

Línea de Base Geoambiental de la Carta Satelital 2966-10 - Catamarca

Geo-Environmental Base Line of the Satellite Charter 2966-10 - Catamarca

Jorge Eremchuk¹, Adriana Musuruana², Miriam Cisternas¹, Francisco Purulla¹,
Gustavo Morales¹

¹ Departamento de Geología, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCA. Catamarca. Argentina

² Dirección Provincial de Gestión Ambiental Minera. Catamarca. Argentina

eremchuk@tecno.unca.edu.ar; amusuruana@yahoo.com.ar; mciste@hotmail.com; purullafrancisco@gmail.com
gustavomorales.geo@gmail.com

Recibido: 25/06/2020 - **Aceptado:** 17/08/202

Resumen

El presente trabajo tuvo por objetivo generar información geoambiental sistematizada del sector del Valle Central de Catamarca, ubicado entre las coordenadas X₁3500014 - Y₁ 6866395 y X₂ 3548814 - Y₂ 6829639, aportando datos de diferentes parámetros de áreas ambientales homogéneas, como documento base para Áreas de Influencia Indirecta de los proyectos antrópicos a desarrollar en dicha zona. Tomando como base la carta de imagen satelital 2966-10 del Instituto Geográfico Nacional, la actualización de la información ambiental apoyada en la interpretación visual y procesamiento digital de escenas satelitales multitemporales y documentos públicos e inéditos, se elaboró cartografía geo-temática ambiental bajo un entorno de SIG, que posibilitó el análisis de diferentes parámetros geológicos y antrópicos obteniendo una zonificación del área de estudio, donde indicadores de actividad antrópica y del sistema físico natural poseen un comportamiento semejante. Esta línea de base ambiental permitirá identificar los principales "impactos ambientales" para el Área de Influencia Indirecta de un proyecto u obra civil, reconocer los indicadores de "riesgos naturales" sobre las diferentes actividades del hombre y usar dicha información para plantear a nivel de "directrices", un Plan General de Ordenamiento Territorial de la zona de estudio.

Palabras claves: Información geoambiental – Sistema de Información Geográfico – Valle central de Catamarca

Abstract

The aim of this research work was to generate systematized geoenvironmental information of the Central Valley of Catamarca, in a sector located between coordinates 28° 20' and 28° 40' latitude South and 66° 00' and 65° 30' longitude West. It is expected to provide data on different parameters of homogeneous environmental areas, as a base document for Indirect Influence Areas of the anthropic projects to be developed in said area. Based on the satellite image chart 2966-10 of the National Geographic Institute, the updating of environmental information supported by the visual interpretation and digital processing of multi-temporal satellite scenes and public and unpublished documents, environmental geo-thematic cartography was prepared under a GIS environment. This, enabled the analysis of different geological and anthropic parameters, obtaining zoning of the study area, where indicators of anthropic activity and the natural physical system have a similar behavior. This environmental baseline will allow identifying the main "environmental impacts" for the Indirect Influence Area of a project or civil work, recognizing the indicators of "natural risks" on the different human activities and using this information to propose "guidelines": for a General Land Use Planning for the study area.

Keywords: Geoenvironmental information - Geographic Information System - Central Valley of Catamarca

1 Introducción

La Línea de Base Geoambiental (LBA) es la caracterización del sistema físico natural del ambiente de un determinado espacio geográfico cuya información y datos relevados son necesarios como documentación válida antes del inicio de una intervención antrópica sobre el territorio, conceptos señalados en las Cartas

temáticas del SEGEMAR (Cap. I de la Ley 24224/93). Permite evitar diagnósticos incorrectos e insuficientes que puedan trasladarse a los resultados de los impactos potenciales de una determinada área de estudio.

En la Argentina y en la provincia de Catamarca, documentos relacionados a este tema, son escasos o nulos y los existentes están restringidos a las publicaciones sobre Línea de Base Ambiental,

generadas por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) a escala 1:250.000, información de referencia a tener en cuenta para las áreas de influencia indirecta de ciertos proyectos antrópicos sobre una región dada.

Un Estudio o Informe de Impacto Ambiental (EIA o IIA), que alcance cierta validez y confiabilidad, dentro de las “Áreas Operativas” (AO) y de “Influencia Directa” (AID), implica la realización de estudios del sistema físico natural con un relevamiento de datos, que permita relacionar el proyecto civil con los factores ambientales de dichas áreas, especialmente con el AID, cuyas dimensiones pueden alcanzar un radio aproximado de los 2000 metros del proyecto operativo, según normas estandarizadas generadas por la Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM), la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y el Instituto Argentino de Normalización y Certificación - Organización Internacional de Normalización o Estandarización (IRAM-ISO).

Los EIA se han convertido en una herramienta preventiva, para evitar o minimizar los impactos sobre el medio natural o las personas, generados por cualquier actividad antrópica. Cualquiera fuesen sus procedimientos a aplicar requieren de información ambiental de detalle, especialmente sobre las AO y AID.

La primera normativa referente a los EIA se remonta a EEUU a principio del año 1970, con la “Ley Nacional sobre Política Medioambiental” (National Environmental Policy Act – NEPA). A fines del mismo año se crea la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency – EPA) como organismo reglamentario y de revisión de los estudios sobre la temática, especialmente sobre agua, aire, residuos y radiación.

En nuestro país, la temática ambiental comienza a concientizarse y difundirse, dentro del ámbito de las universidades a fines de la década del '80 y en el ámbito de la actividad privada a mediados de la década del '90 con la normativa minero-ambiental, con la construcción de las líneas de gasoductos y el ordenamiento territorial de la red vial principal para sacar la producción de las provincias del interior hacia los puertos del Pacífico y del Atlántico.

