

Consideraciones Geológicas y Geomorfológicas de la Cuenca del Río Potrero (Provincia de Salta)

Medina, José A.; Martínez Sherer, Laura; Romero, Enzo; Ferreira, Silvia y Suárez, Oscar

Universidad Nacional de Salta, Consejo de Investigación. Av. Bolivia 5150 (4400) Salta.
abjomedina@yahoo.com.ar

Geologic and Geomorphologic Considerations of the Potrero River Basin (Province of Salta)

Abstract

The Potrero's river basin is the supplier of potable water to the city of Salta. It is being affected by erosive events and slope sliding. Considering that water is a more and more limited resource and before the evidence of processes that can degrade it, it was decided to study it to learn about its fragility. The present work makes reference to its geologic and geomorphologic characteristics. Also, some sectors with problems of slope instability have been detected.

Key Words: River basin; Erosion; Landslide; Geology; Geomorphology; Slope instability.

Resumen

La cuenca del Potrero, abastecedora de agua potable a la ciudad de Salta, está siendo afectada por acontecimientos erosivos y de deslizamiento de laderas. Considerando que el agua es un recurso cada vez más escaso y ante la evidencia de procesos que puedan degradarla, es que se decidió estudiarla para conocer su grado fragilidad. El presente trabajo hace referencia a las características geológicas y geomorfológicas de la misma, paralelamente se van detectando algunos sectores con problemas de inestabilidad de laderas.

Palabras Clave: Cuenca; Erosión; Deslizamiento; Geología; Geomorfología; Inestabilidad de laderas.

Introducción

La cuenca del río Potrero es considerada, desde tiempos remotos, como productora y proveedora de agua potable a los pobladores de Salta Capital y de riego en actividades agropecuarias. Considerando que el agua es un recurso cada vez más escaso, y que la población crece a un ritmo acelerado es necesario cuidar y preservar esta cuenca productora; al igual que a todas aquellas con características similares, ubicadas en las cercanías de la ciudad Salta. Por otro lado, se han sucedido acontecimientos de erosión, de distintos tipos y también deslizamientos de laderas, que han afectados el alto valle del río Arenales.

Es por ello que surgió la necesidad de estudiar la zona, conocer su grado de fragilidad y así, llegar a conocer el grado de amenaza frente a procesos que puedan afectarla tan profundamente que se transforme, con el correr del tiempo en una zona crítica, desde el punto de vista de producción de agua. El presente trabajo consistió en la caracterización de la cuenca del Río Potrero, especialmente de las vertientes (laderas) de las serranías que lo enmarcan; se identificaron y cuantificaron los sectores con deslizamientos de suelo y también de aquellos potencialmente amenazados por deslizamiento de laderas; por otro lado, se realizó el relevamiento del uso de la tierra.

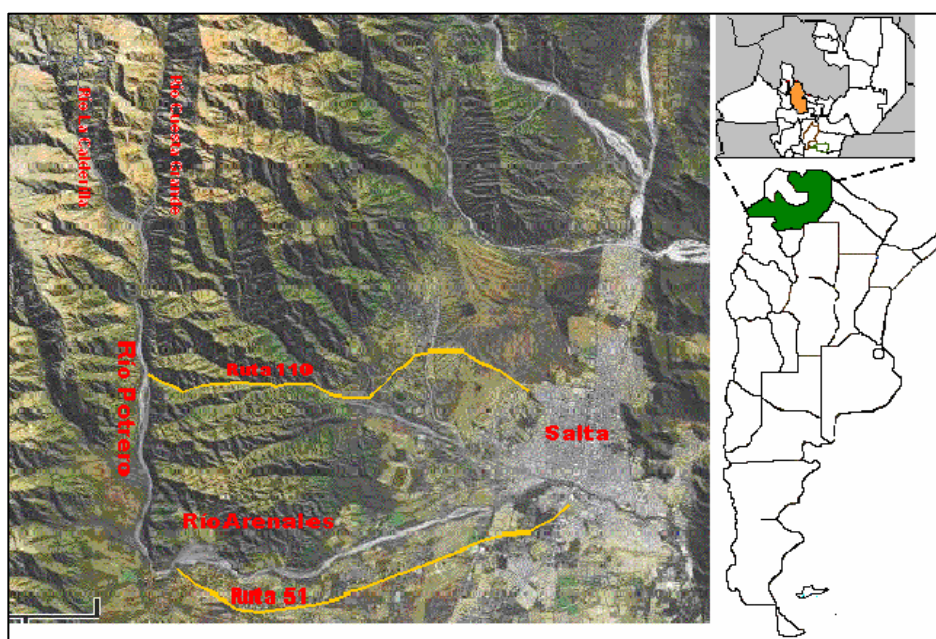


Fig. 1.- Ubicación de la zona de estudio

Ubicación Geográfica

La zona de estudio se ubica al oeste de la ciudad de Salta, en el departamento Rosario de Lerma (Vilela, 1956), (I.G.M. 1932), casi en el límite con el de Capital. Abarca la quebrada del río Potrero desde sus nacientes, hasta el paraje denominado El Encón.

