

CARACTERÍSTICAS NATURALES DE LA CUENCA INFERIOR DEL RÍO JÁCHAL

NATURAL CHARACTERISTICS OF THE LOWER BASIN OF THE JÁCHAL RIVER

Suarez, Eva Milagros

IGA-FFHA-UNSJ

suarezevageo@gmail.com

Navas, María Concepción

mconcepn@gmail.com

Rivero, Ariela Edith

arielarivero.1@gmail.com

Villafañe, Martín Javier

licmartinvilla@hotmail.com

[FECHA ENTREGA. 08/09/2025 - FECHA APROBADO 24/11/2025]

1. RESUMEN

La cuenca del río Jáchal es interprovincial, nace en ambiente de Cordillera de los Andes en Catamarca y se extiende al sur, al pasar por La Rioja e ingresar a San Juan. En ella se manifiesta el recurso hídrico con serios problemas de cantidad (14 m³/s) y calidad (arsénico y boro). Esta cuenca conforma el área de estudio de proyectos enmarcados en el Programa "Cuenas Hidrográficas", que se ejecuta en el Instituto de Geografía Aplicada (IGA) de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes [UNSJ].

Se aborda un sector del curso inferior denominado Zanjón, desde la desembocadura del río Tafín hasta su nivel de base relativo en la cuenca del río Bermejo.

Se desarrolla en los departamentos de Jáchal, Ullum, Angaco y Caucete, y comprende los ambientes de Precordillera y Sierras Pampeanas en los departamentos aludidos. En parte de este espacio se presenta el área protegida Parque Natural y Reserva de Usos Múltiples Valle Fértil.

Se articula a nivel provincial y local a través de ejes de diversas jerarquías: RN 40 y RN 149 (Corredor

Andino), RP 436 y RP 82 (ingreso próximo a Talacasto por Alto de Mogna). Otra traza a destacar es el acceso actual cercano a Tucunuco y la futura traza de la ruta provincial Angaco-Valle Fértil. A nivel antrópico, destaca la localidad de Mogna con todas sus implicancias socio-históricas, la vertiente hipotermal de Talacasto con sus antiguos baños y el Destacamento de Dirección Nacional de Vialidad en Matías Sánchez.

Es de gran importancia ejecutar un diagnóstico integral de la cuenca hidrográfica del río Jáchal en su curso inferior y sus recursos hídricos en ámbito precordillerano.

Metodológicamente, destaca la fase previa o preparatoria con diversas actividades, para ello se presentan los resultados obtenidos hasta el momento en los aspectos climáticos, morfología del relieve, edáficos y de cobertura vegetal.

Palabras clave: cuenca hidrográfica, clima, hipso-metría, suelo, índice de vegetación

2. ABSTRACT

The Jáchal River basin is interprovincial; it originates in the Andes Mountains environment in Catamarca and extends southwards, passing through La Rioja and entering San Juan. The water resource has serious problems of quantity (14 m³/s) and quality (arsenic and boron). This basin conforms to the study area of the projects framed in the "Cuenas Hidrográficas" Program, which is executed at the Institute of Applied Geography (IGA)

of the School of Philosophy, Humanities and Arts [UNSJ].

An area of the lower course called Zanjón is addressed, from the outfall of the Tafín River to its relative base level in the Bermejo River basin.

It takes place in the counties of Jáchal, Ullum, Angaco and Caucete, and includes the environments of the Precordillera and Sierras Pampeanas in the aforementioned counties. Part of this space contains the Valle Fértil

Natural Park and Multiple Use Reserve protected area.

The basin is articulated at the provincial and local level through axes of various hierarchies: National Routes 40 and 149 (Andean Corridor), Provincial Routes 436 and 82 (entrance near Talacasto through Alto de Mogna). Another route worth highlighting is the current access close to Tucunuco and the future route of the Angaco-Valle Fértil provincial route. At an anthropic level, the town of Mogna stands out with all its socio-historical implications, the hypothermal slope of Talacasto with its ancient baths and the National Roads Directorate De-

tachment in Matías Sánchez. It is of great importance to carry out a comprehensive diagnosis of the hydrographic basin of the Jáchal River in its lower course and its water resources in the foothills.

The previous or preparatory phase stands out with various activities; for this, the results obtained so far in the climatic aspects, morphology of the relief, edaphic and vegetation cover are presented.

Keywords: hydrographic basin, climate, hypsometry, soil, vegetation index

3. INTRODUCCIÓN

Esta zona conforma el área de estudio del proyecto CICITCA "Evaluación Integral de la Cuenca Inferior del río Jáchal, Provincia de San Juan (Argentina)" enmarcado en el Programa "Cuencas Hidrográficas", que se ejecuta en el Instituto de Geografía Aplicada (IGA) de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes [UNSJ].

En el curso inferior de la cuenca del río Jáchal, se consideran la cuenca del Tafín y la del Jáchal hasta su desembocadura. Su denominación de Zanjón se asigna a partir de su salida del anticlinal de Mogna o asentamiento homónimo hasta su nivel de base relativo en la cuenca del río Bermejo.

En consecuencia, se desarrolla en los departamentos de Ullum, Jáchal, Angaco y Caucete, y comprende los ambientes de Precordillera y Sierras Pampeanas en los departamentos aludidos. En parte de este espacio se presenta el área protegida Parque Natural y Reserva de Usos Múltiples Valle Fértil.

Se articula a nivel provincial y local a través de ejes de diversas jerarquías: RN 40 y RN 149 (Corredor Andino), RP 436 y RP 82 (ingreso próximo a Talacasto por Alto de Mogna). Otra traza a destacar es el acceso actual cercano a Tucunuco y la futura traza de la ruta provincial Angaco-Valle Fértil.

A nivel antrópico, destaca la localidad de Mogna con todas sus implicancias socio-históricas, la vertiente hipotermal de Talacasto con sus antiguos baños y el Destacamento de Dirección Nacional de Vialidad en Matías Sánchez.

De sus tres momentos metodológicos destaca la fase previa o preparatoria con diversas actividades, para ello se presentan algunos de los resultados obtenidos hasta el momento en los aspectos climáticos, morfología del relieve, edáficos y cobertura vegetal.

4. DATOS Y MÉTODOS

El manejo integrado de los recursos hídricos [MIRH] se basa en la noción de que el agua forma parte integrante de un ecosistema y constituye un recurso natural y un bien social y económico cuya calidad y cantidad determinan la naturaleza de su utilización (Programa 21, Naciones Unidas 1992). Unas fuentes de agua seguras, tanto por su cantidad como por su calidad, son un requisito imprescindible para la supervivencia de los seres humanos y el desarrollo socio-económico.

Promover el enfoque integrado en el manejo de los recursos hídricos supone dar muchos pasos; ya que, uno de los problemas clave que se advierten es la división de las responsabilidades en el manejo de una cuenca hidrográfica entre distintas autoridades administrativas, lo que se traduce en enfoques fragmentados de la planificación y manejo de los recursos hídricos.

Es importante entender que la planificación y manejo de tales recursos es un proceso interdisciplinario y que debe pues promoverse como marco de colaboración entre todos los organismos competentes que actúan a nivel nacional y los que intervienen en la cuenca fluvial

propia mente dicha, así como las comunidades locales.

Otra cuestión clave es la falta de conciencia del carácter intersectorial de los problemas relativos al agua y de la necesidad de elaborar un nuevo paradigma de desarrollo conducente a integrar los aspectos técnicos, ambientales, sociales y jurídicos del manejo del recurso. La creación de dependencias administrativas encargadas del manejo del recurso debe coincidir con los límites de las cuencas hidrográficas y no con los límites estatales. La falta de legislación y políticas relativas al agua o su carácter inadecuado es otro factor que entorpece el manejo integrado de las cuencas hidrográficas y el aprovechamiento óptimo de los recursos.

En este marco de referencia, desde el paradigma de la complejidad, se enfatiza en el concepto de cuenca hidrográfica; pensada esta como un espacio conformado por laderas y cauces de diversas jerarquías, donde los límites son topográficos (dados por la divisoria de aguas "divortium aquarum") y su funcionamiento es sistémico, tanto en niveles de recursos hídricos como de otros naturales y antrópicos que la definen, y donde las aguas

subterráneas son de significativa relevancia. A su vez, se resaltan los mecanismos de transferencia de las aguas en humedales relacionados con las aguas subterráneas y su conexión con el entorno paisajístico. (González Martín 2017)

Cabe destacar que:

"La cuenca es una unidad de recursos naturales cuyo aprovechamiento deberá realizarse atendiendo al carácter sistémico de la misma.

La acción antrópica debido a un determinado sistema sociocultural en interacción con el sistema natural implica efectos múltiples e interdependientes entre los componentes en su conjunto.

Las acciones deben ser planificadas con el objetivo de atenuar los riesgos debido a la intervención de la sociedad en el sistema natural." (De Jong 1992)

El manejo que el hombre puede hacerle, debe priorizarse a partir de áreas que por su morfología y dinámica sean semejantes, y por ende el aprovechamiento de los recursos de esos espacios estará en función de las necesidades y actividades de los habitantes de la misma, hasta niveles que no perturben su equilibrio.

En una cuenca hidrográfica se deben evaluar en trabajo de campo las condiciones de las variables naturales y antrópicas. Ellas son:

"Geomorfológicas: Presenta las formas del relieve, sus procesos y evolución, a través del tiempo geológico y la acción humana, que puede actuar como desencadenante de procesos degradativos del medio natural, al interactuar con elementos litológicos o estructurales.

Climáticas: Muestra los elementos meteorológicos y los factores geográficos que influyen en las características de una cuenca y que permitirán definir sus climas a través de análisis estadístico inferencial.

Hidrográficas: Estudia el tipo de recurso superficial y subterráneo que presenta, su régimen y comportamiento, como así también los usos que consumen o no y contaminan el recurso hídrico.

Edáficas: Considera los suelos desde su génesis y sus aptitudes para diversos usos, tales como agrícola,

urbano e industrial, con el mapeo de los diversos tipos y sus limitaciones.

Biogeográficas: Identifica los biomas que se presentan en una región, su conformación y potencialidades, a la hora de interactuar con el hombre y las otras variables naturales.

Asentamientos Humanos: Tienen especial interés la identificación de las áreas ocupadas por el hombre, determinando tamaño e identificando su tipo y comportamiento; ya sean áreas rurales, urbanas, industriales y recreacionales.

Explotación de los Recursos: Permitirán identificar a su vez factores socioeconómicos vitales a la hora de conocer o procurar definir diversos escenarios para el uso de esas zonas y los ejes de comunicación relevantes que dan accesibilidad. (González Martín 2002)

Al decir de Gómez Orea (2002) "debido a su alta cohesión geográfica y su funcionalidad en torno al elemento agua, las cuencas hidrográficas conforman una interesante unidad de planificación, dado que es posible organizar el desarrollo territorial al tomar como unidades funcionales las cuencas y subcuencas, las que se retroalimentan de las aguas subterráneas y viceversa. A partir del análisis y diagnóstico del medio físico, de la población y sus actividades, del sistema de asentamientos, del marco legal e institucional se puede lograr un diagnóstico integrado o de síntesis de las aguas subterráneas, que a posteriori contribuya a optimizar su manejo al conocer sus posibilidades de aprovechamientos potenciales".

A todo ello, es conveniente considerar lo propuesto por Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (PNUD), de los cuales son dos los referidos al recurso hídrico en forma especial y directa: el 6° Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el 14° Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. (Catterberg y Mercado 2017)

5. DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Se establece en esta instancia, para el abordaje del curso inferior de la cuenca del río Jáchal, la zona comprendida por la desembocadura del río Tafín hasta su nivel de base relativo en la cuenca del río Bermejo. Se desarrolla en cuatro departamentos de la provincia localizados en zonas Pericentral (Ullum, Angaco y Caucete) y Periférica (Jáchal). Posee un perímetro de 487,27 km y un área de 4.607,76 km². (Figura 1).

Los ejes que le otorgan conexidad a la zona son de diversas jerarquías, tales como RN 40 y RN 149 (Corredor Andino) y RP 436. En el área del río Zanjón presenta otras trazas como RP 82 (ingreso próximo a Talacasto por Alto de Mogna), acceso actual cercano a Tucunuco

y la futura traza de la ruta provincial Angaco-Valle Fértil) que articulan a nivel provincial y local.

El desarrollo metodológico del proyecto implica tres momentos o fases: 1º) Fase Previa o Preparatoria; 2º) Actividades en Terreno con reconocimiento detallado de este, y 3º) Elaboración de los Resultados. En esta instancia se explicitarán algunas temáticas desarrolladas en la Fase previa o preparatoria de la investigación que implica un significativo trabajo de gabinete.

