María Consuelo Valdivia

Evaluación del riesgo aluvional de los microbasurales a cielo abierto del distrito Vertientes del Pedemonte.

Departamento de Luján de Cuyo, provincia de Mendoza, Argentina.

Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental
para optar al título de

Magíster en Ingeniería Ambiental

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Cuyo

Directora: Dra. Ing. Susana Llamas

Año: 2024

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis de maestría.

En primer lugar, deseo agradecer a mi directora, Susana, por su invaluable apoyo, conocimientos, experiencia y dedicación. Su guía y confianza han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal.

No puedo dejar de mencionar mi gratitud hacia la Facultad de Ingeniería, donde tuve la oportunidad de formarme y adquirir los conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto.

Quiero expresar mi reconocimiento al Municipio de Luján de Cuyo, en particular a Alejandra, por su invaluable apoyo durante el relevamiento de campo, su orientación y enseñanzas. También quiero agradecer a Leyla y Adriana por brindarme material y apoyo para llevar adelante esta investigación.

Agradezco especialmente a Víctor, del Instituto Nacional del Agua, por su paciencia, amabilidad y por proporcionarme sus trabajos y material que me permitieron profundizar el contenido de esta tesis.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a mi papá, Omar y a mi mamá Griselda, y a todos los miembros de mi familia, por su amor, apoyo incondicional y por acompañarme a lo largo de toda mi carrera académica.

A cada una de estas personas, les dedico esta tesis de maestría como muestra de mi profundo agradecimiento y reconocimiento.

Resumen

El aumento en la generación de residuos sólidos representa un desafío para los gobiernos locales. El sistema de manejo de éstos consta de varias etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final. Cada una de estas etapas implica una importante inversión de recursos presupuestarios, humanos, logísticos y de gestión que, muchas veces, se presentan en un marco de desarticulación normativa, carencia de coordinación interjurisdiccional y falta de conocimientos específicos y personal capacitado.

La problemática, entonces, deriva en un panorama heterogéneo en el que conviven basurales a cielo abierto (BCA) en el territorio, sin control ni técnicas de saneamiento.

Adicionalmente, la falta de antecedentes o registros actualizados sobre los BCA en un área dificulta aún más el abordaje adecuado de esta situación y la adopción de estrategias efectivas para abordar este problema de manera integral.

En este contexto, la presente tesis se complementa con el trabajo de (38), en el cual se lleva a cabo un relevamiento, y se identifica la presencia de 9 BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte. Además, se realiza una caracterización inicial de los BCA considerando algunas variables que influyen en el riesgo aluvional asociado a estos sitios.

En esta tesis, se amplía el enfoque inicial al realizar una descripción detallada de cada BCA identificado en el distrito y se incorporan nuevas variables relevantes a analizar en cada BCA.

Para ello, se establece una metodología propia en la cual se seleccionan un conjunto de variables clave a analizar en cada BCA. A estas variables se les asigna un valor o peso en función de su relevancia y contribución al riesgo aluvional. El modelo propuesto integra estas variables y sus valores asignados, generando un indicador de valorización. En concordancia con los valores que aporta este indicador, se establecen categorías que permiten clasificar el riesgo aluvional de los BCA como bajo, medio o alto, para luego evaluar el riesgo aluvional de cada BCA.

Los resultados confirman la hipótesis planteada *“La presencia de BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte contribuye a incrementar el riesgo aluvional en el lugar”,* ya que se identificaron 3 BCA con categorizados de alto riesgo aluvional, y 6 BCA categorizados de medio riesgo aluvional. Estos hallazgos indican que la presencia de estos BCA contribuye a potenciar el riesgo aluvional presente en el distrito.

Se pudo concluir que los BCA identificados como los más críticos y catalogados con un alto riesgo aluvional, son los BCA N°5, 6 y 7. Estos sitios de disposición final comparten características significativas que contribuyen a incrementar el riesgo ante un evento aluvional, como son: que están en contacto con los centros poblacionales, que presentan grandes superficies, que presentan escasa cobertura vegetal en las áreas cubiertas por residuos y que se encuentran ubicados en contacto con cauces torrenciales.

En cuanto a los restantes BCA (BCA N°2, 3, 4, 8 y 9), los mismos fueron catalogados con rango medio de riesgo aluvional

Cada BCA, independientemente de su categoría de riesgo aluvional, presenta características y particularidades propias que deben ser consideradas debido a que genera impactos ambientales, sanitarios, económicos, culturales y sociales en la población y en el ambiente.

Finalmente, la información obtenida a través de esta tesis brinda un valioso aporte al conocimiento de los BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte. En dónde, a través de una única salida de campo, se logra identificar y registrar un total de 9 BCA, lo cual demuestra la relevancia y magnitud de este problema en este lugar. Debido a esto, se resalta la necesidad de continuar investigando sobre la presencia de otros BCA en el área.

Además, se proporciona información acerca del riesgo aluvional que deriva de la presencia de BCA, lo que permite una mejor comprensión de los desafíos y la necesidad de implementar medidas para erradicar los BCA existentes y prevenir la formación de nuevos BCA, con el objetivo de reducir el riesgo aluvional en estos sitios y minimizar los impactos negativos en la población y el entorno.

Abstract

The increase in the generation of solid waste represents a challenge for local governments. The solid waste management system consists of several stages: generation, initial disposal, collection, transfer, transportation, treatment and final disposal. Each of these stages implies a significant investment of budgetary, human, logistical and management resources that, many times, are presented in a framework of regulatory disarticulation, lack of interjurisdictional coordination and lack of specific knowledge and trained personnel.

The problem, then, results in a heterogeneous panorama in which open dumps (OD) coexist in the territory, without control or sanitation techniques.

In addition, the lack of background information or updated records on OD in an area makes it even more difficult to adequately address this situation and to adopt effective strategies to deal with this problem in a comprehensive manner.

In this context, the present thesis is complemented by the work of (38), in which a survey is carried out, and the presence of 9 OD in the Vertientes del Pedemonte district is identified. In addition, an initial characterization of the OD is carried out considering some variables that influence the alluvial risk associated with these sites.

In this thesis, the initial approach is expanded by making a detailed description of each OD identified in the district and incorporating new relevant variables to be analyzed in each OD.

For this purpose, a proprietary methodology is established in which a set of key variables to be analyzed in each OD is selected. These variables are assigned a value or weight according to their relevance and contribution to alluvial risk. The proposed model integrates these variables and their assigned values, generating a valuation indicator. In accordance with the values provided by this indicator, categories are established to classify the alluvial risk of the OD as low, medium or high, in order to then evaluate the alluvial risk of each OD.

The results confirm the hypothesis "The presence of OD in the Vertientes del Pedemonte district contributes to increased alluvial risk in the area"; since 3 OD were identified with high alluvial risk categorization, and 6 OD with medium alluvial risk categorization. These findings indicate that the presence of these OD contributes to increase the alluvial risk present in the district.

It was concluded that the OD identified as the most critical and categorized as high alluvial risk are OD N°5, 6 and 7. These final disposal sites share significant characteristics that contribute to increase the risk of an alluvial event, such as: they are in contact with population centers,

they have large surfaces, they have little vegetation cover in the areas covered by waste and they are located in contact with torrential watercourses.

The remaining OD (OD N°2, 3, 4, 8 and 9) were classified as medium alluvial risk.

Each OD, regardless of its alluvial risk category, has its own characteristics and particularities that must be considered because it generates environmental, health, economic, cultural and social impacts on the population and the environment.

Finally, the information obtained through this thesis provides a valuable contribution to the knowledge of OD in the Vertientes del Pedemonte district. In a single field trip, a total of 9 OD were identified and recorded, which demonstrates the relevance and magnitude of this problem in this area. Due to this, the need to continue investigating the presence of other OD in the area is highlighted.

In addition, information is provided about the alluvial risk derived from the presence of OD, which allows a better understanding of the challenges and the need to implement measures to eradicate existing OD and prevent the formation of new OD, with the objective of reducing the alluvial risk at these sites and minimizing the negative impacts on the population and the environment.

Prefacio.

Actualmente, la sociedad produce una gran cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU) que deben gestionarse de manera integral. Esto significa, que los RSU se deben manipular correctamente desde la generación hasta la disposición final, utilizando las tecnologías más compatibles con la realidad local, dándoles un destino final ambientalmente seguro, tanto en el presente como en el futuro (10), (13), (22), (33).

Cuando la gestión de estos es inadecuada, surgen las condiciones para la aparición y formación de lugares de disposición, denominados “basurales a cielo abierto”, donde se lleva a cabo la eliminación indiscriminada de RSU sin control de operación o con medidas muy limitadas para proteger el ambiente circundante (16), (24), (25).

La problemática de los BCA ha sido abordada por diferentes autores de acuerdo con sus impactos sobre el ambiente y la salud de las personas (16), (19), (24), (25), (31).

Se consideran macrobasurales a cielo abierto (macroBCA) a los basurales de gran extensión, es decir, con superficies mayores a una hectárea (31).

En la presente tesis se propone una mirada de menor escala y local del basural, es decir, el “microbasural”. Según (38), se identificaron 9 microbasurales a cielo abierto (microBCA) en el distrito Vertientes del Pedemonte con superficies menores a 1 ha. Por lo tanto, **cuando se haga referencia a la sigla "BCA" en este documento, se estará haciendo alusión específicamente a los microBCA identificados en este contexto particular.**

Los BCA representan la falta de planificación, la gestión discontinua y la inadecuada asignación de recursos en relación con los RSU en un territorio. Estos pueden ser la instancia previa a BCA de mayor tamaño y consolidados, y, de acuerdo con sus características involucrar distintos niveles de riesgos para la comunidad.

Índice

Agradecimientos. 1
Resumen 2
Abstract 3
Prefacio. 5
Lista de abreviaturas y símbolos. 11
Palabras claves. 11
Glosario. 12
Introducción e información general. 13
Breve descripción del trabajo. 15
Análisis de la bibliografía y documentos disponibles, estado actual del conocimiento. 16
Piedemonte de Mendoza 16
Expansión urbana hacia el piedemonte 19
Expansión urbana hacia el distrito Vertientes del Pedemonte 19
Distrito Vertientes del Pedemonte 21
Comunidad del distrito 23
Recolección de residuos en el distrito 23
Recuperadores/as urbanos/as de la zona 24
Antecedentes de metodologías para evaluar un BCA 24
Resumen de los antecedentes de metodologías 26
Definición de riesgo de desastres 27
Riesgos en la zona de estudio 27
Precipitaciones en Mendoza 28
Obras y medidas de mitigación de aluviones en Mendoza 29
Figura N°10: Sub-Cuencas aluvionales en el distrito en estudio. Fuente: (8). 33
Figura N°11: Esquema de Ríos Secos y Zanjones provenientes de la precordillera que atraviesan el Gran Mendoza. Referencias, 1: Canal Cacique Guaymallén, 2: Zanjón Sosa, 3-4-5: Río Seco Tejo-Viamonte-Liniers, 6: Zanjón Maure, 7: Zanjón Frías, 8: Zanjón de Los Ciruelos. El Colector Las Heras, 9, es un Colector Escudo, no tributario del Canal Cacique Guaymallén. Fuente: (9). 34
Cauces del distrito Vertientes del Pedemonte 34
Antecedentes de desastres aluvionales ocurridos en la provincia de Mendoza 36
Riesgo aluvional y BCA 38
Formulación y fundamentación del problema. 38
Delimitación del problema. 39

Objetivos generales y específicos. 40
Hipótesis o supuestos de partida. 41
Material y metodología. 41
Resultados. 55
Resultados del análisis exhaustivo de los BCA. 55
Información del relevamiento a campo y obtenida mediante softwares 55
Información obtenida mediante bibliografía disponible 96
Resultados del análisis de las variables. 98
Resultados de la asignación de valores o pesos a las variables. 102
Resultados de la valorización del riesgo aluvional. 102
Resultados de categorización de los BCA. 103
Resultados de la evaluación de los BCA. 103
BCA más críticos 103
Situación del resto de los BCA 110
Discusión 111
Discusión de variables analizadas 111
Discusión de la metodología desarrollada 113
Discusión de la evaluación del riesgo aluvional en los BCA 114
Conclusiones. 114
Transferencia y beneficiarios. 115
Recomendaciones. 116
Bibliografía. 118
Referencias bibliográficas. 121
Anexos. 122
Anexo I: Marco jurídico y normativo aplicable 122
Anexo II: Mapas de interés (3) 125
Anexo III: Mapas de interés (14) 132

Índice de tablas

Tabla N°1: Resumen del listado de variables y respuestas. Fuente: Elaboración propia. 46
Tabla N°2: Variables, respuestas y valores. Fuente: Elaboración propia. 51
Tabla N°3: Valores máximo y mínimo para cada variable seleccionada. Fuente: Elaboración propia 53
Tabla N°4: Categorías de riesgo aluvional de los BCA. Fuente: Elaboración propia. 54
Tabla N°5: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°1. Fuente: Elaboración propia. 56

Tabla N°6: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°2. Fuente: Elaboración propia. 60
Tabla N°7: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°3. Fuente: Elaboración propia. 65
Tabla N°8: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°4. Fuente: Elaboración propia. 69
Tabla N°9: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°5. Fuente: Elaboración propia. 74
Tabla N°10: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°6. Fuente: Elaboración propia. 80
Tabla N°11: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°7. Fuente: Elaboración propia. 85
Tabla N°12: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°8. Fuente: Elaboración propia. 89
Tabla N°13: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°9. Fuente: Elaboración propia. 93
Tabla N°14: Asignación de valor o peso a las variables de cada BCA. Fuente: Elaboración propia. 102
Tabla N°15: Indicador de valoración de cada BCA. Fuente: Elaboración propia. 102
Tabla N°16: Categorización del riesgo aluvional en los BCA. Fuente: Elaboración propia. 103

Índice de figuras

Figura N°1: Geoformas de la provincia de Mendoza. Fuente (1). 16
Figura N°2: Localización del piedemonte entre las diferentes geoformas del departamento de Luján de Cuyo. Fuente: (19) 17
Figura N°3: Proceso de expansión urbana en el Gran Mendoza. Fuente: (19). 20
Figura N°4: Expansión del piedemonte de Luján de Cuyo según usos del suelo 1991-2010. Fuente: (19). 21
Figura N°5: Ubicación del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: (8). 22
Figura N°6: Límites del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: Municipio Luján de Cuyo. 22
Figura N°7: Relación entre Intensidad, Duración y Frecuencia para el piedemonte del AMM. Fuente: (15). 28
Figura N°8: Esquema del sistema de defensa del Gran Mendoza compuesto por las presas de atenuación de crecidas y por los colectores escudo. Fuente: (9). 30
Figura N°9: Diques de atenuación de crecidas del Gran Mendoza. Fuente: Dirección de Hidráulica de la provincia de Mendoza. 31
Figura N°10: Sub-Cuencas aluvionales en el distrito en estudio. Fuente: (8). 33
Figura N°11: Esquema de Ríos Secos y Zanjones provenientes de la precordillera que atraviesan el Gran Mendoza. Referencias, 1: Canal Cacique Guaymallén, 2: Zanjón Sosa, 3-4-5: Río Seco Tejo-Viamonte-Liniers, 6: Zanjón Maure, 7: Zanjón Frías, 8: Zanjón de Los Ciruelos. El Colector Las Heras, 9, es un Colector Escudo, no tributario del Canal Cacique Guaymallén. Fuente: (9). 34

Figura N°12 Denominación de cauces torrenciales en el distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: (3)..... 35
Figura N°13: Cauces principales del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente:(3) 35
Figura N°14: Situación multitemporal de la rama N°2 del cauce Sosa Sur. Fuente:(3). 36
Figura N°15: Ubicación del BCA N°1. Fuente: Google Earth. Fecha: Junio de 2022. 55
Figuras N°16: Disposición de residuos en el BCA N°1. Fuente: Registro fotográfico propio. 58
Figura N°17: Evolución histórica del BCA N°1, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth. 58
Figura N°18: Evolución histórica del BCA N°1, junio de 2021. Fuente: Google Earth. 59
Figura N°19: Evolución histórica del BCA N°1, enero de 2022. Fuente: Google Earth. 59
Figura N°20: Ubicación del BCA N°2. Fuente: Google Earth. 60
Figuras N°21 Disposición de residuos en el BCA N°2. Fuente: Registro fotográfico propio. 62
Figura N°22: Evolución histórica del BCA N°2, febrero de 2019. Fuente: Google Earth. 62
Figura N°23: Evolución histórica del BCA N°2, septiembre de 2019. Fuente: Google Earth. 63
Figura N°24: Evolución histórica del BCA N°2, enero de 2020. Fuente: Google Earth. 63
Figura N°25: Evolución histórica del BCA N°2, agosto de 2021. Fuente: Google Earth. 63
Figura N°26: Evolución histórica del BCA N°2, Junio de 2022. Fuente: Google Earth. 64
Figura N°27: Ubicación del BCA N°3. Fuente: Google Earth. 65
Figuras N°28: Disposición de residuos en el BCA N°3. Fuente: Registro fotográfico propio. 66
Figura N°29: Evolución histórica del BCA N°3, enero de 2020. Fuente: Google Earth. 67
Figura N°30: Evolución histórica del BCA N°3, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth. 67
Figura N°31: Evolución histórica del BCA N°3, junio de 2021. Fuente: Google Earth. 68
Figura N°32: Evolución histórica del BCA N°3, enero de 2022. Fuente: Google Earth. 68
Figura N°33: Ubicación del BCA N°4. Fuente: Google Earth. 69
Figuras N°34: Disposición de residuos en el BCA N°4. Fuente: Registro fotográfico propio. 71
Figura N°35: Evolución histórica del BCA N°4, enero de 2018. Fuente: Google Earth. 71
Figura N°36: Evolución histórica del BCA N°4, octubre de 2019. Fuente: Google Earth. 72
Figura N°37: Evolución histórica del BCA N°4, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth. 72
Figura N°38: Evolución histórica del BCA N°4, junio de 2021. Fuente: Google Earth. 72
Figura N°39: Evolución histórica del BCA N°4, enero de 2022. Fuente: Google Earth. 73
Figura N°40: Ubicación del BCA N°5. Fuente: Google Earth. 74
Figuras N°41: Disposición de residuos en el BCA N°5. Fuente: Registro fotográfico propio. 76
Figura N°42: Evolución histórica del BCA N°5, septiembre de 2018. Fuente: Google Earth. 77
Figura N°43: Evolución histórica del BCA N°5, febrero de 2019. Fuente: Google Earth. 77
Figura N°44: Evolución histórica del BCA N°5, enero de 2020. Fuente: Google Earth. 77
Figura N°45: Evolución histórica del BCA N°5, noviembre de 2021. Fuente: Google Earth. 78
Figura N°46: Evolución histórica del BCA N°5, junio de 2022. Fuente: Google Earth. 78
Figura N°47: Ubicación de los BCA de la calle Las Torres. Fuente: Google Earth. Fecha:Junio de 2022. 79
Figura N°48: Ubicación del BCA N°6. Fuente: Google Earth. 80
Figura N°49: Disposición de residuos en el BCA N°6. Fuente: Registro fotográfico propio.. 82

Figura N°50: Evolución histórica del BCA N°6, noviembre de 2020. Fuente: Google Earth . 83
Figura N°51: Evolución histórica del BCA N°6, noviembre de 2021. Fuente: Google Earth. 83
Figura N°52: Evolución histórica del BCA N°6, junio de 2022. Fuente: Google Earth. 84
Figura N°53: Ubicación del BCA N°7. Fuente: Google Earth. 84
Figuras N°54: Disposición de residuos en el BCA N°7. Fuente: Registro fotográfico propio. 86
Figura N°55: Evolución histórica del BCA N°7, marzo de 2017. Fuente: Google Earth. 87
Figura N°56: Evolución histórica del BCA N°7, marzo de 2018. Fuente: Google Earth. 87
Figura N°57: Evolución histórica del BCA N°7, febrero de 2019. Fuente: Google Earth. 87
Figura N°58: Evolución histórica del BCA N°7, Septiembre de 2020. Fuente: Google Earth 88
Figura N°59: Evolución histórica del BCA N°7, noviembre de 2021. Fuente: Google Earth. 88
Figura N°60: Evolución histórica del BCA N°7, junio de 2022. Fuente: Google Earth. 88
Figura N°61: Ubicación del BCA N°8. Fuente: Google Earth. 89
Figuras N°62: Disposición de residuos en el BCA N°8. Fuente: Registro fotográfico propio. 90
Figura N°63: Evolución histórica del BCA N°8, marzo de 2018. Fuente: Google Earth. 91
Figura N°64: Evolución histórica del BCA N°8, febrero de 2019. Fuente: Google Earth. 91
Figura N°65: Evolución histórica del BCA N°8, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth. 91
Figura N°66: Evolución histórica del BCA N°8, octubre de 2021. Fuente: Google Earth. 92
Figura N°67: Evolución histórica del BCA N°8, junio de 2022. Fuente: Google Earth. 92
Figura N°68: Ubicación del BCA N°9. Fuente: Google Earth. 93
Figura N°69: Disposición de residuos en el BCA N°9. Fuente: Registro fotográfico propio. . 94
Figura N°70: Evolución histórica del BCA N°9, enero de 2020. Fuente: Google Earth. 94
Figura N°71: Evolución histórica del BCA N°9, agosto de 2021. Fuente: Google Earth. 95
Figura N°72: Evolución histórica del BCA N°9, junio de 2022. Fuente: Google Earth. 95
Figura N°73: Ubicación de los BCA de la calle Dardo Pérez. Fuente: Google Earth. Fecha: Junio de 2022. 96
Figura N°74: Ramas del cauce Sosa Sur. Fuente: Elaboración propia en base al trabajo realizado por (3). 97
Figura N°75: Cauces principales del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: Elaboración propia en base al trabajo realizado por (3). 97
Figura N°76: Radio de 100 m alrededor del BCA N°6. Fuente: Elaboración propia en Google Earth. 104
Figura N°77: Mapa de ancho de inundación del cauce tramo Sosa sur (TR= 25 años). Fuente: (3). 105
Figura N°78: Modelación hidrológica en 3D del cauce tramo Sosa Sur (TR= 25 años). Fuente: (3). 105
Figura N°79: Mapa de velocidades de flujo del cauce tramo Sosa sur (TR= 25 años). Fuente: (3). 106
Figura N°80: Mapa de velocidades de flujo del cauce tramo Sosa Sur (TR= 25 años) en la zona de estudio. Fuente: (3). 106
Figura N°81: Radio de 100 m al BCA N°7.Fuente: Elaboración propia en Google Earth. .. 107
Figura N°82: Ancho de inundación del cauce Sosa Norte (TR=25 años). Fuente: (3)..... 107
Figura N°83: Mapa de velocidades de flujo en el cauce Sosa (TR=25 años). Fuente: (3). 108

Figura N°84: Radio de 500 m al BCA N°5. Fuente: Elaboración propia en Google Earth. . 109
Figura N°85: Mapa de ancho de inundación del cauce tramo Sosa sur (TR= 25 años). Fuente: (3)..... 109
Figura N°86: Ancho de inundación cauce Sosa Sur (TR= 25 años). Fuente: (3). 110
Figura N°87: Mapa de velocidades de flujo en el cauce Sosa Sur (TR=25 años). Fuente: (3). 110

Índice de gráficos

Gráfico N°1: Antigüedad de los BCA en estudio. Fuente: Elaboración propia..... 98
Gráfico N°2: Cercanía de los BCA a cauces torrenciales. Fuente: Elaboración propia. 99
Gráfico N°3: Cobertura predominante de las áreas ocupadas por residuos en un BCA. Fuente: Elaboración propia..... 99
Gráfico N°4: Altitud de los BCA. Fuente: Elaboración propia. 100
Gráfico N°5: Distancia de los BCA a centros urbanos. Fuente: Elaboración propia. 101
Gráfico N°6: Superficie de los BCA. Fuente: Elaboración propia. 101

Lista de abreviaturas y símbolos.

- AMM: Área Metropolitana de Mendoza
- ALC: América Latina y el Caribe
- BCA: Basurales a Cielo Abierto
- ENGIRSU: Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
- GEI: Gases de Efecto Invernadero
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
- GIRSU: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos
- GIS: Sistema de Información Geográfica.
- MacroBCA: Macrobasural a Cielo Abierto
- MicroBCA: Microbasural a Cielo Abierto
- NFU: Neumáticos Fuera de Uso
- IDF: Intensidad - Duración - Frecuencia
- IPV: Instituto Provincial de Vivienda
- RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
- RSU: Residuos Sólidos Urbanos
- TR: Tiempo de Recurrencia

Palabras claves.

Residuos sólidos urbanos, Basurales a cielo abierto, Riesgo aluvional, Piedemonte/Pedemonte, Evaluación, Metodología.

Urban solid waste, Open-air dumps, Aluvional risk, Piedmont, Evaluation, Methodology.

Glosario.

Es importante definir los conceptos más importantes para esta tesis (2), (9), (15), (24), (25), (31), (36):

- Aluviones: procesos de erosión - sedimentación que ocurren repentinamente por evacuación de precipitaciones torrenciales de verano en la provincia, en un sector de fuertes pendientes y suelos erosionables.
- Basurales a cielo abierto: también llamados vertederos, tiraderos o zona de disposición final. Área de vertido en la que los residuos sólidos son arrojados o eliminados indiscriminadamente sin la debida planificación y sin tener en cuenta las normas de salud.
- Crecidas o crecientes: descarga de agua, es decir, un determinado volumen del líquido en un tiempo determinado, por encima de sus valores normales de escurrimiento.
- Disposición final: el vertido, depósito, descarga, derrame, fuga o la colocación de los residuos sólidos en cualquier terreno o sobre él. La disposición final a menudo supone depositar los residuos en un vertedero controlado o relleno sanitario.
- Disposición inicial: es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos; es efectuada por el generador, y debe realizarse en la forma que determinen las distintas jurisdicciones.
- Generación de residuos: comprende la generación de residuos como consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por la sociedad, provenientes de diverso origen: residencial, comercial, industrial, etc. Se vincula a las prácticas de consumo cotidiano.
- Gestión de residuos: la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y el cuidado posterior de los vertederos controlados, y las medidas adoptadas como negociante o agente.
- Gestión integrada de los residuos: se refiere al enfoque estratégico de la gestión sostenible de los residuos sólidos, que abarca todas las fuentes y todos los aspectos, incluidos la generación, la separación, la transferencia, la clasificación, el tratamiento, la valorización y la eliminación de manera integrada, con énfasis en la maximización de la eficiencia de recursos.
- Macrobasurales: sitios de pequeñas dimensiones (con superficie mayor a 1 ha), en espacios públicos y/o privados, en donde se han acumulado residuos de manera espontánea.
- Microbasurales: sitios de pequeñas dimensiones (con superficie menor a 1 ha), en espacios públicos y/o privados, en donde se han acumulado residuos de manera espontánea.
- Piedemonte: geoforma de la provincia que se desarrolla en la zona de contacto en Precordillera y la Planicie aluvional, que se define por el cambio de pendiente y materiales estructurales formadores. Su límite se localiza entre los 1500 y 800 msnm.
- Recogida o recolección de residuos: el acto de recoger los residuos de los hogares, empresas, plantas industriales y comerciales y otros lugares, cargarlos en un vehículo de recogida (normalmente cerrado), y transportarlos a una instalación para su posterior procesamiento o transmisión, o a una planta de eliminación.
- Relleno sanitario: instalación de disposición final de ingeniería diseñada, construida y operada de manera que minimiza los impactos en la salud pública y el ambiente.
- Residuo: sustancias u objetos que se eliminan, que se pretende eliminar, o que deban ser eliminados de acuerdo con las disposiciones de la legislación a nivel nacional, provincial, como municipal.
- Residuos sólidos urbanos: todos los residuos sólidos generados en un área, excepto los desechos industriales y agrícolas. A veces se incluyen los escombros de construcción y demolición y otros residuos especiales que pueden entrar en el flujo de

residuos urbanos. En general, se excluyen los residuos peligrosos, salvo en la medida en que entran en el flujo de residuos urbanos. A veces se definen como todos los residuos sólidos cuya responsabilidad una autoridad municipal acepta gestionar de alguna manera.

- Riesgo aluvional: fenómeno natural que se manifiesta cuando se produce una crecida repentina de un río o arroyo, y el agua arrastra consigo sedimentos, piedras y otros materiales, generando flujos de lodo y escombros que pueden afectar a poblaciones cercanas y a la infraestructura existente.
- Riesgo de desastre: Las posibles pérdidas que ocasiona un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.
- Sitios de disposición final o eliminación: La instalación donde los residuos sólidos son vertidos y depositados en última instancia.
- Tiempo de Recurrencia: En hidrología, el TR se utiliza para describir la frecuencia de un evento hidrológico, como una inundación o una precipitación intensa.
- Transferencia de residuos: comprende trasladar los residuos a estaciones de transferencia, que son instalaciones donde los residuos de los vehículos recolectores son transferidos a equipos de transporte de gran capacidad de carga, los cuales finalmente son los encargados de llevar los residuos a plantas de tratamiento o al centro de disposición final.
- Transporte de residuos: comprende el traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.
- Vertedero controlado: sitio de disposición final no necesariamente diseñado, donde existen mejoras en los aspectos operativos de su funcionamiento y de gestión en relación con los basurales a cielo abierto.

Introducción e información general.

Durante el siglo XX, y en los años transcurridos del presente, las ciudades se consolidaron como los principales centros generadores de residuos sólidos urbanos (RSU) (10).

Los RSU se consideran un problema ambiental, social y económico de nuestra sociedad. Las formas actuales de relacionarse con el ambiente como la mayor extracción de recursos y los patrones de consumo insostenibles basados en una economía lineal de producción, consumo y desecho de residuos, han conllevado a múltiples desafíos ambientales a nivel global y regional respecto a este tema (25).

Los sistemas de gestión de residuos han mejorado notablemente en las últimas décadas en América Latina y el Caribe (ALC), incluyendo una mayor cobertura de recolección de residuos, y un mejor manejo y disposición de los residuos. También se han fortalecido los marcos normativos, incluyendo la prohibición general del vertido incontrolado de residuos, y el desarrollo de políticas y planes más integrados (24).

Sin embargo, la generación total de residuos en la región de ALC sigue aumentando, y se prevé que la tasa de generación per cápita también aumente en los próximos años (25).