Metodología

- Recopilación y Análisis de la bibliografía y cartografía recopilada
- Fotointerpretación de fotografías aéreas y análisis de imágenes
- Reconocimiento a campo semidetallado
- Digitalización de la Información
- Determinación de la Geología y geomorfología de la cuenca

Geología

La cuenca del río Potrero se ubica en la *Provincia Geológica Cordillera Oriental* (Turner y Mon, 1979); el estilo estructural dominante es el fallamiento y plegamiento, cuya intensidad, magnitud y frecuencia, fueron generados por intensos esfuerzos que plegó la cubierta sedimentaria y provocó su arrastre y ruptura a lo largo de fallas de alto ángulo. Así se originó un conjunto montañoso, compacto y elevado, acompañado de importantes valle fluviales labrados, mayoritariamente, en la faja de rocas blandas asociadas a fallas.

La estratigrafía de la zona comienza con leptometamorfitas de la *Formación Puncoviscana* (Turner, 1960), que constituyen el basamento. Por encima y en marcada discordancia se ubica el *Grupo Mesón*, de edad Cámbrica y arriba de éste, el *Grupo Santa Victoria*, asignado al Ordovícico. La secuencia continúa con sedimentitas de los *Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara*, ubicados al oeste de la falla Potrero y culmina con los depósitos cuaternarios (Méndez y otros, 1979).

Formación Puncoviscana (Turner, 1960)

En la zona de estudio constituye franjas alargadas en sentido meridiano. La integran una secuencia turbidítica representada por grauvacas, afectadas tectónicamente, y pelitas con bajo grado de metamorfización. Las grauvacas se presentan en bancos macizos, compactos, de estratificación tabular bien marcada; los espesores van de 0,2 m a 1 m; son de grano fino y de colores grises y verdes. Las pelitas están en bancos con espesores inferiores al metro, que presentan laminación paralela; tienen colores verdes y grises oscuros. Toda la secuencia está atravesada por venas de cuarzo dispuestas en todas direcciones.

Cámbrico - Grupo Mesón (Turner, 1960 a)

Se asienta sobre la anterior un conjunto sedimentario clástico marino, en el que se puede reconocer las entidades que la integran. Las formaciones Lizoite y Campanario (producto de un episodio marino transgresivo); y la formación Chalhualmayoc, que corresponde a un período regresivo, según Moya (1988). El ambiente de depósito, es de transición litoral – marino somero, sublitoral y litoral. La edad cámbrica, le fue asignada en función de las relaciones de base y techo. Esta unidad presenta una configuración alargada en el sentido nort-sur; y las rocas una alta resistencia a la meteorización-erosión, por lo que constituyen relieves prominentes.

Formación Lizoite (Turner, 1963)

El contacto entre este grupo y la Fm.Puncoviscana es de dos tipos: en algunos sectores es discordante y en otros es tectónico. La secuencia estratigráfica comienza con un conglomerado de base, formado por cristaloclastos grandes de cuarzo (entre 1 a 4 cm) muy redondeados, y escasos clastos de leptometamorfitas de la Fm.Puncoviscana, todos incluidos en una matriz cuarcítica de color rosado. El color del conjunto es rosado a morado claro (en ocasiones presenta bandeamientos).

Formación Campanario (Turner, 1963)

Generalmente están presentes dos miembros: el inferior que está integrado por una cuarcita verde grisácea, micácea, con estratificación mediana a fina. El miembro superior está constituido por una arenisca morada de grano fino, micácea, que tiene una estratificación mediana. Hacia el techo tiene intercalaciones de areniscas limosas y pelitas moradas en bancos tabulares y lenticulares.