Si se tiene en cuenta el **factor climático**, los sistemas orográficos presentes en la región aíslan al sector de masas de aire húmedo imprimiéndole a este espacio un carácter continental y árido, lo que origina un

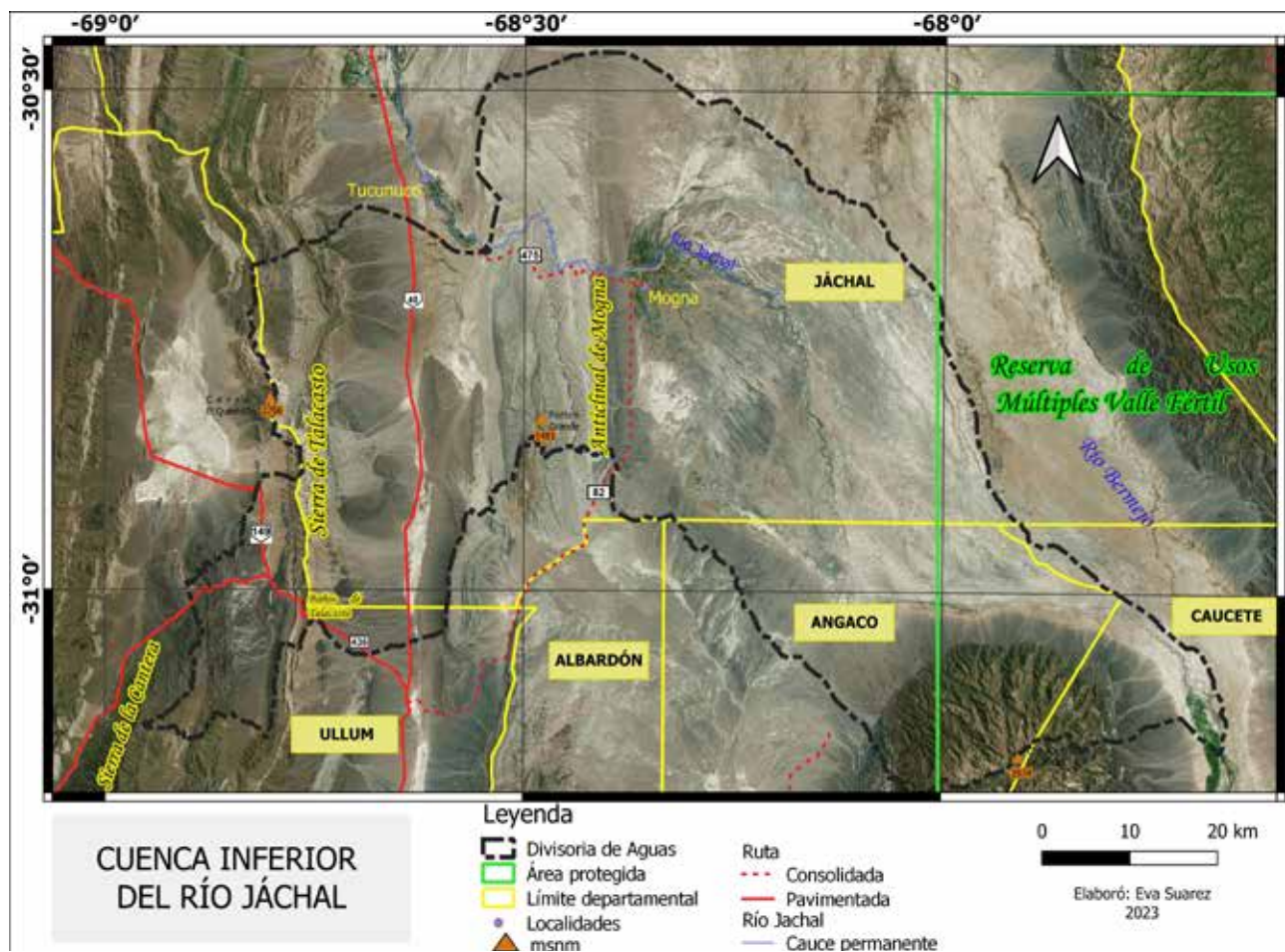


Figura 1: Localización del área de estudio

comportamiento térmico con veranos muy cálidos (temperaturas promedio 33°C que superan en ocasiones los 42°C) e inviernos fríos (temperaturas que promedian los 16°C de máxima y 5°C de mínima, en ocasiones se producen heladas llegando a -4°C y las precipitaciones se producen en los meses de verano. Los cambios de temperatura son muy marcados, tanto durante el día como entre las estaciones, en general el clima es benigno para la mayoría de las actividades propias de climas secos.

La distribución de los elementos del relieve ejerce un rol decisivo al momento de definir la climatología de un lugar o región. Es por ello que, se adoptó la clasificación climática de Köppen, adaptada por Poblete y Minezzi (1989), por ser objetiva y de reconocimiento mundial. Los autores combinan las relaciones entre las temperaturas medias, las precipitaciones anuales y la morfología del lugar, dando por resultante una tipificación más ajustada para la provincia de San Juan.

Es así como para el área de estudio, el clima dominante es seco (**B**) de desierto (**W**) llueve durante el verano (**w**) con temperatura media anual inferior a 18°C y la media del mes más caluroso superior a los 18°C (**k**). La subvariedad **BWwka** cubre la mayor parte del territorio por lo general entre los 1.800 y 600 msnm, en él se ubica la localidad de Mogna. Luego de los 1.800 msnm se

encuentra subtipo **BWwkb** tiene un dominio pedemontano en las estribaciones orientales de la Precordillera y sierra Pie de Palo. En donde (a) la temperatura del mes más cálido es superior a 22°C y (b) la temperatura del mes más cálido es inferior a 22°C.

A partir del **factor topográfico** se puede caracterizar el relieve en el área de estudio, para ello se realizó el análisis de la distribución altimétrica por medio de fajas hipsométricas:

“Se entiende por faja hipsométrica a una porción de la cuenca, delimitada por dos curvas de nivel, de equidistancia predeterminada, excepto las fajas de mayor y menor altitud. Ellas, generalmente se presentan en la parte superior e inferior de la cuenca, y deben encontrarse delimitadas por las curvas de nivel que pasan por los puntos extremos, extremos, respectivamente. Luego, se establecen las fajas hipsométricas.” (Vich 1999)

Como se observa en la Figura 2, hay una topografía de montaña, la cual está asociada a la región precordillerana oriental y sierras pampeanas, donde se desarrollan los relieves de mayores alturas, sobre todo al oeste en coincidencia con la sierra de Talacasto en el cerro Quemado con 2.759 msnm y en el sureste en la sierra de Pie de Palo en el cerro Las Pircas con 2.974 msnm.

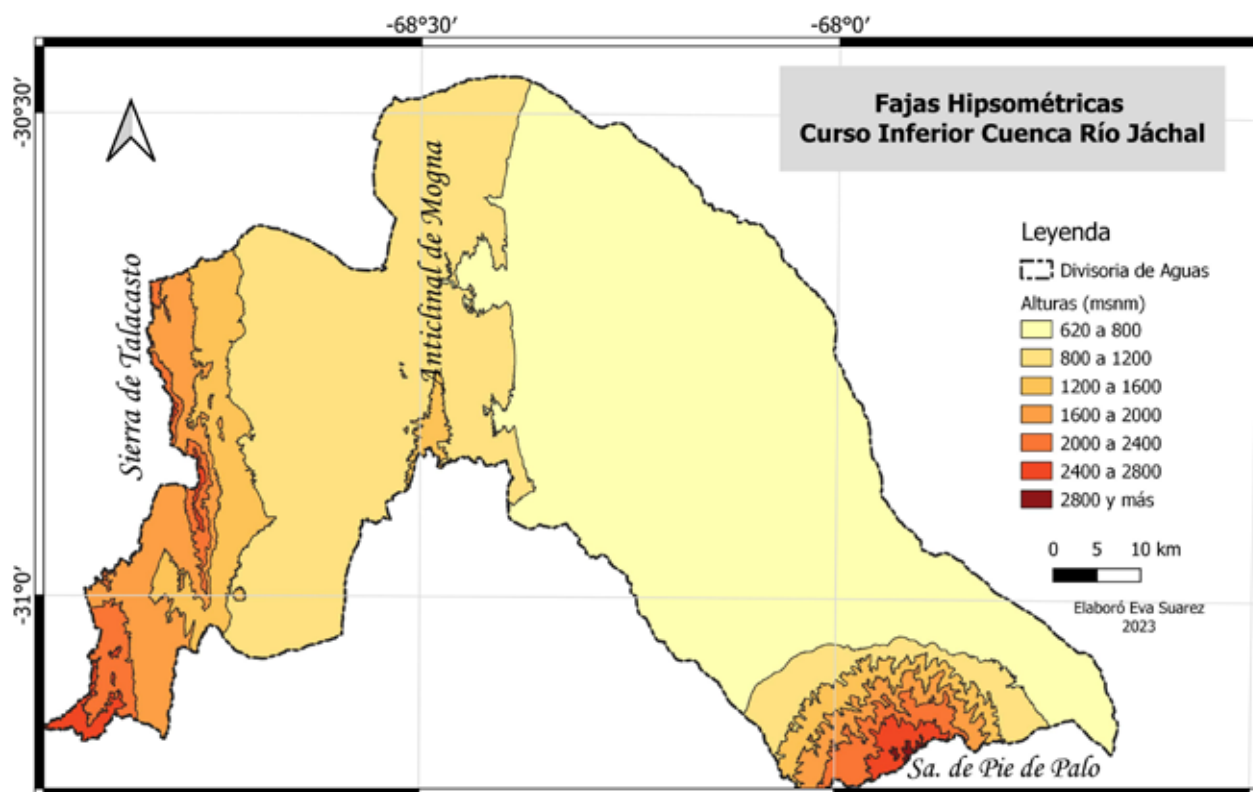


Figura 2: Distribución altimétrica

A partir del análisis hipsométrico, según Keith Hilton, se caracteriza el grado de evolución del relieve en la cuenca, en este caso el área está en fase de relieve

residual porque el área debajo de la curva hipsométrica adimensional es menor al 35% como se muestra en la siguiente figura.

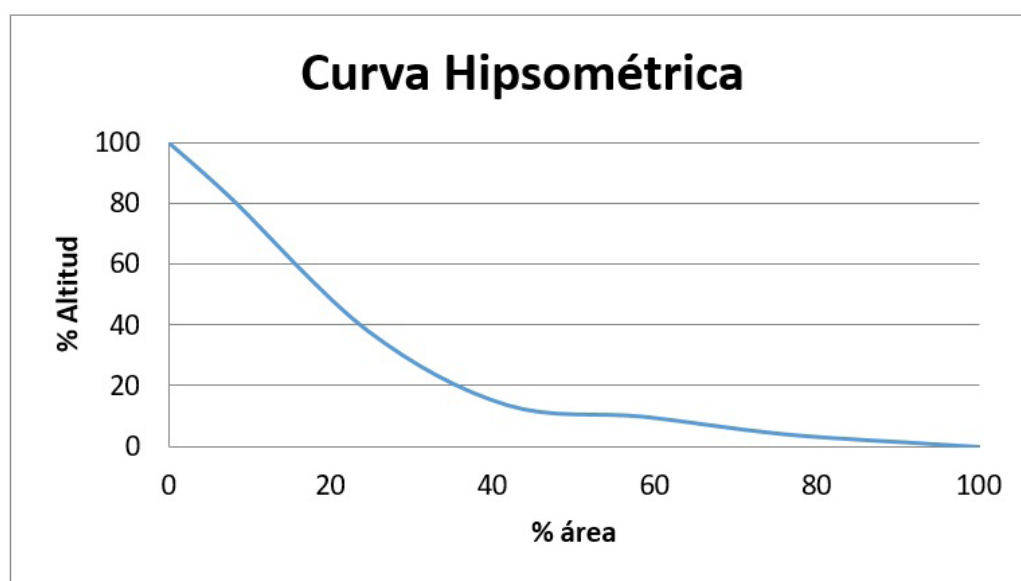


Figura 3: Curva hipsométrica

Otro gráfico que permite visualizar cual es el rango de altitudes predominantes en una cuenca, es el histograma de frecuencia de alturas, donde cada rectángulo que se representa, corresponde a la fracción del área

total y la altura a la diferencia de nivel entre las cotas de las curvas de nivel, que limitan la faja, en este caso las fajas de mayor superficie se dan en las menores alturas y van disminuyendo hacia las máximas alturas.

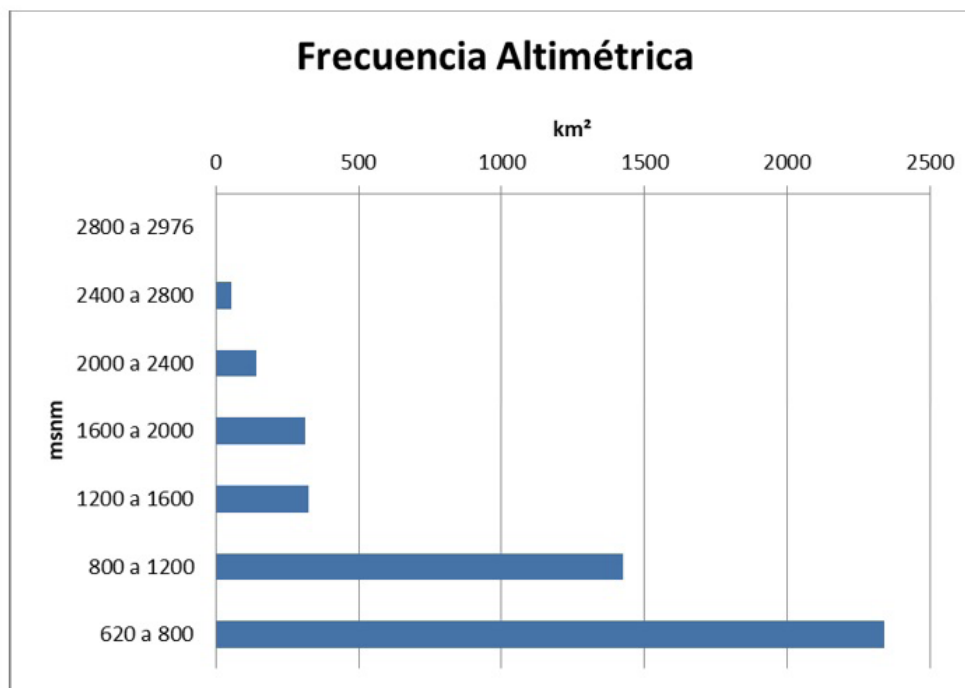


Figura 4: Histograma de frecuencia

El **factor edáfico** según la taxonomía de suelos de USDA, Departamento de Agricultura de Estados Unidos (United States Department of Agriculture, en inglés) y como resultado de la interacción de características físicas regionales, en el área de estudio se encuentran suelos poco evolucionados; diferenciándose dos áreas, una montañosa en la que prevalece la roca madre y otra deprimida que ha sido y aún sigue siendo rellenada por sedimentos cuaternarios (Orden Entisoles).

En este caso, la cuenca inferior del río Jáchal presenta dos zonas edáficas (Figura 5) un área montañosa conformada por la Precordillera al oeste y las Sierras Pampeanas al sudeste, que presenta una capa superficial poco alterada con regolitos de génesis fluvial y eólicos que no llegan a conformar un suelo propiamente dicho, son los denominados litosoles (Entisoles ortentes). En Precordillera, en el valle fluvial y en las terrazas aluviales sobre rocas calizas se encuentran sedimentos fluviales y en los piedemontes material coluvial y material eólico; mientras que en las Sierras Pampeanas de basamento cristalino y con rocas metamórficas está cubierta por estratos cuaternarios sedimentarios fluviales, coluviales y eólicos de diversos espesores.