En Argentina, rige la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) entendida como un conjunto de medidas que tienden a implementar un Sistema de Gestión Integral de RSU en el territorio nacional en fases de corto, mediano y largo plazo. Cuenta con un horizonte temporal establecido en veinte años (2005 - 2025) y que bajo el concepto de mejora continua se prevé sea actualizada y perfeccionada periódicamente, en intervalos de tiempo no mayores de cinco años. El fin de la ENGIRSU es

contribuir a la preservación del ambiente, la misma propone focalizar en cinco objetivos específicos, de los cuales, la clausura de los BCA del país se encuentra en cuarto lugar. Los objetivos son (22):

1. Reducción y Valorización de RSU.
2. Implementación de la GIRSU.
3. Clausura de basurales a cielo abierto.
4. Recopilación, procesamiento y difusión de Información.
5. Comunicación y Participación.

A nivel provincial, uno de los mayores problemas ambientales observados con relación a la pobre gestión de los RSU, es la existencia de BCA en todos los departamentos de la provincia de Mendoza. Esto se debe en gran parte a que sólo existen vertederos controlados y rellenos sanitarios en algunos departamentos, la disposición final de RSU es realizada en BCA en la mayor parte de la provincia (13).

Para el caso del departamento de Luján de Cuyo se presentan múltiples BCA que no han sido clausurados, ni saneados, ni remediados hasta el día de la fecha (13), (26).

Por otro lado, el territorio del piedemonte de Mendoza ha experimentado distintas etapas de ocupación a lo largo de la historia, como son: la ocupación indígena, española y posterior expansión urbana sin planificación, que han dejado una huella importante en su configuración actual (20), (30).

El piedemonte es una zona propensa a sufrir eventos aluvionales, los cuales se refieren a la ocurrencia de flujos de agua y sedimentos de gran magnitud y velocidad durante eventos de lluvias intensas (2), (17). Estos flujos pueden causar daños significativos a la infraestructura, el entorno natural y representar un riesgo para la población (17), (26).

El riesgo aluvional se mide a través de análisis detallados que involucran la identificación de áreas vulnerables, la estimación de caudales y velocidades de los flujos, así como la evaluación de la exposición de la población y la infraestructura a estos eventos (2).

En el caso de la provincia y el departamento en estudio, se ha observado un notable aumento en el riesgo aluvional en el piedemonte. Esto se debe, en gran medida, a la importante presión antrópica que se ejerce sobre la zona (1), (2). La expansión urbana desordenada, el desarrollo de proyectos inmobiliarios, la ocupación de áreas cercanas a cauces de agua, la falta de planificación en la gestión de residuos y la presencia de BCA han contribuido significativamente a este incremento (15), (17), (26).

Los BCA en particular, podrían desempeñar un papel relevante en el aumento del riesgo aluvional. Estos sitios de disposición de residuos generan un impacto negativo en el entorno natural. La presencia de BCA contribuye a la impermeabilización del suelo, altera la dinámica hidrológica y reduce la capacidad de infiltración del agua en el terreno. Esto podría resultar en un incremento en la escorrentía superficial y la velocidad de los flujos de agua durante eventos de lluvias intensas, incrementando así el riesgo aluvional en la zona.

En base a lo anterior, resulta necesario evaluar el riesgo aluvional asociado a los BCA.

Breve descripción del trabajo.

La presente tesis se enfoca en la evaluación del riesgo aluvional de los BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte, ubicado en el departamento de Luján de Cuyo, en la provincia de Mendoza, Argentina.

Como punto de partida, se toma como referencia el trabajo realizado por (38), en el cual se llevó a cabo un relevamiento a campo para identificar y registrar los BCA presentes en el distrito. Además, se realizó una caracterización inicial de los BCA considerando algunas variables que influyen en el riesgo aluvional asociado a estos sitios.

En esta tesis, se amplía el enfoque inicial al realizar una descripción detallada de cada BCA identificado en el distrito Vertientes del Pedemonte y se incorporan nuevas variables relevantes para poder evaluar el riesgo aluvional en cada sitio.

Para llevar a cabo esta evaluación, se presenta una metodología propia en la cual se selecciona un conjunto de variables a analizar en cada BCA. Posteriormente, se asigna un valor o peso a cada una de estas variables, considerando su relevancia y contribución al riesgo aluvional. Estos valores permiten cuantificar y comparar el grado de riesgo aluvional entre los distintos BCA. Así, se propone un modelo que integra las variables seleccionadas y sus valores asignados, proporcionando un indicador de valorización que ofrece una evaluación comprensiva del riesgo aluvional en cada BCA.

En función del valor que adopta el indicador, se establecen categorías de riesgo aluvional. Estas categorías permiten clasificar el riesgo aluvional de los BCA como "bajo", "medio" o "alto". Posteriormente, se evalúa el riesgo aluvional de cada BCA. Esta evaluación permite identificar los BCA más críticos que requieren una atención prioritaria en términos de mitigación y adaptación al riesgo aluvional.

En este contexto, la evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito es un instrumento de gestión que permite a las autoridades tomar medidas preventivas frente a posibles desastres, anticipándose en lugar de reaccionar a su ocurrencia, y también proporciona orientación sobre las prioridades para reducir dicho riesgo (7).

Además, la disponibilidad de información es un aspecto fundamental para la toma de decisiones. Esta información debe ser clara, ordenada, comparable, uniforme y coherente con la problemática de los BCA del distrito, abordando todos los aspectos relevantes y fomentando la educación de todas las personas que conviven diariamente con un BCA (7).

Por otro lado, esta tesis complementa y enriquece la labor previa realizada por (3), proporcionando información valiosa acerca del riesgo aluvional que deriva de la presencia de BCA. Al combinar los resultados y análisis obtenidos en ambos estudios, se puede obtener una visión más completa y valiosa del riesgo aluvional en el distrito Vertientes del Pedemonte, lo que permite una mejor comprensión de los desafíos.

Hasta la fecha, no se ha realizado un enfoque integral que analice de manera conjunta el riesgo aluvional de los BCA existentes en el distrito Vertientes del Pedemonte. Por lo tanto, se propone abordar esta temática con el objetivo de proporcionar una visión integral del riesgo asociado a estos sitios de disposición clandestina de residuos.

Análisis de la bibliografía y documentos disponibles, estado actual del conocimiento.

Piedemonte de Mendoza

Ubicación

Como se muestra en la Figura N°1, la provincia de Mendoza se caracteriza por una gran variedad de geoformas que están determinadas por la presencia de diversos procesos morfogenéticos, tales como: los procesos que están influenciados por factores exógenos (climáticos): erosión hídrica, eólica, escurrimiento, geocriogénesis (acción del hielo) y los que están determinados por factores endógenos (tectónica, vulcanismo). Estos últimos determinan riesgos naturales, como el riesgo sísmico y volcánico, mientras que los primeros son relevantes en los riesgos de degradación de suelos y desertificación (1), (14), (21).

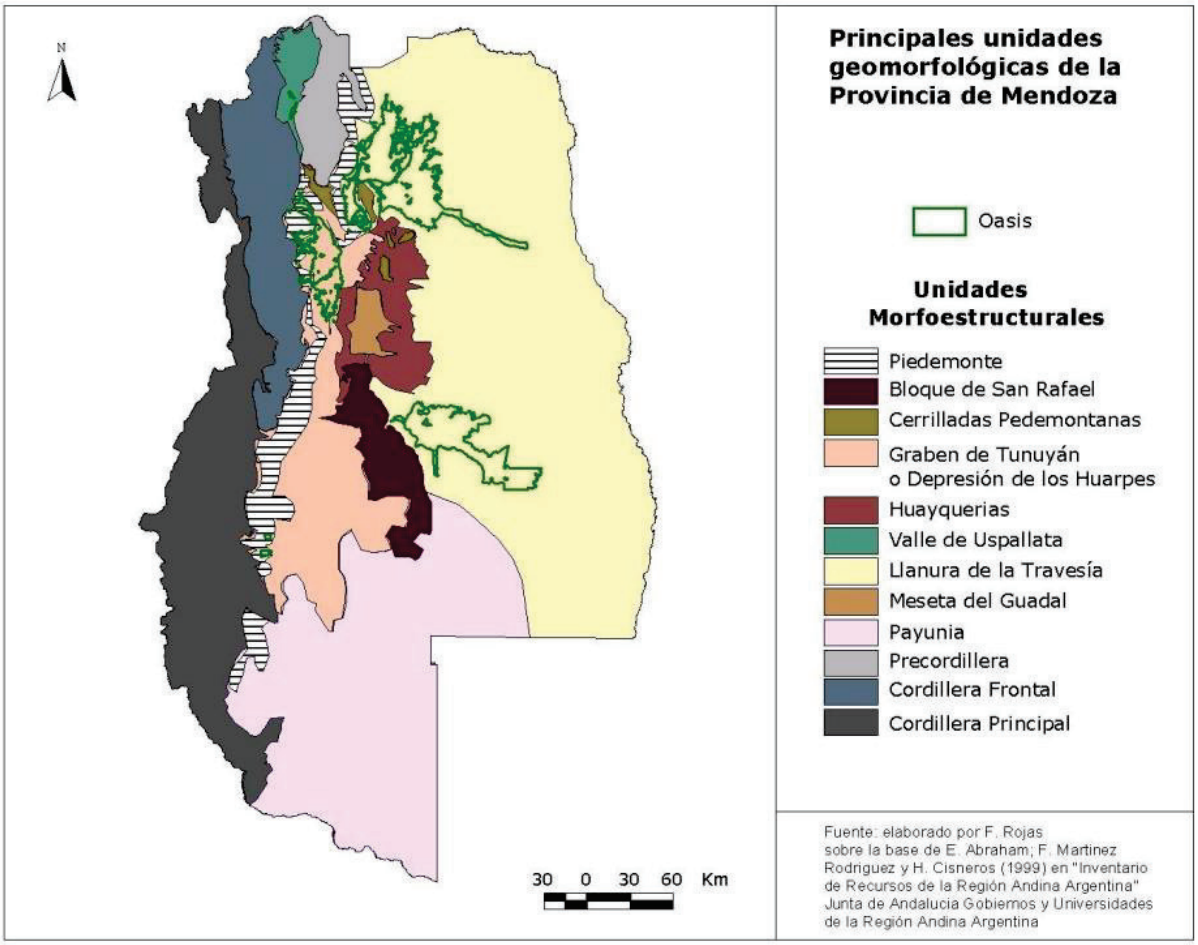


Figura N°1: Geoformas de la provincia de Mendoza. Fuente (1).

Las tres geoformas principales que se desarrollan en el Área Metropolitana de Mendoza (AMM) son: precordillera, piedemonte y planicie aluvial (Figura N°2) (1), (14), (27).

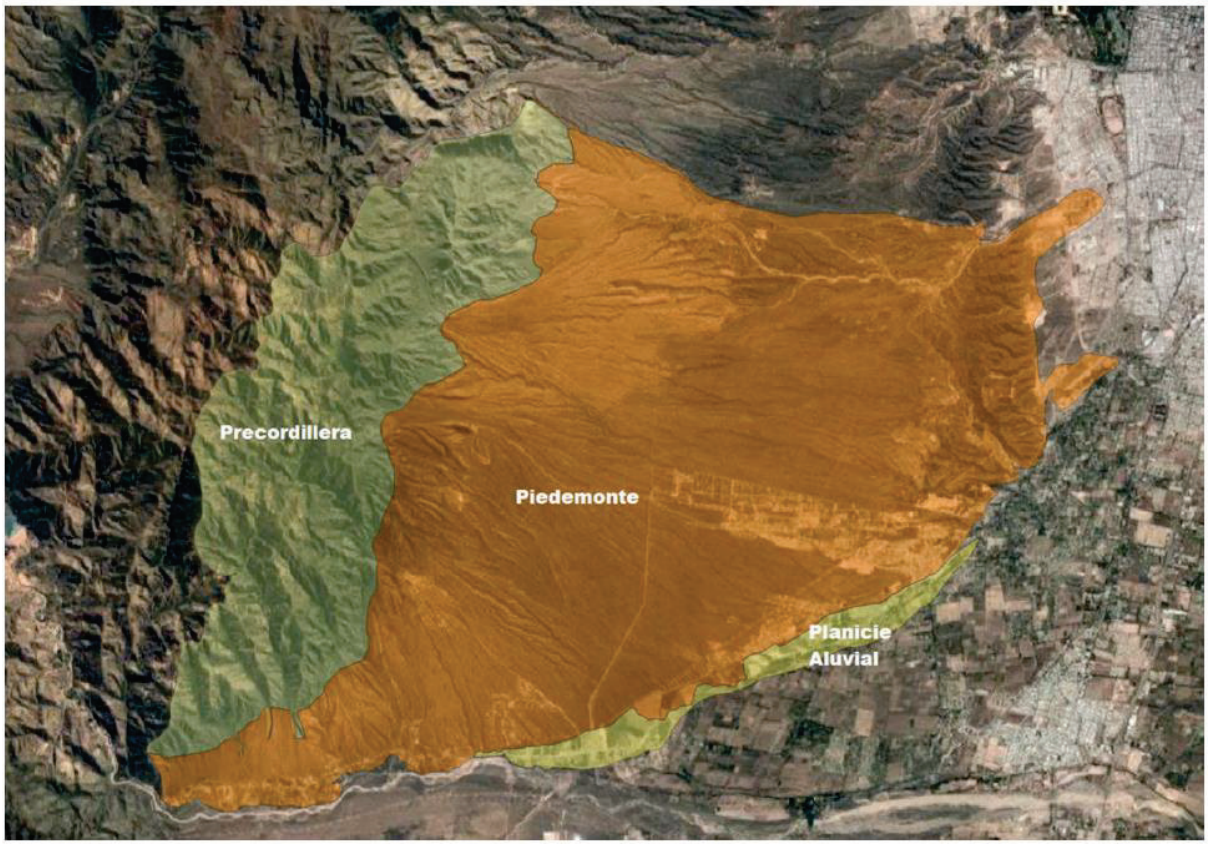


Figura N°2: Localización del piedemonte entre las diferentes geoformas del departamento de Luján de Cuyo. Fuente: (19)

La precordillera llega a 3.000 msnm de altura y el piedemonte se inicia a los 1.500 msnm como una franja de ancho variable de oeste a este de alrededor de 15 a 20 km, suficiente para que las aguas pluviales que se canalizan en los cauces secos desarrollen un alto poder erosivo, ya que las planicies se encuentran entre 800 y 490 msnm. Se puede afirmar, que el piedemonte es la unidad de enlace entre la región montañosa y la llanura (1), (14), (30).

Considerando los procesos morfogenéticos y morfodinámicos dominantes, el ambiente pedemontano árido y semiárido, (30) describe un *"Paisaje planizado, con distintos niveles de pedimentación o glacis, con pendientes moderadas, régimen estival de lluvias torrenciales. Presión de uso y ocupación humana en aumento por la expansión urbana*.

Con base en las características descriptas por (30), la clasificación de las zonas del piedemonte son las siguientes:

- Zona semiárida: incluye parte del piedemonte por arriba de los 1.200 msnm. y el frente oriental precordillerano.

    - Sector proximal con conos aluviales, con marcada acción del fuego y pastoreo. Matorrales de *Larrea divaricata*. Puestos ganaderos escasos, de antigua instalación en áreas de mejor aptitud.

    - Alto Piedemonte con intensa erosión hídrica mantiforme en los niveles de pedimentación y lineal en los cauces. Matorral de *Larrea divaricata.* Puestos escasos de menor jerarquía condicionados a las aguadas.

- Zona árida: Todo el piedemonte hasta los 1.200 msnm.

- Sector intermedio: limitado al este por la cerrillada de Mogotes, en partes por cultivos o ciudad. Menor pendiente general pero igualmente fuertes procesos hídricos. Estepa de *Larrea cuneifolia*. Baja densidad de población con creciente ocupación marginal. Problemas sanitarios e intensa degradación antrópica (ripieras, BCA, entre otras).

- Sector terminal o distal del piedemonte con mínima pendiente. Interdigitación de materiales gruesos de conos aluviales locales y finos del segundo cono del Río Mendoza. Paisaje fuertemente artificializado, en la mayor parte la vegetación autóctona ha sido reemplazada por cultivos. Densidad media de población con expansión urbana reciente. Áreas de recreación y equipamientos. Encauzamiento artificial de los torrentes, disminución de áreas de infiltración y mayor riesgo aluvional.

En este contexto, el distrito Vertientes del Pedemonte se encuentra situado en la geoforma del "piedemonte", tal como indica su nombre. El mismo, se localiza aproximadamente entre las cotas 1.200 y 1.150 msnm, formando parte del piedemonte "Medio y Distal" (30).

Características

El piedemonte constituye un ambiente frágil e inestable debido a sus grandes pendientes, lluvias estivales violentas y concentradas en sectores parciales de la cuenca, vegetación escasa y degradada, suelos no consolidados y acelerados procesos de erosión, principalmente hídrica. A esto se suma desde el punto de vista climático, la prevalencia de condiciones de aridez y la escasez de recursos hídricos: no existen en el piedemonte cursos de agua permanente, sólo vertientes de escaso caudal y cauces temporarios, torrenciales o uadis/wadis (1), (15), (17), (20), (26), (30).

Tiene una pendiente general en torno del 10%, formada en sucesivos ciclos de erosión y sedimentación. Los cauces temporarios concentran la escorrentía en los momentos de precipitaciones torrenciales de verano y conducen el agua hacia el sector bajo donde generan inundaciones y acumulación de sedimentos y escombros (1), (15), (17), (20), (26).

En lo que respecta al tipo de suelo del piedemonte del AMM, los depósitos aluviales y sedimentarios presentes en la región han sido influenciados por los materiales transportados por ríos y arroyos, lo cual ha contribuido a la formación de suelos con una textura arcillosa. Además, el clima árido y semiárido de la zona, caracterizado por la escasez de lluvias y la baja tasa de lixiviación, también puede desempeñar un papel importante en la acumulación de minerales arcillosos en el suelo (20).

El área pedemontana, tiene la función natural de regular el escurrimiento superficial mediante el servicio biológico de absorción de agua caída que realiza la flora nativa.

Esta zona se caracteriza también por la gran cantidad de fallas geológicas que en sentido norte – sur la atraviesan (18).

Las características mencionadas del piedemonte hacen de esta zona un entorno frágil y poco adecuado para la expansión urbana, además de vulnerable ante diversos fenómenos naturales que agravan las condiciones de calidad de vida de la población (15), (17), (18), (20), (26).

Expansión urbana hacia el piedemonte

De acuerdo con (30), sobre el piedemonte se implanta el subsistema construido que en su estado inicial se limitaba a ocupar la zona de contacto entre el piedemonte distal y planicie aluvial, constituyendo la cerrillada de Mogotes una barrera para la ocupación. Esta situación comienza a transformarse con el crecimiento urbano que se registra en el Gran Mendoza, desde el año 1950 con la instalación de los primeros asentamientos marginales que se ubican cada vez más al occidente. En su gran mayoría son clandestinos, por cuanto no se cumple con la ley de loteos y uso del suelo, careciendo de servicios e infraestructura básica.

El proceso de suburbanización continúa, acompañado de usos extractivos como ripieras, basurales y escombreras a cielo abierto, siguiendo el avance hacia el oeste en dirección de los ejes fluviales.

El valor de los terrenos es bajo y poco atractivo, por falta de agua y servicios, agravado por la confusión en los títulos de propiedad y por la ocupación e invasión de terrenos por particulares que se asientan en la zona.

La presión de ocupación es continua y se produce junto con un cambio de actividades. Así, por ejemplo, la proliferación de BCA y el cirujeo consecuente, complementario a la cría de porcinos, desplaza la actividad tradicional de cría de cabras y vacas. Los puestos se abandonan o transforman en sitios de acopio de basura y reciclado de residuos. Los caminos se deterioran y en los casos que atraviesan propiedades privadas, son clausurados para evitar robos. Se interrumpe así una relación ambiental equilibrada entre las personas de la ciudad, con el frágil subsistema pedemontano y precordillerano.

Expansión urbana hacia el distrito Vertientes del Pedemonte

El Gran Mendoza ha experimentado un notable proceso de expansión urbana en las últimas décadas. Impulsado por el crecimiento demográfico y el desarrollo económico de la región, este fenómeno ha transformado el paisaje urbano de manera significativa (Figura N°3), (26). La expansión ha sido impulsada por diversos factores, como el aumento de la población, la migración hacia la zona y la creciente demanda de viviendas y servicios.

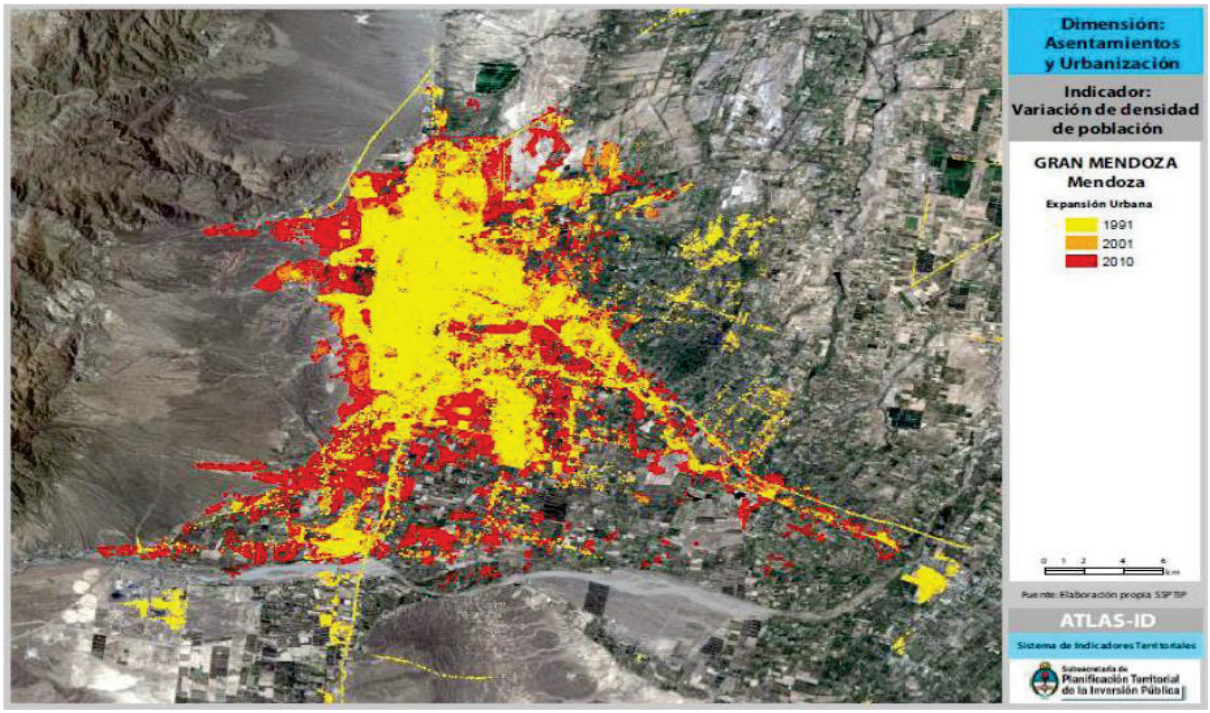


Figura N°3: Proceso de expansión urbana en el Gran Mendoza. Fuente: (19).

En este contexto, el proceso de expansión urbana en el piedemonte del distrito se ha hecho cada vez más intenso, de alta volatilidad y desorden, al amparo del conflicto jurídico con el departamento de Las Heras en los últimos años (26).

Si bien el problema de límites produce conflictos en cuanto a los criterios de gestión municipal por parte de ambos departamentos, es necesario precisar que hay dos instituciones que poseen responsabilidades y atribuciones sobre la zona: la Dirección Provincial de Catastro, como autoridad de Aplicación de la Ley N°4.341 de loteos; y la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de la Provincia, como autoridad de aplicación de las leyes específicas de piedemonte como la Ley N°4.886, la Ley N°5.804 y su Decreto Reglamentario N°1.077 (26).

A diferencia del resto del piedemonte del AMM, el proceso de ocupación en el departamento de Luján de Cuyo, tiene como característica la localización de grandes parcelas de carácter residencial -con diferentes niveles de población según poder adquisitivo- y diversos tipos de organización (formal y/o informal) ya que hay muy pocas parcelas declaradas. Por otro lado, los agrupamientos residenciales se intercalan con pequeños núcleos agrícolas recesivos y con algunas instalaciones de carácter recreativo, deportivo y de fin de semana. Cabe aclarar, que en la zona del piedemonte predominan las parcelas residenciales (Figura N°4) (26).

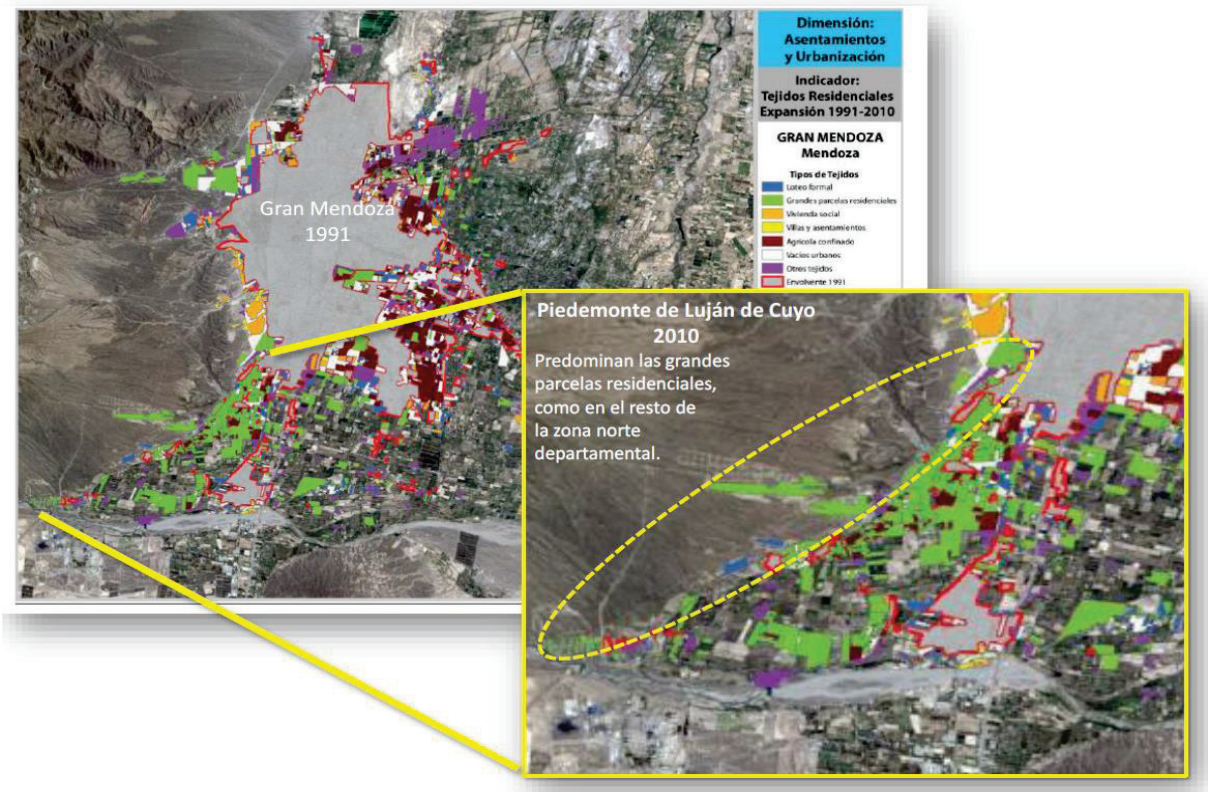


Figura N°4: Expansión del piedemonte de Luján de Cuyo según usos del suelo 1991-2010. Fuente: (19).

Entre los impactos y conflictos más importantes que se dan en el piedemonte de Luján de Cuyo, se encuentran en primer lugar, la urbanización acelerada y no planificada. Ésta se manifiesta no sólo en relación con los asentamientos espontáneos o marginales, sino también en los planificados desde el Estado (Instituto Provincial de la Vivienda, Municipio) y en los nuevos asentamientos cerrados dirigidos a actores de alto nivel adquisitivo. Todos ellos se caracterizan por procesos de urbanización no adaptados al ambiente pedemontano, con alto impacto y degradación ambiental, mal uso de los escasos recursos de agua y suelo, destrucción de la vegetación natural, aceleración de la escorrentía y degradación del paisaje. A estos impactos generados por la urbanización se suman: la presencia de BCA en el lugar, los incendios provocados por intención o por negligencia, la extracción de áridos, las instalaciones de industrias contaminantes, actividades deportivas inadecuadas y usos del suelo (2), (14).

Esos impactos y conflictos continúan avanzando sin una eficaz regulación y control sobre el piedemonte. Han promovido una serie de problemáticas sociales, ambientales y territoriales que afectan al conjunto de la población (17), (26).

Distrito Vertientes del Pedemonte

El distrito Vertientes del Pedemonte, cuenta con una superficie de 4.750 hectáreas (47,5 Km^2) se encuentra enclavado al noroeste del departamento, en el límite con el departamento de Godoy Cruz, al oeste con el distrito de Las Compuertas y definido del resto de los distritos al este del departamento por la Ruta N°82 (Figuras N°5 y 6) (14).

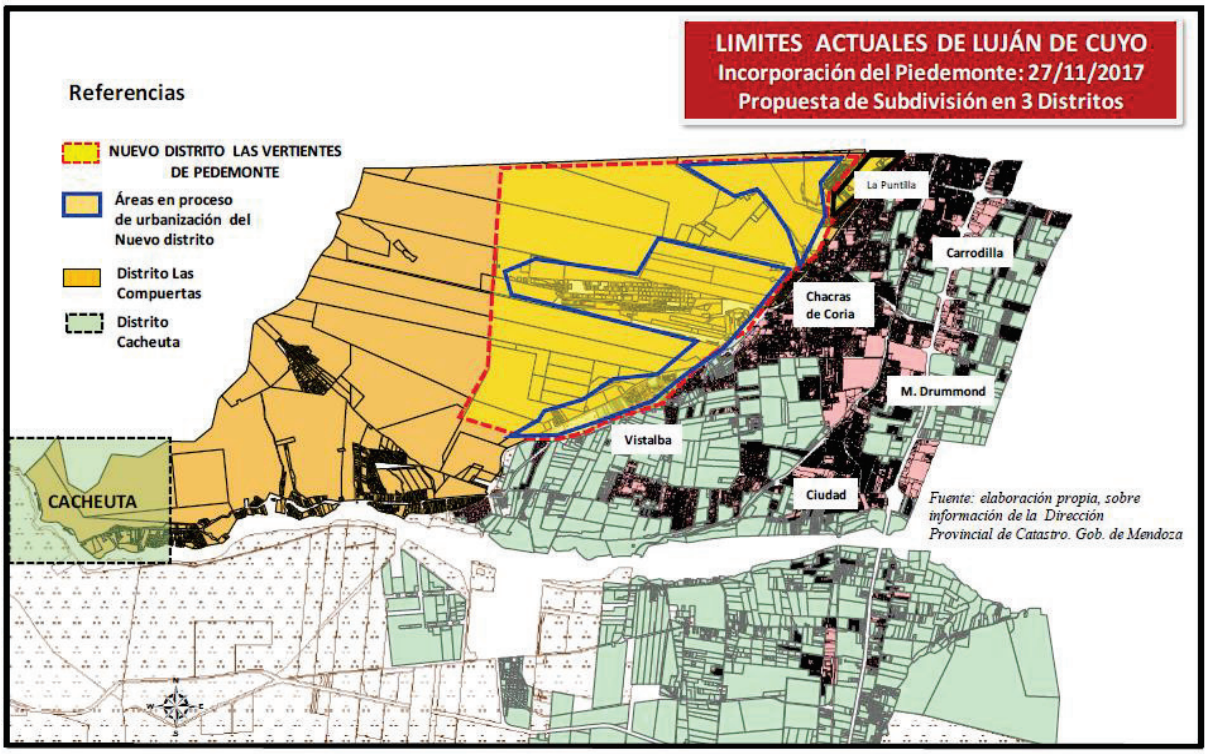


Figura N°5: Ubicación del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: (8).

