasgos erosivos se realizaron a través del análisis de fotografías aéreas a escala 1:20,000, e imágenes ASTER, mediante técnicas tradicionales y métodos digitales utilizando un Sistema de Información Geográfica ArcView GIS 3.2.

La recopilación de los antecedentes de los eventos ocurridos por los aluviones se obtuvo de periódicos locales, estudios previos y comunicaciones verbales de personal idóneo del departamento hidráulica de la provincia de San Juan.

Los mapas de peligrosidad fueron realizados a partir de la combinación de mapas temáticos: geomorfológico, geológico y pendiente. Las actividades de apoyo de campo fueron intercaladas con las de gabinete, revisándose las unidades geomorfológicas y las áreas de mayor susceptibilidad a las inundaciones. El análisis de la geomorfología a nivel de detalle en el área de estudio conjuntamente con la recopilación de datos históricos permitió zonificar las áreas de mayor riesgo a las inundaciones. Se utilizó como base la clasificación propuesta por Barbeito *et al* (2005) la que a su vez es una modificación de la clasificación propuesta por la ONU (1976). Las zonas delimitadas en función de las amenazas de inundación se diferenciaron en la tabla 1

## CARACTERIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

### Ubicación

El área estudiada comprendida entre los 31°42' 76" y 31° 30' de latitud sur y 68°38'26" a 68° 30' de longitud oeste, se ubica en el faldeo oriental de la sierra Chica de Zonda Precordillera Oriental, este se encuentra limitando por el este con la Depresión Tectónica del Tulúm. Dicho departamento tiene una población, que según datos del censo 2001, es de aproximadamente 35.000 habitantes. Figura 1. El departamento Pocito es uno de los más importantes de la provincia de San Juan por ser un polo de desarrollo productivo muy cercano a la ciudad capital de dicha provincia.

### Clima

La provincia de San Juan está incluida en la Gran Diagonal Árida Sudamericana, que se extiende desde el norte de Perú hasta el Estrecho de Magallanes.

Según la clasificación de Köppen, indica que corresponde a un clima BWwK, es decir un clima árido con concentraciones estivales de las precipitaciones menores a 250 mm/año en verano, siendo el invierno la estación seca.

El régimen hídrico del valle es netamente deficitario. (Poblete & Minetti, 1989) Las mayores precipitaciones de la margen oriental de la Precordillera se registran en la sierra Chica de Zonda y en la quebrada de La Flecha.

El escurrimiento superficial es a través de arroyos alóctonos de régimen efímero que sólo llevan agua esporádicamente entre los meses de diciembre a marzo debido a precipitaciones estivales, de corta duración y gran intensidad. Más del 80 % de la media anual de las precipitaciones se producen en los meses de Enero Febrero Marzo y Diciembre.

La precipitación media anual es de 100 mm en la franja llana del departamento donde se ubican las áreas cultivadas y centros poblados, mientras que aumenta levemente hacia el oeste

por influencia orográfica de la sierra Chica de Zonda con una precipitación media anual de 120 mm (Poblete & Minetti 1999).

### Vegetación

La vegetación actual ubicada sobre materiales del Cuaternario corresponde al Dominio Chaqueño, incluyendo a dos Provincias Fitogeográficas: el Monte y el Cardonal, equivalentes al sector más árido de la República Argentina, (Dalmasso & Marquez 1999).

Dominan las estepas arbustivas perennifolias de la familia Zigofiláceas, siendo los elementos típicos los matorrales llamados “jarillales”, que se extienden desde los piedemontes hacia la llanura aluvial. Hauman (1947) menciona entre las especies características y dominantes del Monte a las jarillas (*Larrea spp*), los algarrobos (*Prosopis spp*), el chañar (*Geoffroea decorticans*), el piquillín (*Condalia microphylla*).

La distribución de la vegetación se asocia estrechamente a las diversas geoformas, así a nivel de los morros más expuestos se destaca la presencia de cactáceas del género *Opuntia*, como respuesta a la marcada exposición solar y estrés hídrico. Estos ambientes van acompañados de un matorral más o menos constante de arbustos (fundamentalmente jarillas y retamos) y un estrato herbáceo muy abierto. En los cauces o sectores de escurrimiento y acumulación, se observan los escasos algarrobos. (Dalmasso, *et al* 1999).