Los métodos más conocidos para elaborar los EIA son:

- *Listas de comprobación o “Check list”*: Constituyen uno de los procedimientos más simples que se utilizan, de carácter unidimensional; como antecedente se puede citar los presupuestos mínimos de la Ley 24585, elaborados bajo este criterio, con sugerencia de presentación de una cartografía a escala adecuada. Uno de los principales inconvenientes del método es la naturaleza subjetiva del personal técnico que

las elabora, lo que significa que dichas listas no siempre son satisfactorias para diferentes evaluadores.

- *Sistema de Matrices*: Esta metodología se desarrolla teniendo en cuenta las acciones del proyecto con los componentes del medio físico natural y social afectados. Pueden ser simples o complejas, de las cuales las más conocidas, son las de los autores Leopold [1] y Conesa Fernandez-Vitora [2]. Esta última consiste en un procedimiento analítico, en donde es factible asignar la importancia a cada impacto ambiental de un determinado proyecto.
- *Sistema de Diagramas*: Es un método de efectos en cadena o "matriz en fases"; el más usual es el modificado por el autor Rau [3]. Consiste en asignar un porcentaje a cada uno de los impactos en unidades comunes, las cuales son puestas en una escala relativa de acuerdo a su importancia en puntaje.
- *Superposición de mapas o técnicas de integración*: Estos procedimientos técnicos están muy relacionados al Ordenamiento Territorial o Línea de Base Ambiental, la superposición puede realizarse en forma manual o mediante algún software, de tipo Sistema de Información Geográfica (SIG) que permite identificar la capacidad y aptitud de diferentes unidades homogéneas o de síntesis de un territorio. El precursor de este método fue McHarg [4].

El IIA, cuya información puede evaluarse con validez y confiabilidad, es de fundamental importancia para la Vigilancia o Monitoreo Ambiental (VMA) durante el desarrollo y cierre de un proyecto antrópico. Dicha supervisión se realiza a través de:

- *Inspección Ambiental*: controla y fiscaliza las actividades declaradas y efectúa controles en fuentes y/o puntos de generación potencial de contaminantes (emisiones o efluentes).
- *Auditoría Ambiental*: involucra una actividad de análisis que evalúa el Sistema de Gestión Ambiental, declarado en el IIA, para determinar posibles errores y pautas para su corrección. El auditor y/o equipo auditor, deben acreditar formación, experiencia y capacidad en las normas estandarizadas sobre Gestión Ambiental.

Se debe tener en cuenta que una obra civil; un barrio, una cantera de árido, una carretera, etc., poseen una superficie relativamente reducida, lo que significa que se debería contar con datos ambientales a una escala de detalle, especialmente del sistema físico natural correspondiente a las AO y AID del proyecto u obra civil.

El documento generado a partir de mapas geo-temáticos (topografía, geología, geomorfología, climático, vegetación, suelos, usos del suelo e infraestructura) a

escala 1:100.000 es una aproximación sistémica de base del Área de Influencia Indirecta (AII) de los proyectos civiles, entendiendo a éstos como una actividad antrópica a realizar sobre el sistema ambiental físico natural.

Para que los EIA y sus programas VMA, sean sustentables y sostenibles en el tiempo y dentro de un espacio físico natural, necesitan ser elaborados a partir de datos e información que tengan una relación verificable a sus áreas de influencias: AO y AID.

El Valle Central de Catamarca, en los últimos 20 años ha evidenciado un cambio en el uso del suelo natural o rústico a consecuencia de la expansión urbana y la frontera agrícola, generando conflictos con el aprovechamiento de los recursos naturales, especialmente el suelo, el agua y los materiales pétreos para la construcción. Estas actividades se realizan a veces, sin tener en cuenta los impactos y los riesgos potenciales que pueden producir.

El presente trabajo tuvo por objetivo generar información geoambiental sistematizada de un sector del Valle Central de Catamarca, ubicado entre las coordenadas $X_1 3500014 - Y_1 6866395$ y $X_2 3548814 - Y_2 6829639$ aportando datos de diferentes parámetros de áreas ambientales homogéneas desde el punto de vista geológico, como documento base para las Áreas de Influencia Indirecta de los proyectos antrópicos que se puedan realizar en dicha zona. mostrar

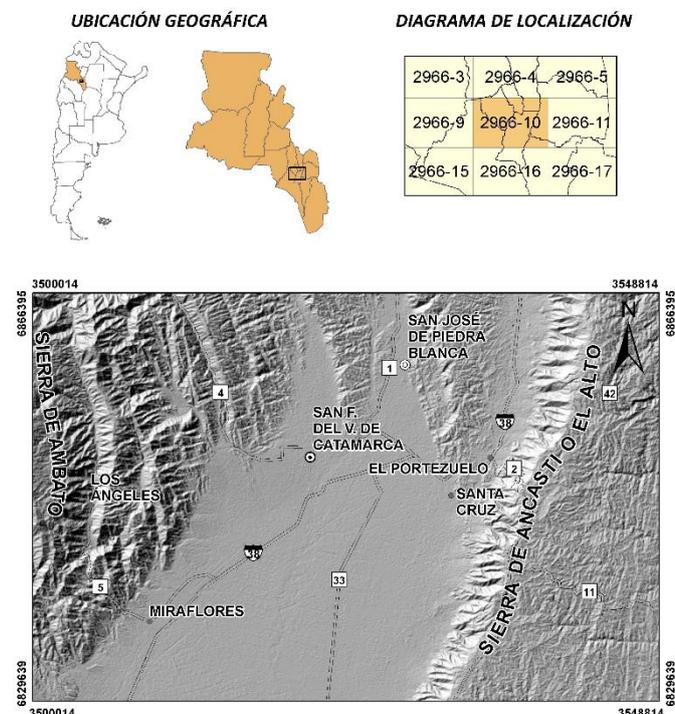


Figura 1: Ubicación del área de estudio. Se presenta en la parte superior, el diagrama de localización de la carta de imagen satelital 2966-10, según grilla del Instituto Geográfico Nacional. En la parte inferior se muestra el relieve a través de un DEM, con indicación de localidades, sierras y vías de acceso.