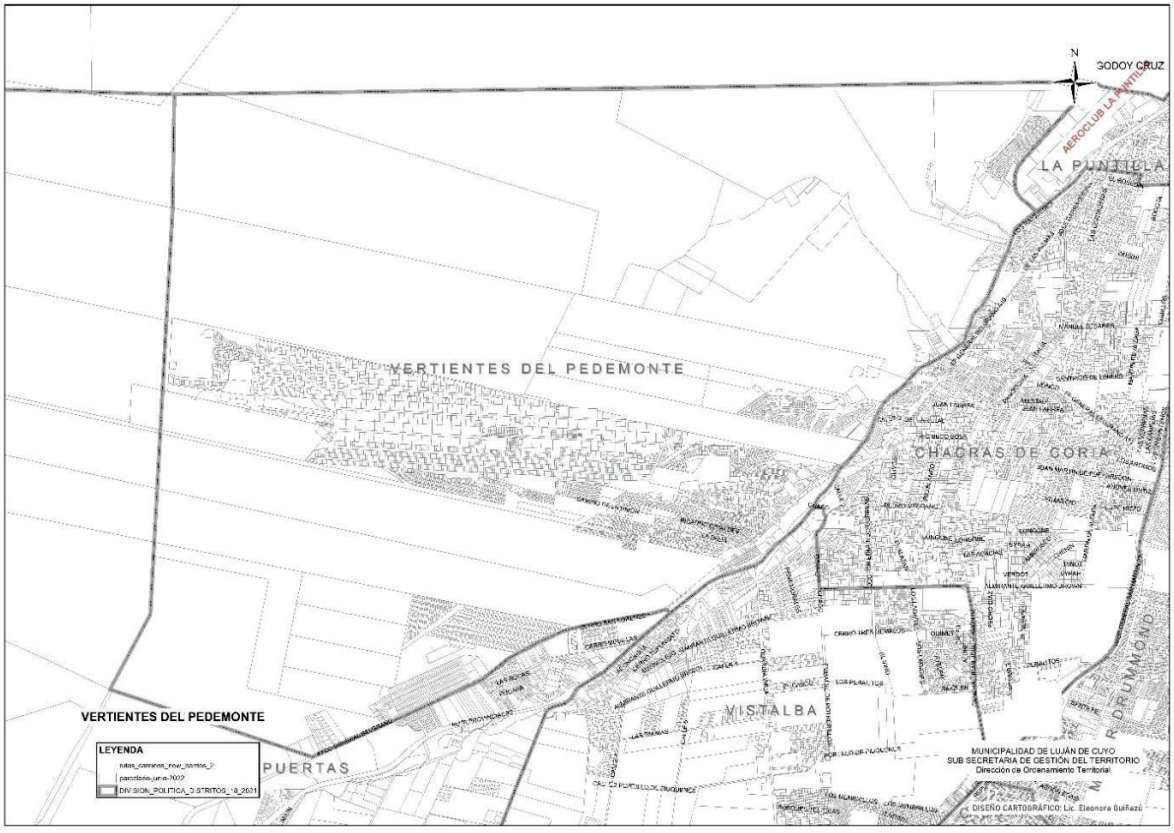


Figura N°6: Límites del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: Municipio Luján de Cuyo.

Este distrito fue el apelativo elegido por la ciudadanía. La elección del nombre se realizó a través de una votación en la página web del municipio, donde los/as lujaninos/as podían elegir entre algunas denominaciones asignadas por la comuna y nombres propuestos por ellos/as mismos/as (14), (26).

En noviembre de 2017, la Suprema Corte de Mendoza definió los conflictos limítrofes que existían en el pedemonte entre Las Heras, Luján y Godoy Cruz. Estos litigios, que acumulaban una importante cantidad de años, se resolvieron a favor del departamento de Luján de Cuyo. Luego de esta resolución, Las Heras se mostró disconforme con el fallo y presentó un recurso extraordinario federal ante la Suprema Corte de Justicia, la que resolvió la inadmisibilidad del pedido formal, dictaminando de esta forma la confirmación de la resolución de la sentencia y ratificando que ese territorio, que se encontraba en disputa, pertenece a Luján (26).

Según (14), el distrito forma parte de un paisaje seminatural frágil de interfase en el que resulta inminente la ocupación territorial.

Comunidad del distrito

El área del piedemonte experimentó un notable incremento demográfico en las últimas décadas. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), en el año 2001, la población total en esta región era de 1.277 habitantes, lo que representó un aumento significativo del 185% en comparación con los 448 habitantes registrados en el censo anterior realizado en 1991 (26).

En el año 2010 en la zona de interés sólo se habían relevado algunos barrios que figuraban en distritos del departamento de Las Heras. Sin embargo, es importante destacar que la cantidad de población en estas áreas ocupadas ya superaba ampliamente la población total del piedemonte registrada en el año 2001. Esto indica con claridad que la zona está en pleno desarrollo, pero sin el control necesario para resguardarse de una dinámica territorial compleja y peligrosa por su funcionamiento (26).

Recolección de residuos en el distrito

Durante una entrevista personal el día 17/04/2023, la delegada del distrito Vertientes de Pedemonte del Municipio de Luján de Cuyo, proporcionó información sobre el sistema de recolección de residuos en la zona. Actualmente, este sistema se divide en dos categorías: la recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y la recolección de residuos verdes y escombros.

En cuanto a la recolección de RSU, la frecuencia de recolección depende de la cantidad de familias que viven en cada barrio del distrito:

- En barrios donde viven aproximadamente 10 familias, la recolección se realiza 2 veces por semana.
- En barrios donde viven aproximadamente 30 familias, la recolección se realiza 3 veces por semana.
- En barrios donde viven más de 50 familias, la recolección se realiza todos los días de la semana.

El horario de recolección es de 7:00 a 10:00h cada día.

En cuanto a la recolección de residuos verdes y escombros, la misma se realiza semana por medio, ya que el Municipio no cuenta con disponibilidad de camiones recolectores para retirar este tipo de residuos con una mayor frecuencia. De esta forma, el Municipio se demora aproximadamente 52 días en recorrer todo el distrito, y recolectar los residuos verdes y escombros. El horario de recolección es de 8:00 a 15:00h cada día.

Los residuos verdes normalmente provienen de viviendas que poseen grandes jardines, y los residuos escombros provienen de viviendas en construcción o ampliación. Por otro lado, en el distrito hay muchas casas de fin de semana, en las cuales se realizan eventos, de los que proviene gran cantidad de RSU.

Con respecto a otros tipos de residuos, cabe aclarar, que actualmente el Municipio ha comenzado a implementar acciones de recolección diferenciada de residuos en el departamento, como son: la implementación de puntos verdes, la puesta en funcionamiento del Centro verde de separación y clasificación de residuos reciclables, educación ambiental en relación con RSU, entre otras.

Esta información es relevante, ya que brinda una visión del manejo de los residuos por parte del Municipio en el distrito. La gestión de los residuos está estrechamente relacionada con la formación y desarrollo de BCA en la zona (16), (25), (26).

Recuperadores/as urbanos/as de la zona

Según (33), el municipio de Luján de Cuyo se plantea el desarrollo de un Programa de Reciclaje Inclusivo, idea que surge en un escenario donde se busca dar respuesta a dos grandes aspectos. El primer aspecto es la necesidad y la voluntad de la municipalidad de implementar una gestión integral de RSU en el territorio departamental, en el marco de la normativa vigente. El otro aspecto es la necesidad de formalizar, potenciar y promover la actividad de los/as recuperadores/as de residuos.

Como parte de este programa, gran parte de los/as recuperadores/as de residuos de Luján de Cuyo se encuentran en proceso de ser relocalizados con sus familias, de asentamientos a diferentes zonas del departamento. A partir de esta situación, algunos/as recuperadores/as, con el apoyo del municipio y de la Universidad Nacional de Cuyo, comenzaron a emprender la conformación de una cooperativa para realizar esta actividad de manera colectiva.

Conocer las acciones y la voluntad del municipio en mejorar la gestión de residuos es de suma importancia, ya que estas iniciativas desempeñan un papel fundamental en la prevención de la formación de BCA en el distrito.

Antecedentes de metodologías para evaluar un BCA

A continuación, se presentan las metodologías obtenidas a través de un análisis bibliográfico, las cuales están disponibles actualmente para la evaluación de BCA:

Metodología propuesta por (7).

El autor (7) desarrolla una metodología que permite modelar y parametrizar los BCA mediante una herramienta informática. El método de evaluación propuesto aborda varios aspectos, incluyendo los ambientales, sociales, de seguridad e impacto visual.

Esta metodología introduce un indicador que, mediante evaluaciones periódicas, define el estado inicial de los BCA y su evolución a lo largo del tiempo. El modelo realiza una evaluación integral de un conjunto de 63 variables que reflejan los aspectos relevantes para caracterizar el estado y los riesgos asociados con la existencia de un BCA.

Aunque la metodología de (7) abarca un conjunto amplio de variables, incluyendo aspectos relevantes para caracterizar el estado y los riesgos asociados con los BCA, cabe destacar que su enfoque principal no está específicamente centrado en la evaluación del riesgo aluvional. La evaluación integral de diversos aspectos puede proporcionar información valiosa sobre la situación general de los BCA, pero puede no ser suficiente para determinar el riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes de Pedemonte.

Metodología propuesta por (33).

La metodología propuesta por (33), consiste en analizar el riesgo de peligrosidad ambiental de los BCA existentes en los departamentos del AMM. La misma consta de varias etapas, comenzando con un relevamiento exhaustivo de los BCA y la elaboración de un inventario detallado de cada sitio.

Luego, se clasifican los BCA según su peligrosidad y necesidades de rehabilitación, evaluando 10 variables con pesos asignados según su importancia relativa: superficie, tipo de suelo, antigüedad, presencia de residuos peligrosos, distancia a centros urbanos, presencia de recuperadores urbanos, presencia de vectores transmisores de enfermedades, quema de residuos, cursos de agua superficial y profundidad de la primera napa de agua subterránea.

A las variables se les asignan pesos según su importancia relativa. Estos pesos se determinan mediante una escala de grados que considera que cada variable evaluada emplea los siguientes valores 0, 1, 2 y 3.

Se elabora una matriz de riesgo, donde los BCA existentes en cada departamento se disponen en las filas, mientras que las variables evaluadas se ubican en las columnas. Los valores asignados a cada variable se registran en el cuerpo de la matriz. Adicionalmente, en la penúltima columna se consigna el total de ponderación obtenido para cada BCA, y en la última columna se indica el nivel de riesgo correspondiente.

En base al nivel de riesgo de cada BCA que se determina en la matriz, se establecen tres categorías: Riesgo Bajo, Riesgo Medio y Riesgo Alto, en función de los valores máximos y mínimos obtenidos en la evaluación de las variables.

Esta metodología de (33) presenta algunas limitaciones para evaluar el riesgo aluvional en el distrito Vertientes del Pedemonte. En primer lugar, su enfoque se centra en variables relacionadas con la peligrosidad ambiental de los BCA y no en el enfoque del riesgo aluvional de los BCA. Por otro lado, no considera variables hidrológicas y geográficas que influyen en el riesgo aluvional de los BCA.

Metodología propuesta por (35)

Según (35) se presenta una metodología para evaluar la calidad ambiental de BCA basada en dos criterios: los valores obtenidos en cada sitio y metodologías de impacto ambiental.

Para ello, se realiza un relevamiento a campo para recopilar información sobre 20 factores clave en cada BCA: lugar de colocación de los residuos, compactación, cobertura periódica de los residuos, cobertura final, superficie terminada, dispersión de la fracción liviana,

destrucción de objetos voluminosos, incineración y/o quemas en el sitio, vectores, materiales peligrosos, aguas subterráneas, aguas superficiales, drenaje, polvo, visibilidad del lugar, entorno, ruidos locales, tipo de suelo utilizado, organización administrativa, imprevistos.

Se consideran los factores de campo, en función de 6 parámetros ambientales: aire, agua, estética, ruido, uso del suelo, y bienestar de la población.

A partir de esta información, se realiza una matriz de calidad ambiental que combina los valores obtenidos en cada parámetro con los factores de calidad ambiental correspondientes. A cada factor de calidad ambiental se asigna un número entre 0 y 15, y se obtiene un índice parcial para cada uno de ellos. Luego, se calcula el índice global de calidad ambiental sumando los índices parciales de los seis factores ambientales.

Finalmente, se procede a analizar y comparar los diferentes índices de calidad ambiental obtenidos para cada BCA. Se establecen cuatro rangos de impacto sobre el ambiente para facilitar la comparación entre los BCA: Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

La metodología propuesta por (35) no es adecuada para evaluar el riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte, ya que el enfoque principal se centra en evaluar la calidad ambiental en general de cada BCA y no específicamente el riesgo aluvional asociado a cada BCA.

Metodología propuesta por (37).

En (37) se propone una metodología de caracterización y diagnóstico ambiental de los BCA como una herramienta para la planificación ambiental. Esta metodología se centra en la valoración de índices ambientales que permiten determinar el grado de impacto que cada punto de vertido está generando en su entorno inmediato.

A través de esta metodología, se calcula un Índice de Interacción Medio-Vertedero o Índice de Impacto, que evalúa de manera conjunta las diferentes afectaciones que se observan en cada elemento del ambiente. El objetivo es obtener una representación del estado ambiental existente en la interacción entre el punto de vertido y su entorno.

Estos índices son representados de forma conjunta mediante el Índice de Interacción Medio-Vertedero, que se obtiene a partir de la suma de los Índices de Riesgo Ambiental correspondientes a cada elemento del medio, ponderados por los coeficientes de ponderación ambiental correspondientes.

La metodología de (37) no es adecuada para evaluar el riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte debido a que se centra en la valoración de los impactos en el entorno inmediato de cada BCA, lo cual no permite una evaluación integral y sistémica del riesgo aluvional a nivel del distrito. Además, se basa en índices de riesgo y ponderaciones ambientales, lo que puede limitar la consideración de otras variables relevantes que influyen en la evaluación del riesgo aluvional. Adicionalmente, no considera variables que influyen en el riesgo aluvional de los BCA.

Resumen de los antecedentes de metodologías

Como se mencionó anteriormente, cada metodología existente presenta limitaciones y no permite una evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte.

Sin embargo, la información proporcionada por estos/as autores/as es de vital importancia, ya que se convierten en fundamentos y referencias clave para el desarrollo de la metodología que se llevará a cabo en esta tesis con el fin de realizar una evaluación del riesgo aluvional de los BCA en el distrito.

Al considerar metodologías previamente establecidas y probadas por otros/as autores/as, se pueden obtener ventajas significativas para el diseño e implementación de un enfoque propio de evaluación. Esto permite ahorrar tiempo y recursos, ya que se puede aprovechar el conocimiento acumulado por expertos/as en el campo.

Además, al basarse en metodologías ya probadas, se tiene la oportunidad de evaluar la eficacia, identificar posibles mejoras y agregar innovaciones o ajustes según las necesidades específicas de una investigación. Esto asegura que la metodología propuesta sea robusta, confiable y adecuada para abordar los desafíos particulares relacionados con la evaluación del riesgo aluvional de los BCA.

Definición de riesgo de desastres

El riesgo de desastres se refiere a la evaluación anticipada de los daños y pérdidas que podrían ocurrir en el futuro como resultado de la ocurrencia de diversos fenómenos físicos, tales como sismos, aluviones, huracanes, tornados, entre otros, en condiciones específicas de vulnerabilidad social. El riesgo se transforma en un desastre cuando se materializa y afecta a un territorio, impactando a grupos sociales, infraestructuras básicas, sectores productivos, y otros aspectos relevantes. Por lo tanto, el riesgo tiene una delimitación territorial y, cuando un fenómeno adverso se desencadena, se manifiesta a través de pérdidas y daños reales que se distribuyen en un espacio geográfico específico (27).

Riesgos en la zona de estudio

Como se mencionó anteriormente, hay determinados condicionantes que hacen que la zona del piedemonte esté expuesta a importantes riesgos naturales, que, mezclados con acciones antrópicas pueden empeorar las condiciones y por consiguiente aumentar el riesgo (15).

Por un lado, se presenta el riesgo sísmico del lugar, el mismo se refiere a la probabilidad de que se produzcan terremotos o movimientos telúricos de alta magnitud y su impacto en las personas, la infraestructura y el ambiente. Este tipo de riesgo es agravado por la cantidad de fallas geológicas que atraviesan la zona. Así, el proceso de urbanización en el piedemonte magnifica la situación de riesgo, aumentando la vulnerabilidad de la población y de las edificaciones, equipamiento e infraestructura que acompañan la expansión del área urbanizada (17), (18), (27), (36).

Por otro lado, el avance de la frontera urbana con una modalidad no adaptada sobre el piedemonte ha generado una degradación del medio natural, agravando la situación de riesgo aluvional. Éste es un fenómeno natural que se produce cuando se produce una crecida repentina de un río o arroyo, y el agua arrastra consigo sedimentos, piedras y otros materiales, generando flujos de lodo y escombros que pueden afectar a poblaciones cercanas y a la infraestructura existente. El riesgo aluvional en la provincia de Mendoza está asociado principalmente a las precipitaciones intensas en cortos períodos de tiempo (1), (26), (27), (36).

La urbanización no planificada es uno de los procesos que afecta de manera más significativa las condiciones naturales de un ecosistema y su ciclo hidrológico, alterando los hábitats naturales, impermeabilizando y compactando el suelo, modificando las vías naturales de drenaje y aumentando la contaminación de los recursos hídricos. Cabe aclarar, que en el piedemonte existen ejemplos de emplazamientos urbanos bien concebidos y ejecutados, con principios de sostenibilidad ambiental, obras de corrección y control aluvional e índices de ocupación (26).

En zonas de pronunciadas pendientes, como es el caso del piedemonte, las aguas de lluvia adquieren velocidad y erosionan cauces y calles de tierra, anegando temporalmente las zonas bajas. La erosión hídrica incrementa el escurrimiento a causa de la reducción de la tasa de infiltración del suelo, y en consecuencia se reduce el almacenamiento de agua en el suelo y el crecimiento de las plantas, y por lo tanto, disminuye la cubierta protectora aumentando la degradación. Es decir, incrementos en la escorrentía se traducen en incrementos de la erosión. Esta situación se ve aún más agravada por las tormentas de carácter convectivo que ocurren en la zona (1), (15).

En el marco de los riesgos presentes en el distrito Vertientes de pedemonte, esta tesis se enfocará específicamente en la evaluación del riesgo aluvional de los BCA que presenta el mismo.

Precipitaciones en Mendoza

La relación entre Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) se utiliza para caracterizar las precipitaciones en un área determinada.

A continuación, se muestra la relación IDF para el piedemonte del Gran Mendoza, determinados a través de datos de la red telemétrica con estaciones en el piedemonte pertenecientes al INA CRA (15), (Figura N°7).

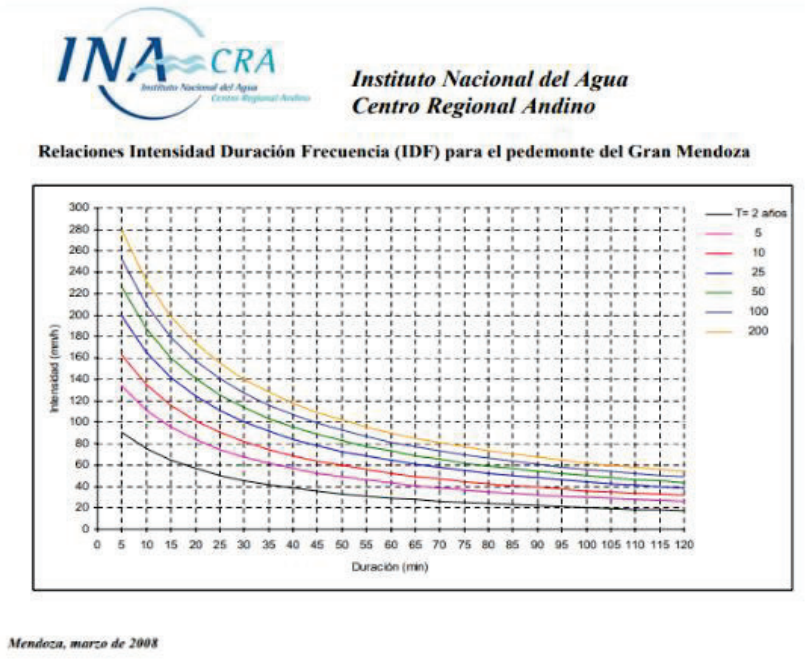


Figura N°7: Relación entre Intensidad, Duración y Frecuencia para el piedemonte del AMM. Fuente: (15).

De acuerdo con (15):

- Intensidad: Se refiere a la tasa de precipitación, es decir, la cantidad de lluvia que cae por unidad de tiempo. Se expresa generalmente en milímetros por hora (mm/h) o en pulgadas por hora (in/h). La intensidad puede variar durante una tormenta, siendo más intensa en algunos momentos y menos intensa en otros.

- Duración: Hace referencia al tiempo total durante el cual ocurre la precipitación. Se mide en minutos, horas o incluso días. La duración puede ser corta, como una tormenta intensa de 30 minutos, o prolongada, como una lluvia continua durante varias horas.

- Frecuencia: Indica la probabilidad de que ocurra una determinada intensidad de precipitación durante un período de tiempo específico. Se utiliza para describir la ocurrencia de eventos de lluvia de diferentes magnitudes. Por lo general, se expresa como la frecuencia o tiempo de recurrencia en años (tiempo de recurrencia (años) = TR).

En el Gran Mendoza, las precipitaciones suelen presentarse como tormentas convectivas de alta intensidad y corta duración, con registros de intensidades de hasta 5 mm/min (15), que van siendo cada vez más frecuentes a lo largo del tiempo.

La importancia de analizar la IDF de las precipitaciones radica en el impacto directo que éstas tienen en el riesgo aluvional en la región. Las altas intensidades de lluvia en un corto período de tiempo pueden generar una mayor acumulación de agua, aumentando el potencial de desbordamientos y crecidas en los cursos de agua cercanos. Además, el hecho de que estas precipitaciones se presenten con una mayor frecuencia a lo largo del tiempo indica la existencia de un riesgo aluvional constante en la región.

Obras y medidas de mitigación de aluviones en Mendoza

Colectores y diques de Mendoza

En concordancia con (9), en la provincia de Mendoza se han llevado a cabo diversas obras para evitar los efectos de las crecidas que bajan y azotan a la ciudad desde la precordillera. Dos tipologías distintas de estructuras han sido encaradas en el oeste del conglomerado urbano.

La primera de ellas trata de conducir las crecientes desde el oeste, encauzando sus aguas para controlar sus efectos nocivos sobre las márgenes. Es por ello por lo que pueden contarse distintos “zanjones” y “ríos secos” que atraviesan la ciudad de oeste a este, hasta el colector principal que se encuentra en la línea más baja de la ciudad, cuyo desarrollo tiene como dirección principal el eje sudoeste hacia el nordeste, que demarca los límites geográficos y políticos de los departamentos de Capital, Guaymallén y Godoy Cruz. Asimismo, ciertos zanjones también sirven de límite geográfico a la división política en la Ciudad de Mendoza (9).

La segunda tipología de obras corresponde a estructuras de mayor elaboración y estudio, destinadas a limitar el escurrimiento de las aguas aluvionales a través de la ciudad, reteniendo los volúmenes escurridos en vasos de embalse para luego erogar de manera controlada esa misma cantidad de agua. Este es el llamado efecto de laminación o atenuación de las crecidas de los diques existentes en el oeste de la ciudad de Mendoza (9).

Con posterioridad, se halló la posibilidad de desviar las aguas hacia sectores periféricos u otros cauces matrices, interceptando los caudales que bajan desde el oeste, mediante los que se denominan “colectores escudo” (9). Los colectores escudos son responsables de recolectar y canalizar el agua hacia puntos específicos, evitando así que se acumule en las zonas urbanas y reduciendo el riesgo de inundaciones en esas áreas (9), (15).

De esta manera, fueron construidos los colectores escudo, identificados como Colector Blando Encalada, en el sur y Colector General Las Heras en el norte, el cual incorpora al Azud Derivador San Isidro y el Río Seco El Challao como obras asociadas (Figura N°8), (9).

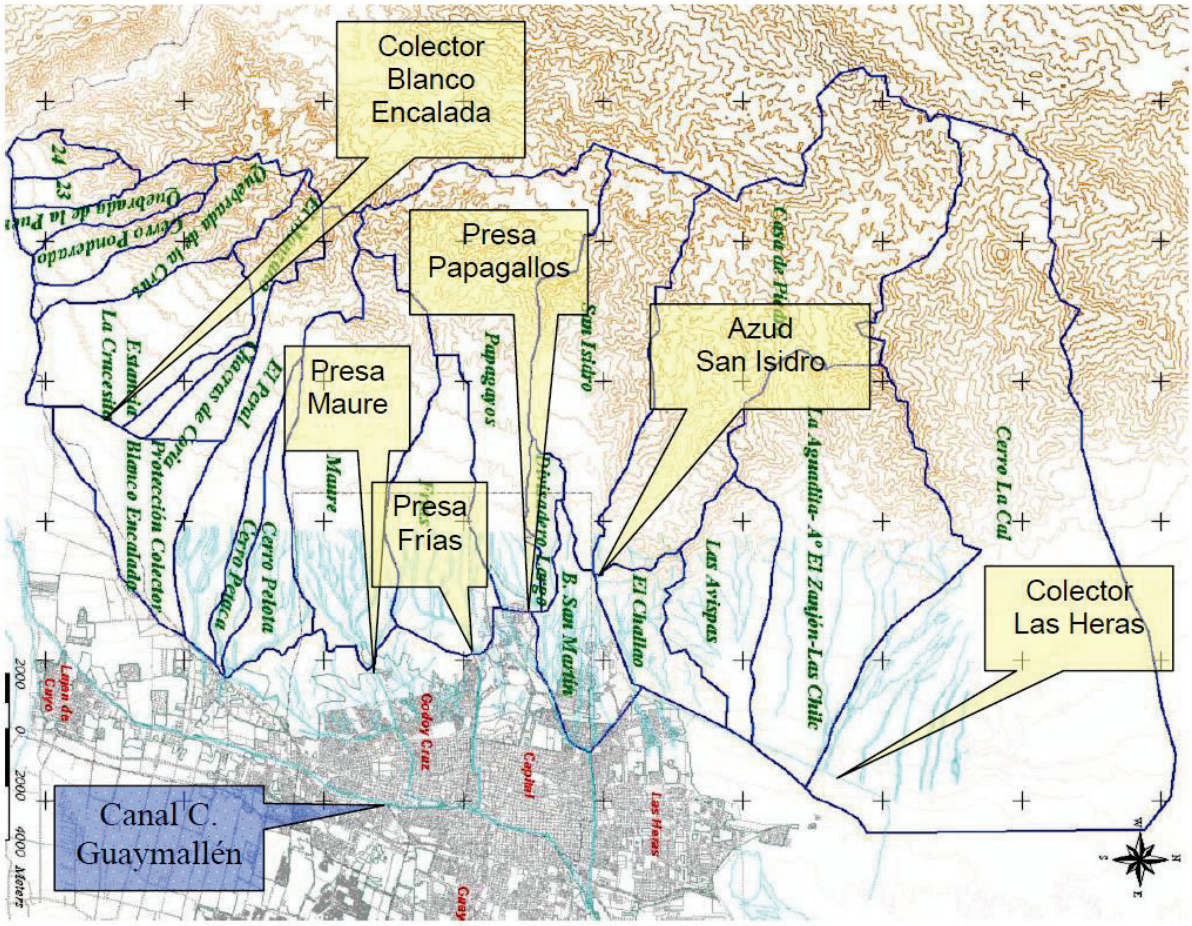


Figura N°8: Esquema del sistema de defensa del Gran Mendoza compuesto por las presas de atenuación de crecidas y por los colectores escudo. Fuente: (9).

La primera línea de defensa directa del casco urbano se encuentra constituida por los diques de laminación de crecidas. Estas estructuras se utilizan para almacenar temporalmente el agua proveniente de las crecidas aluvionales. Los diques o presas regulan el flujo del agua, liberándola de manera controlada y evitando así inundaciones repentinas aguas abajo. También pueden ayudar a regular el suministro de agua durante períodos de sequía (15).