### Red de drenaje

Los cauces que forman la red de drenaje son de régimen temporario; los cauces principales con cabeceras en los relieves montañosos (M) de la sierra Chica de Zonda, el diseño es subdendrítico con control estructural, debido a fallas y a la estratificación de las sedimentitas que forman la sierra. Y los secundarios, de menor jerarquía, en el área pedemontana, su diseño es principalmente divergente, aunque también está controlado por las fallas modernas de rumbo submeridional y escarpa a contrapendiente que modifican temporariamente su orientación, hasta que retoman la dirección oeste-este.

Estos cauces permanecen secos la mayor parte del año y sólo llevan agua ocasionalmente durante el verano a causa de las precipitaciones esporádicas y de elevada intensidad, que originan crecientes de tipo torrencial que remueven el material detrítico.

Además la acción del hombre se refleja notablemente en las áreas llanas, donde la red ha sido canalizada y modificada.

### Geología

De oeste a este se reconocen las siguientes unidades formacionales, los afloramientos más antiguos del cuerpo principal de la sierra Chica de Zonda son referidas al Formación San Juan integrado por rocas calizas y dolomitas de colores gris claro a gris oscuro, referidas al Paleozoico Inferior. Presentan numerosas fracturas (fallas y diaclasas) que afectan a estos materiales confiriéndole localmente permeabilidad por fracturación y/o disolución.

En orden de edad decreciente, el Terciario, integrado por sedimentitas clásticas entre las que se destacan limolitas, arcilitas, areniscas e intercalaciones de conglomerados, que generalmente

contienen guías de yeso. Estos emergen en la bajada pedemontana como lomadas de cumbres planas que se apoyan sobre las calizas de la sierra Chica de Zonda e inclinan con diversos ángulos hacia el este.

El Cuaternario con una litología de gravas medianas a gruesas y bloques de calizas, grauvacas y riolitas. A este corresponden los materiales de la llanura aluvial pedemontana antigua, moderna, reciente y actual y los depósitos del cono.

Los sedimentos de la llanura aluvial antigua son relictos de una cubierta aluvial que se dispone sobre el Terciario. Los sedimentos de la llanura aluvial pedemontana moderna, reciente y actual ocupan la mayor parte de la zona pedemontana de la sierra Chica de Zonda.

Los depósitos del cono aluvial del río San Juan, extendiéndose hacia el este hasta las proximidades del área actualmente cultivadas, esta última, correspondiente a la planicie aluvial, se caracteriza por la presencia de sedimentos finos de igual edad y cuyas cualidades litológicas, texturales y desarrollo de suelo alcanzado, han generado las condiciones óptimas para el establecimiento agrícola.

### **Geomorfología**

Provincia Geomorfológica: Precordillera Oriental: La Sierra Chica de Zonda, es un elemento fisiográfico elevado, conforma junto con la sierra de Villicum la Precordillera Oriental que bordea por el oeste al valle de Tulúm. La sierra chica de Zonda está cortada transversalmente por profundas quebradas de arroyos temporarios que tienen sus cuencas de alimentación en Precordillera Central y Occidental.

Región Geomorfológica: Piedemonte Oriental de La Sierra Chica de Zonda. A lo largo del recorrido longitudinal de la sierra se presenta variaciones altitudinales como la superficie de penillanurización a los 2520 m con gran extensión y desarrollada sobre las cumbres de algunos sectores del cordón de Las Lajas y en el extremo norte del cordón de La Flecha.

Existe un desplazamiento de la divisoria de agua hacia el oeste de la sierra en consecuencia las áreas de las cuencas hidrográficas al este se despliegan menos que al oeste manifestándose en un desarrollo que abarca en sentido Norte-Sur, desde la quebrada de Las Lajas hasta el cerro La Rinconada con una altura que varía entre los 2234 m y los 2000 m s.n.m. (Suvires 1987)

### **Peligrosidad**

Los días 25 y 26 de febrero del 1994 se produjeron lluvias torrenciales que superaron los 50 mm. En el departamento Pocito se inundaron calles, quedaron algunas localidades incomunicadas y con derrumbe de viviendas precarias.