La Figura 1 exhibe la ubicación geográfica del área de estudio y el diagrama de localización de la carta de imagen satelital 2966-10, según grilla del Instituto Geográfico Nacional. En el Modelo Digital de Elevación (DEM) se muestra el relieve del valle intermontano, drenado por el río del Valle y circundado por la Sierra de Ambato al oeste, la Sierra de Ancasti al este y las serranías de El Colorado, Fariñango y Graciana al norte. Estos cordones montañosos, con orientación predominante N-S, poseen un perfil asimétrico, con laderas abruptas hacia el oeste y más extendidas hacia el este.

Este documento exhibe la LBA del territorio analizado, presentado bajo el carácter unidades de síntesis o áreas homogéneas, las cuales fueron obtenidas de la cartografía geotemática ambiental elaborada correspondiente al área de estudio de la Hoja Satelital 2966-10.

2 Materiales y Métodos

La investigación ha involucrado aspectos exploratorios y descriptivos, tomando como unidad de observación, el sistema geoambiental del Valle Central de Catamarca.

Se utilizó como base la carta de imagen satelital 2966-10, producto editado por el Instituto Geográfico Nacional a partir del procesamiento de imágenes LANDSAT 5 TM, del año 1995. Además, se empleó el Modelo Digital de Elevación de Argentina (MDE-Ar), que utiliza el modelo propuesto por la National Geospatial – Intelligence Agency (NGA) con una resolución de 30 metros.

Para el análisis de la vegetación en las unidades Vertientes Solanas y Terrenos Fluvio - Eólicos se usó el índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI) que permite generar una imagen que muestra la biomasa relativa o verdor, a partir de las bandas 8 (infrarrojo) y 4 (rojo) del sensor SENTINEL 2, de fecha 22 de febrero del 2020.

Los documentos, generados mediante un Sistema de Información Geográfica a partir del software ArGis versión 10.3, consistieron en la elaboración de la siguiente cartografía temática a escala 1:100.000: Topografía (con curvas de nivel cada 100 m), Pendiente, Hidrografía, Clima (Precipitaciones), Geología, Geomorfología, Suelos, Vegetación y Usos del Suelo e Infraestructura.

La actualización de la información ambiental estuvo basada en la interpretación visual y procesamiento digital de escenas satelitales multitemporales tomando como base una serie de documentos públicos e inéditos.

Se citan a continuación los de mayor relevancia en orden temporal: Merea Llanos [5], Nullo F. [6], Da

Silva et al. [7], Morlans C. [8] y [9], Sayago, M. [10], Blasco et al. [11], Nieva T. [12], Eremchuk et al. [13], [14] y [15], Ojeda et al. [16], Quiroga et al. [17], Ibáñez et al. [18], Puchulu et al. [19], Ahumada R. [20]. También se tuvieron en cuenta informes generados por el grupo de trabajo a través de proyectos de investigación anteriores expresado en tesis de grado [21], [22] y [23].

La posibilidad de superponer la cartografía en un SIG, el análisis morfológico y de la actividad antrópica del área de estudio permitió delimitar áreas homogéneas desde el punto de vista geoambiental, en donde los parámetros del sistema físico natural se comportan con cierta uniformidad.

En las unidades geoambientales homogéneas se ha considerado la información de cada uno de las variables cartografiadas en el SIG, las cuales se expresan en los resultados alcanzados.

A los efectos de esta publicación la cartografía presentada ha sido reducida a 1:285.000.

3 Resultados y Discusión

El principal resultado de esta investigación consistió en la generación de la carta de línea de base geoambiental, donde se han identificado y caracterizado las variables de relevancia de las “unidades homogéneas geoambientales” del área de estudio (Figura 2), que se detallan a continuación:

3.1 Áreas cumbresales

Relieve: Constituye un relieve sub-aplanado, ligeramente ondulado, que se encuentran por encima de los 1100 m s. n. m. en las divisorias de agua de los bloques de las sierras de Ambato y 1800 m s. n. m. en la Sierra de Ancasti.