Los diques del Gran Mendoza, de sur a norte son los siguientes (Figura N°9), (9), (30):

- Dique Maure
- Dique Frías
- Dique Papagayos
- Azud San Isidro
- Embalse Campo Espejo

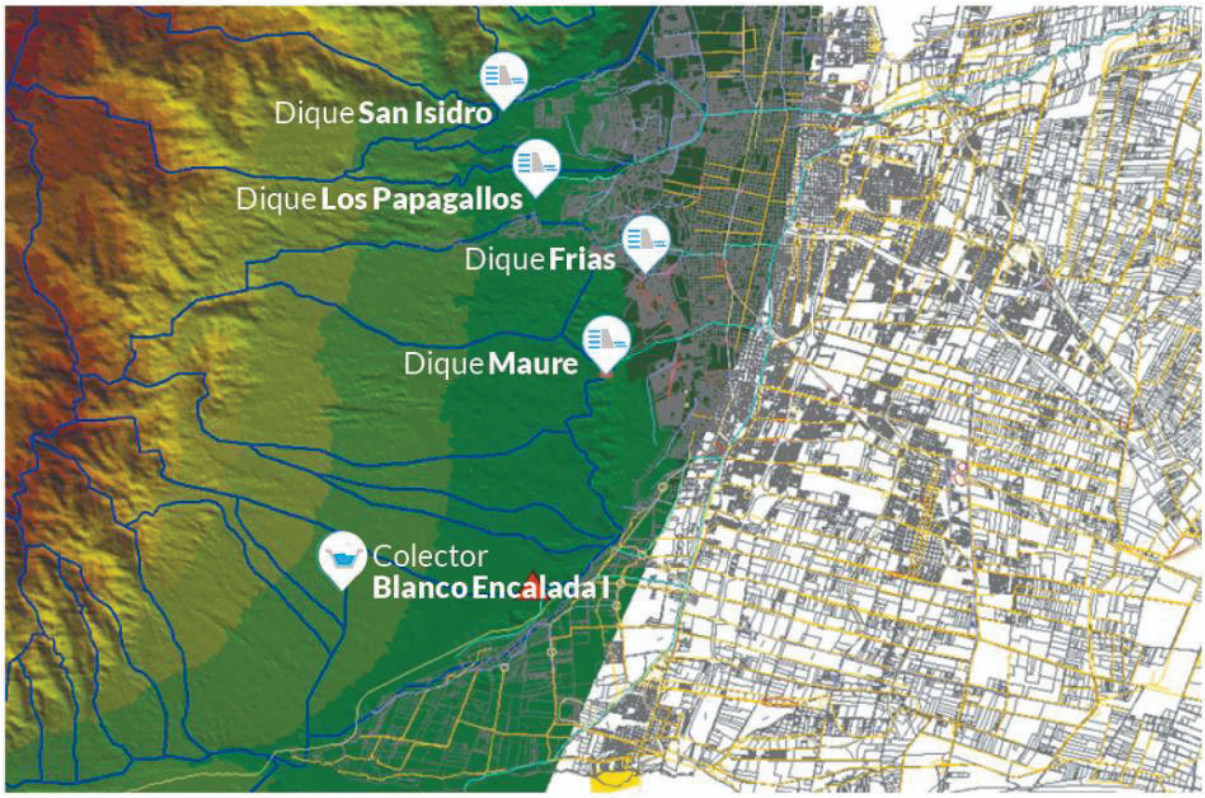


Figura N°9: Diques de atenuación de crecidas del Gran Mendoza. Fuente: Dirección de Hidráulica de la provincia de Mendoza.

De cada uno de estos diques se deriva un canal de salida que constituye el sistema de seguridad hidrológica de cada dique de atenuación (9).

Estos diques han sido construidos en el punto de concentración de cada cuenca pedemontana, razón por la cual, el canal de salida del sistema de alivio y torretas, coincide con el correspondiente río seco principal de la hidrografía superficial preexistente (9).

Existen algunos distritos del departamento de Luján de Cuyo que no poseen defensa u obras de atenuación de las crecidas aluvionales provenientes del piedemonte, tales como: Vertientes del Pedemonte, Las Compuertas, Vistalba, y Chacras de Coria (9), (26).

Las obras proyectadas y ejecutadas durante la década de 1940 quedaron marcadas por las características de los conocimientos de esa época y, posteriormente, por el crecimiento explosivo de las zonas urbanas de influencia sobre sus canales de evacuación. Es por ello que la ciudad de Mendoza se halla parcialmente protegida frente a determinados eventos de recurrencia, traduciéndose ello en la eficiencia de estas obras hasta ciertas intensidades de lluvia caída. Por lo que en eventos de precipitación extrema o de alta intensidad, estas infraestructuras pueden verse desbordadas o superadas en su capacidad de contención (9).

En este contexto, es importante destacar que el distrito Vertientes de pedemonte se localiza por debajo del *Colector Blanco Encalada* (30), y no cuenta con diques de atenuación de crecidas aluvionales (9), (26); lo que hace este distrito un sitio crítico desde el punto de vista aluvional. La ausencia de estas infraestructuras de protección aumenta el riesgo de inundaciones y los posibles impactos negativos en la población y el entorno.

Cuencas y cauces de Mendoza

Como se mencionó anteriormente, la primera línea de defensa y mitigación de crecidas aluvionales está compuesta por una serie de colectores escudo y presas o diques de atenuación de crecidas.

La segunda línea de defensa son las cuencas de retención, áreas especialmente diseñadas para captar y retener grandes volúmenes de agua durante las crecidas aluvionales. Estas cuencas almacenan temporalmente el agua y permiten liberarla gradualmente, evitando inundaciones repentinas y reduciendo el impacto aguas abajo. Contribuyen a controlar el flujo de agua y reducir la erosión del suelo (9).

Las cuencas de influencia directa sobre la ciudad de Mendoza, de sur a norte son (9):

- Cuenca Sosa: 4.220 ha
- Cuenca Chacras de Coria: 2.300 ha
- Cuenca Blanco Encalada: 7.090 ha
- Cuenca Maure: 6.000 ha
- Cuenca Frías: 2.600 ha
- Cuenca Papagayos: 5.700 ha
- Cuenca de Las Heras: 27.080 ha

Las cuencas Sosa, Chacras de Coria, El Peral no poseen regulación, e inciden directamente sobre las propiedades y población en el departamento de Luján de Cuyo. Es por ello que se estudiaron y diseñaron los sistemas de presas, trasvases y colectores que más arriba se mencionaron, los que constituyen el Complejo Chacras de Coria (9), (26).

En esas cuencas a su vez, se dividen en subcuencas. La parte sur de la cuenca N°10 *(Maure)* hasta la cuenca N°24 *(S/N)* se desarrollan en el territorio del departamento Luján de Cuyo: *cerro Pelota, cerro Petaca, El Peral, Chacras de Coria, El Manzano, Colector Blanco Encalada, Estancia La Crucecita, Quebrada de la Cruz, cerro Ponderado, Quebrada de la Puerta, y dos sin denominación propia todavía* (Figura N°10) (1), (14).

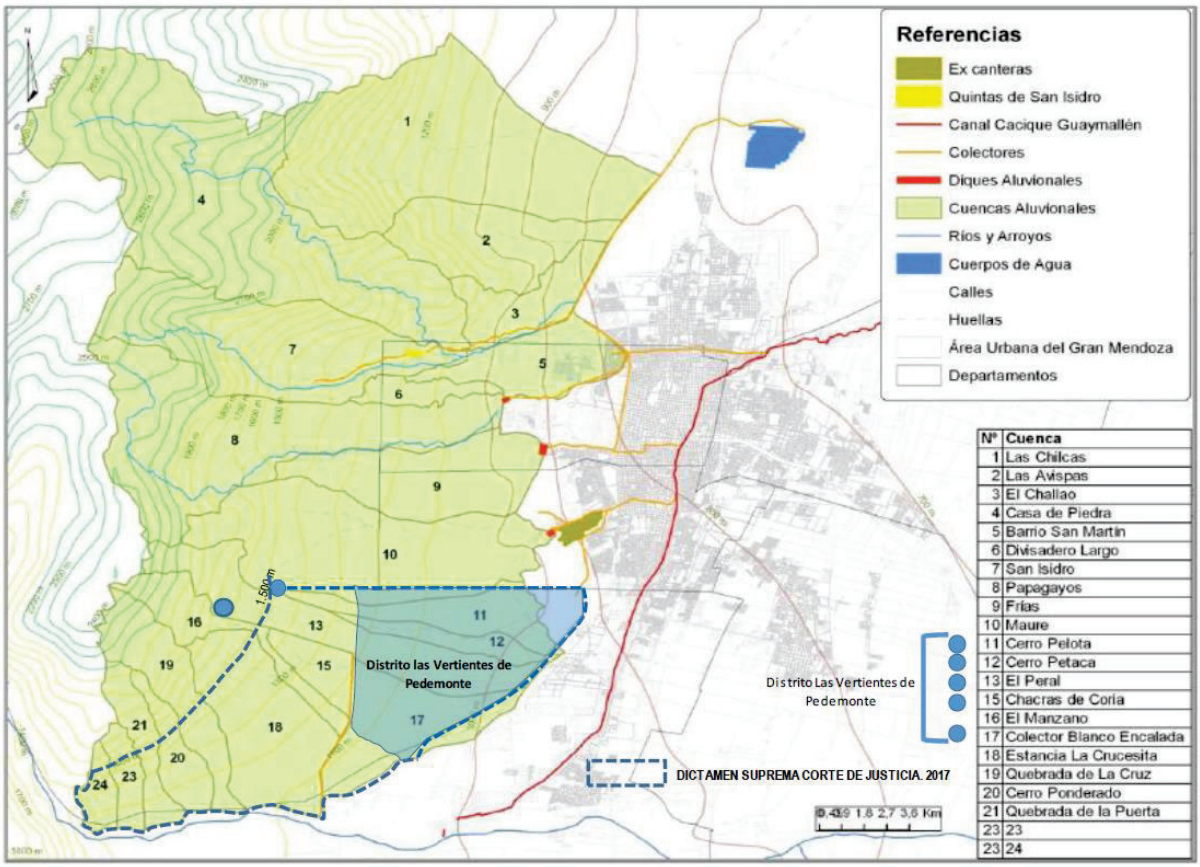


Figura N°10: Sub-Cuencas aluvionales en el distrito en estudio. Fuente: (8).

El distrito Vertientes del Pedemonte se identifica como parte de una zona de cuencas y subcuencas propensas a aluviones. Esto se sustenta en los mapas elaborados en el trabajo de (14), (Anexo III) donde estas áreas se clasifican como "impermeables" en términos de su potencial de infiltración y presentan una cobertura del suelo limitada. Además, se caracterizan por tener pendientes que van desde medias a altas.

El distrito se desarrolla en la *cuenca Sosa*, y en las siguientes subcuencas: *cerro Pelota, cerro Petaca, El Peral, Chacras de Coria, El Manzano y Colector Blanco Encalada (*Figura N°11), (1), (14).

Por otro lado, los cauces son los cursos de agua naturales o artificiales por los que fluye el agua.

De sur a norte, se mencionan los cauces principales que componen la red actual de evacuación aluvional del Gran Mendoza, de acuerdo con su desembocadura en el Canal Cacique Guaymallén, colector principal de toda la red aluvional del Gran Mendoza (Figura N°11), (9):

- Zanjón Sosa (departamento de Luján de Cuyo).
- Río Seco Tejo – Viamonte – Liniers (departamento de Luján de Cuyo y límite con el departamento de Godoy Cruz).
- Zanjón Maure (departamento de Godoy Cruz).
- Zanjón Frías (límite de los departamentos de Godoy Cruz y Capital).
- Río Seco Papagayos.
- Zanjón de Los Ciruelos (límite de los departamentos de Capital y de Las Heras).

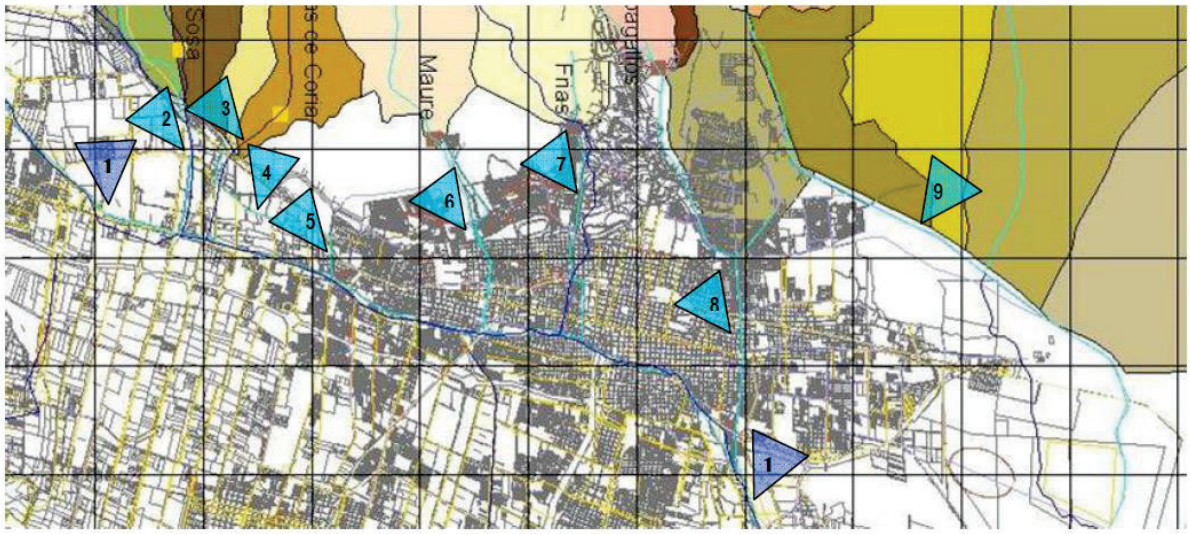


Figura N°11: Esquema de Ríos Secos y Zanjones provenientes de la precordillera que atraviesan el Gran Mendoza. Referencias, 1: Canal Cacique Guaymallén, 2: Zanjón Sosa, 3-4-5: Río Seco Tejo-Viamonte-Liniers, 6: Zanjón Maure, 7: Zanjón Frías, 8: Zanjón de Los Ciruelos. El Colector Las Heras, 9, es un Colector Escudo, no tributario del Canal Cacique Guaymallén. Fuente: (9).

Los cauces de *Zanjón Sosa* y *Río Seco Tejo - Viamonte - Liniers* son los principales cursos de agua que se desarrollan en el distrito Vertientes del Pedemonte. Estos cauces desempeñan un papel fundamental en el drenaje de la zona y en el transporte de los flujos hídricos, incluyendo aquellos generados durante eventos aluvionales (3).

La información proporcionada es de suma importancia, ya que todas las obras mencionadas (colectores escudo, diques y cauces), forman parte de un sistema integral diseñado para mitigar los riesgos aluvionales en el Gran Mendoza. Sin embargo, es crucial destacar que estas infraestructuras han alcanzado su capacidad máxima en respuesta a las lluvias cada vez más intensas, especialmente debido al crecimiento urbano en la región (2), (9), (30). A pesar de su importancia, estas obras no se consideran suficientes para atenuar por completo los aluviones y proteger completamente a la población del Gran Mendoza y al entorno.

Cauces del distrito Vertientes del Pedemonte

Al día de la fecha, se cuenta con un estudio aluvional realizado por (3), el cual se considera el estudio más actualizado y completo en relación con el riesgo aluvional en el distrito Vertientes del Pedemonte. Este estudio proporciona una visión integral de los procesos aluvionales en la zona, analizando factores como la topografía, la hidrología y otros elementos relevantes para la evaluación del riesgo.

Como se mencionó anteriormente, los cauces de *Zanjón Sosa* y *Río Seco Tejo - Viamonte - Liniers* son los principales cursos de agua que se desarrollan en el distrito Vertientes del Pedemonte.

En base al estudio de (3), se establecen las siguientes denominaciones de cauces:

- Canal o zanjón Sosa: Sosa Norte y Sosa Sur, que a su vez se divide en ramas, y éstas a su vez en subramas: Sosa Sur 2 (subramas 2-1 y 2-2) y Sosa Sur 3 (subramas 3-1, 3-2), (Figura N°12).

- Río Seco Tejo - Viamonte - Liniers: que se divide en ramas y subramas: Tejo 1 (subrama 1-1) y Tejo 2 (subrama 2-1), (Figura N°12).

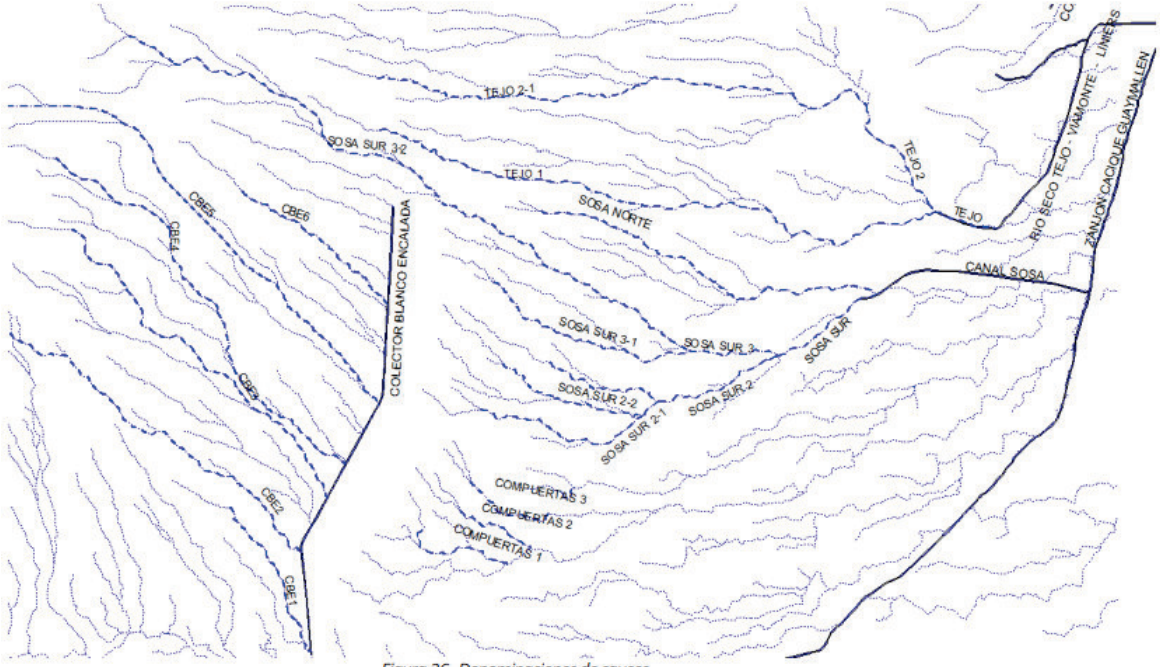


Figura N°12 Denominación de cauces torrenciales en el distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: (3).

En la Figura N°13 se puede observar la red de cauces que recorren el distrito, abarcando tanto cauces principales como sus ramificaciones.

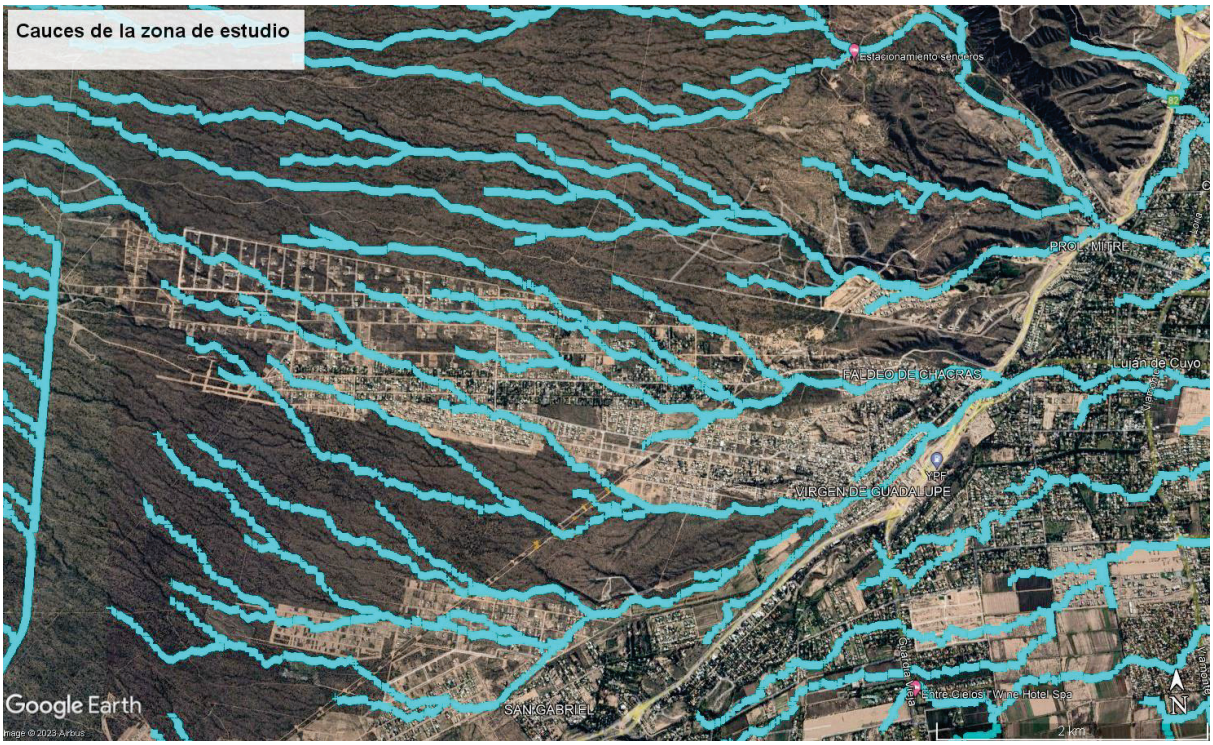


Figura N°13: Cauces principales del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente:(3)

Es relevante conocer esta situación, debido a que la población del distrito ha experimentado un crecimiento constante a lo largo del tiempo, expandiéndose hacia el oeste, sobre el piedemonte, sin tener en cuenta la abundancia de cauces presentes en la zona. Este avance

urbano desordenado ha llevado a que la población se encuentre actualmente en una zona crítica desde el punto de vista aluvional (17), (20).

La población ha ido ocupando áreas propensas a inundaciones y ha ido interrumpiendo el flujo natural de las aguas. Esto se pone de manifiesto en la rama N°2 del cauce Sosa Sur, en donde (3) ha observado que, como consecuencia del avance urbano en la zona central del distrito, se ha producido un desplazamiento de esta más hacia el sur debido a rellenos y terraplenamientos recientes (Figura N°14).

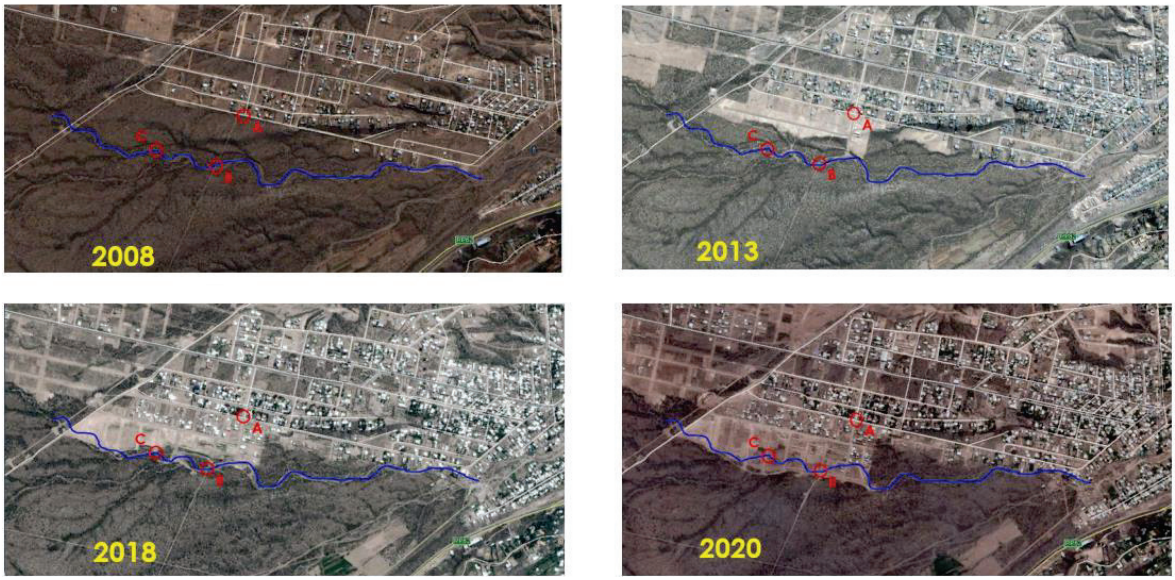


Figura N°14: Situación multitemporal de la rama N°2 del cauce Sosa Sur. Fuente:(3).

Por otro lado, se llevó a cabo una importante contribución por parte de (3) en el estudio de los cauces presentes en el distrito Vertientes del Pedemonte. A través de una simulación hidráulica detallada, se pudo obtener información relevante sobre las áreas inundables en escenarios de tormentas con un TR = 25 años, así como las velocidades de flujo de las corrientes durante las inundaciones. Estos resultados se encuentran documentados en los mapas presentes en el apartado de Anexos II.

Adicionalmente, (3) realizó una representación 3D de la mancha de inundación de los cauces en el distrito, brindando una visualización más clara y concreta de las áreas susceptibles de inundación en un escenario de tormenta con TR = 25 años. Estos mapas, también disponibles en el apartado de Anexos II, proporcionan una perspectiva adicional que refuerza la comprensión de las áreas inundables y contribuye a la evaluación del riesgo aluvional en el distrito Vertientes del Pedemonte.

La modelación hidráulica aporta información fundamental, ya que permite identificar y analizar de manera precisa las zonas críticas que requieren una evaluación más detallada en el distrito Vertientes del Pedemonte. Mediante esta herramienta, se pueden visualizar con mayor precisión los posibles desbordes de los cauces y las áreas que podrían resultar afectadas o experimentar trasvases de cuencas.

Antecedentes de desastres aluvionales ocurridos en la provincia de Mendoza

A continuación, se describen brevemente los aluviones más fuertes que han ocurrido en la provincia de Mendoza (9), (15):

- El Aluvión de 1831 se registró en la ciudad de Mendoza. Provocó una gran destrucción, afectando principalmente las viviendas, infraestructuras y cultivos en la zona. Las inundaciones y los flujos de agua arrasaron con gran parte de la ciudad, causando pérdidas materiales significativas y la pérdida de vidas humanas.

- El 8 de enero se registró el "Aluvión de Mendoza de 1895" y tuvo consecuencias significativas para la ciudad de Mendoza y sus alrededores. Las intensas lluvias provocaron el desborde de varios ríos y arroyos en el área, generando inundaciones repentinas y avalanchas de agua y lodo. Además, se reportaron daños extensos en infraestructuras, viviendas y cultivos, así como pérdidas humanas. El evento dejó una profunda marca en la historia de la provincia y en la conciencia colectiva de sus habitantes.

- El aluvión de 1934 fue uno de los aluviones más destructivos en la historia de Mendoza. Ocurrió el 12 de enero del año mencionado y afectó principalmente la ciudad de Mendoza y sus alrededores. Las intensas lluvias provocaron la crecida de los ríos y arroyos de la zona, desencadenando avalanchas de agua, lodo y escombros que causaron daños extensos en infraestructuras y viviendas. El evento dejó un alto número de víctimas mortales y afectó gravemente la economía de la región.

- El "Aluvión de Mendoza de 1937", ocurrió el 25 de enero del mencionado año. Tuvo un impacto devastador en varias localidades de la provincia, especialmente en la ciudad de Mendoza y sus alrededores. Las inundaciones afectaron gravemente la infraestructura, las viviendas y las áreas agrícolas, causando pérdidas materiales considerables. Además, se registraron pérdidas humanas, lo que acentuó la tragedia asociada al evento. Ha dejado una huella duradera en la memoria colectiva de la región y ha sido un factor clave en la implementación de medidas de prevención, gestión y planificación del riesgo aluvional en la provincia.

- El 4 de enero de 1970, la provincia de Mendoza, fue testigo de una tormenta que desencadenó una crecida aluvional de gran magnitud. Este evento tuvo consecuencias devastadoras, incluyendo la rotura del Dique Frías, lo que provocó su rotura y liberación masiva de agua. Esta situación generó una inundación repentina y descontrolada en las áreas cercanas, afectando a numerosas localidades y causando daños materiales de gran envergadura. Además de las pérdidas económicas y materiales, el suceso tuvo un efecto significativo en la infraestructura, las viviendas y la vida de las personas que habitaban en las zonas afectadas.

- El 7 de febrero de 1970 tuvo lugar un aluvión que afectó principalmente la localidad de El Carrizal, ubicada en el departamento de San Rafael. Las intensas precipitaciones causaron la crecida del río Atuel, generando una inundación repentina que arrasó con viviendas, infraestructuras y cultivos. El evento resultó en la pérdida de vidas humanas y causó importantes daños materiales en la zona afectada.

- Durante el mes de febrero de 1977, se produjo un aluvión en la localidad de Tupungato. Este evento generó inundaciones y deslizamientos de tierra, causando pérdidas materiales y humanas significativas.

- En abril de 1993, se registró un aluvión en la ciudad de San Rafael. Las fuertes lluvias ocasionaron la crecida de los ríos y arroyos, provocando inundaciones en varias zonas urbanas y rurales.

- El 24 de enero de 2007, la provincia de Mendoza experimentó otro evento aluvional de gran magnitud. Esta fecha quedó marcada como uno de los sucesos más significativos en términos de aluviones en la región. Las rápidas corrientes de agua arrastraron sedimentos, rocas y materiales, ocasionando graves inundaciones y deslizamientos de tierra en varios sectores. Las localidades más afectadas por este aluvión fueron las ubicadas en el piedemonte mendocino, donde se produjeron importantes daños en infraestructuras, viviendas y vías de comunicación. Además, se registraron pérdidas humanas y un número considerable de personas resultaron damnificadas.

- En febrero de 2013, se produjo un importante aluvión en la localidad de Potrerillos, ubicada en el departamento de Luján de Cuyo. Las intensas lluvias provocaron la crecida de los ríos y arroyos, generando inundaciones y deslizamientos de tierra en varias zonas cercanas.

- El aluvión de enero de 2017 sucedió en Uspallata, situada en el departamento de Las Heras. Las lluvias intensas provocaron el desborde de ríos y la inundación de calles y viviendas en la zona.

Esta información es valiosa, porque indica que desde que existen registros históricos, en el siglo XIX, se ha constatado que la provincia de Mendoza ha experimentado repetidamente eventos aluvionales que han dejado en evidencia la presencia constante del riesgo aluvional en la región. Estos eventos han tenido un impacto significativo tanto en el entorno natural como en la población, subrayando la importancia de comprender y abordar adecuadamente este riesgo.

Riesgo aluvional y BCA

De acuerdo con toda la información recopilada, se ha establecido de manera concluyente que el riesgo aluvional es una realidad inherente en el oeste de la provincia de Mendoza, y en particular en el distrito Vertientes del Pedemonte. Este riesgo no depende exclusivamente de la presencia de BCA, ya que existen factores naturales y geográficos que lo predisponen.

No obstante, es importante subrayar que la presencia de BCA en la zona intensifica significativamente el riesgo aluvional.

Por lo tanto, si bien el riesgo aluvional existe de manera intrínseca en el distrito, es crucial reconocer que la presencia de BCA agrava esta situación.

Formulación y fundamentación del problema.