En la noche del 26 y madrugada del 27 de diciembre del 1999 se desató un temporal de viento y lluvia cuya marca superó los 40 mm en el departamento Pocito. La crecida del arroyo Las Lechuzas se orientó a lo largo de la calle 13, una de las principales arterias del departamento, que se transformó en un cauce natural. La corriente derrumbó la defensa construida aguas arriba, inutilizó el canal Céspedes distribuidor del agua de regadío de todo el departamento y departamentos aledaños e inundó casas y cultivos. Las cámaras sépticas de

varias viviendas fueron inundadas y también afectó el suministro del agua potable. El agua llegó hasta el Hospital interzonal y hubo numerosas familias evacuadas.

En la mañana del 8 de marzo del 2003, como consecuencia de una precipitación de 20 mm en un lapso de 2 horas, se produjeron aluviones que superaron las defensas y alcanzaron la ruta nacional 40 provocando inconvenientes en el tránsito hacia Mendoza, que si bien no llegó a producir su corte, dejó gran cantidad de sedimentos en parte de la banquina. Los torrentes se canalizaron por las calles 13 y 15, las cuales se transformaron en verdaderos ríos. El aluvión erosionó uno de los costados del dique contenedor y que estaba colmatado de sedimentos de crecientes anteriores, ubicado a la altura de la calle 16, logrando que la corriente cruzara una de las principales arterias del departamento y originara una profunda cárcava en el costado de la misma. Tomado de Peruca y Paredes (2005)

En enero del 2005 se registraron 32 milímetros de agua acumulada. Esa tormenta con granizo provocó un verdadero caos en toda la ciudad de San Juan, con caída de árboles y postes de luz.

La lluvia del 5 de enero del 2007 acumuló 30,5 milímetros y provocó un caos en el tránsito. La lluvia de la noche del 18 y madrugada del lunes 19 de febrero del 2008 fue una de las más importantes del gran San Juan, al menos en los últimos 10 años, según datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La cantidad de lluvia caída superó el 50 por ciento del agua que precipita en todo un año en San Juan, según la media de 120 milímetros, cayeron 62,5 mm, en lo que va del año, la lluvia acumulada es de más de 80 mm. El levantamiento hecho por el Ministerio de Desarrollo Humano y Promoción Social arrojó como resultado que la tormenta afectó y provocó inconveniente en los departamentos Pocito, se evacuaron 20 familias. Además, hubo centenares de viviendas dañadas por la precipitación. Estas familias pertenecen al asentamiento de calle David Chávez entre calles 11 y 14. Se cayeron 3 viviendas más otra en el asentamiento de la Estación San Martín y otra en el callejón Roger Ballet entre Ruta 40 y Mendoza. En calle Alfonso 13 entre Calles 14 y 15, un grupo de viviendas situadas al borde del canal se inundaron. En Pocito, ha resultado perjudicado “El canal conocido como el “dren Bofinger, se colmataron los colectores y es así como se han roto el canal Céspedes y el Moya. Los cauces de riego, que quedaron dañados después del temporal de granizo y lluvias, que además han causado pérdidas en los cultivos y la ganadería de las principales zonas productivas de la provincia. En Pocito, habían estado enlagnadas todas las calles desde la 6 en adelante hacia el sur. El barrizal en algunos sectores hacía imposible la circulación. Otras calles donde había que transitar con precaución fueron la Mendoza y 15, Ruta 40 y 15, y calle Aberastain y 13. Figura 2.

## RESULTADOS

### **Análisis de las precipitaciones medias anuales del área de estudio**

Se analizaron las precipitaciones medias anuales a lo largo de 40 años correspondientes al período (1968- 2008), registradas en la estación experimental INTA Pocito, ubicada a 5 km del área analizada.

En el gráfico 1 fue interpretado y analizado del cual se desprenden que: en un lapso de 40 años se observó que cada 3 o 4 años se registran aumentos de los niveles de precipitación media anual. Luego de un período de sequía o de niveles mínimos de precipitación media anual es seguido de eventos pluviales elevados.

Como se muestran en los casos más destacados de los años: 1973 en el que se registró una mínima de 25,5 mm, y al año siguiente 1974 una máxima de 114,3 mm.