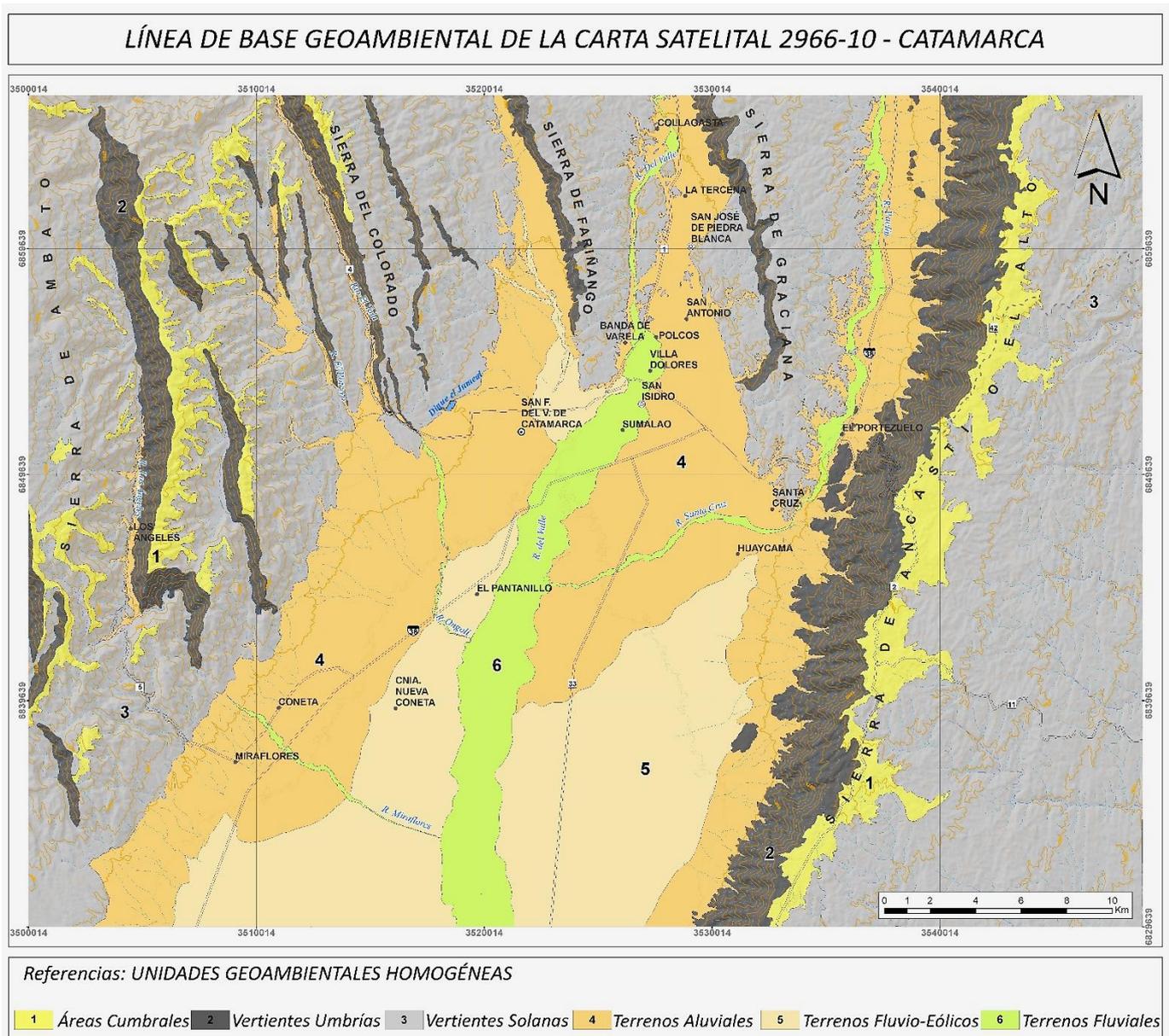


Figura 2. Carta Geoambiental del área comprendida por la carta de imagen satelital 2966-10 - Catamarca

Pendiente: El valor medio de pendiente de estos terrenos resultó de 14,72 %.

Litología: El material parental de estas áreas corresponde a sedimentos eólicos denominados “loess”, cuyo rango granulométrico (limos y arenas finas) varía entre 0,002 a 0,063 mm de tamaño.

Drenaje: El escurrimiento superficial dominante es el laminar a pobremente encauzado. Cuando existen cambios de pendiente locales de carácter abrupto, suelen formarse cárcavas en los terrenos. El coeficiente de infiltración es bajo a nulo y solo suele alcanzar, como máximo, unos 30 a 45 cm de profundidad.

Precipitaciones: En el sistema serrano del Ambato la isohieta indicadora es igual o menor a los 600 mm anuales, mientras que en las cumbres de Ancasti la isohieta inferior de la unidad es la de 700 mm anuales.

Vegetación: Las zonas que se ubican por encima de los 3000 m, en la Sierra de Ambato, corresponden a la provincia fitogeográfica de Alto Andino, caracterizada por la presencia de vegetación xerófila, baja y rala, siendo las especies más típicas *Stipa frígida* y *Festuca orhophyla*. Por debajo de esa altura, dominan los Pastizales de altura del Chaco Serrano entre las que se destacan especies invernales tales como *Stipa tenuissima*, *S. ichu*, *Festuca hieronymii*. y, en menor proporción, *Bromus unioloides*, *Eragrostis lugens*, *Piptochaetium montevidense* [9].

Suelos: La asociación de suelos dominantes, de bajo desarrollo, en esta unidad tiene como material parental a los limos loésicos dentro del Orden de los Entisoles. Puchulu et al. [19].

Actividad Antrópica: En la zona de las cumbres del Ambato, no existe actividad humana, mientras que en el área cumbral del Ancasti, se desarrolla el pastoreo y se ubican algunos sitios de carácter turístico o recreativo. Sobre estos terrenos se encuentra desarrollada la red vial troncal que une el valle de Catamarca con las localidades del Este de la provincia.

3.2 Vertientes Umbrías

Relieve: Las laderas delimitadas son formas angostas y alargadas, que miran hacia al hemisferio sur y corresponden a las escarpas degradadas de las fallas principales y secundarias que, conforman los bloques asimétricos y depresiones del ambiente serrano, principalmente de las sierras de Ambato.

Pendiente: Estas áreas son las de mayor pendiente, dentro del rango de fuertes a abruptas, con valores mayores o iguales al 30%, alcanzando como valor medio 27,64%.