Entre las mencionadas áreas montañosas se presen-

tan, depresiones tectónicas rellenas por sedimentos aluviales, coluviales y eólicos, allí se presentan suelos inmaduros, en los que los horizontes poco se diferencian y son suelos azonales del orden Entisol.

Los entisoles de génesis fluvial están formados por la superposición de aluviones, con bajo grado de desarrollo y escasa profundidad se distinguen los subórdenes: fluventes que están constituidos por aluviones de ríos; en regiones áridas o semiáridas psamentes con textura arenosa, de origen eólico, depositados sobre formas preexistentes en mantos o en dunas; y allí donde se acumulan sales solubles que han sido depositadas en el suelo y acumuladas debido a la evaporación han generado suelos acuentes, cuyo origen se encuentra en la composición química de la roca madre por donde transcurren los cursos hídricos.

En este caso, en el área de estudio se presenta importantes sectores con suelos del orden Entisol con los subórdenes ortentes, psamentes, fluventes y acuentes. Debido a las características antes enunciadas los entisoles son suelos de escasa evolución, son poco fértiles y sólo pueden ser productivos bajo sistemas de riego y laboreo controlado.

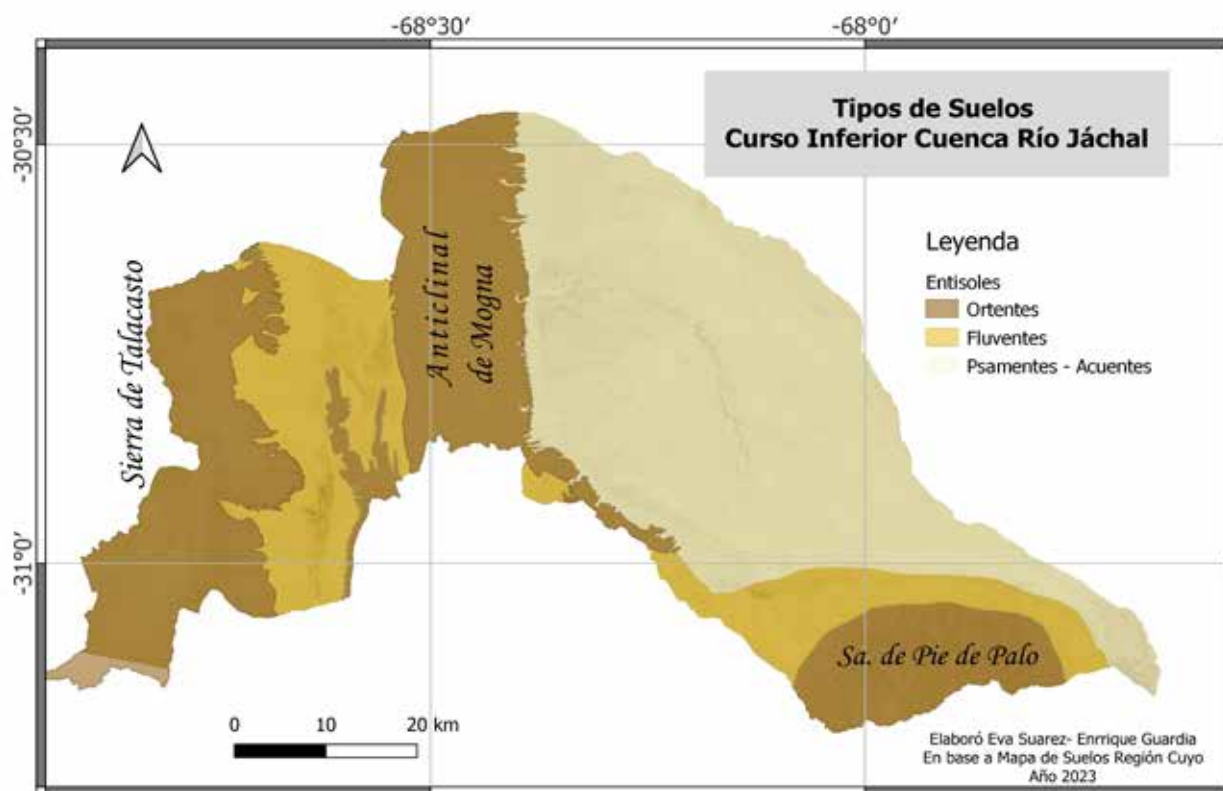


Figura 5: Suelos en curso inferior cuenca río Jáchal

Debido a las características antes enunciadas los entisoles son suelos de escasa evolución, son poco fértiles y sólo pueden ser productivos bajo sistemas de riego y laboreo controlado.

A nivel **biogeográfico** la zona se encuentra en la Región Neotropical y dentro de ella en el Dominio Chaqueño las cuales presentan el predominio de la comunidad climática xerófila, que es una vegetación adaptada a periodos de sequía, con formaciones vegetales de bosques xerófilos, espinales, estepas arbustivas, estepas herbáceas y las bioformas predominantes son freatófitas, terófitas, geófitas, suculentas, psamófitas, halófitas y petrófitas.

Según Morello (1958) la provincia fitogeográfica del Monte caracteriza la franja árida del oeste argentino desde los 24°35' en la provincia de Salta hasta los 44°20' Sur en el centro de la Patagonia, y desde los 62°54' en la costa Atlántica hasta los 69°50' Oeste en la zona preandina.

Dominan las estepas arbustivas perennifolias de la familia Zigoofiláceas, 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* sp), los algarrobos (*Pro-*

sopis sp), el chañar (*Geoffroea decorticans*), el piquillín (*Condalia microphylla*). Considera al retamo (*Bulnesia retama*) y al usillo (*Tricomaria usillo*) como especies endémicas del Monte. (Dalmasso y Márquez 1999)

Por ello para analizar el factor biótico se recurrió en primera instancia al análisis de la cubierta vegetal del área de estudio al utilizar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) propuesto por Rouse et. al (1974). Este es un indicador de biomasa fotosintetizante activa adecuado para cubiertas con importantes niveles de clorofila. El procesamiento diacrónico se realizó con imágenes del satélite Landsat 8 que corresponden a dos fechas, el 7 de marzo de 2014 y 28 de febrero de 2023; la primera se escogió porque en la segunda semana de febrero de 2014 se produjeron abundantes precipitaciones en la zona centro y SE de la provincia. En consecuencia, la selección temporal se corresponde con las características fenológicas del sector trabajado.

Como señala Chuvieco (2010) los valores varían entre -1 y +1; se puede determinar un umbral crítico de NDVI para la presencia de vegetación en 0,1 el cual corresponde al límite de presencia y ausencia de vegetación. Por otro lado, también establece límites para las áreas de vegetación densa en las cuales el índice toma valores entre 0,5 y 0,7.

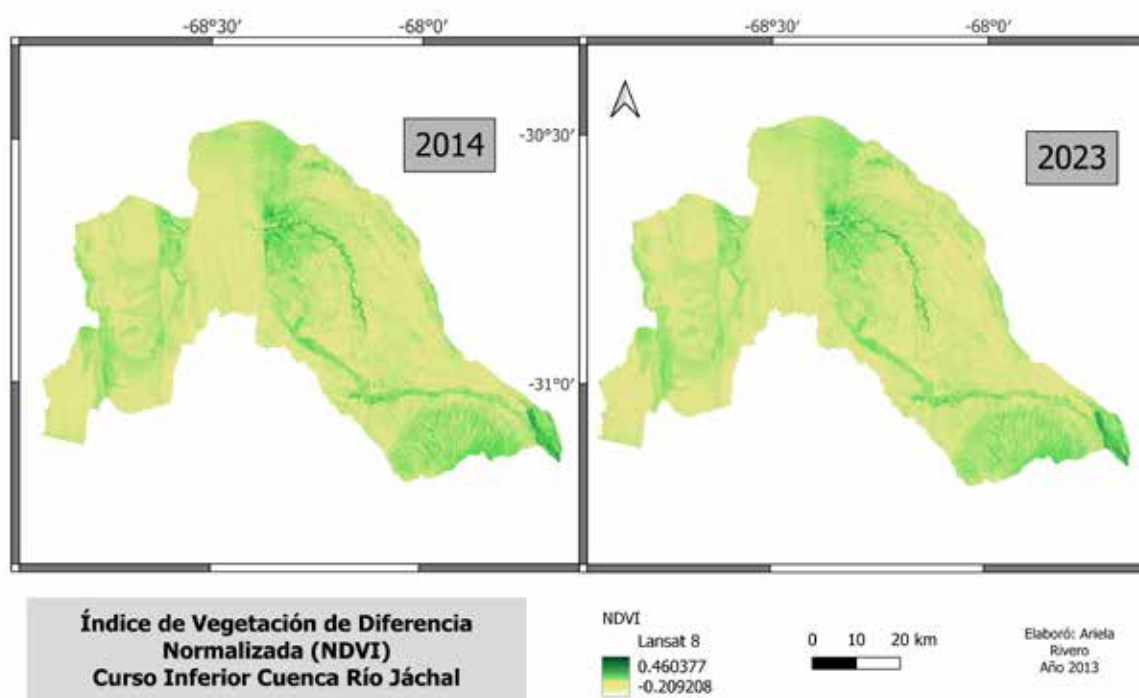


Figura 6: NDVI 2014-2023 Curso Inferior Cuenca río Jáchal

A partir de lo antes expresado, se puede observar que en el NDVI del año 2014 los valores obtenidos se encuentran por cercanos al valor crítico, lo que indicaría ausencia de vegetación. Los mayores valores cercanos al umbral de vegetación densa, se corresponden a los márgenes de los ríos Tafín y Jáchal-Zanjón. Para el año 2023, los valores obtenidos en el índice son inferiores lo que denota ausencia de precipitaciones, y sobre todo inconsistencia en el índice. Los máximos valores rondan los 0,30 lo que indicaría escasa presencia de vegetación en los márgenes de los ríos, en especial el Jáchal. En el sector que corresponde al Zanjón los valores son cercanos al 0. Esta reducción de la cubierta vegetal indicaría

la disminución de las precipitaciones en el área entre los años trabajado.

Los valores obtenidos, se pueden explicar por las características biogeográficas de la vegetación presente en el área de estudio. Las condiciones de relieve y clima determinan la presencia de vegetación xerófila de tipo arbustiva y con una distribución espacial discontinua, y escasa clorofila.

Cabe recordar que el contenido de clorofila en la hoja es la variable más relacionada con este índice, es por ello que se cree oportuno aclarar que sería necesario probar otros coeficientes o índices para mejorar la respuesta vegetativa, como SAVI, Tasseled Cap entre otros.

6. CONCLUSIONES

La presente ponencia implica un avance en el abordaje de unas de las temáticas evaluadas hasta el momento en el desarrollo de las tareas de gabinete, que son coincidente con la fase previa o preparatoria del proyecto. Comprende el procesamiento parcial desde el punto de vista cartográfico de algunas variables naturales consideradas en forma prioritaria. Para este adelanto parcial se tuvo en cuenta los resultados obtenidos hasta el momento en los aspectos climáticos, de relieve, edáficos y de cobertura vegetal desde el punto de vista cartográfico.

Así, el clima dominante es BWwk seco de desierto llueve durante el verano con temperatura media anual inferior a 18°C y la media del mes más caluroso superior

a los 18°C. Las dos subvariedad encontradas son (a) la temperatura del mes más cálido es superior a 22°C y (b) la temperatura del mes más cálido es inferior a 22°C.

A partir del análisis hipsométrico del relieve se define el grado de evolución de este en la cuenca, en fase de relieve residual, ello porque el área debajo de la curva hipsométrica es menor al 35%.

En el área de estudio se presentan suelos del orden Entisol con los subórdenes ortentes, psamentes, fluventes y acuentes. Estos son suelos de escasa evolución y sólo pueden ser productivos bajo sistemas de riego y laboreo controlado.

Las características de la vegetación presente en el área de estudio responden a las condiciones de relieve

y clima, lo que determinan la presencia de vegetación xerófila de tipo arbustiva con una distribución espacial discontinua y escasa clorofila.

Cabe recordar que el contenido de clorofila en la

hoja es la variable más relacionada con el índice NDVI; es por ello que se cree oportuno aclarar que sería necesario probar otros coeficientes o índices para mejorar la respuesta vegetativa, como SAVI, Tasseled Cap entre otros.

7. BIBLIOGRAFÍA

Chuvieco Salinero, E. (2010). Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. Barcelona, España: Ariel.

Dalmasso, A., Marquez, J. (1999). Vegetación actual de ambientes del Cuaternario – San Juan. J.D. Paredes, G.M. Suvires, J.J. Zambrano (Comité editor) Síntesis del Cuaternario en San Juan. San Juan, Argentina: IN-GEO-FCEfyN-UNSJ.

De Jong, G. (1992). Tratamiento Metodológico de los Problemas Ambientales de los Aprovechamientos Hidroenergéticos en el Marco de las Políticas Nacionales e Internacionales. Boletín Geográfico, N° 18. Neuquén, Argentina: Departamento de Geografía, Fac. de Humanidades, Universidad Nacional del Comahue.

Gómez Orea, D. (2002). Ordenación Territorial. Madrid, España: Mundi Prensa.

González Martín, M.C. (2002). Bases para la Planificación y el Manejo del Valle Ullum-Zonda. Cuenca Inferior del río San Juan. Memoria para optar al título de Maestría en Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Neuquén, Argentina: Facultad de Humanidades y de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue.

González Martín, M.C. (2017). Evaluación de los Usos de las Aguas en el Oasis Ullum-Zonda, provincia de San Juan (Argentina). Memoria para optar al título

de Especialista en Tecnologías del Agua. San Juan, Argentina: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.

Pereyra, F.X. (2012). Suelos de la Argentina. Geografía de suelos, factores y procesos formadores. ANALES, N° 50. Buenos Aires, Argentina: Ed. SEGEMAR-AACS-GAEA.