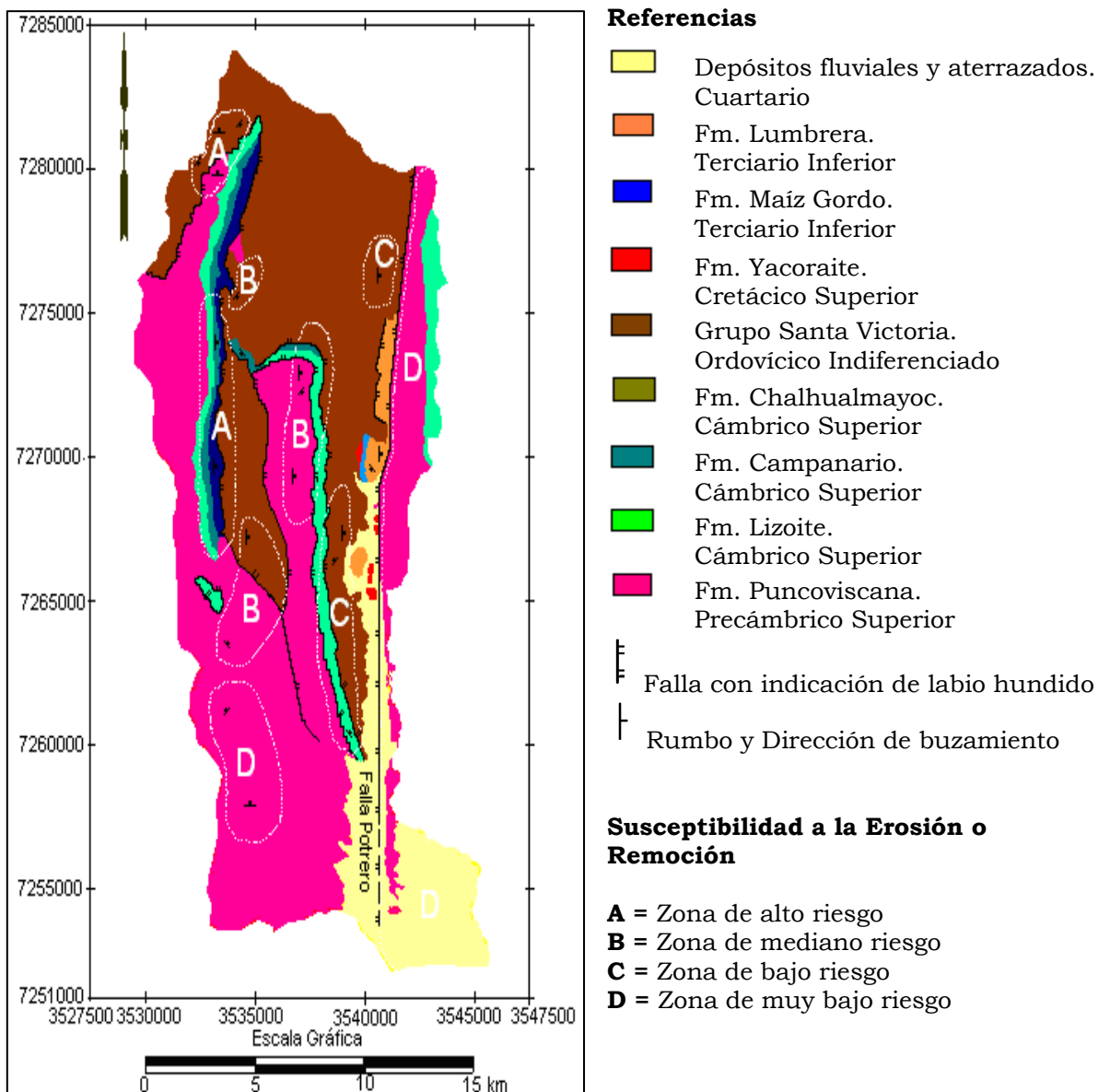


Fig.2.- Mapa Geológico de la zona de estudio con ubicación de las zonas más vulnerables

Formación Chalhualmayoc (Turner, 1963)

La litología de esta unidad es: cuarcitas blancas y rosadas claras a gris blanquecino; presentan motas rojizas, producto de la oxidación del hierro que presentan estas rocas.

Grupo Santa Victoria, indiferenciado (Turner, 1960 a)

Las rocas ordovícicas presentes son areniscas cuarzosas, medianas a finas, de color marrón amarillento, con estratificación mediana a gruesa (Aceñolaza y Toselli (1981). Intercala un banco de conglomerado con clastos de 1 a 20 cm de diámetro, incluidos en una matriz arenosa. Todo el conjunto tiene un color pardo. Por encima del conglomerado se sitúan lutitas arenosas de color gris verdoso a verde amarillento, entre las que se intercalan bancos de areniscas finas, grises oscuras. Continúan hacia arriba lutitas limosas y limoarenosas de color gris oscuro a negro con intercalaciones de areniscas cuarzosas medianas a finas de color gris claro. Los niveles lutíticos presentan una importante fauna fosilífera, integrada por distintos géneros de Trilobites, Graptolites, Brachiopodos, Nautiloideos.