Litología: El sustrato rocoso corresponde a las unidades geológicas del Basamento Metamórfico, con un

dominio de rocas metamórficas de esquistos y gneises y presencia localizada de diatexitas y cuerpos graníticos. Debido a los procesos exógenos superficiales, se puede encontrar materiales meteorizados en tránsito, los cuales pueden generar deslizamientos o aluviones gravitacionales sobre los sectores bajos fuera de la unidad.

Drenaje: El patrón típico de los cursos de aguas responde al sistema torrencial, con colectores principales subparalelos, donde el coeficiente de escurrimiento superficial es dominante sobre la infiltración, la cual es baja o nula y del carácter secundaria, aprovechando el sistema de planos de debilidad de la roca.

Precipitaciones: Esta unidad se sitúa en el ambiente serrano, se caracterizan como las áreas de mayor humedad y el rango de las precipitaciones se encuentra por encima de la isohieta de 500 mm anuales.

Vegetación: Estos espacios naturales pertenecen a la ecorregión o provincia fitogeográfica del Chaco Serrano y dado la presencia su relevante humedad anual, cobra importancia la densidad de la cubierta vegetal. La región del Chaco Serrano posee un primer piso de bosque serrano, cuyas especies características son *Schinopsis haenkeana* (orco quebracho), *Lithraea ternifolia* (molle de beber) y Fagara coco (coco), acompañadas de *Chorisia insignes* (palo borracho), *Acacia visco* (viscote), *Ruprechtia apetala* (viraro), *Aspidosperma* (quebracho blanco), *Prosopis alba* y *P. nigra*, *Schinus areira* (terebinto) y *Myrcianthes cisplatensis* [9]. Sobre los 1500 m s. n. m. continua un piso de arbustos y pastos, cuyos elementos predominantes son diversas especies de los géneros *Stipa*, *Festuca*, *Bothriochloa* y *Piptochaetium*, y especies arbustivas como *Acacia caven*, *Collettia spinosissima* (barba de tigre), *Aloysia gratissima* (palo amarillo), *Minthostachys verticillata* (peperina), *Baccharis articulata* y *B. crispata* (carquejas), *B. coridifolia* (mío) [9]. culminando a mayores valores de altura, con vegetación herbácea tipo pastizal.

Suelos: El desarrollo edáfico es incipiente y escaso, dado que la roca madre genera material coluvial en tránsito con presencia de suelos del Orden de los Entisoles (Roca + Torriortentes tauto-árgicos) [19] y [24].

Actividad Antrópica: No existe dentro de esta unidad geoambiental homogénea la presencia de actividad humana importante, salvo la construcción al pie o media ladera de aquellas vías de comunicación entre las diferentes localidades, las cuales pueden estar sometidas al riesgo natural de posibles deslizamientos de las laderas.

3.3 Vertientes Solanas

Relieve: Corresponden a las laderas consecuentes con la pendiente regional de los principales bloques serranos de las sierras de Ambato y Ancasti. Son el resultado de la tectónica de fallas inversas de algo ángulo, de dirección N-S, producto de la orogénesis de la cordillera de los Andes.

Pendiente: Estos terrenos, dentro del ambiente serrano, poseen declives que oscilan entre los valores de 12 al 30. El valor medio es de 17,10%.

Litología: El sustrato rocoso, al igual que las Vertientes Umbrías, responde a formaciones geológicas del Basamento Metamórfico regional, caracterizadas por esquistos y gneises, más la presencia restringida de sectores de diatexitas y cuerpos graníticos.

Drenaje: El diseño de la red de drenaje, es importante con colectores del orden 4 a 5, consecuente con la pendiente regional o subsecuente con la orientación de las depresiones tectónicas intraserranas. Los cursos de agua de orden menor, presentan un diseño subangular dado que están controlados por la estructura de la roca (falla, fracturas y esquistosidad). En esta área el escurrimiento superficial es claramente dominante sobre el coeficiente de infiltración, el cual es de carácter secundario.

Precipitaciones: Esta unidad homogénea se caracteriza por recibir la mayor cantidad de precipitaciones anuales, cuyas isohietas límites son las de 500 a 700 mm anuales.

Vegetación: El área corresponde a la eco-región o provincia fitogeográfica del Chaco Serrano, en donde la cubierta vegetal presenta una densidad relevante y con un estado sanitario bueno a muy bueno dado por el análisis de "índice del NVDI" de la imagen satelital Sentinel 2, del 22 de febrero de 2020. Sus especies típicas han sido mencionadas en la unidad Vertientes Umbrías

Suelos: El desarrollo edáfico en este ambiente se encuentra dentro del Orden de los Entisoles, con suelos formados por Roca + Ustortentes líticos o Torriortentes líticos [19] y [24].

Actividad Antrópica: La presencia del hombre está restringida a sectores locales de pendiente medias y en las zonas bajas de las depresiones intraserranas existentes, con asentamientos rurales o rural-urbano como las quebradas de Los Ángeles, El Tala y El Potrero y los tramos australes de las depresiones de Valle Viejo y Paclín.

3.4 Terrenos Aluviales

Relieve: Esta unidad responde a la zona pedemontana, que posee una forma de rampa inclinada que une el ambiente serrano con la depresión del Valle Central. Cabe señalar que en el sector proximal al

tronco montañoso, existen relictos sobre elevados del primer nivel de piedemonte.