Poblete, A.G., Minetti, J.L. (1989). Los mesoclimas de San Juan. Informe técnico N°11. San Juan, Argentina: CICAJ-CONICET.

Poblete, A.G., Minetti, J.L. (1999). Configuración Espacial del Clima en San Juan. J.D. Paredes, G.M. Suvires, J.J. Zambrano (Comité editor) Síntesis del Cuaternario en San Juan. San Juan, Argentina: IN-GEO-FCEfyN-UNSJ.

Vich, A.I. (1999). Aguas Continentales; formas y procesos. Mendoza, Argentina: ZETA Editores SRL.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y BIOGEOGRÁFICAS DE LAS SUBCUENCAS AL NOROESTE DE LA SIERRA DE PIE DE PALO, SAN JUAN, ARGENTINA.

Fernández Cuello, Micaela Belén
micafernandez0421@gmail.com

Rodríguez, María Paula Victoria.
viquipaurodriguez97@gmail.com

Suarez, Eva Milagros
IGA-FFHA-UNSJ
suarezevageo@gmail.com

Villagra, Sergio Eduardo
sergioeduardovillagra@gmail.com
IGA-FFHA-UNSJ

[FECHA ENTREGA. 08/09/2025 - FECHA APROBADO 24/11/2025]

1. RESUMEN

El área de estudio forma parte del proyecto CICITCA "Evaluación Integral de la Cuenca Inferior del río Jáchal, Provincia de San Juan (Argentina)" enmarcado en el Programa "Cuencas Hidrográficas", que se ejecuta en el Instituto de Geografía Aplicada (IGA) de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes [UNSJ].

Las subcuencas se ubican en el margen derecho del río Jáchal, emplazadas en la ladera Oeste del Cerro Pie de Palo del departamento Angaco, Provincia de San Juan, Argentina. La dirección de los cauces de agua es de NE – SO. El área de estudio presenta áreas de montaña y piedemonte. A nivel antrópico, destaca la ruta provincial N° 33 sin pavimentar, el parador de la Difunta Teresa donde se desarrollan acontecimientos programados de tipo cultural y religioso, además pequeños pue-

tos ganaderos abandonados.

Este trabajo tiene por objetivo analizar las subcuencas emplazadas en la ladera oeste del Cerro Pie de Palo del departamento Angaco aplicando el análisis cuantitativo y cualitativo a través de la Geografía Física.

Se trabajó en tres momentos metodológicos: fase previa o preparatoria con diversas actividades, actividades de trabajo de campo y por último, trabajo en gabinete para obtener los parámetros dimensionales, hipsométricos, del relieve, de la red de drenaje, de cobertura vegetal, de flora y fauna, con los que se caracterizó y se elaboraron las cartas temáticas afines.

Palabras clave: morfometría, hipsometría, flora, fauna, cartas temáticas.

2. ABSTRACT

The study area is part of the CICITCA project "Comprehensive Assessment of the Lower Jáchal River Basin, San Juan Province (Argentina)" as part of the "Hydrographic Basins" Program, implemented by the Institute of Applied Geography (IGA) of the Philosophy, Humanities and Arts School [UNSJ].

The sub-basins are located on the right bank of the Jáchal River, on the western slope of Pie de Palo Hill in Angaco County, San Juan Province, Argentina. The watercourses flow northeast-southwest. The study area includes mountain and foothill areas. At the anthropogenic level, the Provincial Route 33 highlights because it connects to the Difunta Teresa Rest Stop, with its socio-historical implications.

This study aims to analyze the sub-basins located on the western slope of Pie de Palo Hill in Angaco county, applying quantitative and qualitative analysis through Physical Geography.

The project was carried out in three methodological stages: a preliminary or preparatory phase with various activities; fieldwork; and finally, office work to obtain dimensional, hypsometric, relief, drainage network, vegetation cover, and flora and fauna parameters, which were used to characterize and develop related thematic maps.

Keywords: morphometry, hipsometry, flora, fauna, cartography.

3. INTRODUCCIÓN

El área de estudio forma parte del proyecto CICIT-CA "Evaluación Integral de la Cuenca Inferior del río Jáchal, Provincia de San Juan (Argentina)" enmarcado en el Programa "Cuencas Hidrográficas", que se ejecuta en el Instituto de Geografía Aplicada (IGA) de la Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes [UNSJ].

Las subcuencas se ubican en el margen derecho del río Jáchal, emplazadas en la ladera noroeste de la Sierra Pie de Palo, departamento Angaco a unos 60 km de la ciudad de San Juan. La dirección de los cauces de agua es de NE – SO. El área de estudio presenta áreas de montaña y piedemonte. A nivel antrópico, destaca la ruta provincial N° 33 que conecta con el parador de la

Difunta Teresa con implicancias socio-históricas.

Este trabajo tiene por objetivo caracterizar las subcuencas de Los Gauchos, Pantanito y Famacoa aplicando el análisis cuantitativo y cualitativo a través de la Geografía Física.

Se trabajó en tres momentos metodológicos: fase previa o preparatoria con diversas actividades, actividades de trabajo de campo y por último trabajo en gabinete para obtener los parámetros dimensionales, hipsométricos, del relieve, de la red de drenaje, de cobertura vegetal, de flora y fauna, con los que se caracterizó y se elaboraron las cartas temáticas afines.

4. MARCO TEÓRICO METODOLÓGICO

El manejo integrado de los recursos hídricos [MIRH] se basa en la noción de que el agua forma parte integrante de un ecosistema y constituye un recurso natural y un bien social y económico cuya calidad y cantidad determinan la naturaleza de su utilización (Programa 21, Naciones Unidas, 1992). Unas fuentes de agua seguras, tanto por su cantidad como por su calidad, son un requisito imprescindible para la supervivencia de los seres humanos y el desarrollo socio-económico.

Promover el enfoque integrado en el manejo de los recursos hídricos supone dar muchos pasos; ya que, uno de los problemas clave que se advierten es la división de las responsabilidades en el manejo de una cuenca hidrográfica entre distintas autoridades administrativas, lo que se traduce en enfoques fragmentados de la planificación y manejo de los recursos hídricos.

Es importante entender que la planificación y manejo de tales recursos es un proceso interdisciplinario y que debe pues promoverse como marco de colaboración entre todos los organismos competentes que actúan a nivel nacional y los que intervienen en la cuenca fluvial propiamente dicha, así como las comunidades locales.

Otra cuestión clave es la falta de conciencia del carácter intersectorial de los problemas relativos al agua y de la necesidad de elaborar un nuevo paradigma de desarrollo conducente a integrar los aspectos técnicos, ambientales, sociales y jurídicos del manejo del recurso. La creación de dependencias administrativas encargadas del manejo del recurso debe coincidir con los límites de las cuencas hidrográficas y no con los límites estatales. La falta de legislación y políticas relativas al agua o su carácter inadecuado es otro factor que entorpece el manejo integrado de las cuencas hidrográficas y el aprovechamiento óptimo de los recursos.

En este marco de referencia, desde el paradigma de la complejidad, se enfatiza en el concepto de cuenca hidrográfica; pensada ésta como un espacio conformado por laderas y cauces de diversas jerarquías, donde los límites son topográficos (dados por la divisoria de aguas "divortium aquarum") y su funcionamiento es sistémi-

co, tanto en niveles de recursos hídricos como de otros naturales y antrópicos que la definen, y donde las aguas subterráneas son de significativa relevancia. A su vez, se resaltan los mecanismos de transferencia de las aguas en humedales relacionados con las aguas subterráneas y su conexión con el entorno paisajístico. (González Martín, 2017).

Cabe destacar que:

"La cuenca es una unidad de recursos naturales cuyo aprovechamiento deberá realizarse atendiendo al carácter sistémico de la misma.

La acción antrópica debido a un determinado sistema sociocultural en interacción con el sistema natural implica efectos múltiples e interdependientes entre los componentes en su conjunto.

Las acciones deben ser planificadas con el objetivo de atenuar los riesgos debido a la intervención de la sociedad en el sistema natural." (De Jong, 1992)

El manejo que el hombre puede hacerle, debe priorizarse a partir de áreas que por su morfología y dinámica sean semejantes, y por ende el aprovechamiento de los recursos de esos espacios estará en función de las necesidades y actividades de los habitantes de la misma, hasta niveles que no perturben su equilibrio.

En una cuenca hidrográfica se deben evaluar en trabajo de campo las condiciones de las variables naturales y antrópicas. Ellas son:

Geomorfológicas: Presenta las formas del relieve, sus procesos y evolución, a través del tiempo geológico y la acción humana, que puede actuar como desencadenante de procesos degradativos del medio natural, al interactuar con elementos litológicos o estructurales.

Climáticas: Muestra los elementos meteorológicos y los factores geográficos que influyen en las características de una cuenca y que permitirán definir sus climas a través de análisis estadístico inferencial.

Hidrográficas: Estudia el tipo de recurso superficial y subterráneo que presenta, su régimen y comportamiento, como así también los usos que consumen o no y contaminan el recurso hídrico.

Edáficas: Considera los suelos desde su génesis y sus aptitudes para diversos usos, tales como agrícola, urbano e industrial, con el mapeo de los diversos tipos y sus limitaciones.

Biogeográficas: Identifica los biomas que se presentan en una región, su conformación y potencialidades, a la hora de interactuar con el hombre y las otras variables naturales.

Asentamientos Humanos: Tienen especial interés la identificación de las áreas ocupadas por el hombre, determinando tamaño e identificando su tipo y comportamiento; ya sean áreas rurales, urbanas, industriales y recreacionales.

Explotación de los recursos: Permitirán identificar a su vez factores socioeconómicos vitales a la hora de conocer o procurar definir diversos escenarios para el uso de esas zonas y los ejes de comunicación relevantes que dan accesibilidad. (González Martín, 2002)

Al decir de (Gómez Orea, 2002) "debido a su alta cohesión geográfica y su funcionalidad en torno al elemento agua, las cuencas hidrográficas conforman una

interesante unidad de planificación, dado que es posible organizar el desarrollo territorial al tomar como unidades funcionales las cuencas y subcuencas, las que se retroalimentan de las aguas subterráneas y viceversa. A partir del análisis y diagnóstico del medio físico, de la población y sus actividades, del sistema de asentamientos, del marco legal e institucional se puede lograr un diagnóstico integrado o de síntesis de las aguas subterráneas, que a posteriori contribuya a optimizar su manejo al conocer sus posibilidades de aprovechamientos potenciales".

A todo ello, es conveniente considerar lo propuesto por Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (PNUD), de los cuales son dos los referidos al recurso hídrico en forma especial y directa: el 6° Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, y el 14° Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. (Catterberg & Mercado, 2017)

5. RESULTADOS

Aspectos Morfométricos de las subcuencas

En el área de estudio el escurrimiento superficial es a través de arroyos de régimen temporal que sólo llevan agua en forma esporádica entre los meses de diciembre

a marzo debido a precipitaciones estivales, por lo común dominadas por chaparrones de corta duración y gran intensidad. Está compuesta por las subcuencas de Los Gauchos, Pantanito y Famacoa, afluentes por margen derecho del río Jáchal-Zanjón.

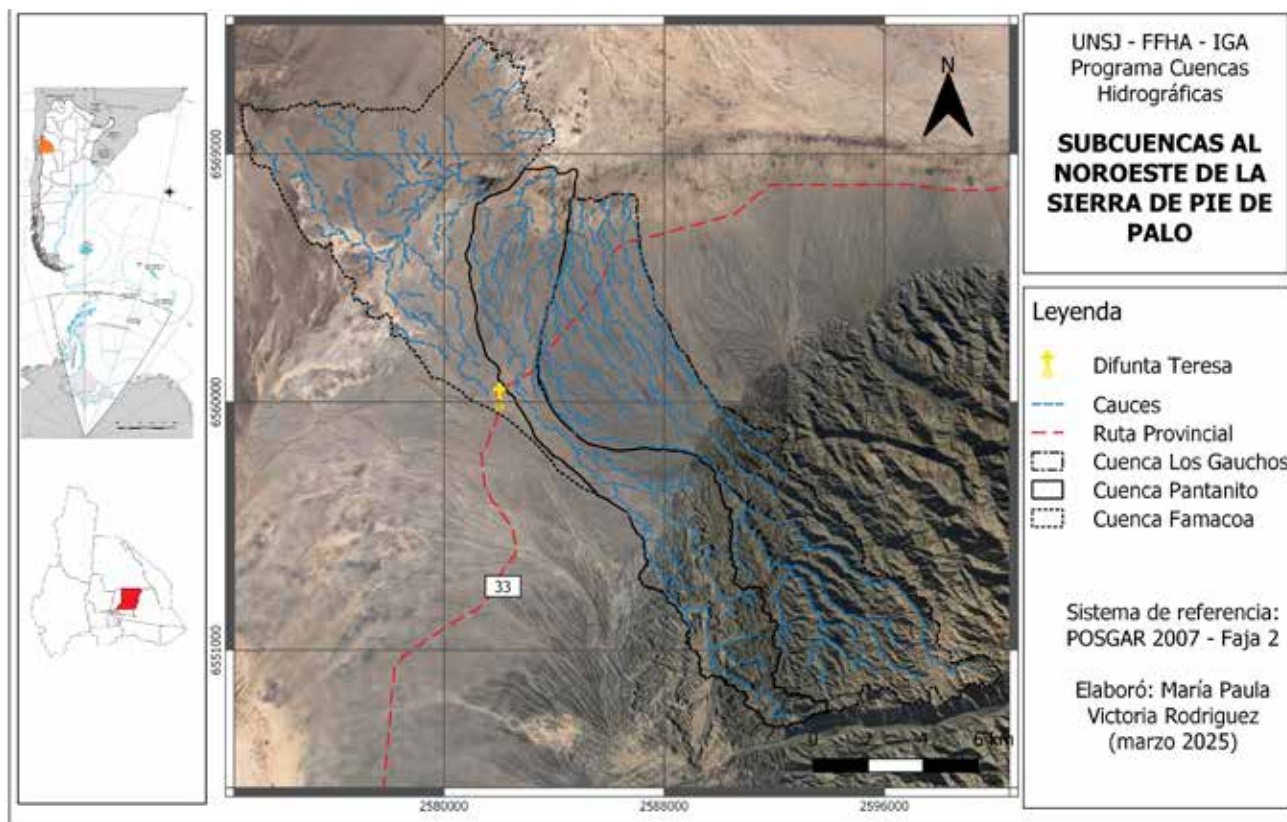


Figura 1: Localización de las subcuencas

Sus puntos extremos son los que se detallan a continuación

Puntos	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	Altura (msnm)
Norte	31°32'01,34"	68°11'24,66"	1.302
Sur	31°36'50,46"	68°16'07,51"	577
Este	31°32'07,87"	68°10'04,64"	1.378
Oeste	31°36'10,60"	68°16'45,32"	580

Tabla 1: Puntos extremos del área de estudio

Fuente: Datos obtenidos de Google Earth Pro 5/1/2024

Análisis Cuantitativo

Las características morfométricas son indicadores cuantitativos de los elementos de una cuenca hidrográfica que influyen en la magnitud y variabilidad de los

procesos hidrológicos.