Grupo Salta

Están presentes rocas de edad cretácica superior-terciaria pertenecientes al Grupo Salta, Subgrupo Balbuena, Fm Yacoraite (calizas, calizas oolíticas); y subgrupo Santa Bárbara, F. Maíz Gordo (fangositas, arcilitas y margas grises y verdes); Fm Lumbrera (areniscas, areniscas pelíticas de color rojo ladrillo). Todos sus afloramientos son de reducida extensión y ubicados saltuariamente, a lo largo de la falla Potrero.

Cuartario

A lo largo de toda la quebrada se han observado depósitos aterrizados, antiguos y aluviones de cauce, recientes. El Cuaternario se observa en las zonas elevadas, desprovistas de vegetación, donde importantes mantos de

derrubios ocasionados por los fenómenos de meteorización ocupan superficies de pendiente moderada o bien relieves suavemente ondulados. En algunos sectores este regolito, que cubre un sustrato rocoso, ha evolucionado a suelos de tipo esquelético; en otros, donde existen condiciones más favorables (más lluvias, menores pendientes), los suelos tienen mejor desarrollo, y se encuentran cubiertos por pastizales y arbustales.

Depósitos Aterrazados

Como es de suponer, están relacionados a los cursos de ríos y arroyos. La mayor cantidad de estos rasgos, se sitúan al pié del flanco oriental de la sierra Alto la Salamanca, ya que en esa vertiente se ha desarrollado una excelente red de drenaje; con cursos que presentan una alta capacidad de erosión y transporte (Igarzábal, 1991). En algunas quebradas, afluentes del río Potrero, se han reconocido más de un nivel de terraza. Corresponden a depósitos cuaternarios antiguos, disectados por la erosión y adosados a la serranía en lugares relativamente protegidos, que a veces tienen espesores importantes.

La granometría de estos depósitos es sumamente variada, presentan conglomerados gruesos, que en partes se acuñan, con intercalaciones no regulares de areniscas finas y de conglomerados medianos a finos; a veces con escasas pelitas. Presentan un talud muy pronunciado y, en algunos sectores se asientan, en forma discordantes, sobre sedimentitas de diferentes edades. Tienen un grado de consolidación moderado y, en su parte superior presentan el desarrollo de un suelo incipiente y el implante de una importante vegetación. Estos depósitos revisten una gran importancia para los pobladores del lugar ya que pueden ser aprovechables para realizar actividades agropecuarias, o bien para el asentamiento de pobladores

Depósitos No Aterrazados

Son todos aquellos materiales en tránsito que forman los depósitos actuales de los cauces de ríos y arroyos (cuaternario reciente), y los que conforman los conos aluviales y llanuras de inundación, de escasa o nula consolidación. Los materiales provienen de la erosión de las unidades aflorantes aguas arriba; en

nuestro caso predominan los pertenecientes a la Fm.Puncoviscana (cuarcitas, grauvacas, algunas filitas y pizarras) y conglomerados del Grupo Mesón. La granulometría es variable y está relacionada a la energía de la corriente al momento del depósito, la que varía de acuerdo a los distintos sectores del curso y están constituidos por aglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas.

EDAD	GRUPO	SUBGRUPO	FORMACIÓN	LITOLOGÍA
Cuartario				Depósitos fluviales actuales y Aterrazados, más antiguos
Terciario Inf. Cretácico Sup.	Salta	Santa Bárbara	Lumbrera	areniscas, areniscas pelíticas de color rojo ladrillo
			Maiz Gordo ?	Fangositas, arcilitas y margas grises y verdes.
		Balbuena	Yacoraite	Calizas, calizas oolíticas
Ordovícico Inferior	Santa Victoria	(Indiferenciado)		Areniscas cuarzosas, medianas a finas, color marrón amarillento, Intercala un banco de conglom. c/clastos de 1 a 20 cm de diám., incluidos en una matriz arenosa. Lutitas arenosas de color gris a verde amarillento, c/intercalac. bancos de areniscas, grises osc.
Cámbrico Medio ? Superior	Mesón		Chalhualmayoc	Cuarcitas blancas y rosadas a gris blanquecino, c/motas de oxidación
			Campanario	Arenisca morada micácea Cuarcita verde micácea
			Lizoite	Conglomerado de Base c/rodados de cuarzo, en una matriz cuarcítica
Cámbrico Inf. Precámbrico Superior	Lerma		Puncoviscana	Secuencia turbidítica de Grauvacas y Pelitas grises y Verdes; con bajo grado de metamorfización

Tabla 1. Formaciones de la zona de estudio. Fuente: Modificado de Vilela (1956).