En 1978 se registró un valor de 24,5 y en 1979 un pico de 169,6 mm. En el año 1989 con 42 mm, luego en 1990 un registro de 180,9 mm. Para el año 2003 se registró 42,6 mm y para el año 2005 se observan valores de 148,6 mm, para el año 2006 un período de sequía con un valor de 35,5 mm.

A partir del período (1968-1973) a la actualidad, se observan aumentos en los niveles máximos y mínimos de precipitación media anual.

Del gráfico 1 se desprende la tabla 2 en el que se observan 4 rangos que se clasifican en: Muy Baja (MB) que abarca los valores de 20 a 70 mm de precipitación media anual; Baja (B) de 70 a 120 mm; Alta (A) de 120 a 170 mm y Muy Alta (MA) mas de 170 mm

### **Análisis geomorfológico a nivel de unidad en el área de estudio**

Unidades Geomorfológicas: a esta escala regional se detectan unidades geomorfológicas.

Asociación y unidades morfo-genéticas de la Región Geomorfológica del Piedemonte Oriental de la Sierra Chica de Zonda. Tabla 3 y Figura 3.

B1) Subcuenca Arroyo de La Quebrada de Las Lajas. B1.1) Nivel de glacis cubierto residual y elevado. B1.2) Nivel de glacis inferior moderno. B2) Subcuenca de La Quebrada del Río Blanco. B.2.1) Nivel de glacis discontinuo superior. B2.2) Nivel de glacis dicectados intermedios. B2.3) Nivel de glacis inferior. B3) Subcuenca de Calle 13B3.1= B2.1. B3.2) Niveles relícticos erosionados, afloran sedimentos terciarios. B3.3) Nivel de glacis intermedios. B3.4) Nivel de glacis inferiores. B3.5) Cauce y llanuras de inundación del arroyo. B3.6) Niveles de glacis muy erosionados, afloran sedimentitas terciarias. B4) Subcuenca de Calle 14. B4.3) Nivel de glacis intermedio. B4.4) Nivel de glacis inferior. B4.5) Cauces y llanuras. B5) Arroyo de La Lechuza. B5.1) Nivel de glacis muy erosionado y afloramiento de sedimentitas terciaria. B5.2) Nivel de glacis intermedio. B5.3) Cauce y llanura del Arroyo de La Lechuza. D1) Abanico aluvial del río San Juan. D2) Planicie aluvial distal del río San Juan

### **Evaluación de la peligrosidad**

El análisis de las características anteriormente estudiadas permitió delimitar áreas susceptibles a amenazas naturales en función de su nivel de peligrosidad frente a aluviones.

En el tabla 4 se indican los grados de peligrosidad natural según unidades geomorfológicas basados la clasificación propuesta por Barbeito *et al* (2005). Las zonas delimitadas en función de las amenazas de inundación, además se consideró la intensidad de los fenómenos la recurrencia y frecuencia, así como el grado de afeción real y en infraestructura de cada factor de peligrosidad según la unidad geomorfológica.

En el mapa de susceptibilidad a amenazas aluvionales (Fig. 4) se consideraron principalmente la diferencia de alturas respecto al nivel del curso fluvial, la mayor o menor proximidad al curso fluvial, la densidad de drenaje de cada subcuenca.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Debido a las características climáticas con precipitaciones estivales fuertes y concentradas provocan una gran escorrentía superficial al no poder infiltrarse en el terreno esa gran cantidad de agua en corto tiempo.

En los niveles pluviométricos no se registraron grandes aumentos en los últimos años, aunque contradictoriamente sí se produjeron mayores daños en viviendas y cultivos. Esto puede deberse a un avance de la población hacia sectores muy próximos al piedemonte, o sobre él. La vegetación arbustiva y xerofítica natural que ocupa los lechos de estos arroyos temporarios, ante la presencia repentina y violenta de las corrientes de agua y detritos, no puede frenar ni atenuar el impacto del aluvión, siendo destruida, arrasada o cubierta por sedimentos.

La geología del área acusa erosión y también genera la acumulación de material friable en las cuencas. Los materiales corresponden a gravas principalmente fragmentos de caliza, areniscas, arenas, limos y arcillas de diferentes tamaños y elevada angulosidad.