La Provincia de Mendoza, se ubica en la zona centro-oeste de Argentina, dentro de la denominada diagonal árida sudamericana. El 97% de su territorio, está constituido por ecosistemas naturales desérticos, mientras que el 3% restante, corresponde a superficie ocupada por tres oasis bajo riego (Norte, Centro y Sur), en los que se ha sistematizado la utilización de agua procedente de los ríos de deshielo, provenientes de la cordillera de Los Andes (11).

El Área Metropolitana de Mendoza (AMM), localizada en el Oasis Norte de la provincia, es en la actualidad el mayor centro urbano del centro oeste de Argentina, con 1.086.633 habitantes: representa el 68% de la población total de la provincia, en sólo el 0.16% de su territorio (INDEC, 2011). Está constituida por la unión física de seis ciudades, correspondientes a las

cabeceras de los departamentos de Capital, Las Heras, Guaymallén, Godoy Cruz, Luján de Cuyo y Maipú, que nacieron como núcleos independientes y con el paso del tiempo, se extendieron hacia la Ciudad Capital de Mendoza -principal núcleo de desarrollo del área- hasta llegar a conformar el AMM (11).

En la actualidad, más de 100.000 habitantes del AMM se localizan en el área del piedemonte (20). El crecimiento desarticulado de la población hacia el piedemonte hace que las condiciones ambientales de la zona sean muy malas. Ejemplos de contaminación del aire y del agua, producto de la industria, del polvo que arrastra el viento desde las ripieras o de incendios intencionales de los BCA, basura en los canales de desagües, están presente a diario en la zona. Además, produce la pérdida de cobertura vegetal del suelo, altera el hábitat y el comportamiento de la fauna que vive en el lugar. Esos impactos, no sólo se limitan a un determinado sector, ya que, al encontrarse en la zona alta del AMM, se extiende sobre toda el área consolidada más baja (20).

En este escenario, la formación y el crecimiento, tanto en número como en extensión, de BCA en torno a núcleos poblacionales constituye una problemática conocida por las autoridades municipales o departamentales a quienes la legislación delega el poder de fiscalización y control. La existencia de los BCA está asociada a un manejo nulo o irresponsable de la disposición final de residuos (6), (7), (23), (32).

Los BCA configuran focos infecciosos de diversas enfermedades porque pueden afectar a la comunidad que habita en sus cercanías, producto de contagios a través del contacto con animales infectados, la ingesta de alimentos en mal estado, o la quema de productos tóxicos allí depositados (6), (16), (23).

Esas condiciones hacen que para actuar sobre ellos debe tenerse presente que se trata de sistemas complejos en cuanto a su problemática, su conformación y características; y varían notablemente entre uno y otro, incluso en los casos de emplazamientos cercanos (6), (7).

Los BCA se consideran sitios que se traducen en la acentuación de riesgos, sobre todo aluvionales, donde los impactos mencionados, al modificar las pendientes y especialmente la de los cauces e interfluvios, se manifiestan en el aumento de violencia y magnitud de los aluviones, y en última instancia, en el aumento de las condiciones de riesgo, pobreza y marginación social. Estos efectos desencadenan un progresivo avance de la desertificación sobre el área, manifestándose en la disminución de la calidad de vida no solo de la población que habita en el piedemonte, si no también, de la población de la ciudad de Mendoza, con la cual el sistema pedemontano está directamente vinculado (2), (15), (17), (23).

Ante la realidad que se ha proyectado en el área pedemontana, se presenta gran cantidad de estudios interdisciplinarios, sectoriales e integrados en cuanto a riesgo aluvional, pero escasa información sobre BCA, es por ello que se propone el tema en esta tesis.

La problemática ambiental requiere ser abordada desde una perspectiva integral, donde el riesgo aluvional y la presencia de BCA sean analizados conjuntamente.

Delimitación del problema.

La relevancia de la presente tesis de maestría se justifica en cuatro dimensiones específicas, las que se presentan a continuación. El orden en que se exponen las dimensiones específicas no implica una jerarquización de estas.

La primera de las justificaciones se relaciona con el sitio elegido, y se fundamenta en que el alcance del trabajo es a nivel de distrito, un distrito particular, ubicado en el piedemonte del

AMM. Este sitio tiene características físicas que lo tornan de alta vulnerabilidad, y de riesgo no sólo para la gente que habita en él, sino también para los/as habitantes de las zonas adyacentes. El crecimiento de la expansión urbana hacia el piedemonte se ha dado de manera desarticulada, dando origen a múltiples BCA en la actualidad (7), (13), (17), (20).

La segunda justificación se sustenta, por un lado, en la escasa información relacionada con el distrito en estudio, ya que por muchos años fue un lugar de conflicto limítrofe entre el departamento de Luján de Cuyo, Las Heras y Godoy Cruz. A fines del 2017, se resuelve el problema a favor del departamento de Luján de Cuyo. Por otro lado, hay escasa información y desactualizada acerca de los BCA de la provincia de Mendoza, y no hay registros bibliográficos de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte (13), (26).

Una tercera justificación se vincula con el proceso metodológico propuesto para evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito. Se propone la elaboración de una metodología novedosa, con el empleo de variables y de un modelo, que no han sido utilizados con esa finalidad en la provincia, hasta el presente.

Finalmente, la relevancia de la propuesta también se justifica por los beneficios esperados. Desde lo ambiental se podría: incidir directamente sobre la conservación de los recursos naturales; disminuir la contaminación por residuos en el suelo, el agua y el aire; incidir en la mejoría del paisaje de la zona; y proporcionar una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En cuanto a los aspectos sociales y económicos se podría contribuir a mejorar las condiciones de salud y calidad de vida de la comunidad que vive en el distrito, como de la comunidad aledaña a los BCA; erradicar las prácticas de gestión y disposición final de los RSU y promover la transición hacia modelos de prevención de residuos. Asimismo, se alienta a los gobiernos nacionales y locales a que tengan conocimiento sobre la problemática y tomen decisiones (6), (23), (32).

En este contexto, se propone la evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito, para tomar conocimiento sobre esta problemática y así poder tomar medidas al respecto para preservar los recursos naturales de cada sitio, en beneficio del ambiente y de la población.

Objetivos generales y específicos.

Objetivo general: Realizar una evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte.

Objetivos específicos:

- Objetivo 1: Realizar un análisis integral de los BCA, incorporando información obtenida a través de un relevamiento de campo, mediante softwares y bibliografía especializada
- Objetivo 2: Identificar y definir variables relevantes que permitan evaluar el riesgo aluvional de los BCA.
- Objetivo 3: Asignar un valor o peso a cada variable identificada, considerando su importancia relativa en la evaluación del riesgo aluvional.
- Objetivo 4: Elaborar un indicador que permita realizar una valoración del riesgo aluvional a cada BCA.
- Objetivo 5: Definir categorías de riesgo aluvional basadas en el valor del indicador de valoración propuesto para clasificar los BCA.
- Objetivo 6: Evaluar el riesgo aluvional de cada BCA.

Hipótesis o supuestos de partida.

La hipótesis es una afirmación tentativa que se formula a partir de la pregunta de investigación y de la revisión de la literatura existente sobre el tema de estudio. Su función es guiar el proceso de investigación y establecer una dirección clara en la búsqueda de respuestas.

Para esta tesis, la hipótesis a considerar es la siguiente:

"La presencia de BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte contribuye a incrementar el riesgo aluvional en el lugar."

Material y metodología.

El proceso metodológico propuesto comprendió la realización de diferentes actividades. A continuación, se presenta la organización empleada para su cumplimiento:

1) Revisión bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica que abarcó diversos temas. En primer lugar, se analizó la literatura existente sobre el piedemonte de Mendoza, la expansión urbana hacia esta zona y, específicamente, se profundizó en el distrito Vertientes del Pedemonte.

Además, se llevaron a cabo investigaciones relacionadas con la comunidad y la gestión de residuos. Luego, se revisaron metodologías propuestas por expertos/as para evaluar BCA.

Posteriormente se analizó la bibliografía referente al riesgo de desastres, prestando especial atención al riesgo aluvional presente en el distrito. Se investigó acerca de las obras y medidas de mitigación aluvional en la provincia de Mendoza, y se incluyó un análisis detallado de las cuencas y cauces presentes a nivel departamental y distrital.

Asimismo, se indagó en los antecedentes de desastres aluvionales en la provincia, examinando casos históricos relevantes para comprender la magnitud y las implicaciones de estos eventos.

Por último, se tuvo en cuenta el marco normativo relacionado con estos temas a nivel nacional, provincial, como municipal. En el apartado Anexos I se menciona la normativa considerada.

Para realizar la revisión bibliográfica, se utilizaron diversas fuentes de información, como artículos científicos, informes técnicos, normativas y documentos gubernamentales, entre otros.

Esta tarea permitió obtener el marco teórico inicial del estado del arte actualizado.

2) Identificación y descripción de las variables

En base a la revisión bibliográfica realizada, y tomando como referencia las metodologías propuestas por expertos/as para evaluar diferentes aspectos en BCA (7), (33), (35), (37), se analizaron los criterios y las variables empleadas en cada uno de sus trabajos. Esta revisión

proporcionó una base para desarrollar una metodología que permita evaluar el riesgo aluvional en los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte.

Para ello, en una primera instancia se identificaron variables que cumplieran con los siguientes criterios:

- que mostraran una relación potencial con el riesgo aluvional en un BCA, es decir, aquellas variables que podrían influir en la ocurrencia o magnitud de los eventos aluvionales y sus posibles impactos en cada BCA;
- que tuvieran capacidad predictiva;
- y que se pudiera contar con la información necesaria para su medición en un relevamiento a campo.

En una primera etapa, se seleccionaron 24 variables posibles a ser analizadas en cada BCA. Posteriormente, a través de un análisis propio, de éstas 24 variables, sólo se seleccionaron 9 variables consideradas como significativas y pertinentes para los objetivos de esta tesis.

Luego, a estas variables se les asignaron posibles resultados, y en base a éstos resultados, se las distribuyó en tres categorías principales: variables de identificación de un BCA, variables cualitativas y variables cuantitativas. En primer lugar, se seleccionaron 3 variables cuyas respuestas permiten caracterizar de manera única cada BCA. A continuación, se seleccionaron 3 variables que presentan respuestas cualitativas y luego, se seleccionaron 3 variables cuyas respuestas proporcionan datos numéricos y medibles.

A continuación, se describen detalladamente las 9 variables a considerar durante un relevamiento a campo para evaluar el riesgo aluvional en cada BCA:

<u>Variables de identificación de cada BCA</u>

- Basural N°: indica el número de identificación del BCA en un relevamiento realizado a campo.
- Coordenadas: son las coordenadas geográficas (latitud y longitud) del BCA detectado.
- Ubicación: se refiere a la calle en la que está localizado el BCA.

Estas variables, como su nombre lo indica, fueron seleccionadas porque son útiles para identificar cada BCA en un relevamiento a campo. Cada una de ellas proporciona respuestas específicas y personalizadas para cada BCA que se logre identificar.

<u>Variables cualitativas</u>

- Antigüedad: se refiere al tiempo (años) de existencia del BCA.

Esta variable se selecciona debido a que proporciona un indicio sobre el estado de los residuos presentes en un BCA en función del tiempo de su existencia. El análisis de la antigüedad del BCA permite evaluar cómo ha evolucionado el sitio a lo largo del tiempo y cómo se han ido asentando y acumulando los residuos.

En el caso de un BCA de reciente formación, los residuos podrían estar menos asentados y ser más susceptibles de ser arrastrados por un aluvión. Esta situación aumentaría el riesgo de obstrucción de cauces y el transporte de sólidos en el agua durante un evento aluvional, lo que podría resultar en inundaciones y deslizamientos de mayor magnitud.

Por el contrario, un BCA más antiguo puede haber experimentado un proceso de compactación y estabilización a lo largo del tiempo. En esta situación, los residuos estarían más asentados y tendrían menor probabilidad de ser arrastrados por un aluvión.

Las respuestas para esta variable se dividen en tres categorías, basándose en la metodología de (33):

- Menor 10 años
- Entre 10 y 15 años
- Más de 15 años

Para determinar el tiempo de existencia de un BCA, se puede emplear la herramienta de *timelapse* del software Google Earth®, que permite visualizar imágenes históricas de un sitio y analizar su evolución a lo largo del tiempo.

- Cercanía a cauces torrenciales: se refiere a la distancia (radio) existente entre un BCA y los cauces torrenciales o uadis/wadis que hay presentes en el área.

La inclusión de esta variable en la metodología se justifica debido a que proporciona información relevante sobre la proximidad de los residuos del BCA respecto a los cauces torrenciales presentes en el sitio.

Los BCA ubicados en proximidad o directamente sobre un cauce torrencial presentan una situación particularmente riesgosa desde el punto de vista aluvional. En estos casos, los residuos depositados en el BCA se encuentran en contacto directo con el agua cuando se producen precipitaciones en la zona. Esta proximidad directa implica un mayor riesgo de inundación y arrastre de residuos durante eventos de lluvia intensa, lo que puede generar consecuencias graves para el entorno y la población circundante (4), (15), (31), (38).

Por el contrario, los BCA que se encuentran alejados de los cauces tienen una menor probabilidad de ser afectados directamente por la acción de las corrientes durante eventos de precipitación intensa.

Para definir las categorías de respuesta en función de la distancia entre un BCA y los cauces torrenciales del sitio se basó en metodologías previas, como (33) y (35), que establecen categorías similares para cursos de aguas superficiales. Si bien estas metodologías no especifican un valor de distancia de los BCA y los cursos de agua en el área, se consideró razonable adoptar un radio de 100 m alrededor del BCA como criterio para identificar un cauce cercano.

La elección del radio de 100 m se fundamenta en su relevancia para evaluar la proximidad de los residuos del BCA a los cauces torrenciales y la influencia directa que esta cercanía tiene en el riesgo aluvional. Esta distancia se considera lo suficientemente cercana para que los residuos puedan verse afectados por la acción de las corrientes durante eventos de lluvia intensa, lo que puede aumentar el riesgo de inundaciones y arrastre de residuos.

Las respuestas definidas para esta variable son:

- BCA no cercano a un cauce (radio mayor a 100 m)
- BCA cercano a un cauce (radio menor a 100 m)
- BCA en contacto con un cauce (residuos emplazados sobre el cauce)

Se puede observar si un BCA se encuentra cercano o en contacto con un cauce mediante un relevamiento a campo, como también, desde el software Google Earth®, o mediante algún software de información geográfica, como Qgis o Arcgis. Los softwares permitirán identificar con precisión la ubicación de cada BCA en relación con los cauces torrenciales presentes en el área.

- Cobertura predominante: Se refiere al tipo de vegetación que prevalece en las áreas del BCA que están cubiertas por residuos.

Se seleccionó esta variable porque ofrece indicios importantes acerca de la capacidad de infiltración del agua de un sitio ante eventos aluvionales.

La proliferación de un BCA en un sitio afecta negativamente a la vegetación circundante, provocando su deterioro y eventual desaparición, lo que resulta en una mayor proporción de suelo desnudo en el área (8). Por el contrario, la presencia de vegetación y obstáculos físicos, como árboles o arbustos, dificulta el arrojo de residuos en esas áreas, por lo que permite que se desarrolle parte de la vegetación en ese sitio.

Un BCA con una mayor cantidad de áreas cubiertas por vegetación retendrá e infiltrará agua en mayor medida ante eventos de precipitación intensa, lo que evitará que los residuos del BCA sean arrastrados por el agua. Por otro lado, un sitio con mayor porcentaje de áreas con suelo desnudo dará lugar a crecidas más rápidas y de mayor volumen (2), (8), (17), (26), (38), arrastrando consigo los residuos del BCA.

Además, la cobertura vegetal de tipo arbórea tiene una mayor capacidad de retención de agua debido a las raíces más gruesas y largas de los árboles en comparación con la vegetación de tipo arbustiva y herbácea, que presenta raíces más pequeñas y menos densas.

Aunque esta variable no se encuentra presente en los antecedentes de metodologías consultadas, se incluye en esta tesis debido a su relevancia en la infiltración y escorrentía del agua en el sitio. Por ello, las respuestas definidas para esta variable son:

- Suelo desnudo: suelo sin vegetación
- Herbácea: predominan hierbas
- Arbustiva: predominan arbustos
- Arbórea: predominan árboles

La cobertura del sitio donde están localizados los residuos de un BCA, se puede observar en un relevamiento a campo, como también mediante el software Google Earth ®.

<u>Variables cuantitativas</u>

- Altitud: se determina la altitud (msnm) del terreno donde se ubica el BCA.

La altitud es un factor relevante ya que proporciona información sobre la elevación del terreno en el cual se encuentra el BCA.

A medida que la altitud aumenta, la topografía del terreno juega un papel importante en la velocidad y volumen de las corrientes de agua durante eventos de precipitación intensa. Generalmente, las áreas de mayor altitud son más propensas a experimentar flujos de agua rápidos y crecidas significativas (8), (20). Por el contrario, las áreas de menor altitud son más susceptibles a inundaciones.

Los BCA ubicados en áreas elevadas son sitios riesgosos durante lluvias intensas, debido a las pendientes pronunciadas que pueden exponerlos a mayores volúmenes de agua (8), (20), (23). En estos casos, los grandes volúmenes de agua pueden arrastrar los residuos aguas abajo, afectando a la población, al ambiente y además, incrementando la posibilidad de que otros sitios de menor altitud se conviertan en una fuente de contaminación aguas abajo. Por el contrario, los BCA que se encuentran en áreas más bajas pueden convertirse en zonas de acumulación de agua y residuos provenientes de BCA ubicados a mayores altitudes.

Aunque esta variable no se haya considerado en anteriores metodologías, es relevante para esta tesis debido a que los BCA se encuentran en la unidad morfoestructural del piedemonte, una región caracterizada por sus altas pendientes. Como mencionado previamente, el piedemonte se localiza entre las cotas de 800 a 1500 msnm. Por lo tanto, se establecieron las siguientes respuestas basadas en un valor intermedio de referencia de 1.000 msnm, que permite abarcar un rango significativo de altitudes presentes en esta región:

- Menos de 1.000 msnm
- Más de 1.000 msnm

La altitud de un BCA se puede determinar mediante el software Google Earth®, o mediante algún software de información geográfica, como Qgis o Arcgis. Los softwares brindan la altitud exacta en la que se encuentra un BCA.

- Distancia a centros urbanos: se define como la distancia (radio) que existe entre el BCA y el centro urbano más cercano, refiriéndose a la población circundante que se encuentra en las proximidades del BCA.

Los BCA que se encuentran cerca de zonas urbanas son considerados sitios con mayor riesgo aluvional, ya que, durante eventos de precipitación extrema, los residuos acumulados en estos lugares pueden ser arrastrados hacia áreas habitadas, generando un riesgo significativo para la salud de las personas y el ambiente. Además, la presencia de residuos en movimiento puede ocasionar obstrucciones en los sistemas de drenaje, aumentando las posibilidades de inundaciones y daños a la infraestructura urbana.

La metodología propuesta por (33) incluye esta variable, aunque en este caso, se adaptará para definir dos categorías de respuesta que se ajusten a los objetivos específicos de esta tesis. Por lo tanto, se establecerán las siguientes respuestas:

- BCA no cercano a centros urbanos (radio mayor a 100 m)
- BCA cercano a centros urbanos (radio menor a 100 m)
- BCA en contacto con centros urbanos (residuos en contacto con la población)

La elección del radio de 100 m como umbral se fundamenta en que se considera suficientemente cercano para que los residuos puedan afectar a la población cercana.

La medición de la distancia entre un BCA y los centros urbanos se puede realizar mediante un relevamiento a campo o utilizando herramientas como el software Google Earth®, que permite una visualización detallada del BCA y su relación con las áreas urbanas circundantes.

- Superficie: se determina el área (ha) que ocupa la disposición de residuos en el BCA.

Esta variable se incluye en la metodología debido a que proporciona información acerca del tamaño y extensión del BCA en estudio.

Los BCA con una mayor superficie son más propensos a generar riesgos durante eventos de precipitación intensa (4), (17). Una mayor superficie implica una acumulación más extensa de residuos, lo que puede agravar los efectos de las crecidas y alterar el drenaje natural del área. Esto aumenta la posibilidad de obstrucción de cauces, lo que, a su vez, incrementa el riesgo de inundaciones y desbordamientos en la zona.

En la metodología propuesta por (33), se considera esta variable, aunque en este caso se adaptará para definir dos categorías de respuesta que se ajusten a los objetivos de esta tesis. Siguiendo la definición de microBCA de (31), se establecerán las siguientes respuestas:

- Menor a 1 hectárea (ha)
- Mayor a 1 hectárea (ha)

La medición de la superficie de un BCA puede realizarse en un relevamiento a campo, o mediante herramientas como el software Google Earth ®, que permite una visualización detallada del área ocupada por los residuos en el BCA.

A continuación, se presenta un resumen de las variables seleccionadas, así como una breve descripción de cada una y las posibles respuestas que podrían ser aplicadas (Tabla N°1).

Tabla N°1: Resumen del listado de variables y respuestas. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	DEFINICIÓN	RESPUESTAS
Variables de identificación		
Basural N°:	Número de identificación del BCA	-
Coordenadas:	Coordenadas geográficas (latitud y longitud) del BCA	-
Ubicación:	Calle en la que está localizado el BCA.	-
Variables cualitativas		
Antigüedad:	Tiempo (años) de existencia del BCA.	Menor a 10 años
		Entre 10 y 15 años
		Más de 15 años
Cercanía a cauces torrenciales:	Distancia (radio) existente entre un BCA y los cauces torrenciales o	BCA no cercano a un cauce (radio mayor a 100 m)
		BCA cercano a un cauce (radio menor a 100 m)

	uadis/wadis que hay presentes en el área	BCA en contacto con un cauce
Cobertura predominante:	Tipo de vegetación que prevalece en las áreas del BCA que están cubiertas por residuos	Suelo desnudo
		Herbácea
		Arbustiva
		Arbórea
Variables cuantitativas		
Altitud:	Altitud (msnm) del terreno donde se ubica el BCA.	Menor de 1.000 msnm
		Mayor de 1.000 msnm
Distancia a centros urbanos:	Distancia (radio) que existe entre el BCA y el centro urbano más cercano	BCA no cercano a centros urbanos (radio mayor a 100 m)
		BCA cercano a centros urbanos (radio menor a 100 m)
		BCA en contacto con centros urbanos (residuos en contacto con la población)
Superficie:	Área (ha) que ocupa la disposición de residuos en el BCA.	Menor a 1 ha
		Mayor a 1 ha

3) Asignación de valor o peso a las variables

Para la evaluación, de las 9 variables seleccionadas, se tomaron en cuenta únicamente las variables cualitativas y cuantitativas, excluyendo las variables de identificación de cada BCA.

Para cada variable definida, se asignó un valor o peso según su contribución al riesgo aluvional, utilizando como referencia una escala de grados similar a la empleada por los/as autores/as (33) y (35) en sus investigaciones, pero que se modeló y aplicó en el contexto específico del distrito Vertientes del Pedemonte.
.

Los valores asignados a las variables son los siguientes:

- Valor 0: La variable no tiene un efecto significativo en el riesgo aluvional del BCA.
- Valor 1: La variable contribuye de manera baja al riesgo aluvional del BCA.
- Valor 2: La variable contribuye de manera moderada al riesgo aluvional del BCA.
- Valor 3: La variable contribuye de manera alta al riesgo aluvional del BCA.

En esta escala, el valor 3 representa la peor situación, indicando que la variable tiene un gran impacto en el riesgo aluvional del BCA.

Es importante destacar que la asignación de estos valores (0, 1, 2 y 3) se realizó de manera "subjetiva", pero no "arbitraria". La asignación de valores se considera subjetiva porque se basa en juicios de expertos/as y en una interpretación de las investigaciones relevantes. Al tratarse de una evaluación sobre el riesgo aluvional en un contexto específico, es inevitable que exista cierto grado de subjetividad al ponderar la importancia de cada variable, ya que cada experto/a puede tener diferentes perspectivas y conocimientos. Sin embargo, se tomó el máximo cuidado para que esta subjetividad estuviera respaldada por datos, estudios y argumentos sólidos.

Por otro lado, la asignación de valores permite independizarse de las unidades de medida utilizadas en la valoración de las variables cualitativas y cuantitativas. Al utilizar una escala numérica discreta (0, 1, 2 y 3), se logra establecer una jerarquía entre los valores asignados, reflejando la importancia relativa de cada variable en relación con el riesgo aluvional de un BCA. Esto significa que, aunque las variables puedan medirse en diferentes unidades o escalas, al asignarles valores numéricos, se pueden comparar de manera objetiva y coherente.

A continuación, se explica el valor asignado a cada una de las variables seleccionadas:

Variables de identificación de cada BCA

Como se mencionó anteriormente, no se les asignará un valor a estas variables, ya que son indicativas de cada BCA.

Variables cualitativas

- Antigüedad:

    - Menor 10 años: **valor 3**

Se le asigna valor 3 a esta respuesta, ya que se considera que los BCA con una antigüedad menor a 10 años pueden presentar residuos menos asentados y susceptibles a ser arrastrados por eventos aluvionales. La falta de consolidación y compactación de los residuos en este tipo de sitios aumenta la probabilidad de obstrucción de cauces y aumenta la carga de sólidos en el agua durante un evento aluvional, incrementando así el riesgo de inundaciones y deslizamientos.

    - Entre 10 y 15 años: **valor 2.**

Se considera el valor 2 a esta respuesta, debido a que los BCA con una antigüedad de entre 10 y 15 años han tenido cierto tiempo para que sus residuos se asienten, lo que disminuye su susceptibilidad a ser arrastrados de manera significativa. Sin embargo, aún pueden presentar zonas con residuos no completamente compactados, lo que implica un riesgo moderado de obstrucción de cauces y aumento de la carga de sólidos durante eventos aluvionales.

    - Más de 15 años: **valor 1**

El valor 1 se le asigna a esta respuesta debido a que se considera que los BCA con más de 15 años de existencia suelen haber experimentado un proceso de compactación y estabilización a lo largo del tiempo. Los residuos en estos sitios están más asentados y tienen una menor probabilidad de ser arrastrados por eventos aluvionales, lo que resulta en un menor riesgo de obstrucción de cauces y reducción del impacto aluvional.

- Cercanía a cauces torrenciales:

    - BCA no cercano a un cauce (radio mayor a 100 m): **valor 0.**

El valor 0 se asigna a esta respuesta porque los BCA que no están cercanos a un cauce presentan una baja probabilidad de que sus residuos sean arrastrados directamente por las corrientes durante eventos de lluvia intensa. Esta situación disminuye considerablemente las posibilidades de inundaciones y deslizamientos asociados a esos BCA, lo que se traduce en un riesgo aluvional prácticamente nulo.

    - BCA cercano a un cauce (radio menor a 100 m): **valor 2.**

Se le asigna valor 2 a esta respuesta, ya que se considera que los BCA cercanos a los cauces torrenciales, con un radio menor a 100 m, presentan una mayor contribución al riesgo aluvional. La proximidad directa a un cauce implica que los residuos del BCA están expuestos a las corrientes de agua durante eventos de lluvia intensa, lo que aumenta el riesgo de que sean arrastrados y contribuyan a la obstrucción de los cauces. Además, existe un mayor peligro de inundaciones y desbordamientos en la zona cercana al cauce debido a la interacción de los residuos con el agua.

    - BCA en contacto con un cauce (residuos emplazados sobre el cauce): **valor 3.**

El valor 3 se le asigna a esta respuesta, ya que se considera que los BCA que se encuentran directamente emplazados sobre un cauce torrencial presentan el mayor riesgo. En eventos de lluvia intensa, los residuos del BCA pueden ser arrastrados por las corrientes y, al estar sobre el cauce, generan una obstrucción que puede incrementar el nivel del agua en el cauce, lo que aumenta drásticamente el riesgo de inundaciones aguas abajo y daños en la infraestructura urbana cercana al cauce.

- Cobertura predominante:

    - Suelo desnudo: **valor 3.**

Se asigna un valor de 3 a esta respuesta porque el suelo desnudo es altamente susceptible a la escorrentía y al arrastre de residuos durante eventos de precipitación intensa. En consecuencia, se incrementa significativamente el riesgo aluvional, aumentando las posibilidades de inundaciones y deslizamientos asociados a los BCA que presenten áreas con suelo desnudo.

    - Herbácea: **valor 2.**
    - Arbustiva: **valor 2.**

El valor de 2 se le asigna a estas respuestas, porque la presencia de cobertura herbácea y/o arbustiva en el BCA indica que hay cierta capacidad de retención de agua, aunque su efectividad es menor en comparación con la vegetación arbórea. Esto se debe a que la cobertura herbácea y arbustiva tienen raíces más superficiales y menos desarrolladas en comparación con la vegetación arbórea, que cuenta con raíces más largas y gruesas que pueden capturar y retener el agua de manera más efectiva.

La retención parcial de las precipitaciones por parte de la cobertura herbácea y arbustiva disminuye las posibilidades de escorrentía y arrastre de residuos durante eventos de lluvia intensa en comparación con el suelo desnudo (valor 3). Sin embargo, aún existe una

probabilidad moderada de que los residuos puedan ser arrastrados por las corrientes, lo que conlleva un riesgo aluvional significativo.

- Arbórea: **valor 1.**

Se considera un valor de 1 a esta respuesta porque la presencia de vegetación arbórea en el BCA representa una mayor capacidad de retención de agua. La cobertura arbórea actúa como una barrera natural que disminuye la velocidad y el volumen de las corrientes de agua durante eventos de lluvia intensa, lo que evita o minimiza el arrastre de los residuos del BCA.

Variables cuantitativas

- Altitud:

- Menos de 1.000 msnm: **valor 3**

Se asigna el valor 3 para esta respuesta porque los BCA de altitud inferior a 1.000 msnm son susceptibles a experimentar crecidas rápidas y flujos de agua intensos, debido a su pendiente. Pero, además, estas áreas más bajas también son propensas a inundaciones debido a su topografía y son propensas a acumular residuos y cualquier otro material que provenga de zonas más altas.

- Más de 1.000 msnm: **valor 2**

Para esta respuesta se asigna el valor 2 porque las zonas con altitud superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar son más propensas a experimentar crecidas rápidas y flujos de agua intensos durante eventos de precipitación intensa. Estas áreas de mayor altitud pueden presentar pendientes pronunciadas y una topografía que permite un rápido escurrimiento del agua. Como resultado, los residuos en estas zonas tienen mayores posibilidades de ser arrastrados hacia áreas más bajas durante eventos de inundaciones.