Pendiente: El declive que presenta esta unidad es menor al 12 %, con un valor medio de 4,14%. Un caso de excepción es el abanico terminal del río Santa Cruz o Paclín, cuya pendiente se encuentra en el orden del 3 %. **Litología:** El material sedimentológico de esta unidad, en su mayoría gravas y arenas gravosas, está estrechamente relacionada al área de aporte del sistema serrano, es decir al Basamento Metamórfico. Sin embargo, sus depósitos presentan claras diferencias a escala mesoscópica en los afloramientos. El primer nivel, sobre elevado de relictos de antiguos conos aluviales, posee depósitos gravosos que presentan termoclastía, mientras que en el segundo nivel de conos aluviales semiactivos, las gravas se encuentran cubiertas por una pátina de CaCO₃. Los materiales que forman lóbulos y explayamientos activos del tercer nivel de piedemonte, vinculados a la red de drenaje actual, están integrados por sedimentos gravo-arenosos, libres de alteración de los procesos del intemperismo tanto físico, como químico o biológico.

Drenaje: El diseño de la escorrentía superficial, visto en planta, presenta la forma de un abanico, formado por un curso de agua principal que baja del tronco montañoso y descarga sus materiales en la zona distal del piedemonte. En forma independiente, el resto del área evidencia una red de arroyos subparalelos, producto de la erosión retrocedente que se activan en los meses de mayor pluviosidad. Esta unidad se caracteriza por ser el área de recarga axial y areal de las aguas subterráneas.

Precipitaciones: Esta unidad presenta un rango de lluvias anuales que por debajo de las isohietas de 600 o 500 mm anuales.

Vegetación: La cubierta de vegetación que cubre el área de los Terrenos Aluviales, se caracteriza por una zona de transición entre el Chaco Serrano y el Chaco Árido, que se desarrolla en la zona apical y media del piedemonte, mientras que en la zona distal domina el Chaco Árido. La vegetación de este distrito corresponde a un bosque abierto de *Aspidosperma* (quebracho blanco) con un estrato arbustivo continuo y un estrato herbáceo, dado por gramíneas anuales, perennes y por dicotiledóneas herbáceas.

Suelos: La asociación de suelos de esta unidad fue descrita por Da Silva et al. [7]. dentro del Orden de los Entisoles Incesptisoles; Torriortentes típicos y Torriortentes típico fragmentales, Haplustoles énticos con fase muy pedregosa.

Actividad Antrópica: En esta área que corresponde al piedemonte se ubican los principales núcleos urbanos y sus actividades vinculadas a la industria

de la construcción. Los asentamientos poblacionales y sus zonas periféricas superan las 200 hectáreas sobre ésta unidad, en el área de estudio.

3.5 Terrenos Fluvio-Eólicos

Relieve: Estas tierras son las más baja dentro del área de estudio, es un bolsón o depresión tectónica entre los macizos del Ambato y Ancasti, su parte norte se interdigita con depresiones, de Fariñango, Valle Viejo y Paclín.

Pendiente: En la unidad las pendientes se ubican en un rango igual o por debajo del 3%, con espacios naturales que pueden tener mayores valores. La pendiente media es de 2,33 %.

Litología: Los sedimentos que caracterizan a esta zona corresponden a materiales finos de origen fluvio – eólico, mezcla de arenas y limos que se pueden intercalar con gravas medianas o finas en la zona de contacto con el piedemonte o los depósitos fluviales de los principales cursos de agua.

Drenaje: El diseño del escurrimiento de las aguas superficiales, generalmente pluvial, es predominantemente laminar y en arroyada a pobremente encauzada, con zonas de anegamientos temporales, en donde el coeficiente de infiltración posee mayor relevancia que el coeficiente de escorrentía.

Precipitaciones: El régimen de precipitaciones se encuentra por debajo de los 400 mm anuales. En el sector sur del área de estudio posee una franja axial norte-sur por debajo de los 300 mm al año.

Vegetación: Se caracteriza por la presencia de la eco-región del Chaco Árido, que en la actualidad presenta una densidad media a baja, según el índice NDVI de la escena satelital Sentinel 2 del 22 de febrero de 2020. Morlans [9] afirma que las especies arbóreas dominantes son *Aspidosperma* (quebracho blanco), *Prosopis alba*, *P. chilensis*, *P. nigra* (algarrobos) y *Cercidium australe* (brea). En el estrato arbustivo menciona a *Larrea divaricata* y *Cassia aphylla*, seguidas de *Bulnesia foliosa*, *Ximenia americana* y *Atamisquea emarginata*.

Suelos: En los trabajos de Ahumada [20] y Da Silva et al. [7] se reconocen dos zonas de asociaciones edáficas en esta unidad, la próxima al piedemonte con suelos Torriortentes típico y Haplustoles étnicos y una central con suelos del tipo Torripsamentes, Torrifluventes y Haplustoles con presencia de Natragid, Salortid y Paleortid.

Actividad Antrópica: Las actividades del hombre son compatibles con la aptitud de la tierra. En la zona norte domina la expansión urbana del Gran Catamarca, ocupando una superficie mayor a las 5000 hectáreas, las que incluye sectores de vivienda, servicios, industrial y usos del suelo

minero (canteras). El resto se encuentra bajo prácticas agrícolas o rurales de baja y alta densidad, entendiéndose a éstas últimas como zonas deforestadas con o sin uso actual y bajo riego.

3.6 Terrenos Fluviales

Relieve: Terrenos que se ubican en las márgenes de los ríos, de formas alargadas y que periódicamente o excepcionalmente pueden ser inundadas por las crecientes extraordinarias.

Pendiente: Estas unidades poseen baja o escasa pendiente, generalmente menor al 3%. El valor medio corresponde a 2,62 %.

Litología: Corresponden a depósitos fluviales cuyos materiales varían entre gravas y arenas, dependiendo del tramo de la cuenca, el dominio de una de ellas. En la parte superior de los terrenos estables dominan los finos y el desarrollo edáfico.