La tectónica de la zona a lo largo de todo el piedemonte oriental de la sierra se localiza fallas modernas con escarpas a contrapendiente que exponen sedimentos areno-arcillosos terciarios. Las cuencas del área son alargadas, cursos encajonados, esto favorecen una descarga rápida en la zona del piedemonte.

El nivel geomorfológico (AG) sería el de mayor importancia para determinar la mayor o menor susceptibilidad de las subcuencas (Arroyo de la Quebradas de las Lajas, La Lechuza, Subcuenca de Calle 13 y de Calle 14), mientras que el relieve a nivel de (UG) es muy importante para establecer la relación entre el relieve y el aluvión. De este modo los niveles de glacis (B1.1, B2.1, B3.1) son los que ofrecen mayor resistencia al paso del aluvión, por su altura y su cubierta detrítica protectora. Mientras que los niveles de glacis (B1.2, B2.3, B3.4, B4.4) son los más afectados y en muchos casos inundados.

Debido a las características geomorfológicas las unidades poseen los rasgos propios del flash-floods. Además de la formación de "neorills" o surcos de erosión en los bordes de las unidades de glacis superior, acelerando el proceso erosivo y destructivo de las diversas geoformas residuales.

Los sectores más proclives a sufrir inundaciones se encuentran localizados en las zonas aledañas a los arroyos de las subcuencas B3- de Calle 13, B4 de Calle 14 y B5- Arroyo de La Lechuza. Estos arroyos drenan en las calles 13, 14 y 15 respectivamente, en las cuales se emplaza un núcleo poblacional rural de características precarias.

Si bien el área poblacional se encuentra protegido por un sistema de defensas aluvionales que bordea el piedemonte de la Sierra Chica de Zonda. Más del 70% de la superficie que impacta directamente en la defensa es de una alta susceptibilidad a amenazas naturales según las características de la unidad geomórfica que en este caso son de baja altura.

Las consecuencias y pérdidas económicas, no se restringen solo a la destrucción de viviendas



precarias y cultivos, sino que alcanzan al trazado y puentes de la Ruta Nacional N°40, ubicado a 14 km del piedemonte de la Sierra Chica de Zonda.

Es indudable y evaluable los cambios significativos de tipo morfométricos y geomorfológicos que producen los aluviones en estas regiones pedemontanas bajo clima árido.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente con aportes realizados por el PICT 14513 FONCYT. Expreso mi agradecimiento a los árbitros intervinientes por sus acertadas correcciones y sugerencias que mejoraron la presente contribución.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**CEPAL 1999.** Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. Santiago de Chile. LC/R. 1948.

**Barbeito, O y Ambrosino S. 2005** Evaluación geomorfológico en la amenaza por crecientes repentinas. En peligrosidad geológica Argentina. Metodología de análisis y mapeo. Estudio de casos. Pub Esp. N° 4. Edit. Gonzales M.A. y Bejerman N.J. ASAGAI.

**Dalmasso, A. & J. Marquez. 1999.** Vegetación actual de ambientes del Cuaternario - San Juan. Síntesis del Cuaternario. FCEF y N. UNSJ.

**Martos, L. 1993.** Evidencias de actividad tectónica en el Pleistoceno superior-Holoceno, Quebrada del Molino, Pocito, San Juan, Argentina. 12º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 258-265, Mendoza

**Martos, L. 1999.** Dinámica morfoestructural del paisaje cuaternario en el piedemonte oriental de la Precordillera Oriental, San Juan 14º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 275-278, Salta.

**Paredes, J. D., (1986).** Geología del cuaternario de la sierra Chica de Zonda, con especial consideración en la tectónica moderna. Provincia de San Juan. Tesis de Licenciatura en Ciencias Geológicas. UNSJ

**Perucca L y Paredes J. 2005** Peligro de aluviones en el departamento Pocito, provincia de San Juan Revista de la Asociación Geológica Argentina, 60 (1)