- Distancia a centros urbanos:

- BCA no cercano a centros urbanos (radio mayor a 100 m): **valor 1**

En esta respuesta, se asigna el valor 1 debido a que, si bien los BCA pueden encontrarse a una distancia mayor a 100 m de los centros urbanos, no se puede ignorar la posible influencia de la cercanía a áreas urbanizadas en el riesgo aluvional. Aunque los residuos del BCA no estén en contacto directo con los centros urbanos, la proximidad a zonas pobladas puede aumentar la posibilidad de que los residuos sean arrastrados hacia áreas habitadas durante eventos de precipitación intensa.

- BCA cercano a centros urbanos (radio menor a 100 m): **valor 2**

Para esta respuesta se asigna el valor 2 porque los BCA que están ubicados a una distancia menor a 100 m de los centros urbanos enfrentan un mayor riesgo durante lluvias intensas. La cercanía a zonas urbanas implica que los residuos del BCA podrían ser arrastrados hacia áreas habitadas, lo que genera un riesgo significativo para la salud de las personas y el ambiente. Además, la presencia de residuos en movimiento puede causar obstrucciones en los sistemas de drenaje, aumentando las posibilidades de inundaciones y daños a la infraestructura urbana.

- BCA en contacto con centros urbanos (residuos en contacto con la población): **valor 3.**

Se considera el valor 3 para esta respuesta debido a que los BCA que se encuentran en contacto directo con los centros urbanos, es decir, sus residuos están en contacto con la población, representan la peor situación en términos de riesgo aluvional. En caso de eventos de precipitación intensa, estos BCA presentan un alto riesgo de inundar áreas habitadas y provocar daños significativos en la infraestructura y la salud de las personas.

- Superficie:

- Menor a 1 hectárea (ha): **valor 2.**

Para esta respuesta se asigna el valor 2 a los BCA con una superficie menor a 1 ha debido a que, a pesar de tener una extensión menor, presentan una acumulación significativa de residuos y tienen la capacidad de generar flujos de agua y crecidas considerables durante eventos de precipitación intensa, lo que aumenta la probabilidad de inundaciones y arrastre de residuos.

- Mayor a 1 hectárea (ha): **valor 3.**

Se asigna el valor 3 para esta repuesta, a los BCA con una superficie mayor a 1 ha debido a que, al ser más extensos, acumulan una mayor cantidad de residuos y su influencia en el riesgo aluvional es más significativa. Los BCA con una superficie mayor pueden dar lugar a flujos de agua más intensos y crecidas de mayor volumen, lo que implica un mayor riesgo de inundaciones y deslizamientos asociados a la movilización de residuos.

En la Tabla N°2 se observan las variables analizadas con sus respectivos pesos o valores para cada respuesta.

Tabla N°2: Variables, respuestas y valores. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESPUESTAS	PESO O VALOR
Variables de identificación		
Basural N°:	-	-
Coordenadas:	-	-
Ubicación:	-	-
Variables cualitativas		
Antigüedad:	Menor a 10 años	3
	Entre 10 y 15 años	2
	Más de 15 años	1
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA no cercano a un cauce (radio mayor a 100 m)	0
	BCA cercano a un cauce (radio menor a 100 m)	2
	BCA en contacto con un cauce	3

Cobertura predominante:	Suelo desnudo	3
	Herbácea	2
	Arbustiva	2
	Arbórea	1
Variables cuantitativas		
Altitud:	Menor de 1.000 msnm	3
	Mayor de 1.000 msnm	2
Distancia a centros urbanos:	BCA no cercano a centros urbanos (radio mayor a 100 m)	1
	BCA cercano a centros urbanos (radio menor a 100 m)	2
	BCA en contacto con centros urbanos (residuos en contacto con la población)	3
Superficie:	Menor a 1 ha	2
	Mayor a 1 ha	3

4) Valoración del riesgo

La valoración del riesgo aluvional de cada BCA se realizó mediante la elaboración de un indicador de valoración que permite evaluar el riesgo aluvional de cada BCA en particular.

La expresión matemática empleada para calcular este indicador sigue el siguiente algoritmo:

$$Iv = \sum_{i=1}^{6} Vi$$

$$Ivmin = 7;\ Ivmax = 18$$

Donde:

- Iv es el indicador de valoración, el mismo representa la valoración del riesgo aluvional para cada BCA, y;

- V1, V2, V3, ..., V6 son los valores asignados a las variables consideradas en el análisis. V varía entre los valores de 1 y 6, ya que son 6 las variables consideradas en la valoración del riesgo (3 variables cualitativas y 3 variables cuantitativas).

La elección de esta expresión polinómica para obtener el valor del indicador de valoración del riesgo aluvional de los BCA se basó en las metodologías utilizadas por otros investigadores

(7), (33), (35), (37). Esta fórmula representa una suma polinómica simple que permite agregar los valores de las variables y obtener una medida cuantitativa del riesgo aluvional para cada BCA.

Este indicador de valoración proporciona una herramienta efectiva para comparar y clasificar los diferentes BCA en términos de su nivel de riesgo aluvional, facilitando así la identificación de aquellos sitios más críticos ante eventos aluvionales.

5) Definición de categorías de riesgo aluvional

Para definir las categorías de riesgo aluvional, se tomó en consideración tanto el valor mínimo como el valor máximo que cada variable podría adoptar como respuesta.

En la Tabla N°3 se presentan los valores mínimos y máximos correspondientes a cada variable evaluada:

Tabla N°3: Valores máximo y mínimo para cada variable seleccionada. Fuente: Elaboración propia

VARIABLES	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
Basural N°:	-	-
Coordenadas:	-	-
Ubicación:	-	-
Antigüedad:	3	1
Cercanía a cauces torrenciales:	3	0
Cobertura predominante:	3	1
Variables cuantitativas		
Altitud:	3	2
Distancia a centros urbanos:	3	1
Superficie:	3	2
Total suma	**18**	**7**

La expresión polinómica descrita en el apartado anterior permite obtener los valores extremos de la escala de indicador de valoración (Iv), representados por Ivmin e Ivmax. Estos extremos corresponden a la suma mínima y máxima de los valores asignados a cada variable, que resultan en una puntuación total de 7 y 18, respectivamente. Así, el indicador de valoración de un BCA puede adoptar valores desde 7 hasta 18, abarcando una amplia gama de posibles combinaciones de respuestas de las variables evaluadas.

Para establecer las categorías de riesgo aluvional, se dividió en tres partes iguales el rango entre Ivmin e Ivmax, tomando como referencia la metodología propuesta por (33) y (35). De

esta manera, se definieron las siguientes categorías de riesgo aluvional: "Riesgo Bajo" para BCA que presenten valores de 7 ≤ Iv < 10, "Riesgo Medio" para BCA que presenten valores de 10 ≤ Iv < 14, y "Riesgo Alto" para BCA que presenten valores de 14 ≤ Iv ≤ 18. De esta forma, se logra obtener una categoría de riesgo aluvional adimensional a partir de la suma de variables con diferentes unidades y escalas de medida.

En la Tabla N°4 se detallan las categorías de riesgo aluvional junto con su correspondiente escala de valores, lo que permite una rápida identificación del nivel de riesgo asociado a cada BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte

Tabla N°4: Categorías de riesgo aluvional de los BCA. Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍA DE RIESGO ALUVIONAL	ESCALA
Riesgo Bajo	7 ≤ Iv < 10
Riesgo Medio	10 ≤ Iv < 14
Riesgo Alto	14 ≤ Iv ≤ 18

La clasificación de los BCA establece una escala de valores de riesgo, de mayor a menor, que permitirá definir prioridades y tomar decisiones futuras respecto a cada BCA.

6) Relevamiento a campo

En base a la información recopilada de los antecedentes del distrito Vertientes del Pedemonte y, siguiendo la metodología previamente definida, se realizó una visita al distrito con el propósito de relevar los BCA presentes en la zona.

Después de una semana de intensas lluvias en toda la provincia, las precipitaciones cesaron el 28 de enero de 2022, lo que brindó la oportunidad de llevar a cabo el relevamiento en el distrito Vertientes del Pedemonte.

La visita fue realizada con el acompañamiento de una inspectora ambiental del Municipio de Luján de Cuyo, que conocía los BCA existentes en el lugar y accedió a recorrer la zona.

Para la visita a campo, se necesitaron los siguientes elementos: planillas de relevamiento que fueron previamente impresas, lapicera, teléfono y vehículo.

Se relevaron todos los BCA a los que se pudo acceder con vehículo. Cabe aclarar, que la visita fue realizada en vehículo propio, y que hubo zonas de muy difícil acceso con el mismo, que no pudieron ser relevadas.

Procedimiento

Para todos los BCA, se aplicó la misma secuencia (38):

1. Se accedió con vehículo a cada BCA.
2. Se tomaron las coordenadas del lugar utilizando GPS. Se utilizó la aplicación “Mobile topographer GIS” para obtener las coordenadas de cada BCA.
3. Se registró el estado de cada variable para cada BCA, y se volcaron los datos mencionados en la planilla correspondiente.
4. Se tomaron fotos en varias perspectivas de cada BCA

Resultados.

Resultados del análisis exhaustivo de los BCA.

Información del relevamiento a campo y obtenida mediante softwares

Fecha: 28 de enero de 2022.
Estado del día: parcialmente nublado, temperatura de 31 °C.

➢ Basural a cielo abierto N°1

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°1.

Ubicación:

El BCA se ubica hacia al noroeste de la calle Las Torres, de manera dispersa sobre el piedemonte (Figura N°15).

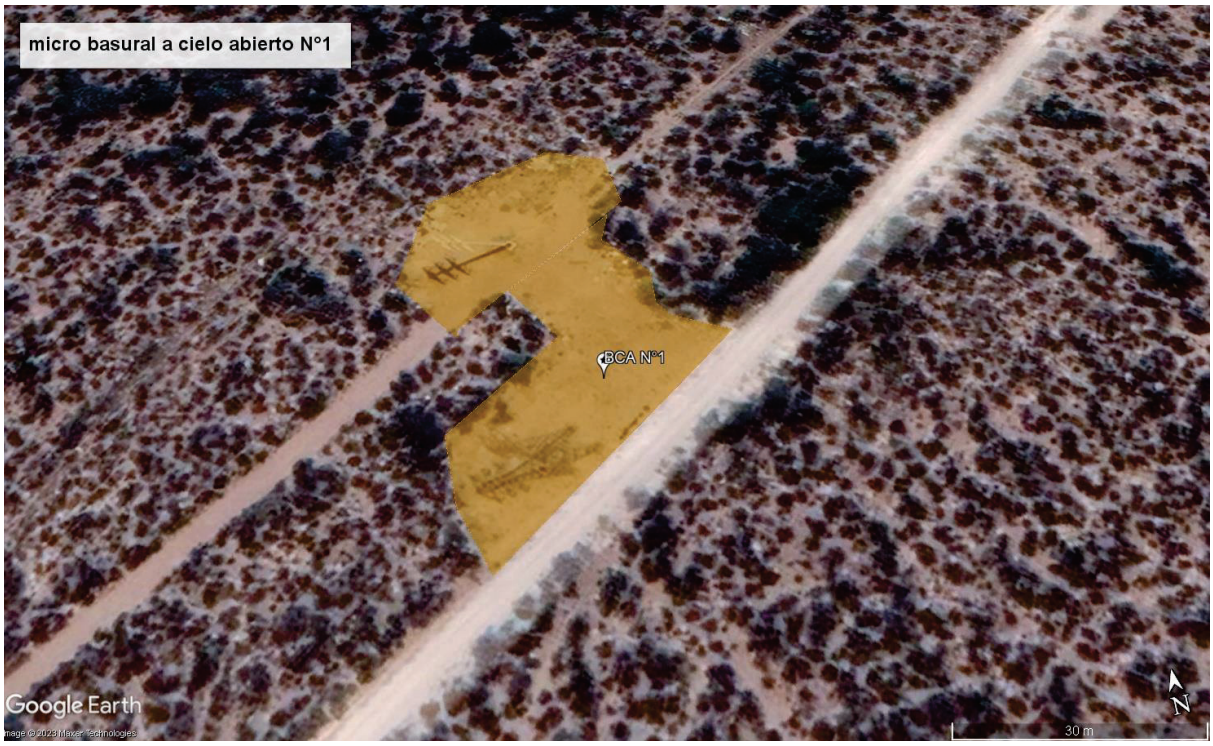


Figura N°15: Ubicación del BCA N°1. Fuente: Google Earth. Fecha: Junio de 2022.

Variables:

Se presenta la Tabla N°5 con la información relevada.

Tabla N°5: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°1. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	1
Coordenadas:	Latitud: 33° 0' 15.47" S Longitud: 68° 56' 18.54" O
Ubicación:	Calle Las Torres
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA no cercano a un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	1071,18 m
Distancia a centros urbanos:	455 m
Superficie:	0,16 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y, paralelamente a la calle principal había una zanja con depósito de residuos, que puede servir como método de barrera para evitar la descarga de residuos por medio de vehículos hacia el interior del lugar. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, escombros, textiles y neumáticos fuera de uso (NFU), no compactados. El suelo se encontraba húmedo, con algunos encharcamientos, sin indicios de quema de residuos. Se detectaron algunos insectos y aves en la zona. Además, se detectaron olores, pero no se detectó polvo en suspensión. No se observaron viviendas aledañas, ni habitantes permanentes en el predio, ni prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°16).
















Figuras N°16: Disposición de residuos en el BCA N°1. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados muestran que el BCA presenta una antigüedad aproximada de 2 años. Según las imágenes recopiladas, no se registran RSU en el sitio durante el año 2020 (Figura N°17). La disposición de RSU en el lugar comienza en el año 2021 (Figura N°18) y continúa hasta la actualidad (Figura N°19).



Figura N°17: Evolución histórica del BCA N°1, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°18: Evolución histórica del BCA N°1, junio de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°19: Evolución histórica del BCA N°1, enero de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°1 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°2

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°2.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el noroeste y sureste de la calle Las Torres, de manera aislada sobre el piedemonte (Figura N°20).



Figura N°20: Ubicación del BCA N°2. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°6 con la información relevada.

Tabla N°6: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°2. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	2
Coordenadas:	Latitud: 33° 0'12.72"S Longitud: 68°56'13.91"O
Ubicación:	Calle Las Torres
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA en contacto con un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	1057,09 m
Distancia a centros urbanos:	565 m
Superficie:	0,11 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, textiles, NFU, verdes y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), no compactados. El suelo se encontraba húmedo, con algunos encharcamientos, y presentaba indicios de quema de residuos. Se detectó la presencia de algunos insectos y aves en la zona. Además, se detectaron olores, pero no se detectó polvo en suspensión. No se observaron viviendas aledañas, ni habitantes permanentes en el predio, ni prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°21).





Figuras N°21 Disposición de residuos en el BCA N°2. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados muestran que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 3 años. Durante principios del año 2019 (febrero), no se registraron RSU en el sitio (Figura N°22); sin embargo, 7 meses más tarde (septiembre), se observa la presencia de RSU en el área (Figura N°23). A lo largo de los años 2020 (Figura N°24) y 2021 (Figura N°25), la disposición de RSU continúa en el lugar, y se mantiene hasta la actualidad (Figura N°26).



Figura N°22: Evolución histórica del BCA N°2, febrero de 2019. Fuente: Google Earth.



Figura N°23: Evolución histórica del BCA N°2, septiembre de 2019. Fuente: Google Earth.



Figura N°24: Evolución histórica del BCA N°2, enero de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°25: Evolución histórica del BCA N°2, agosto de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°26: Evolución histórica del BCA N°2, Junio de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°2 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°3

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°3.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el noroeste de la calle Las Torres sobre el piedemonte (Figura N°27).



Figura N°27: Ubicación del BCA N°3. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°7 con la información relevada.

Tabla N°7: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°3. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	3
Coordenadas:	Latitud: 33° 0'9.39"S Longitud: 68°56'7.51"O
Ubicación:	Calle Las Torres
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA cercano a un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	1063,25 m
Distancia a centros urbanos:	570 m
Superficie:	0,1 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, peligrosos, textiles, NFU y verdes, no compactados. No había indicios de quema de residuos. Se detectaron algunos insectos y aves en la zona. Además, se detectaron olores, pero no se detectó polvo en suspensión. No se observaron viviendas aledañas, ni habitantes permanentes en el predio, ni prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°28).



Figuras N°28: Disposición de residuos en el BCA N°3. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados indican que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 2 años. Durante principios del año 2020 (enero), no se encontraron RSU en el sitio (Figura N°29). Sin embargo, 8 meses después (septiembre), se observó la presencia de RSU en el área (Figura N°30). La disposición de RSU ha continuado en el sitio a lo largo del año 2021 (Figura N°31) y hasta la actualidad (Figura N°32).



Figura N°29: Evolución histórica del BCA N°3, enero de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°30: Evolución histórica del BCA N°3, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°31: Evolución histórica del BCA N°3, junio de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°32: Evolución histórica del BCA N°3, enero de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°3 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°4

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°4.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el noroeste de la calle Las Torres, de manera aislada sobre el piedemonte. El BCA se extiende hacia una calle sin nombre paralela a la calle principal (Figura N°33).

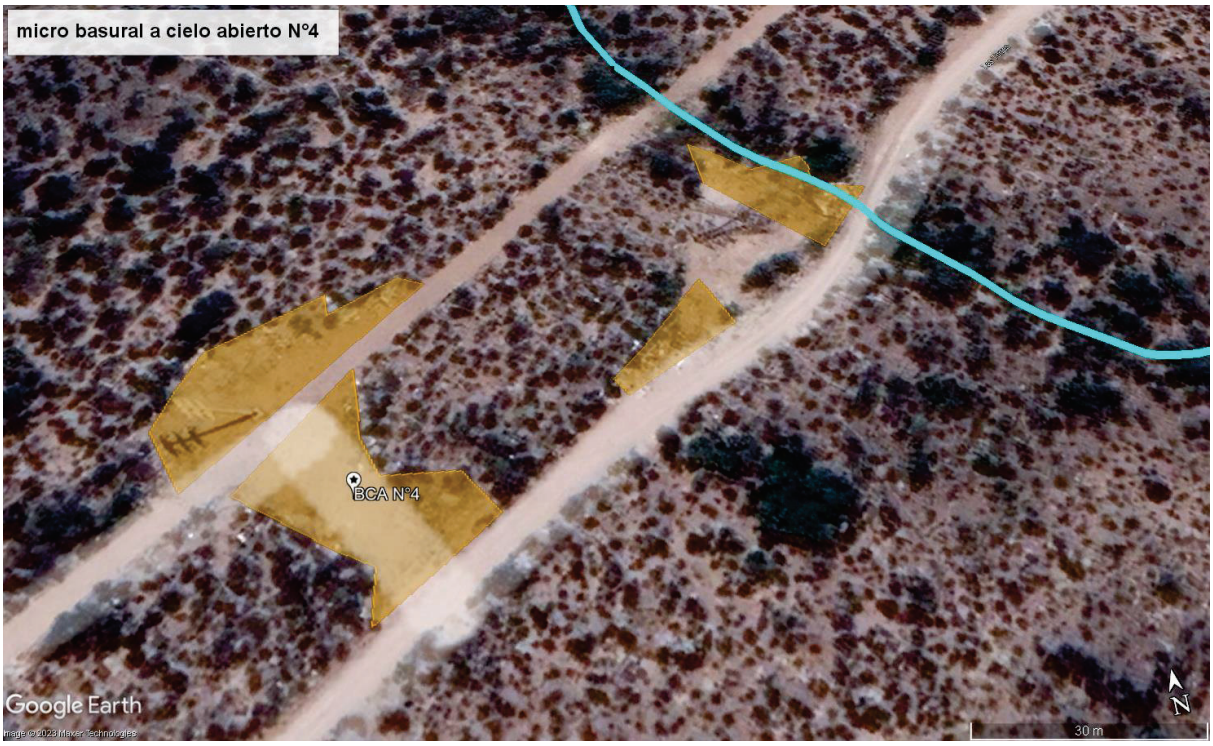


Figura N°33: Ubicación del BCA N°4. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°8 con la información relevada.

Tabla N°8: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°4. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	4
Coordenadas:	Latitud: 33° 0'7.31"S Longitud: 68°56'4.58"O
Ubicación:	Calle Las Torres
Variables cualitativas con varias opciones de respuesta	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA cercano a un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	1062,38 m
Distancia a centros urbanos:	435 m
Superficie:	0,22 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y, paralelamente a la calle había una zanja con depósito de residuos, que puede servir como método de barrera para evitar la descarga de residuos por medio de vehículos hacia el interior del lugar. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, peligrosos, textiles, escombros, NFU, no compactados. No había indicios de quema de residuos. Se detectaron algunos insectos y aves en la zona. Además, se detectaron olores, pero no se detectó polvo en suspensión. No se observaron viviendas aledañas, ni habitantes permanentes en el predio, ni prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°34).





Figuras N°34: Disposición de residuos en el BCA N°4. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados muestran que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 4 años. Durante el año 2018, no se encontraron RSU en el sitio (Figura N°35). Sin embargo, durante el año 2019, se observó la presencia de RSU en el área (Figura N°36). La disposición de RSU ha continuado en el sitio durante los años 2020 (Figura N°37), 2021 (Figura N°38) y hasta la actualidad (Figura N°39).



Figura N°35: Evolución histórica del BCA N°4, enero de 2018. Fuente: Google Earth.



Figura N°36: Evolución histórica del BCA N°4, octubre de 2019. Fuente: Google Earth.



Figura N°37: Evolución histórica del BCA N°4, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°38: Evolución histórica del BCA N°4, junio de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°39: Evolución histórica del BCA N°4, enero de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°4 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°5

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°5.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el noroeste de la calle Las Torres, en la periferia donde hay asentamientos. El BCA se extiende hacia una calle sin nombre paralela a la calle principal. Atraviesa el BCA un cauce en dirección noroeste - sureste (Figura N°40).

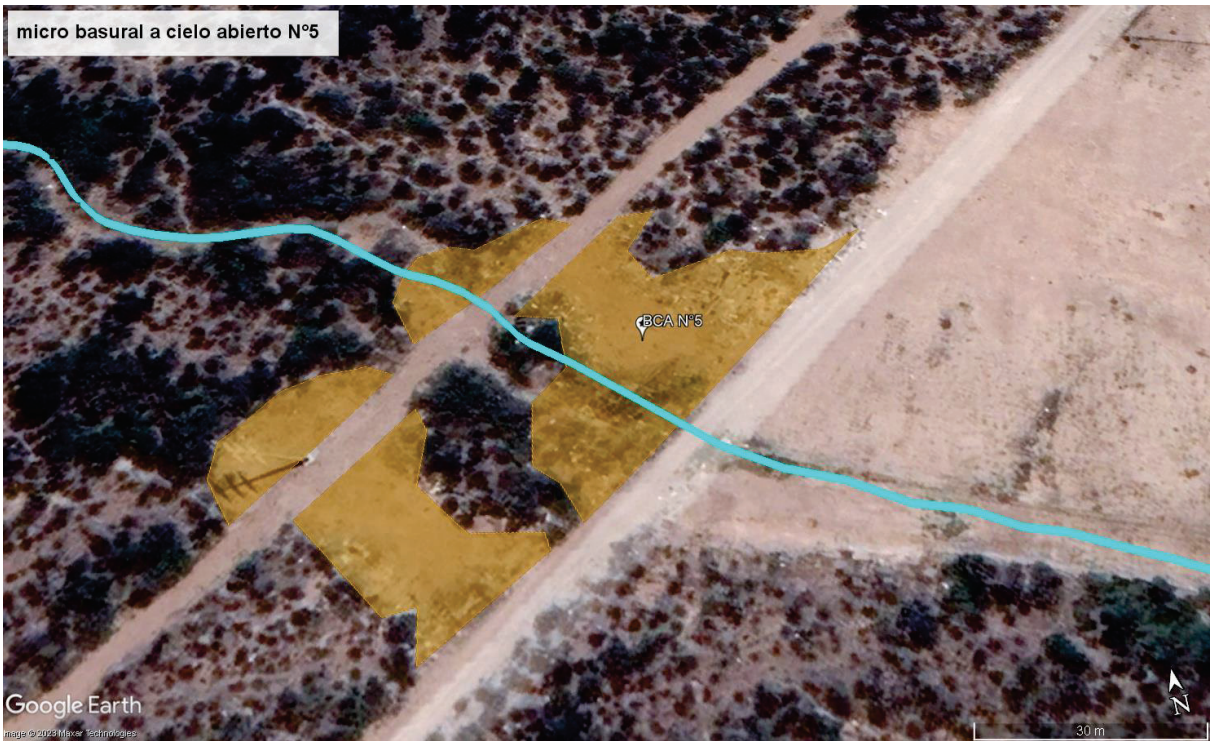


Figura N°40: Ubicación del BCA N°5. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°9 con la información relevada.

Tabla N°9: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°5. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	5
Coordenadas:	Latitud: 33° 0'2.28"S Longitud: 68°55'56.16"O
Ubicación:	Calle Las Torres
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA en contacto con un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	1055,97 m
Distancia a centros urbanos:	200 m
Superficie:	0,34 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, peligrosos, NFU, verdes, no compactados.No había indicios de quema de residuos. Se detectaron algunos insectos y aves en la zona. Además, se detectaron olores, pero no se detectó polvo en suspensión. En la periferia del BCA se registró la presencia de asentamientos, y de habitantes permanentes en el predio, pero no hubo indicios de prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°41).





Figuras N°41: Disposición de residuos en el BCA N°5. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados indican que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 4 años. Durante el año 2018, no se registraron RSU en el sitio (Figura N°42), pero a partir del año 2019, se observa la presencia de RSU en el área (Figura N°43). La disposición de RSU ha continuado en el sitio durante los años 2020 (Figura N°44), 2021 (Figura N°45) y hasta la actualidad (Figura N°46).



Figura N°42: Evolución histórica del BCA N°5, septiembre de 2018. Fuente: Google Earth.



Figura N°43: Evolución histórica del BCA N°5, febrero de 2019. Fuente: Google Earth.



Figura N°44: Evolución histórica del BCA N°5, enero de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°45: Evolución histórica del BCA N°5, noviembre de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°46: Evolución histórica del BCA N°5, junio de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°5 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Resumen de los BCA de la calle Las Torres

En la Figura N°47 se muestra un resumen de la ubicación de los BCA en la calle Las Torres. Los BCA se encuentran localizados en la misma calle, a metros de distancia unos de otros. Además, se puede observar claramente el recorrido de los cauces que atraviesan la calle Las Torres.

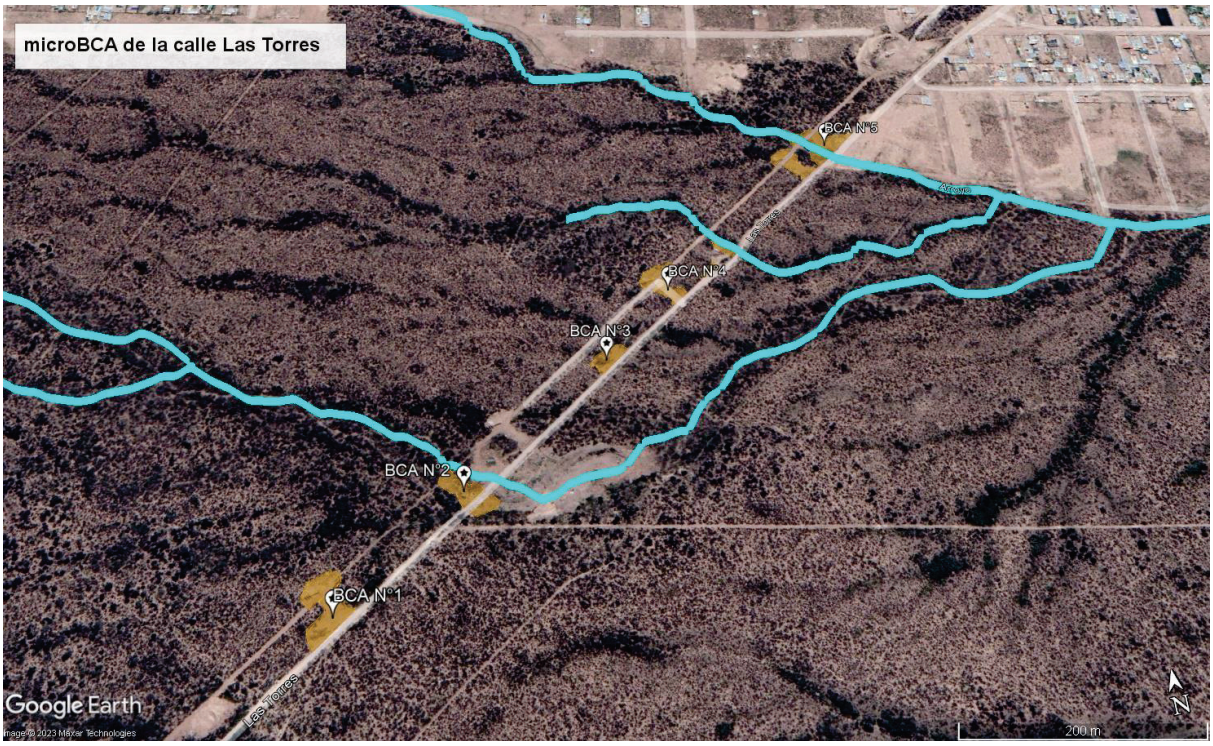


Figura N°47: Ubicación de los BCA de la calle Las Torres. Fuente: Google Earth. Fecha: Junio de 2022.

La concentración de múltiples BCA en una misma área, tiene implicaciones significativas para el riesgo aluvional en la zona. La cercanía entre los BCA aumenta la probabilidad de que los residuos acumulados puedan ser arrastrados por las corrientes de agua durante eventos de precipitación intensa. Esto podría generar obstrucciones en los cauces naturales, lo que a su vez incrementa las posibilidades de inundaciones y desbordamientos en áreas circundantes.

➢ Basural a cielo abierto N°6

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°6.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el noroeste y paralelo a una calle sin nombre en el Barrio Sol y Sierra comunero. A su vez, paralelamente al BCA se encuentra un cauce torrencial en dirección suroeste - noreste (Figura N°48). Se localiza en la periferia donde hay asentamientos.