Las que se refieren a la geometría de la cuenca son las siguientes:

Subcuenca	Área km ²	Perímetro km	Largo de Strahler km	Ancho medio km	Mayor altura msnm	Menor altura msnm
Los Gauchos	88,3	68,68	23,21	3,80	2560	691
El Pantanito	57,77	36,42	21,8	3,50	2100	687
Famacoa	70,73	58,46	11,55	2,22	846	687

Tabla 2: Características Generales de Subcuencas

Para caracterizar las altitudes y pendientes en el área de estudio se realizó el análisis de la distribución altimétrica por medio de fajas hipsométricas. Para ello se define como "una porción de la cuenca, delimitada por dos curvas de nivel, de equidistancia predeterminada, excepto las fajas de mayor y menor altitud. Ellas, en general se presentan en la parte superior e inferior de la cuenca, y deben encontrarse delimitadas por las curvas de nivel que pasan por los puntos extremos" (Vich, 1999: 35).

Con posterioridad, se establecen hasta siete intervalos que definen los valores de cada faja hipsométrica. Las mismas se obtuvieron a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE), del satélite ALOS PALSAR de 12,5 m de resolución espacial, y luego de un procesamiento en el software QGIS, se identificó la distribución de los relieves de mayor y menor altura de las cuencas.

En el caso de Los Gauchos y El Pantanito la distribución de los relieves de mayor a menor altura van en dirección SE a NO, respectivamente. Por su parte, los relieves de mayor altura de Famacoa se encuentran distribuidos en dos sectores, al SO y al SE, luego disminuyen su altitud en el sector medio siendo en el NE las menores alturas, en base a lo observado en la carta de

fajas hipsométricas.

Además, para complementar el análisis de la distribución del relieve y su grado de evolución, se utilizaron gráficos de frecuencia altimétrica y curva hipsométrica. El primero permite identificar el rango de altitudes predominantes, mientras que el segundo caracteriza el grado de evolución del relieve, clasificándose en: relieve residual, joven y en equilibrio (Vich, 1999)

Se obtuvo que Los gauchos presenta un relieve de tipo residual, con un área menor al 35% debajo de la curva hipsométrica. Al inicio de la curva manifiesta una gran pendiente, luego una disminución hacia la parte media, con un amesetamiento y en la parte baja una pendiente más suave, característica de zona de llanuras o penillanuras.

El Pantanito posee un relieve joven, cuyo porcentaje de área debajo de la curva es mayor al 60%, indicando que la mayoría de su territorio es elevado y con gran pendiente en el sector inferior de la cuenca. Esto puede representar peligro de inundación.

Famacoa tiene un relieve en equilibrio, con un área de entre 35 al 50% debajo de la curva. En el origen de ésta, presenta suave pendiente, lo cual aumenta en el sector medio y vuelve a disminuir en el sector inferior.

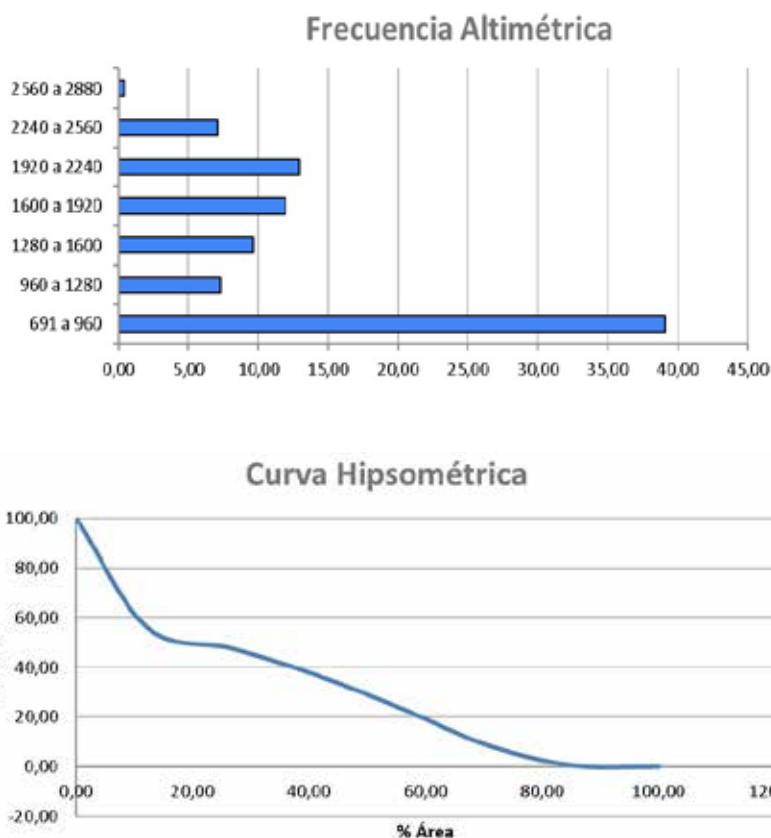
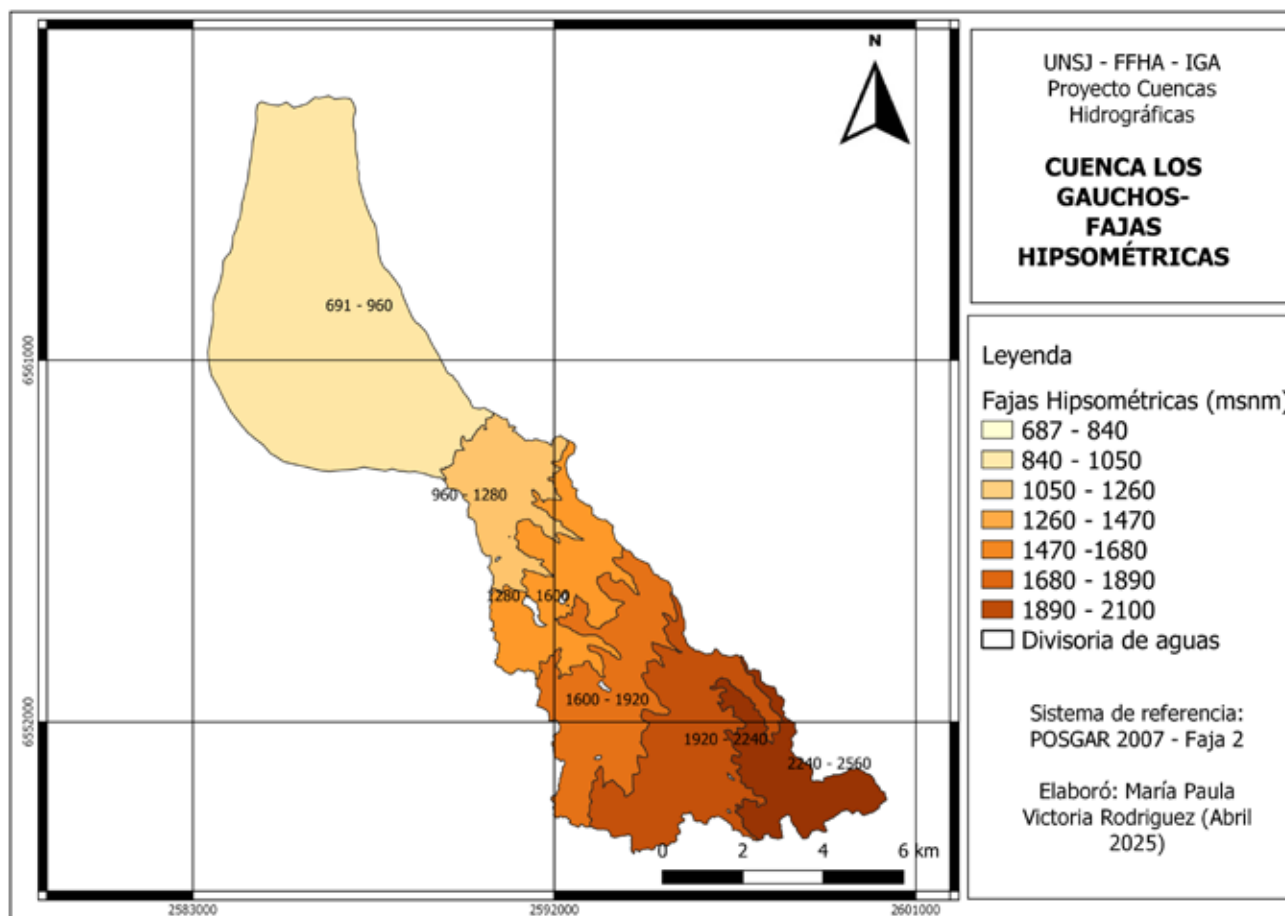
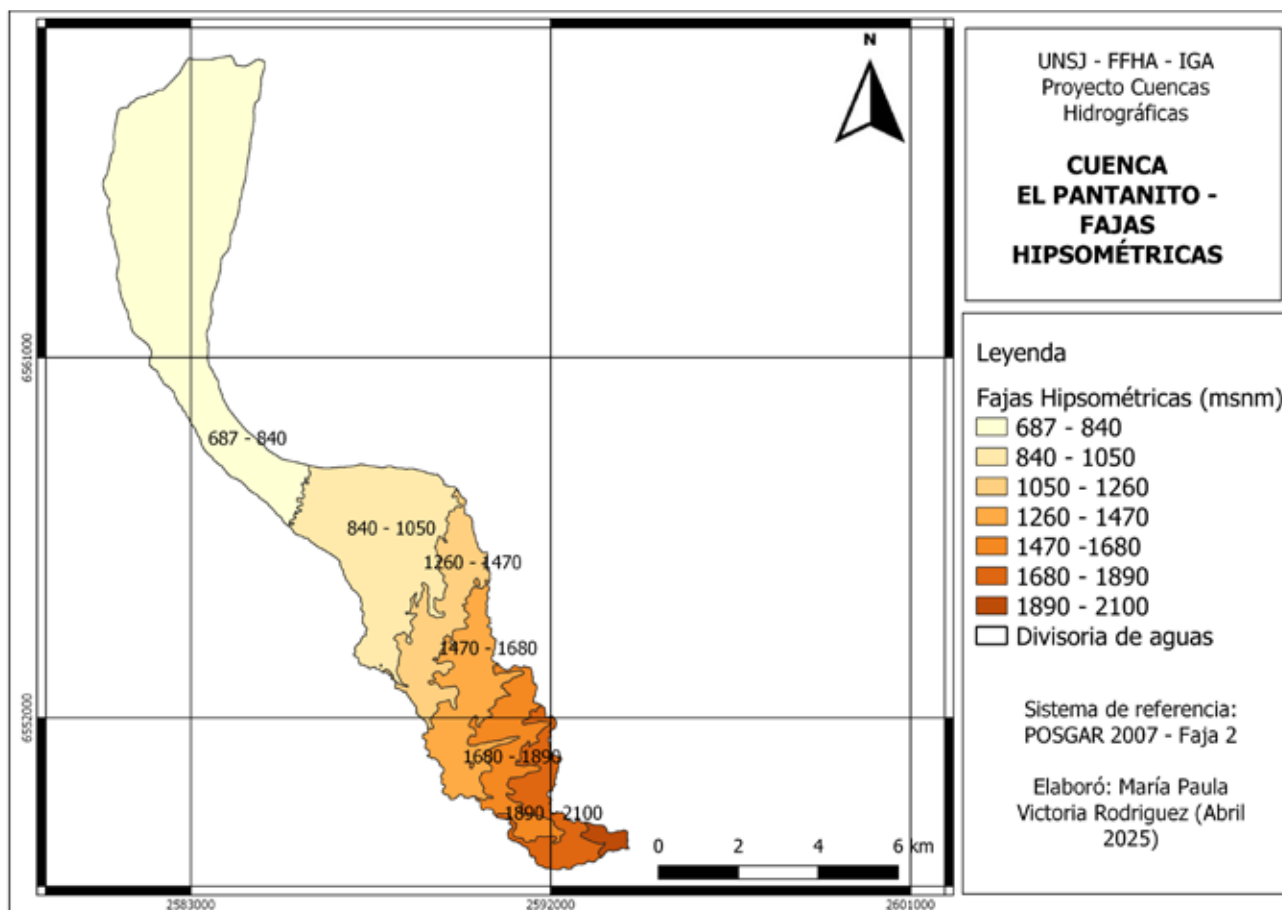
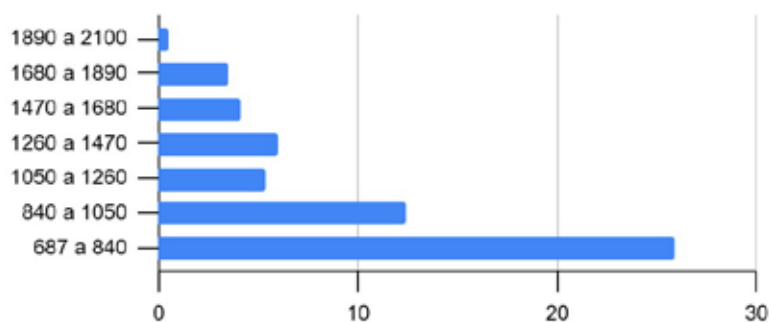