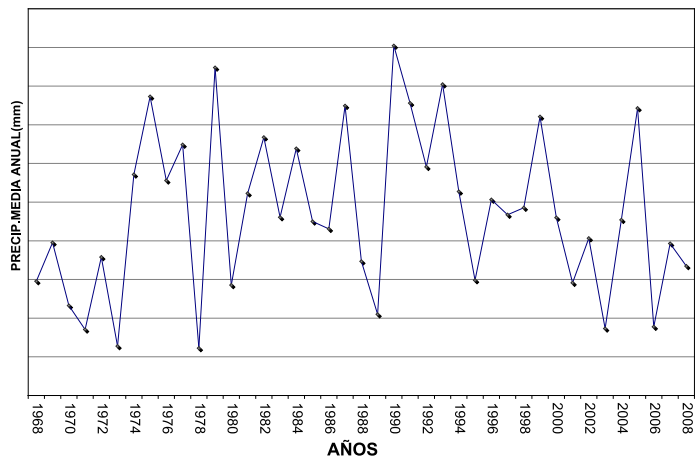
**Perucca, L., Pérez, A. y Navarro, C.3 2006** Fenómenos de licuefacción asociados a terremotos históricos. Su análisis en la evaluación del peligro sísmico en la Argentina Revista de la Asociación Geológica Argentina. vol.61 n.4 Buenos Aires

**Suvires, G.M., 1987.** Geomorfología de la región centro-sur de la provincia de San Juan. Argentina. Revista Simposio Teledetección. IX Congreso Geológico de Tucumán.

**Ojeda R., Tognelli J., Peralta P., 1993** Diagnostico ecológico del piedemonte. En Vich A., Pedreni A., (eds). Programa de Investigación y Desarrollo: Manejo Ecológico del Piedemonte. Ministerio de Medio Ambiente Urbanismo y Vivienda. Unidad de Manejo de Cuencas. CRICYT. Mendoza

**Torres C., y Rodríguez J., 2006.** Estudio hidrogeológico mediante geoelectrónica del área donde se proyecta instalar una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos. Provincia de San Juan. Instituto Nacional del Agua y del Ambiente – Sede San Juan - Argentina



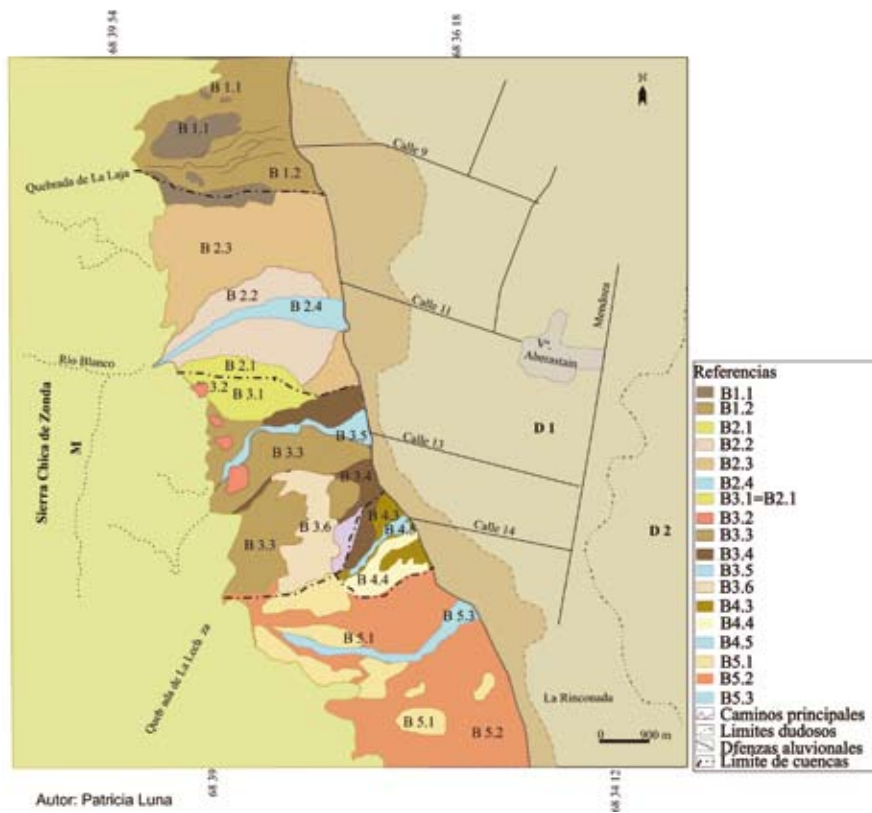
**Grafico 1.** Variación interanual período (1968-2008)**Tabla 2.** Niveles pluviales