Drenaje: El escurrimiento superficial es escaso a nulo, predominando la infiltración de carácter primario.

Precipitaciones: En el área de estudio estas unidades se encuentran por debajo de la isohieta de los 500 mm anuales.

Vegetación: De tipo ribereña, en zonas áridas adquiere relevancia el estrato arbóreo por lo que comúnmente es denominada “bosques ribereños”. En el área de estudio está cubierta vegetal se encuentra dentro de la eco-región fitogeográfica del Chaco Árido y la zona de transición entre ésta y el Chaco Serrano.

Suelos: La asociación de suelos presentes son los Torrifluventes en el sector septentrional y de Haplustoles [7] y [20].

Actividad Antrópica: La principal actividad del hombre es la agrícola, dado la aptitud de sus suelos; sin embargo, en el Gran Catamarca, al norte del área de estudio, la expansión urbana la ha reemplazado en los últimos 25 años. Esto significa que se construyen barrios y viviendas en mejores tierras para la agricultura de zonas áridas.

4 Conclusiones

La zonificación en Áreas Geoambientales Homogéneas de la Carta Satelital 2966-10 (1:100.000), unidades con procesos naturales semejantes dentro del Sistema Físico Natural (Cuadro I), ha permitido identificar la relación de actividad antrópica del Valle Central, donde se asienta más del 40% de la población de la provincia de Catamarca.

La expansión urbana se desarrolla sobre la zona de los “Terrenos Aluviales”, mientras las prácticas agrícolas se ubican en las zonas bajas correspondientes a los “Terrenos Fluviales y Fluvio-eólicos”; estos últimos con sistemas de riego por canales o pozos de aguas subterráneas.

Tabla I.- Sistema Físico Natural de la Carta Satelital 2966-10

Relieve	Geomorfología	Unidades Geoambientales	Eco-regiones	Suelos	Isohietas	Drenaje
> 1200 m s. n. m.	Sistema serrano	Áreas cumbrales	Alto andina	Roca madre Limos y loess	500 a 600 mm	Escorrentía laminar difusa e>i
800 a 1200 m s. n. m.		Laderas umbrías	Chaco Serrano	Roca madre Metamorfitas y granitos	600 a 800 mm	Escorrentía encauzada e>i ₂
		Laderas solanas				
500 a 800 m s. n. m.	Sistema pedemontano	Terrenos aluviales	Chaco Árido a Serrano	Roca madre Gravas y gravas arenosas	600 a 400 mm	Escorrentía en regueros y encauzada e>i
< 500 m s. n. m.	Sistema fluvio – eólico	Terrenos fluvio - eólicos	Chaco Árido	Roca madre Limos y arenas finas	< 400 mm	Escorrentía laminar y en regueros e>i
		Terrenos fluviales		Roca madre Arenas y gravas arenosas		Escorrentía laminar y encauzada e>i

m s. n. m. = metros sobre el nivel del mar. e=escorrentía superficial. i=infiltración primaria. i₂= infiltración secundaria

La infraestructura viaria principal también se desarrolla en estas áreas, mientras que la actividad extractiva de los recursos pétreos para la industria de la construcción yace cerca de los núcleos urbanos y en su mayoría sobre cursos de aguas o cauces ubicados en los tramos de los “Terrenos Aluviales”.

En gran parte del territorio analizado correspondiente al sistema serrano (Áreas Cumbrales y Vertientes Umbrías y Solanas) la actividad del hombre se restringe a pequeños núcleos urbanos y prácticas agrícolas-ganaderas localizadas en las depresiones intraserranas.

La tipificación de la zona de estudio en “unidades geoambientales homogéneas”, se espera contribuya a:

- i) Plantear las principales “Directrices Generales para un Ordenamiento Territorial”.
- ii) Contar con la información de “base” para identificar los impactos ambientales (actividad del hombre sobre el medio ambiente) a nivel de Área de Influencia Indirecta,
- iii) Reconocer cuales son los principales indicadores sobre “peligros ambientales” (fenómenos naturales que generan riesgos sobre el hombre) dentro del territorio de la Carta Satelital 2966-10.

5 Agradecimientos

El presente trabajo forma parte de las investigaciones llevadas a cabo por el proyecto Análisis y Evaluación Geológica Ambiental del Valle Central de Catamarca, financiado por la UNCA.

6 Referencias

- [1] Leopold, L., Clarke, F. Hanshaw, B. and Balsley, J.A. *procedure for evaluating environmental impact*. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C. 1971.
- [2] Conesa Fernández Vitoria, V. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi Prensa. 1997.
- [3] Rau, J.G. Summarization of environmental impact. In J.G. Rau and D.C. Wooten, editors *Environmental Analysis Handbook*. McGraw Hill, New York 1980.
- [4] Mc Harg, I. *A comprehensive route selection method*. Highway Research Record, 246. Highway Research Board. Washington D.C. 1968.
- [5] Merea Llanos, A. *Geología y aspectos sedimentológicos en la depresión tectónica de Catamarca*. AMPS, Arg. T.12 N° 1-2, 19:30. 1981.
- [6] Nullo F. Descripción geológica de la hoja 15f, Huillapima, provincia de Catamarca. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 178, 62p. 1981.
- [7] Da Silva, H.; Ogas, R.; Gómez Bello, R. y Pernasetti, O. *Cartografía de reconocimiento de suelos de la Provincia de Catamarca*. Cat. Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCA. 1983.
- [8] Morlans, M. y Col. Zonas de Vegetación del Valle de Catamarca. Bol. Inf. Dpto. Cs. Agrarias (UNCa), Nos. 7, 8 y 9. 1983.
- [9] Morlans, M. Regiones naturales de Catamarca: provincias geológicas y provincias fitogeográficas. *Revista Ciencia y Técnica*. Volumen 2. 1995.
- [10] Sayago, J. Morfoclimas y paleoformas en la evolución geomorfológica de la sierra de Ancasti (Cuaternario superior) Catamarca. *Asoc. Geol. Arg. Revista* 41 (1-2): 155-164. 1986.
- [11] Blasco, G; Caminos, R. L.; Lapido, O; Lizuaín, A; Martínez, H; Nullo, F; Panza, J; Sacomani, L; Barber,