Delimitación de la Cuenca

La cuenca presenta una morfología muy particular, gran parte de su superficie está cubierta por terrenos montañosos. Comprende cordones elevados y alargados en sentido meridiano, entre los que se ubica el valle del río Potrero (Martínez Scherer, 2008). Este escurre al pié de la Sa.de Lesser, con diseño rectilíneo, debido al control estructural de la falla homónima. Sus límites son: la divisoria de aguas de los cordones de Lesser, al este y Alto de la

Salamanca, al oeste. Por el norte, estos dos cordones se unen y el límite de la cuenca esta definido por la divisoria de aguas, que es una línea irregular marcada entre el C° Cuesta Grande, Abra de Tinajes y C° Minas. El límite sur es el cauce del río Arenales, que se ubica, a su vez, al sur de los Cerros de Benaben. Abarca una superficie de 315 km².

Las altitudes de ambos sistemas orográficos descienden paulatinamente hacia el Sur. El Cordón Alto La Salamanca - Incahuasi (en el norte de la región) presenta alturas dominantes como son: los Cerros Pascha o Minas (4.372 msnm), en las nacientes del Río Calderilla; Pacuy (4.160 msnm) Grande o Casa Coquena (3.617 msnm) y más al Sur, el cerro Piedra Negra (3.350 msnm), en él también se destacan las Abras Tinajes, de Minas, de Planchones y Grande, de norte a sur respectivamente. El Cordón de Lesser, tienen altitudes culminantes como son los cerros Cuesta Grande (3.529 msnm), Morro (3.550 msnm), Lesser (3.500 msnm) y Laja (3.350 msnm); la altura mínima es 1500 m en El Encón. Predomina el relieve escarpado (pendiente superior al 70%) y el quebrado (40-70%); son escasos el colinado (8-40%) y ondulado (3-8%).

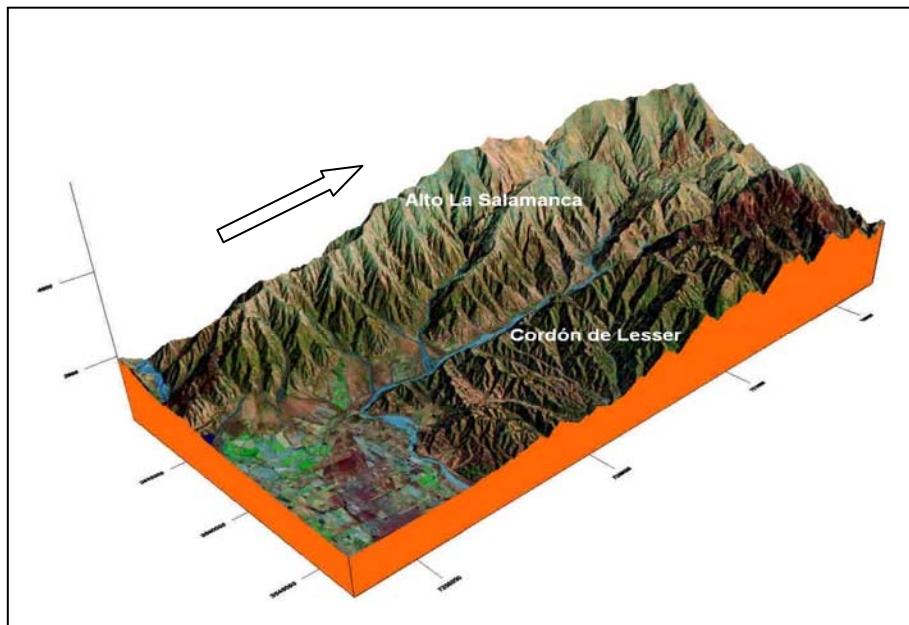


Fig. 3. - Block diagrama del valle intermontano del río Potrero.

El paisaje de la zona de trabajo comprende un sector de valle fluvial (río Potrero y sus afluentes) limitado al Norte, Oeste y Este por cordones montañosos, de pendientes abruptas, cubierto por distintos tipos de suelos que sustentan una variada vegetación; aunque en algunos sectores se pueden observar afloramientos rocosos. Todo este conjunto se presenta ante los ojos del observador como un paisaje de particular belleza.



Foto 1.- Panorámica del tramo medio del Río Potrero **Foto 2.-** Cicatriz Proceso de remoción

Geomorfología

La cuenca del río Potrero, comprende la vertiente occidental del Cordón de Lesser y la oriental del Cordón Alto de la Salamanca. Estos constituyen los principales elementos positivos que enmarcan al valle.