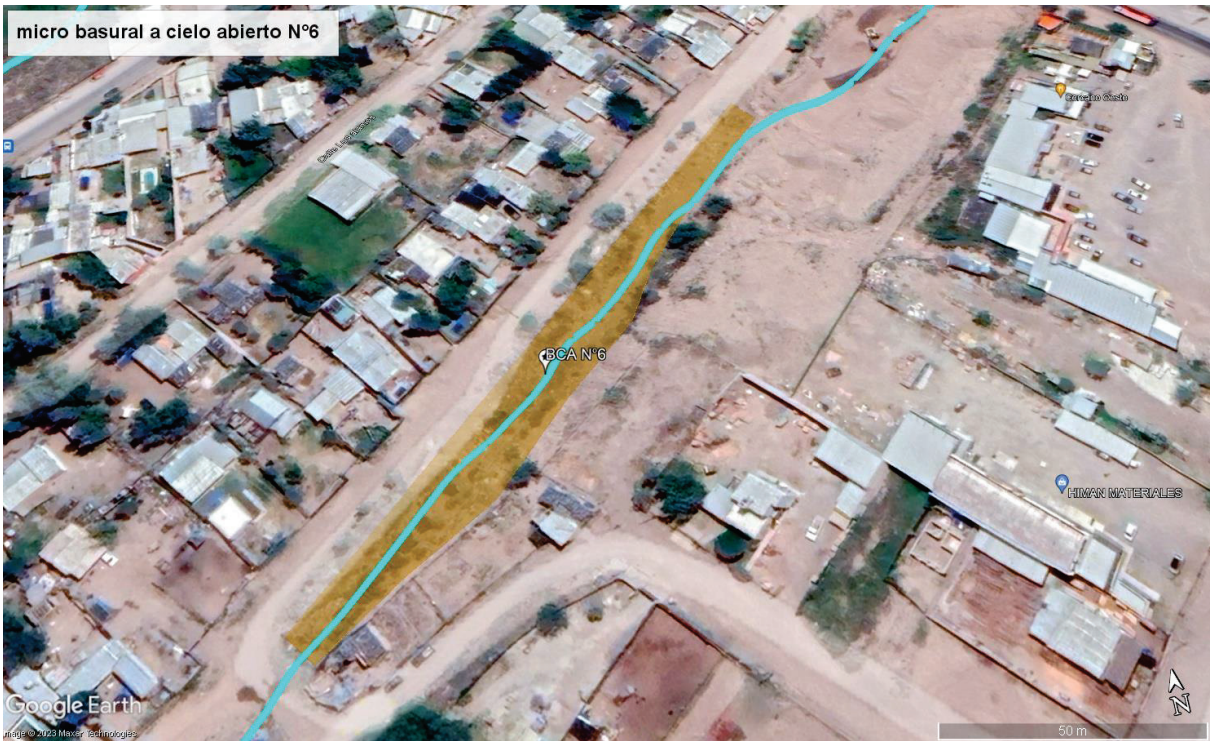


Figura N°48: Ubicación del BCA N°6. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°10 con la información relevada.

Tabla N°10: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°6. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	6
Coordenadas:	Latitud: 33° 0'2.20"S Longitud: 68°54'34.40"O
Ubicación:	Barrio Sol y Sierra comunero
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA en contacto con un cauce
Cobertura predominante:	Herbácea
Variables cuantitativas	
Altitud:	999,66 m
Distancia a centros urbanos:	10 m
Superficie:	0,26 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, NFU y escombros, no compactados. El suelo se encontraba húmedo con algunos encharcamientos y presentaba indicios de quema de residuos. Se detectaron insectos, aves, roedores, mamíferos como: caballos y perros en la zona. Además, se detectaron olores debido a la presencia de aguas cloacales, pero no se detectó polvo en suspensión. En la periferia del BCA se registró la presencia de asentamientos con cierre perimetral y la existencia de habitantes en el predio, también hubo indicios de prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°49).





Figura N°49: Disposición de residuos en el BCA N°6. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados muestran que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 2 años. Durante el año 2020, no se registraron RSU en el sitio (Figura N°50). Sin embargo, a partir del año 2021, se observa la presencia de RSU en el área (Figura N°51), y esta disposición de RSU continúa hacia la actualidad (Figura N°52).



Figura N°50: Evolución histórica del BCA N°6, noviembre de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°51: Evolución histórica del BCA N°6, noviembre de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°52: Evolución histórica del BCA N°6, junio de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°6 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°7

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°7.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el oeste, entre las calles Dardo Pérez y Callejón Elías, sobre un terreno baldío (Figura N°53).

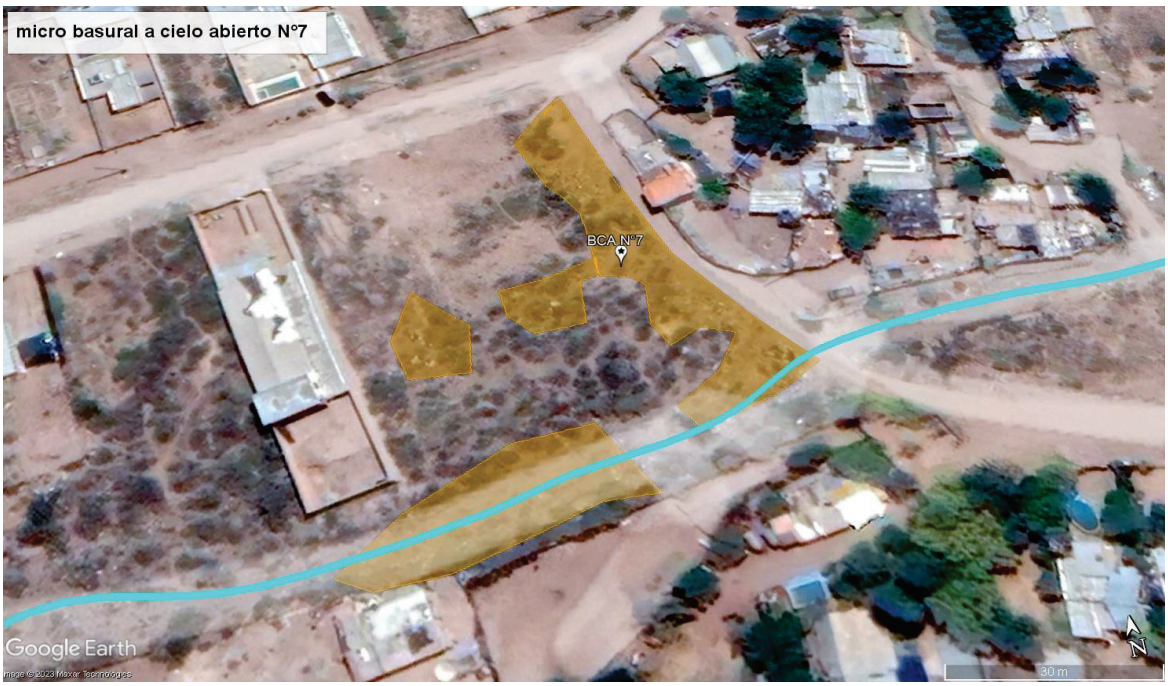


Figura N°53: Ubicación del BCA N°7. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°11 con la información relevada.

Tabla N°11: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°7. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	7
Coordenadas:	Latitud: 32°59'37.54"S Longitud: 68°54'30.51"O
Ubicación:	Calle Valle de la vertiente
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA en contacto con el cauce
Cobertura predominante:	Arbustiva
Variables cuantitativas	
Altitud:	1010,43 m
Distancia a centros urbanos:	15 m
Superficie:	0,14 m

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calles de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios y escombros, no compactados. El suelo, de textura arcillosa, se encontraba sin drenaje y sin indicios de quema de residuos. Se detectaron algunos insectos, aves y animales de granja en la zona. Además, se detectaron olores y polvo en suspensión. En la periferia del BCA se registró la presencia de sectores semiurbanos de la periferia y asentamientos y la existencia de habitantes en el predio, no hubo indicios de prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°54).







Figuras N°54: Disposición de residuos en el BCA N°7. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados muestran que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 5 años. Durante el año 2017, no se registraron RSU en el sitio (Figura N°55). Sin embargo, a partir del año 2018, se observa la presencia de RSU en el área (Figura N°56). La disposición de RSU continúa en el sitio durante los años 2019 (Figura N°57), 2020 (Figura N°58), 2021 (Figura N°59) y continúa hacia la actualidad (Figura N°60).



Figura N°55: Evolución histórica del BCA N°7, marzo de 2017. Fuente: Google Earth.



Figura N°56: Evolución histórica del BCA N°7, marzo de 2018. Fuente: Google Earth.



Figura N°57: Evolución histórica del BCA N°7, febrero de 2019. Fuente: Google Earth.

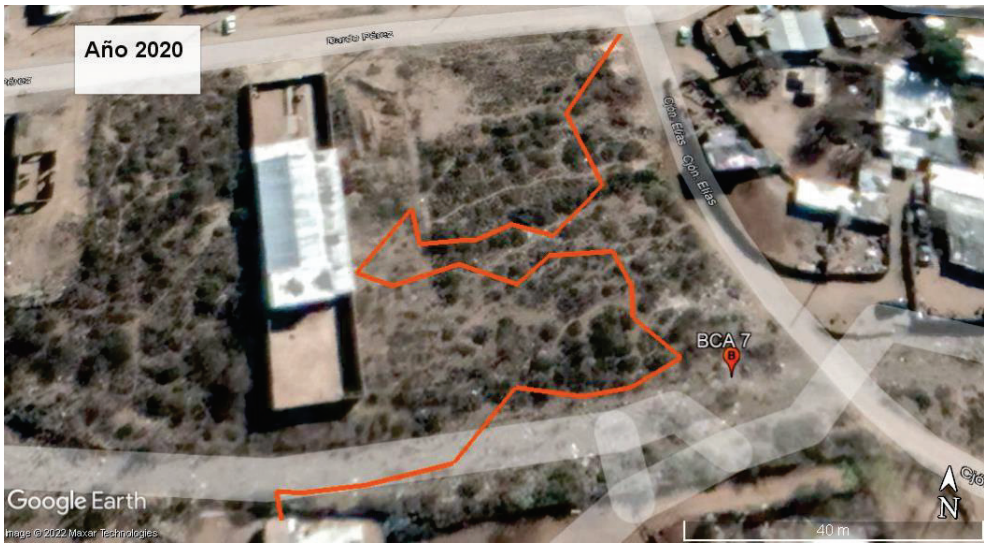


Figura N°58: Evolución histórica del BCA N°7, Septiembre de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°59: Evolución histórica del BCA N°7, noviembre de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°60: Evolución histórica del BCA N°7, junio de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°7 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°8

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°8.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el sureste de la calle Dardo Pérez, intersectando una calle sin nombre sobre el piedemonte (Figura N°61). Se localiza de manera aislada sobre el piedemonte.



Figura N°61: Ubicación del BCA N°8. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°12 con la información relevada.

Tabla N°12: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°8. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	8
Coordenadas:	Latitud: 32°59'31.96"S Longitud: 68°54'26.44"O
Ubicación:	Calle Dardo Pérez

Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA no cercano a un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	997,88 m
Distancia a centros urbanos:	80 m
Superficie:	0,0151 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios, verdes y escombros, no compactados. El suelo, de textura arcillosa, se encontraba sin drenaje y sin indicios de quema de residuos. No se detectaron ni vectores ni animales en la zona. Además, se detectaron olores, pero no se detectó polvo en suspensión. En la periferia del BCA no se observaron viviendas aledañas, ni la existencia de habitantes en el predio, tampoco hubo indicios de prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°62).



Figuras N°62: Disposición de residuos en el BCA N°8. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados muestran que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 5 años. Durante el año 2018, se observa una baja cantidad de RSU registrados en el sitio (Figura N°63). Sin embargo, a partir del año 2019, se aprecia un aumento significativo en la cantidad de RSU dispuestos en el área (Figura N°64). La disposición de RSU continúa en el sitio durante los años 2020 (Figura N°65), 2021 (Figura N°66) y continúa hacia la actualidad (Figura N°67).



Figura N°63: Evolución histórica del BCA N°8, marzo de 2018. Fuente: Google Earth.



Figura N°64: Evolución histórica del BCA N°8, febrero de 2019. Fuente: Google Earth.



Figura N°65: Evolución histórica del BCA N°8, septiembre de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°66: Evolución histórica del BCA N°8, octubre de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°67: Evolución histórica del BCA N°8, junio de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°8 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Basural a cielo abierto N°9

A continuación, se presentan los resultados para el BCA N°9.

Ubicación:

El mismo se ubica hacia el sur de la calle Dardo Pérez, de manera aislada sobre el piedemonte (Figura N°68).



Figura N°68: Ubicación del BCA N°9. Fuente: Google Earth.

Variables:

Se presenta la Tabla N°13 con la información relevada.

Tabla N°13: Resultados de las variables analizadas en el BCA N°9. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	RESULTADOS
Variables de identificación	
Basural N°:	9
Coordenadas:	Latitud: 32°59'31.50"S Longitud: 68°54'18.72"O
Ubicación:	Calle Dardo Pérez
Variables cualitativas	
Antigüedad:	Menor a 10 años
Cercanía a cauces torrenciales:	BCA no cercano a un cauce
Cobertura predominante:	Suelo desnudo
Variables cuantitativas	
Altitud:	993,62 m
Distancia a centros urbanos:	230 m
Superficie:	0,0125 ha

Registro fotográfico y breve descripción del lugar:

Se pudo observar que el acceso al BCA es mediante calle de tierra y no había método de barrera para evitar la descarga de residuos. Se observaron residuos dispuestos por toda la zona de tipo: domiciliarios y escombros, no compactados. El suelo, de textura arcillosa, se encontraba húmedo con algunos encharcamientos, sin indicios de quema de residuos. No se detectaron ni vectores ni animales en la zona. Además, no se detectaron olores, ni se detectó polvo en suspensión. En la periferia del BCA no se observaron viviendas aledañas, ni existencia de habitantes en el predio, tampoco hubo indicios de prácticas de recuperación de residuos (Figuras N°69).



Figura N°69: Disposición de residuos en el BCA N°9. Fuente: Registro fotográfico propio.

Antigüedad:

Los resultados indican que el BCA tiene una antigüedad aproximada de 2 años. Durante el año 2020, no se registran RSU en el sitio (Figura N°70). Sin embargo, a partir del año 2021, se observa la presencia de RSU en el área (Figura N°71), y esta disposición continúa hasta la actualidad (Figura N°72).



Figura N°70: Evolución histórica del BCA N°9, enero de 2020. Fuente: Google Earth.



Figura N°71: Evolución histórica del BCA N°9, agosto de 2021. Fuente: Google Earth.



Figura N°72: Evolución histórica del BCA N°9, junio de 2022. Fuente: Google Earth.

Estos datos revelan cómo ha evolucionado la presencia de RSU en el BCA N°9 a lo largo del tiempo, lo que es de gran relevancia para comprender la dinámica de los residuos en el área de estudio.

➢ Resumen de los BCA de la calle Dardo Pérez

En la Figura N°73 se muestra un resumen de la ubicación de los BCA en la calle Dardo Pérez. Estos BCA se encuentran localizados en la misma calle, a metros de distancia unos de otros. Además, se puede apreciar claramente el recorrido del cauce en el que está inmerso el BCA N°7.

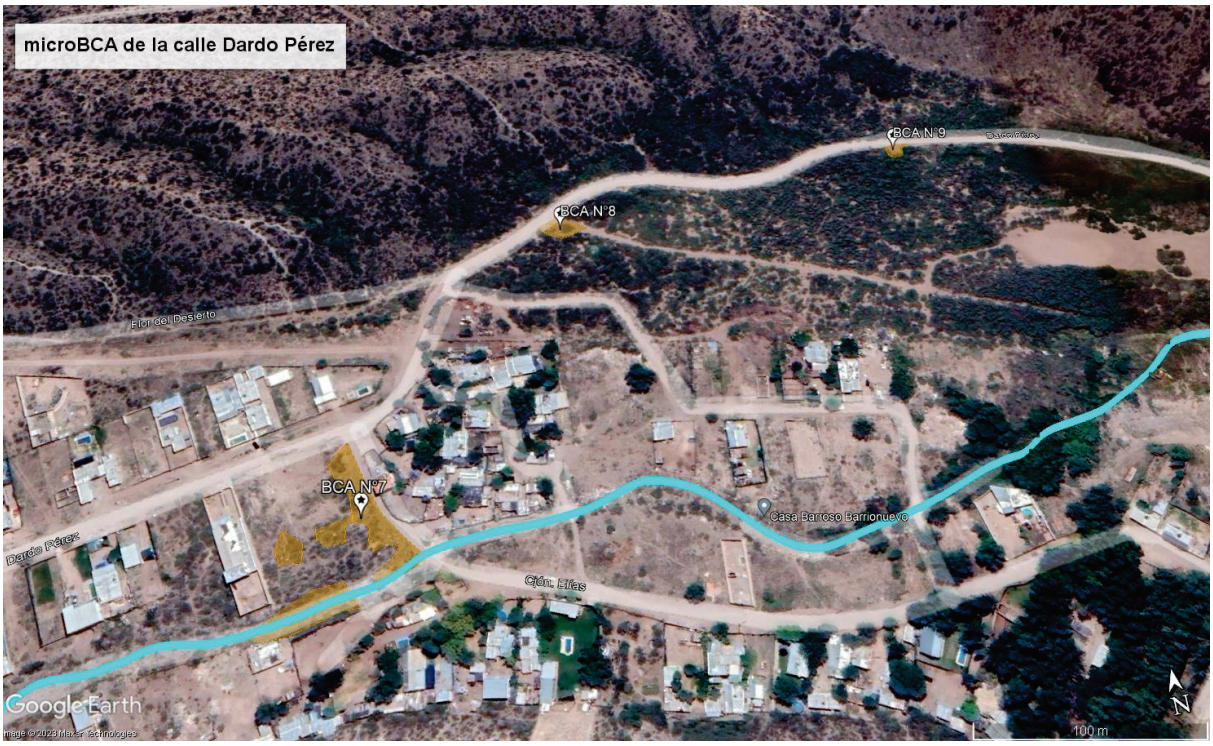


Figura N°73: Ubicación de los BCA de la calle Dardo Pérez. Fuente: Google Earth. Fecha: Junio de 2022.

Esta cercanía entre los BCA puede tener implicaciones significativas para el riesgo aluvional en la zona. La concentración de múltiples BCA en un área tan reducida puede aumentar la probabilidad de acumulación de residuos en el cauce, lo que podría obstaculizar el flujo natural del agua durante eventos de precipitación intensa. Esto, a su vez, podría incrementar las posibilidades de inundaciones y desbordamientos en áreas circundantes.

Información obtenida mediante bibliografía disponible

Tomando de referencia el trabajo realizado por (3) los BCA identificados se ubican en el cauce Sosa Sur. Sobre la rama N°2 de este cauce; se ubica el BCA N°2 (Sosa Sur 3-1), el BCA N°4 (rama de Sosa Sur 3-2), el BCA N°5 (Sosa Sur 3-2) y el BCA N°6 (Sosa Sur 3-2). Por otro lado, el BCA N°7 se localiza sobre la rama Sosa Norte, del cauce (Figura N°74).

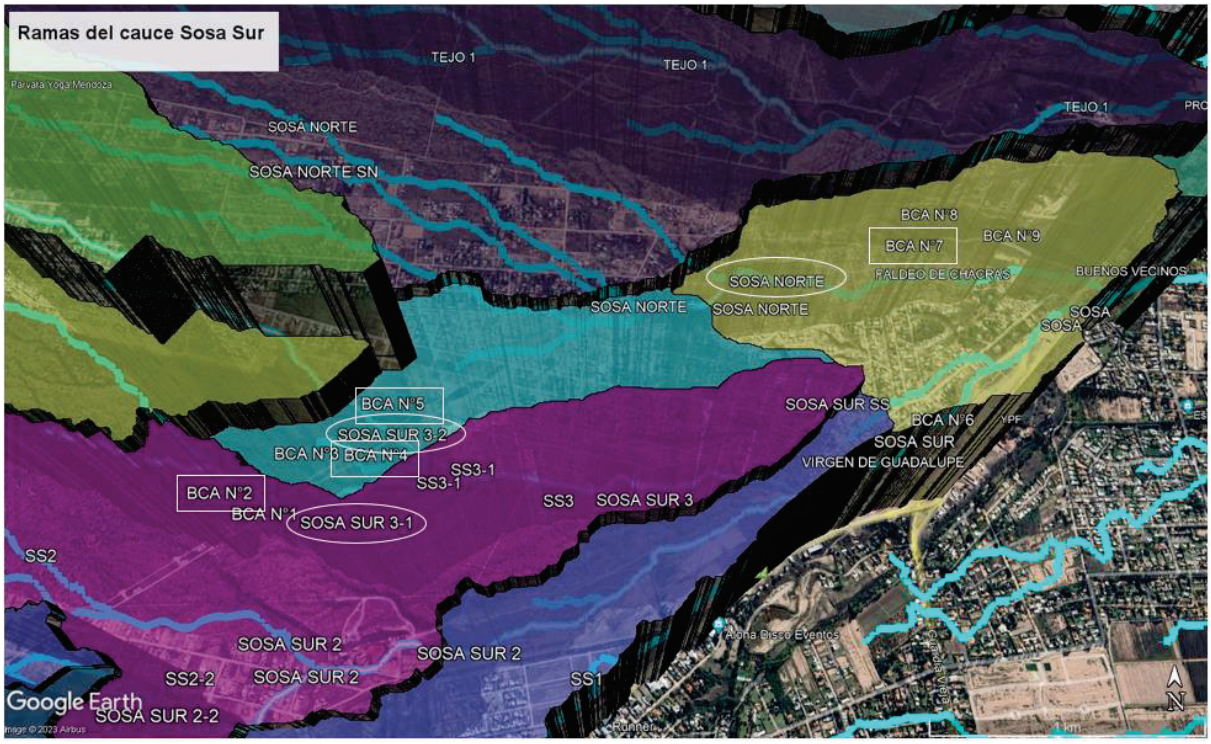


Figura N°74: Ramas del cauce Sosa Sur. Fuente: Elaboración propia en base al trabajo realizado por (3).

A continuación, pueden observarse los cauces principales del distrito Vertientes del Pedemonte y la ubicación de los BCA (Figura N°75).

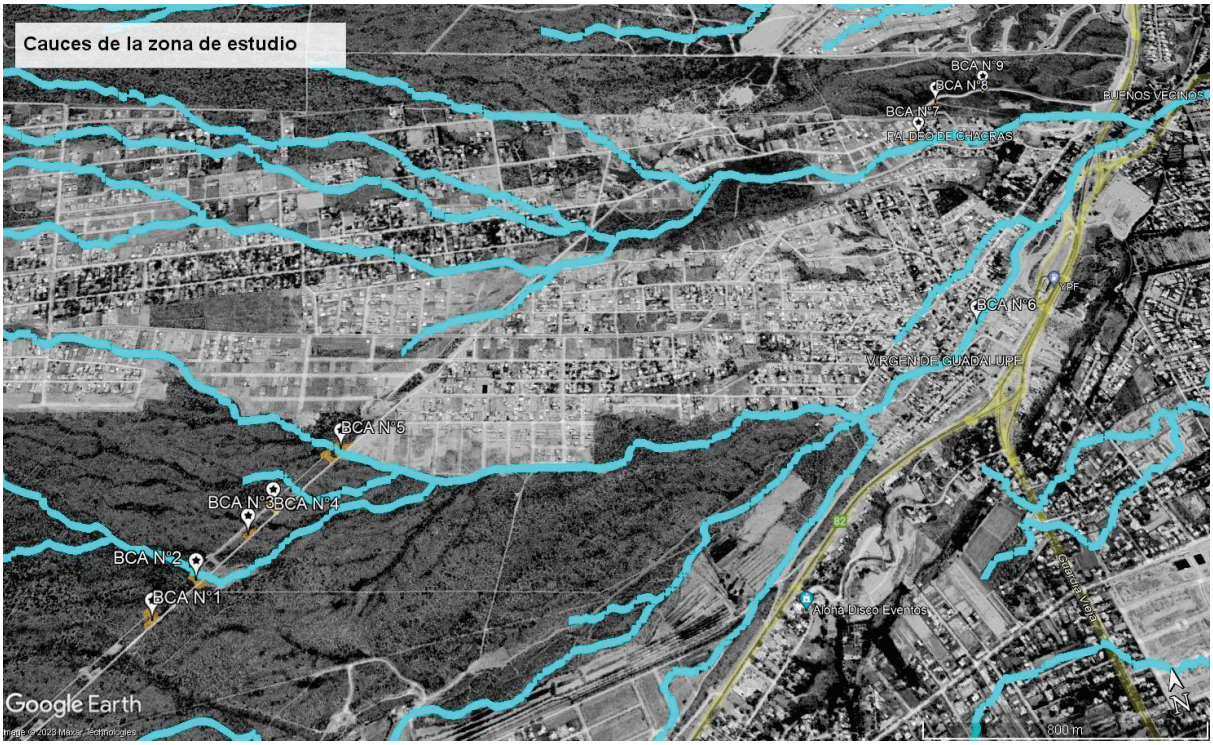


Figura N°75: Cauces principales del distrito Vertientes del Pedemonte. Fuente: Elaboración propia en base al trabajo realizado por (3).

Esta información es relevante porque al cruzar el trabajo de simulación hidráulica realizado por (3) con la ubicación de los BCA, se puede observar que hay BCA que se encuentren en áreas de alto riesgo de inundación durante escenarios de tormentas con un tiempo de

recurrencia (TR) de 25 años. Estos BCA estarían expuestos a crecidas significativas y flujos de agua rápidos, lo que aumentaría la probabilidad de que los residuos acumulados sean arrastrados y transportados hacia zonas urbanizadas cercanas, poniendo en riesgo la salud de las personas y el ambiente.

Resultados del análisis de las variables.

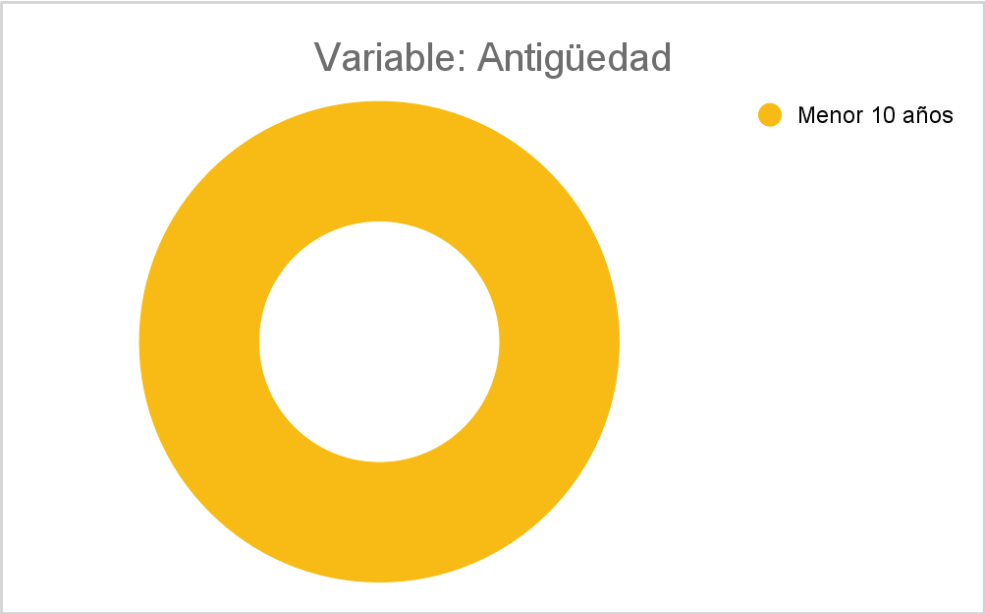
A continuación, se presentan los resultados de las variables identificadas y definidas para cada BCA en estudio.

Variables cualitativas

- Antigüedad:

Se ha constatado que el 100% de los 9 BCA presentan una antigüedad menor a 10 años (Gráfico N°1). Es importante destacar que no se ha identificado ningún BCA con una antigüedad comprendida entre 10 y 15 años, ni tampoco se ha encontrado ninguno con una antigüedad superior a los 15 años.

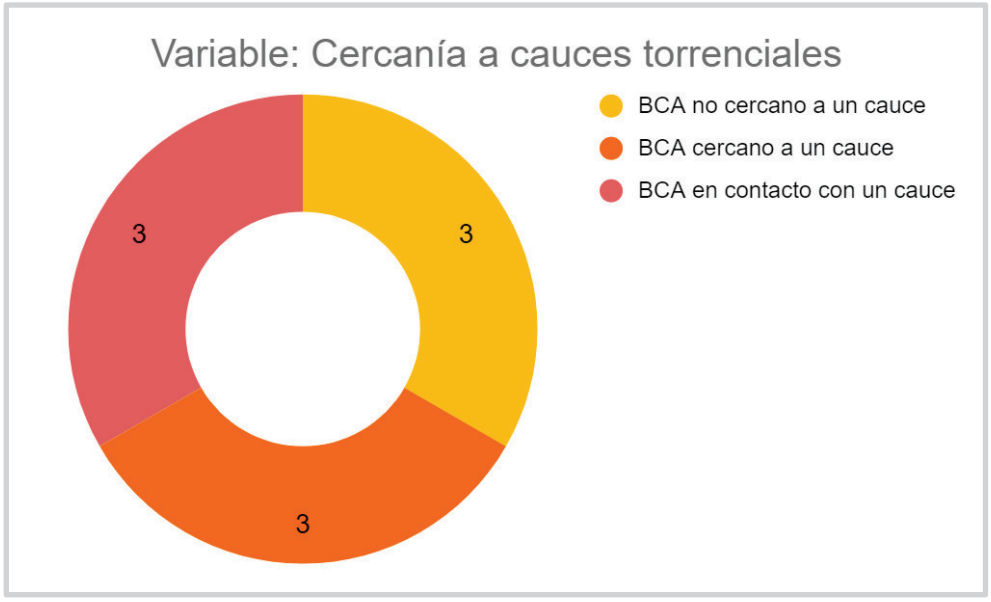
Gráfico N°1: Antigüedad de los BCA en estudio. Fuente: Elaboración propia.



- Cercanía a cauces torrenciales:

Se constata en el Gráfico N°2, que de los 9 BCA identificados, 3 de ellos están ubicados en contacto con un cauce torrencial, representando el 33% del total; hay 3 BCA que se encuentran en un radio menor a 100 m de un cauce, representando el 33% del total. Por último, hay 3 BCA que no se encuentran cercanos a un cauce (al menos en un radio mayor a 100 m), representando el 33% del total (38).