Figura 2: Análisis Hipsométrico Subcuenca Los Gauchos



Frecuencia Altimétrica



Curva hipsométrica

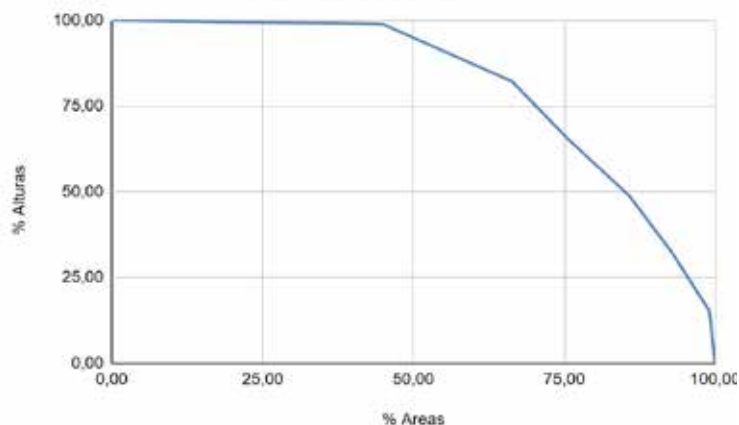


Figura 3: Análisis Hipsométrico Subcuenca Pantanito

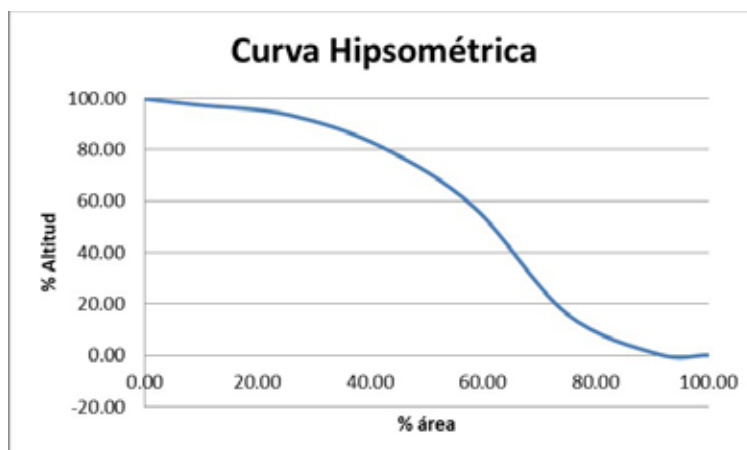
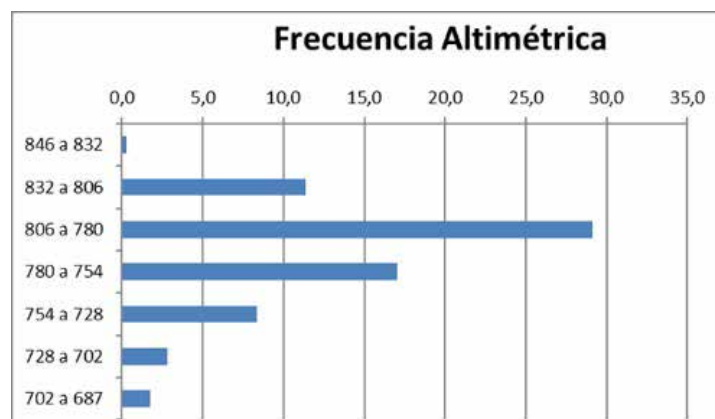
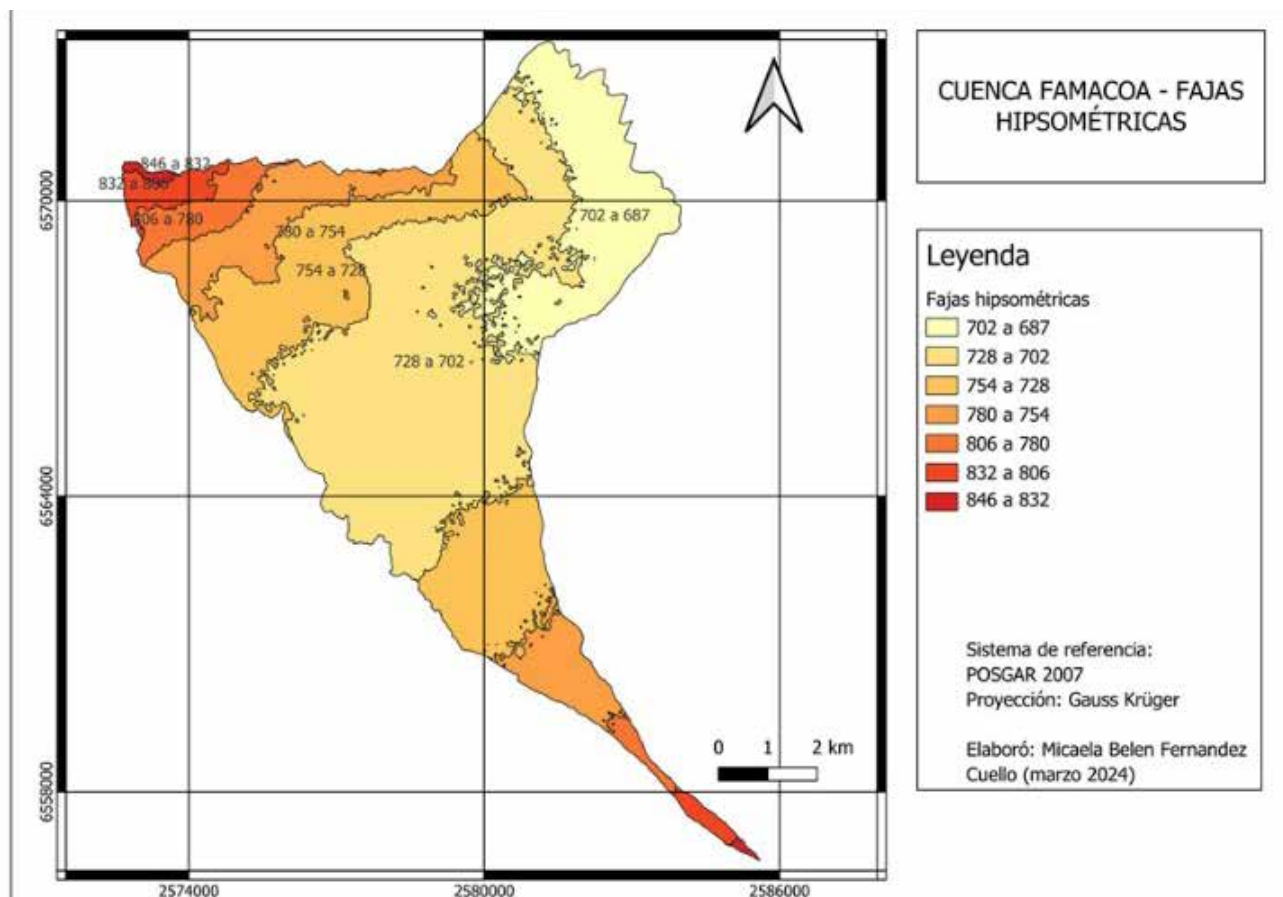


Figura 4: Análisis Hipsométrico Subcuenca Famacoa

A partir del Modelo Digital de Elevación (MDE), del satélite ALOS PALSAR de 12,5 m de resolución espacial, se realizó el procesamiento digital de las cuencas en es-

tudio con la herramienta SAGA de QGIS. Al cargar el DEM, se guardó el proyecto para poder rellenar los vacíos con algoritmos y generar las subcuencas.

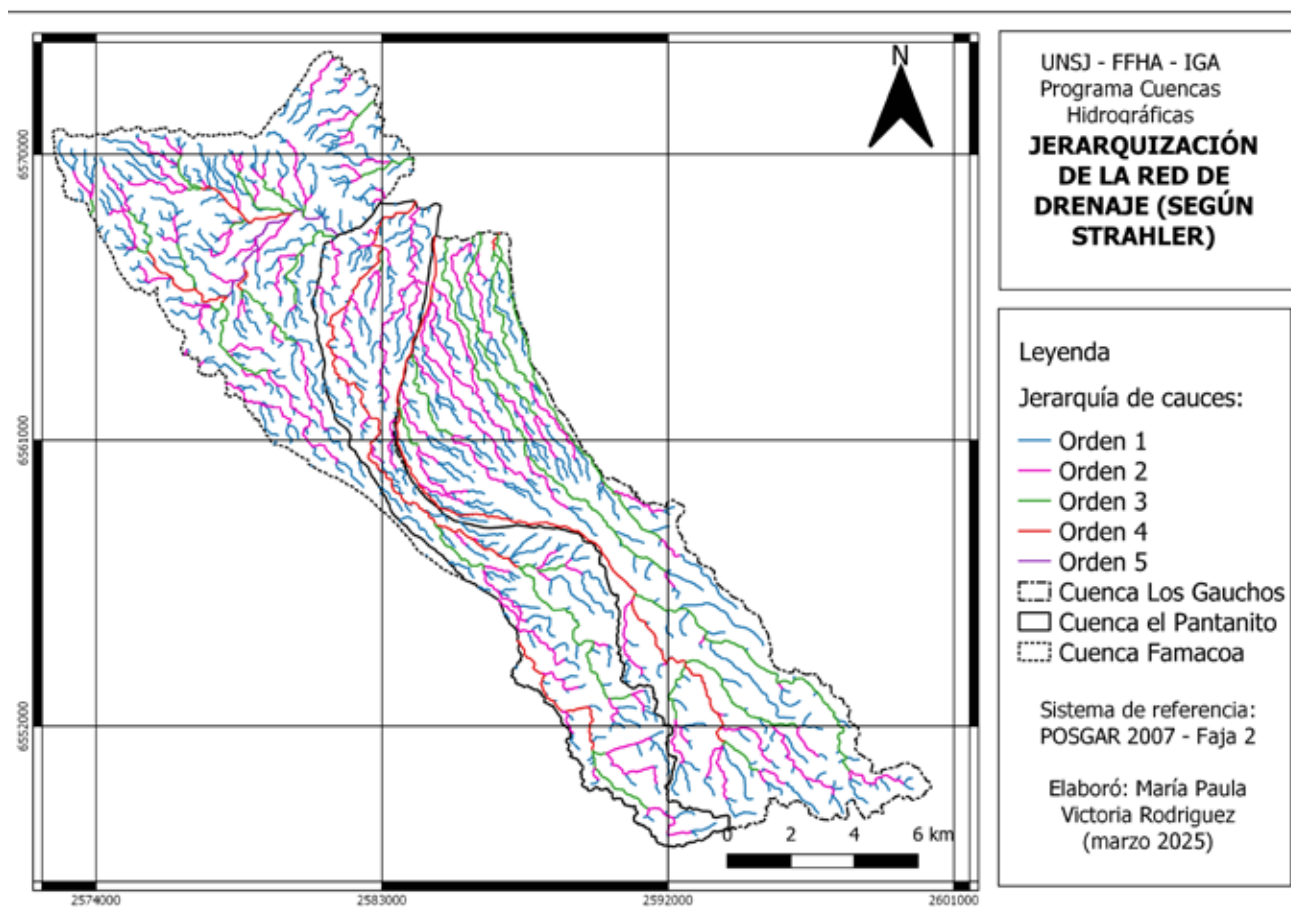


Figura 5: Jerarquización de cauces según Strahler

Al aplicar la técnica de Strahler para jerarquización de los cauces, se obtuvo que las subcuencas Los Gauchos y El Pantanito son de orden 4°, mientras que Fa-

macoa es de orden 5°. Se observa que el diseño de la cuenca es dendrítico subparalelo.

Orden	Nº Segmentos	Longitud Media (km)	Longitud Media Acumulada (km)
1	217	0,56	0,56
2	52	0,64	1,2
3	24	0,52	1,72
4	1	12,31	14,03

Tabla 3: Características morfométricas de la Subcuenca los Gauchos

Relación	Bifurcación	Longitud
1-2	(217/52= 4,17)	=0,56
2-3	(52/24= 2,16)	(1,2/0,56= 2,14)
3-4	(24/1= 24)	(1,72/1,2= 1,43)
4-5	-	(14,03/1,72= 8,15)

Tabla 4: Leyes de Horton

Orden	Nº Segmentos	Longitud Media (km)	Longitud Media Acumulada (km)
1	193	0.45	0.45
2	39	1.21	1.66
3	6	2.69	4.35
4	2	12.34	16.69

Tabla 5: Características morfométricas de la Subcuenca El Pantanito

Relación	Bifurcación	Longitud
1-2	(193/39= 4.95)	0.45
2-3	(39/6= 6.5)	3.68
3-4	(6/2= 3)	2.62
4-5	-	3.83

Tabla 6: Leyes de Horton

Orden	Nº Segmentos	Longitud Media (km)	Longitud Media Acumulada (km)
1	266	0,45	121,26
2	65	0,91	59,35
3	27	0,97	26,28
4	5	1,64	8,21
5	1	6,23	6,23

Tabla 7: Características morfométricas de la Subcuenca Famacoa

Relación	Bifurcación	Longitud
1-2	(266/65= 4,09)	0,45
2-3	(65/27= 2,40)	2,02
3-4	(27/5= 5,4)	1,06
4-5	(5/1= 5)	1,69
5-6	--	3,79

Tabla 8: Leyes de Horton

Los datos obtenidos para la Ley de Horton de Bifurcación en las tres cuencas analizadas revelan un patrón claro: el número de cauces disminuye progresivamente a medida que aumenta su orden jerárquico. Este comportamiento evidencia que en las zonas de cabecera (nacientes), existe una mayor densidad de cauces de órdenes inferiores (1, 2, 3), caracterizados por su abundancia y menor tamaño. Hacia la desembocadura, la red de drenaje converge en un único cauce principal (orden superior), el cual recibe los aportes hídricos de todos los tributarios menores. Los valores normales se encuentran entre 3.0 y 5.0, sin embargo la cuenca Los Gauchos presenta un valor atípico en el orden 3 - 4, debido a que recibe aportes de gran cantidad de cauces sin aumentar de orden.