La geomorfología de la zona está directamente relacionada con las características geológicas, estructurales, estratigráficas y las condiciones climáticas actuales y pasadas. El paisaje actual es el resultado de la evolución de esta parte del continente, que comienza hacia el final del paleozoico, cuando empieza a levantarse para constituir áreas positivas Igarzábal, 1991). Luego de aquellos días, la región experimentó un descenso, para permitir el ingreso de un mar de poca profundidad, que dejó su impronta a través de un grupo de rocas de características particulares. Luego la zona fue levantada y se constituyó definitivamente en su posición actual, durante los movimientos

que elevaron la cordillera de los Andes. Las áreas elevadas, a través de la historia geológica, evolucionaron según ciclos de meteorización – erosión muy enérgicos y ciclos de baja energía, donde predominó la depositación de los materiales. Durante los primeros se esculpieron valles profundos; durante los segundos, los valles fueron colmatados de sedimentos, debido a la pérdida de capacidad de transporte de los cursos fluviales. Luego los ciclos se alternaron, para labrar el paisaje actual, que muestra rasgos erosivos y de depósitos (conos y abanicos aluviales, cauces de ríos y arroyos, cárcavas, terrazas; y deslizamientos de suelo). En esta zona se pueden observar las siguientes geoformas:

- Área Montañosa: se caracteriza por presentar fuertes pendientes, con altitudes que oscilan entre los 2.500 y 4.000 m.s.n.m. y un relieve labrado por la meteorización. En la zona predominan rocas de edad precámbrica y paleozoica y una cubierta de pastizales de altura y alisos. En las partes altas de las montañas, de cumbres redondeadas o suavemente inclinadas. se observó (por estereoscopia): mantos de materiales (regolito) producto de la meteorización.
- Área Submontañosa: llega hasta aquellas zonas que no sobrepasan los 2.500 m.s.n.m., presentan un relieve disectado por un escurrimiento de características dendríticas. En ella predominan rocas de edad terciaria y paleozoica (Cámbrica y Ordovícica), y la cubierta vegetal corresponde a nogales, laureles, pinos y pastizales de ladera. Se observan líneas de escurrimiento que evolucionan a cárcavas, por arrastre fluvial (afectan a las cabeceras de las quebradas y el tercio inferior de las vertientes). Sectores con remoción en masa (material que se ha movido pendiente abajo por gravedad, con intervención de pequeñas cantidades de agua), llamados, también, deslizamientos de detritos. En pocos lugares y en forma muy puntual, se han reconocido zonas de reptación de escombros, (un tipo de flujo lento). Estos son materiales clásticos, productos del intemperismo, que se han movilizados pendiente abajo, en laderas con fuertes pendientes. En la parte media y baja de esta unidad, se pueden ver áreas con fuerte erosión hídrica. Son pequeños sectores del terreno

donde la acción erosiva ha sido tan grande, que ha dejado la roca desnuda y el suelo y la vegetación eliminada total o parcialmente.

- Valle Intermontano: corresponde a aquellos valles incipientes modelados en épocas cuaternarias por condiciones climáticas diferentes a las actuales, pudiéndose reconocer en él alguna de las siguientes unidades: *terrazas altas* (áreas planas, horizontales o suavemente inclinadas, con suelos aptos para actividades agrícolas o pastoriles. Se forman por la acumulación de potentes espesores de conglomerados. La elevación de estos planos aluviales, respecto del cauce fluvial, varía entre 10 y 400 m; son de vital importancia para la economía de la región.); *terrazas bajas* (acumulaciones de materiales heterogéneos, ubicados cerca de cauces actuales, el desnivel que presentan es de pocos metros. Presentan un incipiente desarrollo de suelo que les permite a los lugareños hacer algunos cultivos) y *depósitos fluviales* (Lechos Fluviales: Son todas las acumulaciones de bloques, gravas, arenas, limos y arcillas del cauce principal, afluentes y de la llanura de inundación).

Estructura

La estructura de la zona se caracteriza por plegamientos y fallamientos inversos de alto ángulo y rumbo predominantemente NNE – SSO, lo que hace que las distintas unidades de rocas se repitan según esa orientación (Li, 1994).

Características Sísmicas

Según el INPRES, la región corresponde a una zona 3 (elevada). Es decir de riesgo sísmico importante, de acuerdo a los megalineamientos estructurales observados o inferidos.

Hidrografía

Los ríos de ésta zona del Valle son de régimen pluvial, aunque son importantes los aportes nivales (no registrados), como así también los

subterráneos, durante la época de estiaje. Los caudales máximos ocurren en los meses de febrero a marzo y los mínimos en agosto-setiembre.