Categoría	Valoración	Descripción (niveles de precipitación)
1	Muy Alta	170 a 200 mm
2	Alta	120 a 170 mm
3	Baja	70 a 120 mm
4	Muy Baja	20 a 70 mm

**Tabla 3.** Unidades morfogénicas jerarquizadas

PG	RG	AG	UG
Precordillera Oriental Sierra Chica de Zonda M	Piedemonte Oriental de La Sierra Chica de Zonda B	B1- Subcuenca Arroyo de La Quebrada de Las Lajas	B1.1- Nivel de glacis cubierto residual y elevado B1.2- Nivel de glacis inferior moderno B2.1- Nivel de glacis discontinuo superior
		B2- Subcuenca de La Quebrada del Río Blanco	B2.2- Nivel de glacis dicectados intermedios B2.3- Nivel de glacis inferior
		B3- Subcuenca de Calle 13	B3.1= B2.1 B3.2- Niveles relícticos erosionados, afloran sedimentos terciarios. B3.3- Nivel de glacis intermedios. B3.4- Nivel de glacis inferiores. B3.5- Cauce y llanuras de inundación del arroyo. B3.6- Niveles de glacis muy erosionados, afloran sedimentitas terciarias.
		B4- Subcuenca de Calle 14	B4.3- Nivel de glacis intermedio B4.4- Nivel de glacis inferior B4.5- Cauces y llanuras.
		B5- Arroyo de La Lechuza.	B5.1- Nivel de glacis muy erosionado y afloramiento de sedimentitas terciaria. B5.2- Nivel de glacis intermedio. B5.3- Cauce y llanura del Arroyo de La Lechuza.
	D1 Abanicoaluvial del río San Juan D2 Planicie aluvial distal del río San Juan		

**Figura 2.** Unidades morfológicas: Piedemonte Oriental de La Sierra Chica de Zonda B)



**Figura 3.** (A) Asentamiento en calle 13, se observan viviendas precarias inundadas. (B y C) Se observa material arrastrado por la bajada aluvional (1) material vegetal arrancado por el aluvión., en C el puente de aliviadero ha quedado cubierto por gravas y material de arrastre.



(A)



(B)



(C)

**Tabla 4.** Ocurrencia de susceptibilidad a amenazas naturales según unidad geomorfológicas. Basado en la consideración cualitativa de aspectos naturales y registros históricos de eventos

<b>Unid. Geomorfológica</b>	
B1.1- Nivel de glacis cubierto residual y elevado	SA
B1.2- Nivel de glacis inferior moderno	CA2-Sub-zona B
B.2.1- Nivel de glacis discontinuo superior	SA
B2.2- Nivel de glacis dicectados intermedios	CA3 Su-Zona C
B2.3- Nivel de glacis inferior	CA2 Sub-Zona B
B3.1= B2.1	CA3 Sub-Zona C
B3.2-Niveles relicticos erosionados, afloran sedimentos terciarios.	CA3 Sub-Zona C
B3.3- Nivel de glacis intermedios.	CA3 Sub-Zona C
B3.4- Nivel de glacis inferiores.	CA2 Sub-Zona B
B3.5- Cauce y llanuras de inundación del arroyo.	CA1 Sub-Zona A
B3.6- Niveles de glacis muy erosionados, afloran sedimentitas terciarias.	CA3 Sub-Zona C
B4.3- Nivel de glacis intermedio	CA3 Sub-Zona C
B4.4- Nivel de glacis inferior	CA2 Sub-Zona B
B4.5- Cauces y llanuras.	CA1 Sub-Zona A
	CA3 Sub-Zona C
B5.1- Nivel de glacis muy erosionado y afloramiento de sedimentitas terciaria.	
	CA2 Sub-Zona B
B5.2- Nivel de glacis intermedio.	
B5.3- Cauce y llanura del Arroyo de La Lechuza.	CA1 Sub-Zona A

Figura 4. Mapas de susceptibilidad a amenazas naturales según unidad geomorfológicas.