- Chipulina, M y Martínez, L. San Fernando del Valle de Catamarca. Hoja Geológica 2966-II. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Provincias de Catamarca, Santiago del Estero y Tucumán. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. 1994.
- [12] Nieva T. Características climáticas del Departamento Capital, provincia de Catamarca. Vientos del Norte – Dpto. de Geografía, Fac. de Humanidades, UNCa, 27-46, Año 1, N° 1. 1998.
- [13] Eremchuk, J., Papetti L. y García, J. *Caracterización geotécnica de los suelos de la ciudad de Catamarca, (Provincia de Catamarca)*. II Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, Actas - pág. 94:104. – Jujuy, Arg. 1998.
- [14] Eremchuk J. *Geología Urbana y Ambiental de la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca*. En Geología del Noroeste Argentino – Tomo II – 125:131– Relatorio, XIV Congreso Geológico Argentino. Editores: G. González Bonorino, R. Omarini y J. Viramonte. 1999.
- [15] Eremchuk, J. Cisternas, M., Vergara, T. *Geomorfología de la carta satelital 2966-10 – Provincia de Catamarca – República Argentina*. Producción Científica de la Facultad de Tecnología. Pág. 257-262, III- 2012.
- [16] Ojeda J., Cisternas M. y Eremchuk J. Unidades morfológicas del departamento Capital de la provincia de Catamarca. Revista de Ciencia y Técnica Vol.VI, pp. 49:59-Año 5-1999.
- [17] Quiroga, E., Quiroga, A., Ahumada, L., Biurrun, F, y Agüero, W.- Productividad de la vegetación y capacidad de carga ganadera en las regiones naturales de Catamarca. Serie: Estudios sobre el Ambiente y el Territorio N° 7. 2013.
- [18] Ibáñez M., Ojeda, J. *Carta del uso actual del suelo de San Fernando del Valle de Catamarca-Dpto. Capital-Provincia de Catamarca*. Vol. 1 - N°2. Publicación Científica de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas - UNCA .2016.
- [19] Puchulu, M. y Fernández, D. Suelos representativos del noroeste argentino. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds.), Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán: 874-912. 2017.
- [20] Ahumada, R. El avance de la frontera agrícola en el Valle Central de Catamarca. Ediciones INTA. 1ra edición 2018. https://inta.gob.ar/sites/default/files/el_avance_de_la_frontera_agropecuaria_en_el_valle_central_de_catamarca.pdf.
- [21] Arévalo, V: Geología ambiental del dpto. Valle Viejo, prov. de Catamarca. Tesis de grado. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. UNCA. 2017.
- [22] Suerio, A.: Geología ambiental del dpto. Fray Mamerto Esquiú, Prov. de Catamarca Tesis de Grado. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. UNCA. 2018.
- [23] Silva, B. y Baspineiro, N.: Transformación del paisaje. Dpto. Valle Viejo, Catamarca. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCA. 2018.
- [24] Cruzate, G., Moscatelli, G. y J. Panigatti. Suelos y ambientes de Catamarca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires. 2011.

Información de Contacto de los Autores:

Jorge Eremchuk
Maximio Victoria 55
San Fernando del Valle de Catamarca
Argentina
eremchukjorge@gmail.com

Adriana Musuruana
Sarmiento 981
San Fernando del Valle de Catamarca
Argentina
amusuruana@yahoo.com.ar

Miriam Cisternas
Maximio Victoria 55
San Fernando del Valle de Catamarca
Argentina
mciste@hotmail.com

Francisco Purulla
Maximio Victoria 55
San Fernando del Valle de Catamarca
Argentina
purullafrancisco@gmail.com

Gustavo Morales
Maximio Victoria 55
San Fernando del Valle de Catamarca
Argentina
gustavomorales.geo@gmail.com

Jorge Eremchuk

Dr. en Geológicas (Categoría A - UNSa). Esp. Ord., Territorial y Medio Ambiente (UPV-España). Docente investigador de la UNCA, con publicaciones a nivel nacional e internacional. Ex-funcionario de la UNCA y de Minería (provincia Cat.). Director de T.F. de grado.

Adriana Musuruana

Licenciada en Geología. Esp. Conservación y Gestión Ambiental. Dipl. Hidrogeología Aplicada, Desarrolla actividades de gestión y control ambiental minero en la Sec. de Minería de Catamarca. Autora / Coautora de publicaciones referidas a temáticas ambientales.

Miriam Cisternas

Licenciada en Geología. Desarrolla actividad docente universitaria Autora / Coautora de publicaciones a nivel provincial y nacional referida a temática ambientales. Directora de trabajos finales de grado en la carrera de geología.

Francisco Purulla

Estudiante avanzado de la carrera Lic. en Geología. Integrante y becario de proyectos de investigación, con orientación en el manejo de softwares para la edición cartográfica.

Gustavo Morales

Estudiante avanzado de la carrera Lic. en Geología. Integrante y becario de proyectos de investigación, con orientación en el manejo de softwares para la edición cartográfica.