La subcuenca del río Potrero, que una configuración dendrítica asimétrica, forma parte de un sector de la alta cuenca del río Juramento – Salado. El colector principal, nace de la confluencia de los ríos de la Calderilla y de la Cuesta Grande, en las cercanías del paraje La Horqueta, y desde allí escurre en dirección al sur. Aguas abajo recibe, por margen derecha, los aportes del río Usuri (al norte de Potrero de Linares) y, antes de girar al este, recibe al arroyo Las Tipas. Luego de sobrepasar el “angosto” toma el nombre de Arenales, recibe los aportes de los ríos Arias, Echenique, Rosario y otros menores; se dirige a la ciudad de Salta. La cuenca tiene una superficie de 365 Km².

El sistema hídrico del río Potrero tiene una longitud aproximada de 41 km (tomada desde las nacientes del río de La Calderilla, hasta el punto de cierre de la cuenca, en El Encón). La mayor cantidad de afluentes lo recibe desde margen derecha, es decir, son los aportes de los ríos y arroyos que drenan la vertiente oriental del Cordón Alto de Salamanca, como son los ya mencionados Usuri, Las Tipas y una gran cantidad de arroyos menores. Por margen izquierda no recibe ningún afluente permanente, todos son de escasa longitud debido a las dimensiones de las laderas donde se desarrollan, es decir la vertiente occidental del Cordón de Lesser.

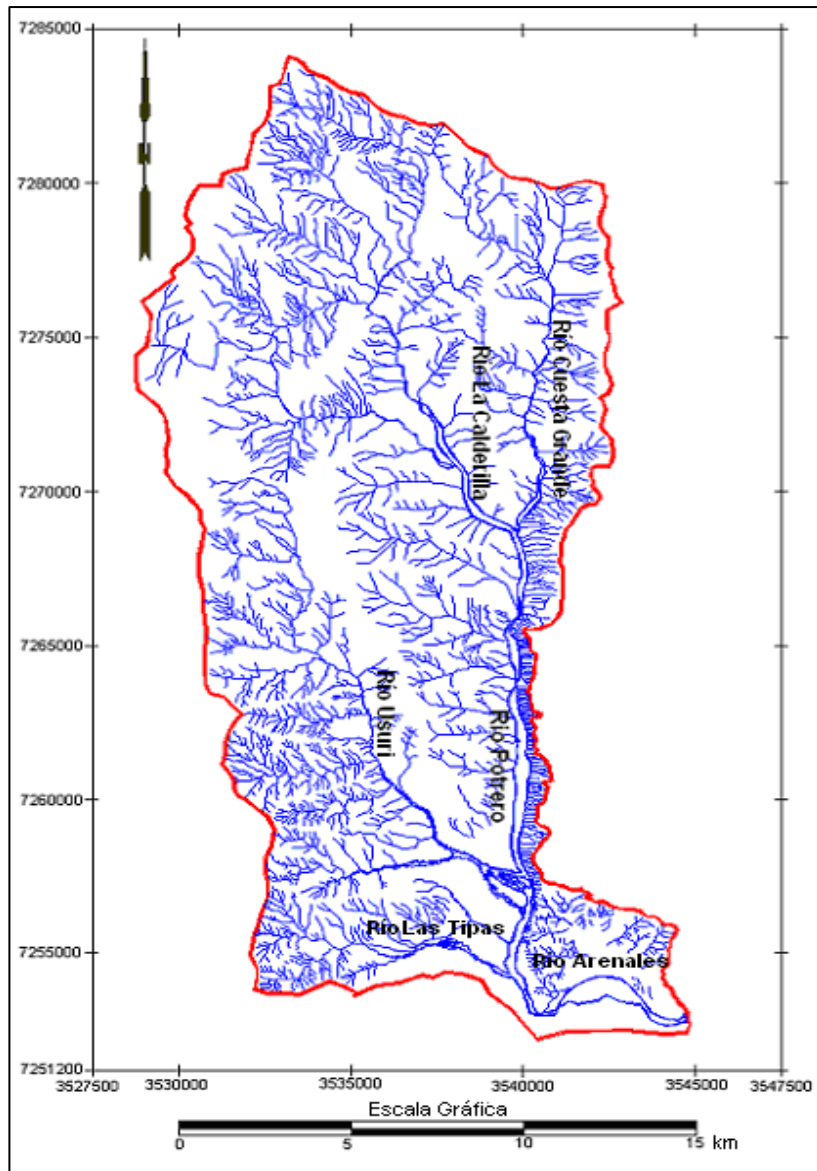


Fig. 4.- Mapa hidrográfico de la cuenca del río Potrero (Romero, 2008)

Conclusiones

1. La quebrada del río Potrero se ubica en la provincia geológica Cordillera Oriental. El valle principal lo forman los ríos de la Calderilla, Cuesta Grande y Potrero, enmarcados por cordones montañosos elevados. El conjunto le otorga a la zona, una belleza y atractivo particular.