Por su parte, la Ley de Horton de Longitud establece que los cauces de menor orden poseen longitudes reducidas que aumentan progresivamente con el orden del cauce, ya que los tramos de orden superior acumulan el recorrido de sus tributarios. Esto se cumple en las tres cuencas de estudio salvo en dos casos de los órdenes 2 - 3 de las cuencas Pantanito y Famacoa y 3 - 4 de la cuenca Los Gauchos. Esto se debe a que se unen dos cauces del mismo orden a corta distancia.

Guiándonos con el cuadro de Schumm (1963), el cual propuso tipos de canales se clasificaron los mismos en la siguiente tabla:

Subcuencas	Sinuosidad del cauce principal	Tipo de canal
Los Gauchos	(23,97km/18,39km=1,30 km)	Transicional
El Pantanito	(19,01km/12,04km=1,57 km)	Regular
Famacoa	(6,2km/3,97km=1,56km)	Regular

Tabla 9: Resultados índice de Sinuosidad del cauce principal

Análisis Cualitativo

En función de los tres tipos de caracteres cualitativos que indican los aspectos erosivos de la red de drenaje se puede establecer una clasificación de la erosión hídrica en función de su magnitud.

Para ello se han asignado valores en función de la energía teórica que muestran estos aspectos cualitativos. La idea se ha basado en la valoración cualitativa que realiza van Zuidam (1978) de diversos aspectos erosivos de parcelas de cultivo, en los que las cifras más elevadas indican una mayor energía erosiva:

Tipología de la red						
Dendrítica y retorcida	1	Subdendrítica subparalela	y	2	Angulada y paralela	3
Sinuosidad del Cauce						
Tortuoso e irregular	1	Regular y transicional	2	Rectilíneo	3	
Tipo de Lecho						
Material Fino(< 64 mm)	1	Con guijarros y cantos	2	Guijarros y cantos sin caudal	3	
Con rocas y cantos rodados	3	Rocas y cantos sin caudal	4			
Tipo de márgenes						
De acumulación	1	Mixta	2	Roca aflorante	3	

Tabla 10: Valorador de Tipos de Red
Fuente: Senciales (1995)

Subcuenca	Orden	Tipología de red	Sinuosidad del cauce	Tipo de Lecho	Tipo de Márgenes	total
Los Gauchos	4	2	2	4	2	10
El Pantanito	4	2	2	3	2	9
Famacoa	5	1	2	3	1	7

Tabla 11: Valoración de Tipos de Red

Los mayores índices de actividad fluvial se dan en la subcuenca los Gauchos y luego en la Subcuenca Pantanito en relación con las mayores alturas de la sierra de Pie de Palo, ya que deben salvar fuertes desniveles y la

Subcuenca Famacoa presenta el menor por encontrarse en el piedemonte aportan los valores más bajos debido a una pendiente menos acusada, por ello una menor fuerza erosiva.



Fotografía 1: Tomada en trabajo de Campo 16-11-24
Cauce principal subcuenca Los Gauchos



Fotografía 2: Tomada en trabajo de Campo 16-11-24
Cauce principal subcuenca Pantanito



Fotografía 3: Tomada en trabajo de Campo 17-11-24
Cauce principal subcuenca Famacoa

Aspectos biogeográficos

Para analizar el factor biótico se recurrió al análisis de la cubierta vegetal del área de estudio al utilizar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) propuesto por (Rouse, Haas, Deering , & Schell, 1974) Este es un indicador de biomasa fotosintetizante acti-

va, adecuado para cubiertas con importantes niveles de clorofila. El procesamiento se realizó con imágenes del satélite Landsat 8 que corresponden a 5 de marzo de 2025, la selección temporal se corresponde con las características fenológicas del sector trabajado.

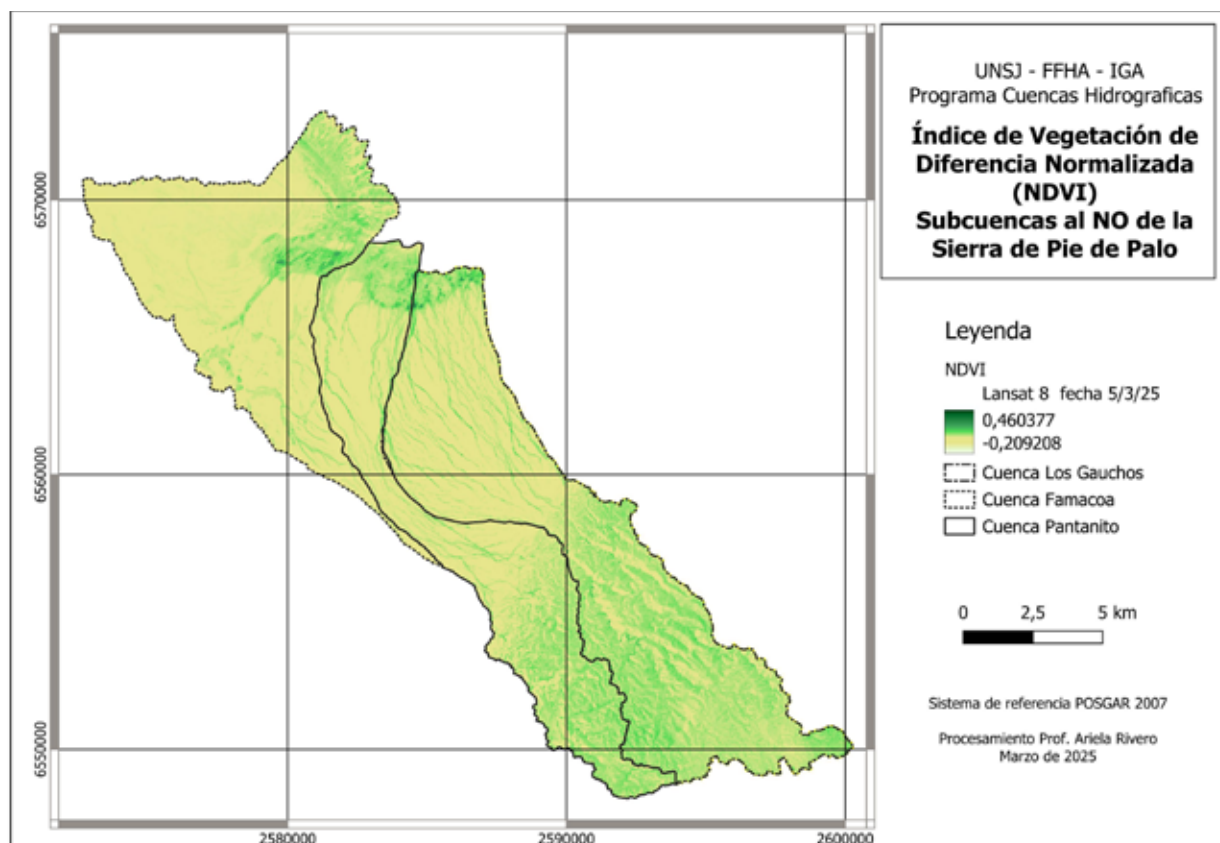


Figura 6: Carta de densidad de vegetación

Como señala Chuvieco (2010) los valores varían entre -1 y +1; se puede determinar un umbral crítico de NDVI para la presencia de vegetación en 0,1 el cual corresponde al límite de presencia y ausencia de vegetación. Por otro lado, también establece límites para las áreas de vegetación densa en las cuales el índice toma valores entre 0,5 y 0,7.

Los máximos valores rondan los 0,30 lo que indicaría mayor presencia de vegetación en los márgenes de los ríos, en las laderas más elevadas de la Sierra de Pie de Palo y en el curso inferior de las subcuencas donde se observó mayor cantidad de algarrobos y en algunos sectores tocones de vieja data lo que indicaría que fueron talados.



Fotografía 4 y 5: Tomadas en trabajo de Campo 16-11-24

Desde el punto de vista climático el área pertenece según la clasificación de Köppen a BWwka BS: clima de desierto que llueve durante el verano w: Estación seca en invierno, k: frío: la temperatura media anual es inferior a 18° C y la media del mes más caluroso sup. a 18° C a: la temperatura media del mes más cálido es superior a 22° (Poblete y Minetti, 1989).

Los valores obtenidos, se pueden explicar por las características biogeográficas de la vegetación presente en el área de estudio. Las condiciones de relieve y clima determinan la presencia de vegetación xerófila de tipo arbustiva y con una distribución espacial discontinua, y escasa clorofila.

A nivel biogeográfico la zona se encuentra en la Región Neotropical, dentro del Dominio chaqueño y a su vez en la provincia del monte (Cabrera, 1976). El área de estudio presenta un predominio de la comunidad climática xerófita, que es una vegetación y fauna adaptada a periodos de sequía.

Se han identificado 12 familias de plantas nativas en el área de estudio siendo la más predominante las fabáceas con 9 especies presentes, seguidas de las cactáceas con 5 especies. Cabe mencionar que en el cauce de la vertiente cercana a las ruinas de Agua del Conejo (ϕ - 31° 7'22.65" - λ : - 68° 4'23.51" - z: 880 msnm), se

pudo registrar un individuo de *Tamarix* sp., la cual es una especie exótica e invasora (Natale, 2008).

Ninguna de las especies de plantas nativas presenta algún grado de amenaza a su conservación y todas están categorizadas según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), como "Preocupación menor".

El conjunto de datos biogeográficos fue tabulado según el orden taxonómico de las especies, sumando un total de 33 taxones vegetales todas angiospermas (Tabla 13). La riqueza de especies Dicotiledóneas sobresale con respecto a las monocotiledóneas.

En relación al listado de la fauna local, el mismo se ha confeccionado en base a datos primarios y secundarios. En primer lugar, el trabajo de campo permitió mediante la observación directa, elaborar una planilla de especies animales registradas con evidencia fotográfica. Luego, en tareas de laboratorio se realizó una exploración bibliográfica en artículos académicos que hayan mencionado fauna en el área de estudio o alrededores. A esto, se le sumó los registros obtenidos de la plataforma de ciencia ciudadana (iNaturalist, 2025).

La mayor parte de las especies de animales no presenta amenaza a su conservación y todas están categorizadas según la Unión Internacional para la Con-

servación de la Naturaleza (UICN), como “Preocupación menor”, salvo el cóndor (*Vultur gryphus*), la rata de

chinchilla (*Abrocoma* sp.) y la mara (*Dolichotis patagonum*) que figuran en la lista como vulnerables.

Riqueza de especies (S); 91 especies.	
Flora: 33 especies	Magnoliopsida (Dicotiledóneas): 27 especies
	Liliopsida (Monocotiledóneas): 5 especies
Fauna: 59 especies	Aves: 34 especies.
	Mamíferos: 9 especies.
	Reptiles: 7 especies.
	Anfibios: 1 especie

Tabla 12: Riqueza de especies de Flora y Fauna

Flora						
Subfilo	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Estado de conservación
Angiospermas	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)	Zygophyllales	Zygophyllaceae	Manca Potrillo	<i>Plectrocarpa tetraantha</i>	Preocupación menor
				Retamo	<i>Bulnesia retama</i>	Preocupación menor
				Jarilla Macho	<i>Larrea cuneifolia</i>	Preocupación menor
				Jarilla Hembra	<i>Larrea divaricata</i>	Preocupación menor
		Caryophyllales	Cactaceae	Penepe	<i>Tephrocactus acaanthus</i>	Preocupación menor
					<i>Tephrocactus articulatus</i>	Preocupación menor
					<i>Tephrocactus alexanderi</i>	Preocupación menor
				Vela de la virgen	<i>Trichocereus strigosus</i>	Preocupación menor
			Amaranthaceae	Penca	<i>Opuntia sulphurea</i>	Preocupación menor
				Zampa	<i>Atriplex lampa</i>	Preocupación menor
				Jume	<i>Allenrolfea vaginata</i>	Preocupación menor
				Vidriera	<i>Suaeda divaricata</i>	Preocupación menor
			Tamaricaceae	Tamarisco	<i>Tamarix</i> sp.	Exótica invasora
		Fabales	Fabaceae	Chañar Brea	<i>Parkinsonia praecox</i>	Preocupación menor
				Falsa Jarilla	<i>Zuccagnia punctata</i>	Preocupación menor
				Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Preocupación menor
				Pichanilla	<i>Senna aphylla</i>	Preocupación menor
				Algarrobo Dulce	<i>Neltuma flexuosa</i>	Preocupación menor
				Algarrobo Negro	<i>Neltuma nigra</i>	Preocupación menor
				Alpataco	<i>Neltuma alpataco</i>	Preocupación menor
				Algarrobo de guanaco	<i>Neltuma argentina</i>	Preocupación menor
				Retortuño	<i>Strombocarpa strombulifera</i>	Preocupación menor
			Polygalaceae	Hualán	<i>Hualania colletoides</i>	Preocupación menor
		Asterales	Asteraceae	Palo Azul	<i>Cyclolepis genistoides</i>	Preocupación menor
				Pájaro Bobo	<i>Tessaria absinthioides</i>	Preocupación menor
				Pichana	<i>Baccharis spartioides</i>	Preocupación menor
		Santalales	Olacaceae	Albaricoque	<i>Ximenia americana</i>	Preocupación menor

	Liliopsida (Monocotiledóneas)	Rosales	Rhamnaceae	Piquillin	<i>Condalia microphylla</i>	Preocupación menor
		Poales	Poaceae	Junquillo	<i>Sporobolus rigens</i>	Preocupación menor
				Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	Preocupación menor
				Cortadera	<i>Cortaderia selloana</i>	Preocupación menor
			Bromeliaceae	Chaguar	<i>Deuterocohnia longipetala</i>	Preocupación menor
			Typhaceae	Tolora	<i>Typha domingensis</i>	Preocupación menor

Tabla 13: Especies de flora registradas en el área de estudio

Fuente: Hughes (2022), Kiesling (2003), Natale (2008).