- 2.** La morfología actual del paisaje está directamente relacionada con las características geológicas, estructurales, estratigráficas y las condiciones climáticas pasadas y actuales.
- 3.** La Geología del área está integrada por rocas de la formación Puncoviscana (precámbrico); Grupo Mesón (Cámbrico); Grupo Santa Victoria (Ordovícico); Subgrupo Balbuena (cretácico superior-terciario); Subgpo. Santa Bárbara (Terciario). El cuadro se completa con los depósitos Cuaternarios (antiguos y recientes)
- 4.** Ciertos niveles rocosos, especialmente las unidades Ordovícicas, contienen importantes yacimientos paleontológicos.
- 5.** Las formaciones geológicas cuaternarias forman depósitos aterrazados, en varios niveles, diferenciables entre sí por su ubicación topográfica; y depósitos no aterrazados (ubicados en los cauces y planicies de inundación). Los primeros generalmente, permiten la formación de suelo que, aunque sean de escaso desarrollo edáfico, permiten actividades agropecuarias y de asentamiento poblacional.
- 6.** La zona del río Potrero, comprende una importante cuenca productora y abastecedora de agua potable, para la ciudad de Salta (Capital), en ella se han detectado importantes signos de degradación. Esas condiciones y la posibilidad de que pierda esa condición, nos llevaron a elegirla para estudiarla más detenidamente
- 7.** En el modelado de las distintas formas que se observan en esta cuenca, además de lo señalado precedentemente, intervinieron procesos de remoción en masa y erosión hídrica; estos últimos potenciados por las actividades antrópicas. De allí surge la necesidad de que, las distintas actividades del hombre, sean realizadas en forma racional y armónica para lograr un desarrollo sustentable.

- 8.** Por ahora, el recurso agua, en la cuenca del Potrero, está disponible en importantes caudales aportados por los ríos que integran la red de drenaje de esta cuenca.

- 9.** El río Potrero y sus tributarios, aportan anualmente, además de otros, un importante volumen de sedimentos finos, que son transportados, a su vez, por el río Arenales al dique Cabra Corral, generando problemas de sedimentación. Por este motivo es fundamental considerar la protección de las altas cuencas.

- 10.** Los niveles aterrazados, con algún desarrollo de suelo, son utilizados en actividades agropecuarias. El agua para el riego y consumo se obtiene de los numerosos arroyuelos que descienden por el faldeo del cordón Alto de la Salamanca.

Referencias Bibliográfica

- Aceñolaza, E.G. y Toselli, A.J. 1981. Geología del Noroeste Argentino. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales. Publicación Especial N° 1287, 212 pág., Tucumán.
- Igarzábal, A.P., 1991. Morfología de las Provincias de Salta y Jujuy. Rev.del Inst. de Geol. y Min. N° 8. UNJu.
- Instituto Geográfico Militar. 1932. Carta Topográfica de la República Argentina. Rosario de Lerma.
- Li, M. S. 1994. Levantamiento Geológico Expositivo del Cordón de Lesser, entre los paralelos 24° 30' y 24° 48' latitud sur, Salta Argentina. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Tesis Profesional. Inédito
- Martínez Scherer, L. 2008). Determinación de Procesos de Erosión Hídrica y Remoción en Masa. Estimación de Pérdida de Suelo en la Cuenca del río Potrero (Dpto. Rosario de Lerma-Provincia de Salta). Tesina de grado. Ingeniería en recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad Nacional de Salta.
- Méndez, V., Turner, J., Navarini, A., Amengual, R., Viera, V. 1979, Geología de la Región Noroeste Provincia de Salta y Jujuy. República Argentina. Dirección General de Fabricaciones Militares. Escala 1:400.000.
- Moya, M.C., 1988. Estratigrafía del Tremadociano en el tramo austral de la Cordillera Oriental Argentina. Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Tesis Doctoral. Inédito. Salta.
- Romero, E.P. 2008. Composición Florística, Índices de Protección Hidrológica y Diversidad de la Vegetación en la Cuenca del Río Potrero, Provincia de Salta. Tesina de grado. Ingeniería en recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad Nacional de Salta.
- Turner, J.C.M. 1960.- Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. Academia Nacional de Ciencias. Boletín 41. Córdoba.
- Turner, J.C.M. 1963.- The Cambian of Northern Argentina. Symp. Petrol. Geol. South America, Tulsa.
- Turner, J.C.M. y Mon, R., 1979.- Cordillera Oriental. Geología Regional Argentina. Vol. I. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba.
- Vilela, C.R. 1956. Descripción Geológica de la Hoja 7d, Rosario de Lerma (Provincia de Salta). Carta Geológica – Económica de la República Argentina. Escala 1:200.000. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 84. Buenos Aires.