Fauna					
Clase	Familia	Nombre común	Nombre científico	Tipo de movimiento	Estado de conservación
Aves	Tyrannidae	Monjita coronada	<i>Neoxolmis coronatus</i>	Residente	Preocupación menor
		Fiofio pico corto	<i>Elaenia parvirostris</i>	Migratoria	Preocupación menor
		Tijereta	<i>Tyrannus savana</i>	Migratoria	Preocupación menor
		Burrito cola castaña	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Migratoria	Preocupación menor
		Mosqueta estriada	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Residente	Preocupación menor
		Calandrita	<i>Stigmatura budytoides</i>	Residente	Preocupación menor
		Viudita trinadora	<i>Knipolegus aterrimus</i>	Residente	Preocupación menor
		Piojito Tiquitiqui	<i>Serpophaga subcristata</i>	Migratoria	Preocupación menor
	Rhinocryptidae	Gallito arenas	<i>Teledromas fuscus</i>	Residente	Preocupación menor
		Gallito copetón	<i>Rhinocrypta lanceolata</i>	Residente	Preocupación menor
		Diuca	<i>Diuca diuca</i>	Residente	Preocupación menor
		Benteveo	<i>Saltator aurantirostris</i>	Residente	Preocupación menor
		Verdón	<i>Embernagra platensis</i>	Residente	Preocupación menor
		Piquitodeoro Chico	<i>Catamenia analis</i>	Migratoria	Preocupación menor
	Furnariidae	Cacholote pardo	<i>Pseudoseisura gutturalis</i>	Residente	Preocupación menor
		Cacholote castaño	<i>Pseudoseisura lophotes</i>	Residente	Preocupación menor
		Bandurrita estepania	<i>Upucerthia dumetaria</i>	Residente	Preocupación menor
		Coludito cola negra	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Residente	Preocupación menor
		Canastero Chaqueño	<i>Asthenes baeri</i>	Residente	Preocupación menor
	Passerellidae	Chuschín	<i>Zonotrichia capensis</i>	Residente	Preocupación menor
	Cuculidae	Pirincho	<i>Guira guira</i>	Residente	Preocupación menor
	Columbidae	Paloma manchada	<i>Patagioenas maculosa</i>	Residente	Preocupación menor
		Tortolita	<i>Columbina picui</i>	Residente	Preocupación menor
		Torcaza	<i>Zenaida auriculata</i>	Residente	Preocupación menor
	Passeridae	Gorrion	<i>Passer domesticus</i>	Residente	Preocupación menor
	Apodidae	Colibrí verde	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Residente	Preocupación menor
	Mimidae	Calandria real	<i>Mimus triurus</i>	Residente	Preocupación menor
		Calandria mora	<i>Mimus patagonicus</i>	Residente	Preocupación menor

Mamíferos	Cathartidae	Jote cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>	Residente	Preocupación menor
		Jote cabeza colorada	<i>Cathartes aura</i>	Residente	Preocupación menor
		Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>	Residente	Vulnerable
	Accipitridae	Aguilucho franco	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Residente	Preocupación menor
		Águila Mora	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Residente	Preocupación menor
	Tinamidae	Martineta copetona	<i>Eudromia elegans</i>	Residente	Preocupación menor
	Canidae	Zorro gris	<i>Lycalopex griseus</i>	Residente	Preocupación menor
	Abrocomidae	Rata chinchilla	<i>Abrocoma sp.</i>	Residente	Vulnerable
	Camelidae	Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>	Residente	Preocupación menor
Reptiles	Felidae	Puma	<i>Puma concolor</i>	Residente	Preocupación menor
	Caviidae	Mara	<i>Dolichotis patagonum</i>	Residente	Vulnerable
		Cuis chico	<i>Microcavia australis</i>	Residente	Preocupación menor
	Ctenomyidae	Tuco tuco	<i>Ctenomys sp.</i>	Residente	Preocupación menor
	Chinchillidae	Chinchillón	<i>Lagidium viscacia</i>	Residente	Preocupación menor
	Chlamyphoridae	Piche	<i>Zaedyus pichiy</i>	Residente	Casi amenazado
	Liolaemidae	Lagartija de Darwin	<i>Liolaemus darwini</i>	Residente	Preocupación menor
		Chelco cuyano	<i>Liolaemus cuyanus</i>	Residente	Preocupación menor
		Lagartija de Acosta	<i>Liolaemus acostai</i>	Residente	Preocupación menor
		Lagartija	<i>Liolaemus olongasta</i>	Residente	Preocupación menor
	Teiidae	Lagartija verde	<i>Telus teyou</i>	Residente	Preocupación menor
Anfibios	Phyllodactylidae	Geko del monte	<i>Homonota underwoodi</i>	Residente	Preocupación menor
	Colubridae	Pseudotomodon	<i>Tachymenis trigonatus</i>	Residente	Preocupación menor
	Bufonidae	Sapo Argentino	<i>Rhinella arenarum</i>	Residente	Preocupación menor
Insectos	Sicariidae	Araña arenera	<i>Sicarius levi</i>	Residente	Preocupación menor
	Bothriuridae	Alacrán	<i>Brachistosternus sp.</i>	Residente	Preocupación menor
	Libellulidae	Libélula	<i>Erythrodiplox connata</i>	Residente	Preocupación menor
	Vespidae	Avispa Papelera	<i>Polistes buyssoni</i>	Residente	Preocupación menor
	Cicadidae	Chicharra	<i>Callopsida cinnabarina</i>	Residente	Preocupación menor
	Pompilidae	Avispa caza tarántula	<i>Pepsis sp.</i>	Residente	Preocupación menor
	Apidae	Abejas Colectoras de Aceites	<i>Centris sp.</i>	Residente	Preocupación menor
	Erebidae	Polilla	<i>Eudemia argentiniensis</i>	Residente	Preocupación menor

Tabla 14 : Especies de fauna registradas en el área de estudio

Fuente: Acosta (2017), Gualtieri (2015), Iribas (2025), iNaturalist (2025), López-Lanús (2022), Lucero (2020), Teta (2024, 2025).

6. CONCLUSIONES

El análisis morfométrico de las subcuencas hidrográficas demostró un sistema complejo, donde la tectónica activa, la geomorfología y el clima árido interactúan en su configuración caracterizada por pendientes y densidad de drenaje, lo que aumenta la torrencialidad de los ríos secos o uadis.

En el caso de las cuencas Los Gauchos y El Pantanito la distribución de los relieves de mayor a menor altura

van en dirección SE a NO, respectivamente. Por su parte, los relieves de mayor altura de Famacoa se encuentran distribuidos en dos sectores, al SO y al SE, luego disminuyen su altitud en el sector medio siendo en el NE las menores alturas.

La cuenca Los Gauchos presenta un relieve de tipo residual, con un área menor al 35% debajo de la curva hipsométrica. Al inicio de la curva manifiesta una gran

pendiente, luego una disminución hacia la parte media, con un amesetamiento y en la parte baja una pendiente más suave, característica de zona de llanuras o penillanuras.

El Pantanito posee un relieve joven, cuyo porcentaje de área debajo de la curva es mayor al 60%, indicando que la mayoría de su territorio es elevado y con gran pendiente en el sector inferior de la cuenca. Esto puede representar peligro de inundación.

Famacoa tiene un relieve en equilibrio, con un área de entre 35 al 50% debajo de la curva. En el origen de ésta, presenta suave pendiente, lo cual aumenta en el sector medio y vuelve a disminuir en el sector inferior.

Los datos obtenidos para la Ley de Horton de Bifurcación en las tres cuencas analizadas revelan un patrón claro: el número de cauces disminuye progresivamente a medida que aumenta su orden jerárquico. Este comportamiento evidencia que en las zonas de cabecera (nacientes), existe una mayor densidad de cauces de órdenes inferiores (1, 2, 3), caracterizados por su abundancia y menor tamaño. Hacia la desembocadura, la red de drenaje converge en un único cauce principal (orden superior), el cual recibe los aportes hídricos de todos los tributarios menores.

Las condiciones de relieve y clima determinan la presencia de vegetación xerófila de tipo arbustiva y con una distribución espacial discontinua. Los mayores índices de actividad fluvial se dan en la subcuenca Los Gauchos y luego en la Subcuenca Pantanito en relación con

las mayores alturas de la Sierra de Pie de Palo, ya que deben salvar fuertes desniveles y la Subcuenca Famacoa presenta el menor por encontrarse en el piedemonte aportan los valores más bajos debido a una pendiente menos acusada, por ello una menor fuerza erosiva.

Las condiciones de relieve y clima determinan la presencia de vegetación xerófila de tipo arbustiva y con una distribución espacial discontinua con mayor presencia en los márgenes de los ríos, en las laderas más elevadas de la Sierra de Pie de Palo y en el curso inferior de las subcuencas donde se observó mayor cantidad de Algarrobos y en algunos sectores tocones de vieja data lo que indicaría que fueron talados.

Se han identificado 12 familias de plantas nativas en el área de estudio siendo predominantes las fabáceas con 9 especies presentes, seguidas de las cactáceas con 5 especies.

La Ruta Provincial 33 se ve afectada por las crecidas aluvionales. La deforestación puede desestabilizar laderas, incrementando el riesgo de aluviones, especialmente en la época estival. Los tramos más susceptibles se encuentran en las subcuencas Los Gauchos y Pantanito, donde la escorrentía superficial se concentra.

Se propone la implementación de obras viales, como defensas y sistemas de drenaje, junto con un programa de mantenimiento preventivo, para mitigar los daños. Además, se destaca la importancia de la ruta como eje para el geoturismo y la investigación científica.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acosta J. et al (2017) Los reptiles de San Juan. 1a ed. Editorial UNSJ, San Juan, 132 pp.

Cabrera, A. L. (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1, tomo II, segunda Edición. Editorial ACME S.A.C. T.

Catterberg, G., & Mercado, R. (2017). Informe Nacional sobre Desarrollo Humano 2017. Información para el desarrollo sostenible: Argentina y la Agenda 2030. Buenos Aires: PNUD.

De Jong, G. (1992). Tratamiento Metodológico de los Problemas Ambientales de los Aprovechamientos Hidroenergéticos en el Marco de las Políticas Nacionales e Internacionales. (D. d. Comahue, Ed.) Boletín Geográfico N° 18.

Gómez Orea, D. (2002). Ordenación Territorial. Madrid: Mundi Prensas.

González Martín, M. C. (2017). Evaluación de los Usos de las Aguas en el Oasis Ullum-Zonda, provincia de San Juan (Argentina). Esp. en Tec. del Agua -FI-UNSJ.

González Martín, M. C. (2002). Bases para la Planificación y el manejo del Valle de Ullum Zonda. Memoria para optar por el título de Maestría en Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Neuquén, Argentina: FFHA -Universidad Nacional del Comahue.

Gualtieri, A. F. (2015). Arañas argentinas: una introducción / Ariel Félix Gualtieri. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ariel Félix Gualtieri. Libro digital.

Hughes, C.E.; Ringelberg, J.J.; Lewis, G.P.; Catalano, S.A. (2022). Disintegration of the genus *Prosopis* L.(Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). *PhytoKeys*, 205, 147

iNaturalist. (Abril de 2025). ArgentiNat. www.argentinat.org

Iribas F. (2025) Guía de anuros de San Juan. Programa de investigación Bio-Eco-Fisiología Ambiental: Interacciones de los organismos con el medio ambiente. ICB FFHA. Documento recuperado el día 19/06/2025 de <https://ecrasj.wordpress.com/wp-content/uploads/2025/03/anfibios-de-san-juan-1.pdf>

ITC, V. H. (1991). Sistema de Levantamientos Geomorfológicos. ITC N° 10.

Kiesling, R. (dir.) (1994). Flora de San Juan. República Argentina. Volumen I. Buenos Aires: Vázquez Mazzini.

Kiesling, R. (dir.) (2003). Flora de San Juan. República Argentina. Volumen II. Buenos Aires: SIGMA.

Kiesling, R. (dir.) (2009). Flora de San Juan. República Argentina. Volumen IV. San Juan: EFU-UNSJ.

Kiesling, R. (dir.) (2013). Flora de San Juan. Repú-

blica Argentina. Volumen III-b. Mendoza: Zeta Editores.

Kiesling, R. (dir.) (2018). Flora de San Juan. República Argentina. Volumen III-a. Mendoza: Zeta Editores.

López-Lanús B. (2022). Guía Audiornis de las aves de Argentina, fotos y sonidos; identificación por características contrapuestas y marcas sobre imágenes. Quinta edición. Audiornis Producciones. Buenos Aires. Argentina, 640 pp.

López Lauenstein, D. , Vega, C. (2024). El cultivo del Algarrobo en Argentina. Buenos Aires: Ediciones INTA; Centro de Investigaciones Agropecuarias, 2024. 425 pp.

Lucero, F. (2020). Distribución y Nidificación de las Aves NO PASSERIFORMES y PASSERIFORMES en la provincia de San Juan, Argentina.

Natale, E. S., Gaskin, J., Zalba, S. M., Ceballos, M., & Reinoso, H.E.. (2008). Especies del género Tamarix (Tamaricaceae) invadiendo ambientes naturales y seminaturales en Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 43(1-2), 137-145. Recuperado en 19 de junio de 2025, de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722008000100010&lng=es&tlng=es

Poblete, A. , Minetti, J. (1989). Los mesoclimas de San Juan Informe tecnico N°11. San Juan: CICAJ-CO-NICET.

Senciales Gonzalez, J. (1995). El Análisis morfológico de las cuencas fluviales, aplicado al estudio hidrológico. Málaga: Depto de Geografía - Universidad de Málaga.

Rouse, J. W., Haas, R. H., Deering , D. W., & Schell, J. A. (1974). . Monitoring the vernal advancement of retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. USA: NASA/GSFC, Type III, Final Report. Greenbelt, MD.

Teta, P. (2024) Mamíferos de Argentina. Tomo I. 1a ed. Balcarce: Ediciones LBN, 352 pp.

Teta, P. (2025) Mamíferos de Argentina. Tomo II. 1a ed. Balcarce: Ediciones LBN, 400 pp.

Van Zuidan, R. A., & VAn Zuidan Cancelado, F. I. (1979). Terrain analysis and classification using aerial photographs. ITC Texbook of pfoto-interpretation. Holanda: Intenational Institute for Aerial Survey and Esrth Sciences.

Vich, A. I. (1999). Aguas Continentales; formas y procesos. Mendoza: ZETA Editores SRL.