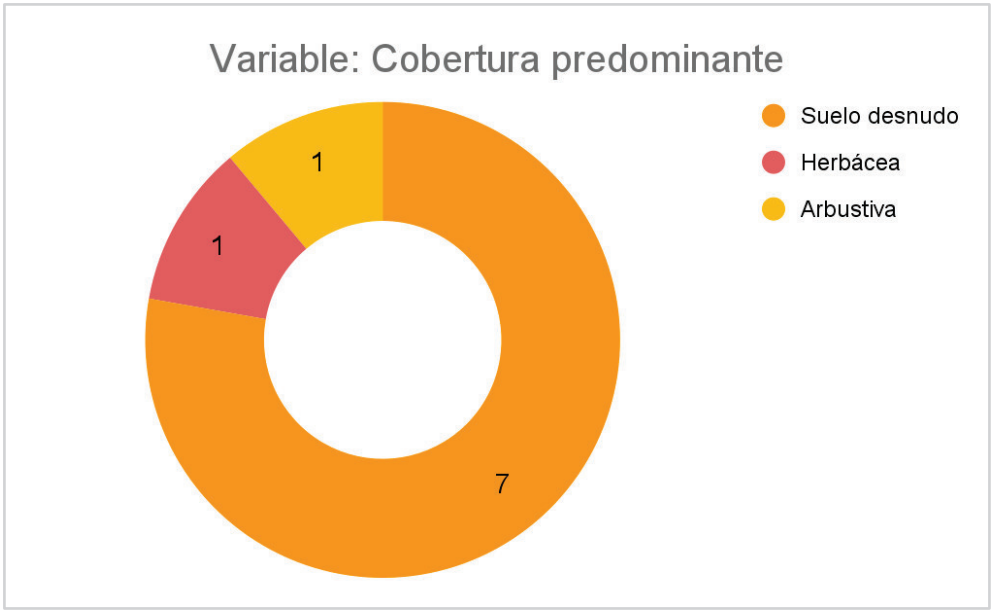
Gráfico N°2: Cercanía de los BCA a cauces torrenciales. Fuente: Elaboración propia.



- Cobertura predominante:

Se constata en el Gráfico N°3, que de los 9 BCA identificados, uno de ellos presenta cobertura vegetal arbustiva en su extensión que está ocupada por residuos, representando el 11% del total, un BCA presenta cobertura vegetativa herbácea en su extensión cubierta por residuos, representando el 11% del total. Por otro lado, hay 7 BCA que presentan suelo desnudo en su extensión cubierta por residuos, representando el 78% del total.

Gráfico N°3: Cobertura predominante de las áreas ocupadas por residuos en un BCA. Fuente: Elaboración propia.

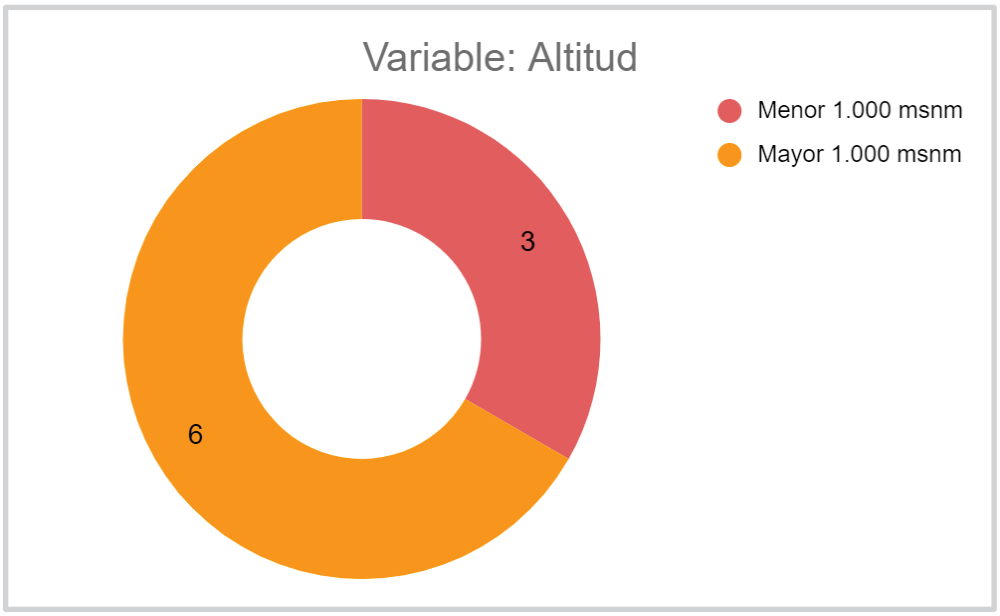


Variables cuantitativas

- Altitud

El Gráfico N°4, muestra que 6 BCA identificados se encuentran a una altitud mayor a 1.000 msnm, representando el 67% del total; mientras que 3 BCA se encuentran a una altitud menor a 1.000 msnm, representando el 33% del total.

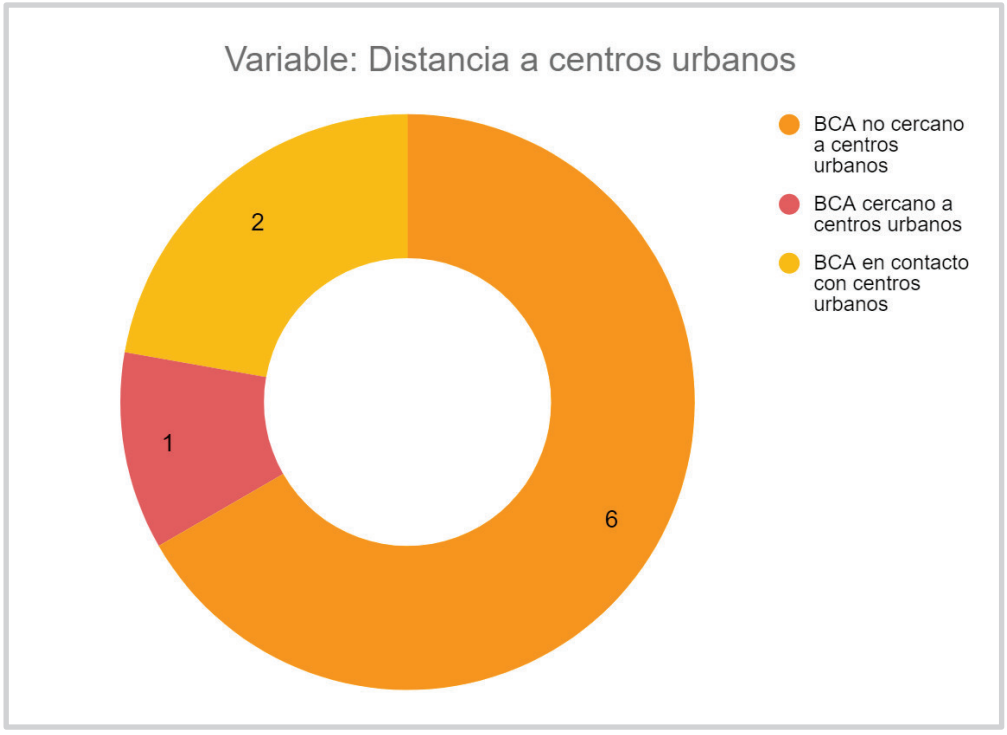
Gráfico N°4: Altitud de los BCA. Fuente: Elaboración propia.



- Distancia a centros urbanos:

Se puede apreciar en el Gráfico N°5, que 6 BCA no se encuentran en cercanos a centros urbanos, en un radio mayor a 100 m, representando el 67% del total. Por otro lado, 1 BCA se encuentra cercano a centros poblacionales en un radio menor a 100 m, representando el 11% del total; mientras que 2 BCA se encuentran en contacto con los centros poblacionales, representando un 22% respecto al total.

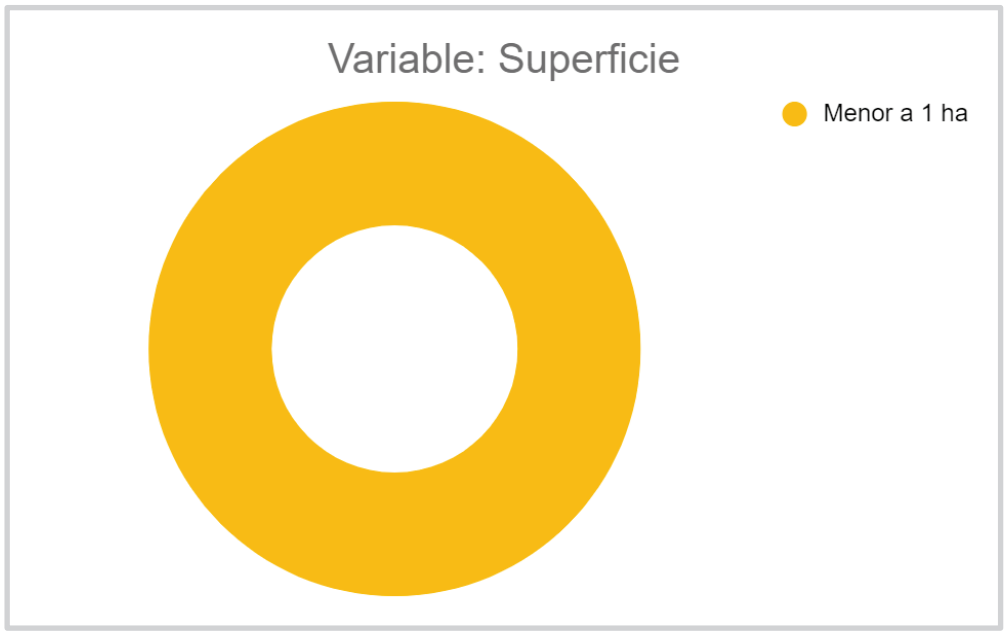
Gráfico N°5: Distancia de los BCA a centros urbanos. Fuente: Elaboración propia.



- Superficie

Se ha constatado que el 100% de los 9 BCA presentan una superficie menor a 1 ha (Gráfico N°6). No se ha identificado ningún BCA con una superficie mayor a 1 ha.

Gráfico N°6: Superficie de los BCA. Fuente: Elaboración propia.



Resultados de la asignación de valores o pesos a las variables.

En la Tabla N°14, se muestra la asignación de valores o pesos de las variables seleccionadas para los BCA del distrito.

Tabla N°14: Asignación de valor o peso a las variables de cada BCA. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	BCA N° 1	BCA N° 2	BCA N° 3	BCA N° 4	BCA N° 5	BCA N° 6	BCA N° 7	BCA N° 8	BCA N° 9
Variables cualitativas									
Antigüedad	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cercanía a cauces torrenciales	0	2	2	2	3	3	3	0	0
Cobertura predominante	3	3	3	3	3	2	2	3	3
Variables cuantitativas									
Altitud	2	2	2	2	2	3	2	3	3
Distancia a centros urbanos	1	1	1	1	1	3	3	2	1
Superficie	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Resultados de la valorización del riesgo aluvional.

En la Tabla N°15 se presenta el resultado del indicador de valoración para cada BCA.

Tabla N°15: Indicador de valoración de cada BCA. Fuente: Elaboración propia.

VARIABLES	BCA N° 1	BCA N° 2	BCA N° 3	BCA N° 4	BCA N° 5	BCA N° 6	BCA N° 7	BCA N° 8	BCA N° 9
Variables cualitativas									
Antigüedad	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cercanía a cauces torrenciales	0	2	2	2	3	3	3	0	0
Cobertura predominante	3	3	3	3	3	2	2	3	3
Variables cuantitativas									
Altitud	2	2	2	2	2	3	2	3	3
Distancia a centros urbanos	1	1	1	1	1	3	3	2	1
Superficie	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total suma	**11**	**13**	**13**	**13**	**14**	**16**	**15**	**13**	**12**

Según el indicador de valoración asignado a cada BCA, el BCA N°6 obtuvo el mayor valor de 16, posicionándose como el BCA con mayor riesgo aluvional en el distrito Vertientes del Pedemonte. Le sigue en orden el BCA N°7 con un valor de 15 y luego el BCA N°5 con un valor de 14 (Tabla N°14).

Por otro lado, los BCA N°2, N°3, N°4 y N°8 presentaron un valor de 13, seguidos del BCA N°9 que obtuvo un valor de 12. Por último, el BCA N°1 mostró el valor más bajo, con un puntaje de 11 (Tabla N°14).

Resultados de categorización de los BCA.

Se presenta en la Tabla N°16 la categorización de los BCA.

Tabla N°16: Categorización del riesgo aluvional en los BCA. Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍA DE RIESGO ALUVIONAL	BCA
Riesgo Bajo	-
Riesgo Medio	BCA N°1, 2, 3, 4, 8 y 9
Riesgo Alto	BCA N°5, 6 y 7

En la tabla anterior (Tabla N°5), se destaca que los BCA N°5, 6 y N°7 son clasificados como de alto riesgo aluvional, lo que indica que estos sitios enfrentan un mayor riesgo de inundaciones y deslizamientos de residuos durante eventos de precipitación intensa.

En contraste, los demás BCA (BCA N°1, 2, 3, 4, 8 Y 9) fueron clasificados con un riesgo medio aluvional, lo que significa que los mismos presentan un nivel de riesgo significativo. Cabe mencionar que no se identificó ningún BCA con un riesgo aluvional considerado bajo, lo que sugiere que todos los sitios relevados presentan cierto grado de riesgo ante eventos de precipitación intensa.

Resultados de la evaluación de los BCA.

BCA más críticos

De la evaluación realizada en esta tesis, se destaca que los sitios de disposición final más críticos desde el punto de vista aluvional, que fueron categorizados con riesgo alto son los BCA N°6 y 7.

Estos sitios presentan características particulares que los hacen más propensos a sufrir eventos aluvionales en comparación con los demás BCA identificados.

- BCA N°6

Este BCA se destaca entre los demás sitios identificados por su extensión, presentando uno de los mayores valores de superficie (segundo valor mayor de superficie en comparación con

los BCA identificados). Posee una antigüedad de aproximadamente 2 años y ha experimentado un rápido crecimiento en ese tiempo, lo cual es motivo de alerta.

Los asentamientos poblacionales que se encuentran en la periferia de éste BCA han ocupado el curso de la rama N°2 el cauce Sosa Sur (Figura N°76), lo que probablemente no solo ha generado el aumento de los residuos en el sitio, sino que, además, ha aumentado el caudal del mismo por el vertimiento de las aguas cloacales de estos asentamientos (31). Esto ocasiona en épocas de lluvia el desbordamiento del cauce, y por ende inundaciones que afectarían a los asentamientos en una primera instancia (3), (31). Además, la realidad de que el BCA se encuentre en un cauce, hace que se contaminen los recursos naturales por parte de los residuos y las aguas cloacales.

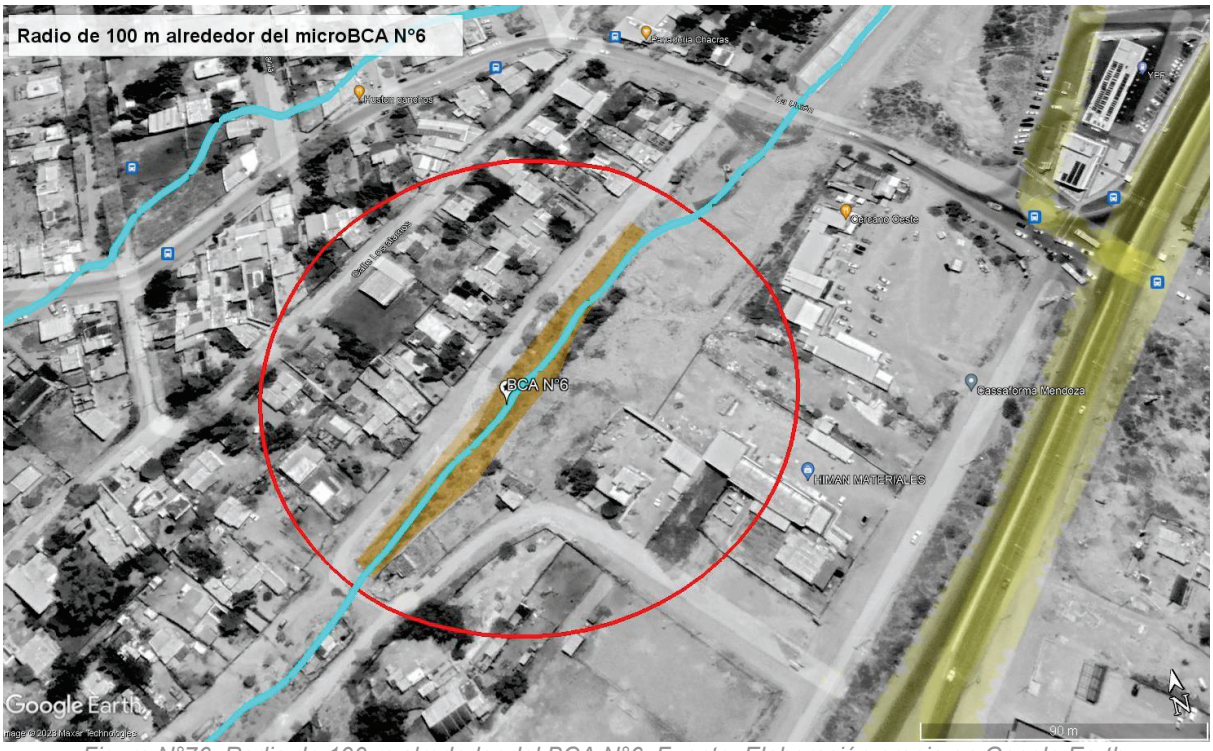


Figura N°76: Radio de 100 m alrededor del BCA N°6. Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

Este BCA se caracterizó por presentar encharcamientos que indicaban una acumulación de agua en el área. Además, este sitio se ubica en una de las zonas más bajas del piedemonte en cuanto a altitud (segundo valor menor de altitud en comparación con los BCA identificados), lo cual lo hace especialmente propenso a la acumulación de agua y a sufrir inundaciones (38).

Estas observaciones coinciden con los hallazgos del trabajo realizado por (3), donde se evidencia que la rama N°2 del cauce Sosa, durante un TR = 25 años, presenta una clara propensión a inundaciones debido a sus características (Figura N°77 y 78). Además, se observa que la velocidad de las inundaciones en la zona donde se sitúa el BCA, en un TR= 25 años, será máxima (Figuras N°79 y 80).



Figura N°77: Mapa de ancho de inundación del cauce tramo Sosa sur (TR= 25 años). Fuente: (3)

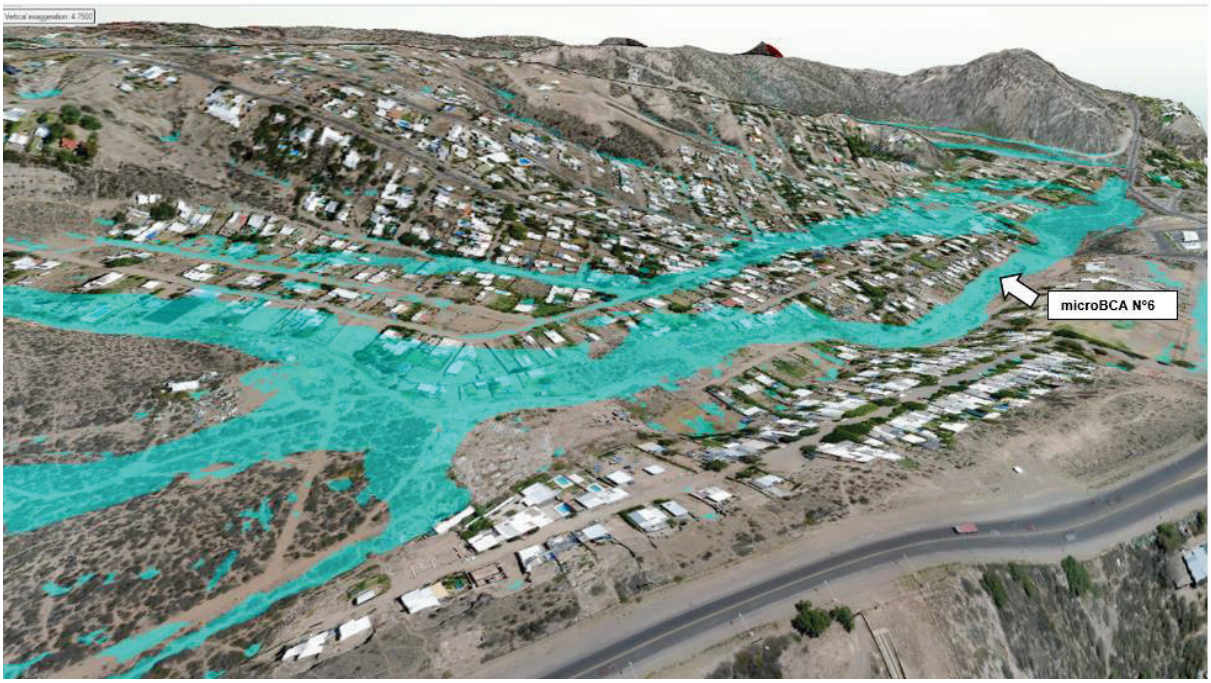


Figura N°78: Modelación hidrológica en 3D del cauce tramo Sosa Sur (TR= 25 años). Fuente: (3)

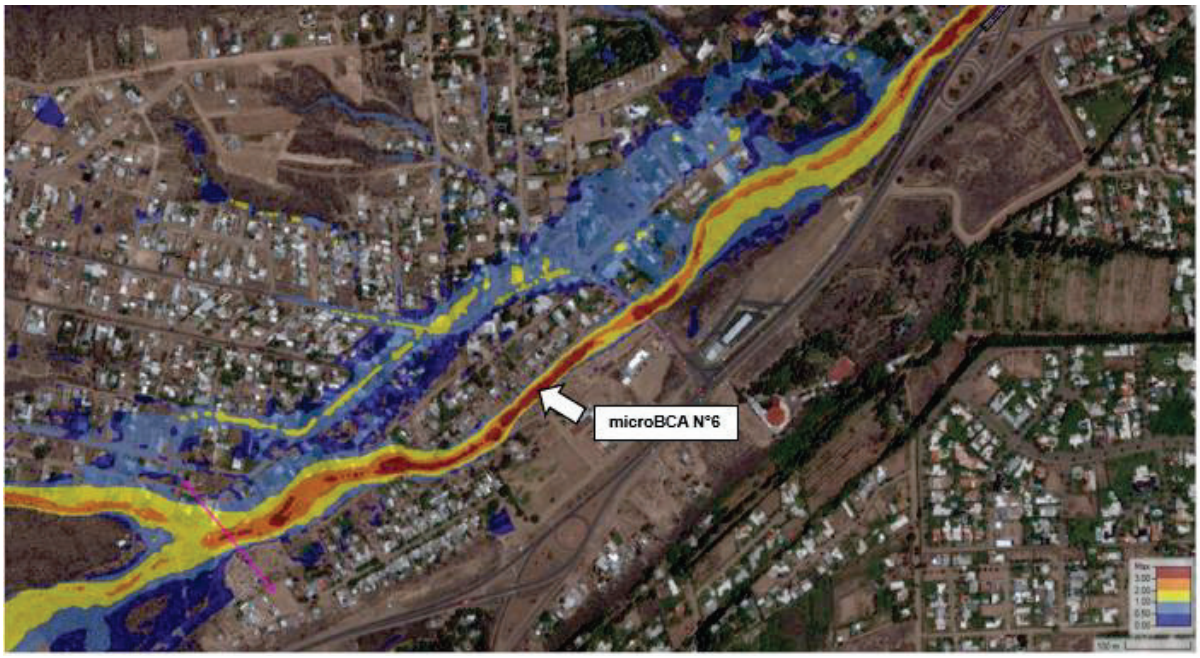


Figura N°79: Mapa de velocidades de flujo del cauce tramo Sosa sur (TR= 25 años). Fuente: (3).



Figura N°80: Mapa de velocidades de flujo del cauce tramo Sosa Sur (TR= 25 años) en la zona de estudio. Fuente: (3).

Por otro lado, este BCA presenta mayoritariamente vegetación de tipo herbácea en su extensión cubierta por residuos, por lo que podría retener parte de las precipitaciones, y evitar que la totalidad de estas escurran pendiente abajo del mismo.

- BCA N°7

Este BCA se destaca por ocupar una superficie significativa, ubicándose en el 5° lugar en términos de extensión a comparación del resto de los BCA identificados. Además, presenta una antigüedad de 5 años, lo que indica un desarrollo progresivo a lo largo del tiempo.

El mismo se encuentra en contacto con viviendas y asentamientos poblacionales, por lo que un aluvión afectaría en una primera instancia a éstos, y cabe mencionar que también contaminaría a los recursos naturales cercanos (Figura N°81).

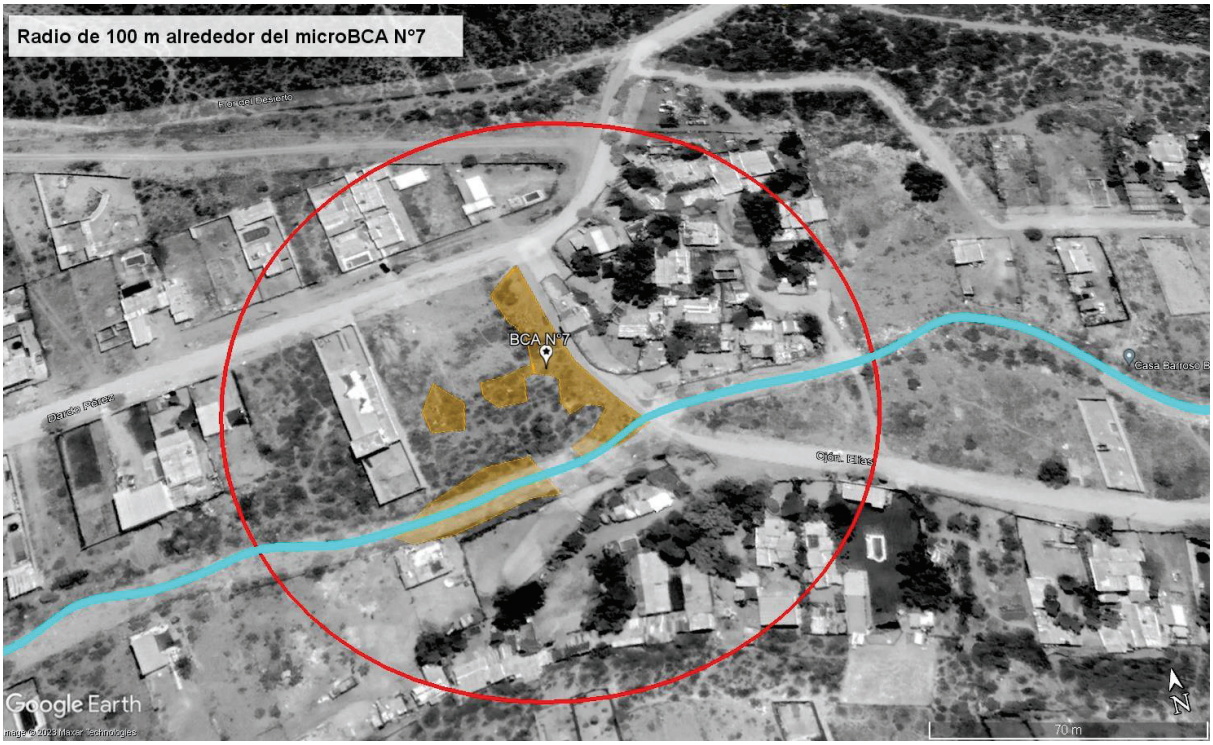


Figura N°81: Radio de 100 m al BCA N°7.Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

Estas observaciones coinciden con los hallazgos del trabajo realizado por (3), donde se evidencia que el cauce Sosa Norte, durante un TR = 25 años, es propenso a inundaciones debido a sus características (Figura N°82). Además, se observa que la velocidad de las inundaciones en la zona donde se sitúa el BCA, en un TR = 25 años, será máxima (Figura N°83).



Figura N°82: Ancho de inundación del cauce Sosa Norte (TR=25 años). Fuente: (3)

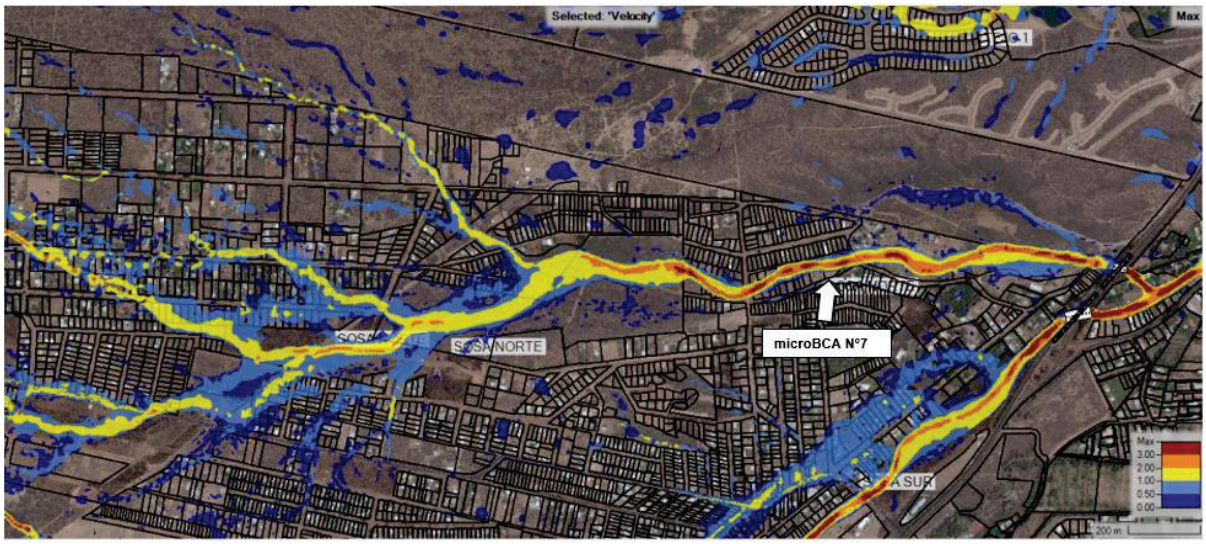


Figura N°83: Mapa de velocidades de flujo en el cauce Sosa (TR=25 años). Fuente: (3).

Presenta vegetación de tipo arbustiva en su extensión cubierta por residuos, por lo que podría retener parte de las precipitaciones, y evitar que la totalidad de estas escurran pendiente abajo del BCA.

- BCA N°5

Este BCA se destaca particularmente por su extensión considerable, siendo el que mayor superficie posee, en comparación con los demás BCA identificados. Cabe aclarar que tiene una antigüedad de aproximadamente 4 años, durante los cuales ha experimentado un notable desarrollo en su extensión, lo que indica una tendencia preocupante.

El mismo se ubica a aproximadamente 200 m de viviendas o asentamientos humanos (Figura N°84). Esta proximidad implica que la población residente en dichas áreas sería la más expuesta y afectada en una primera instancia durante un evento aluvional.

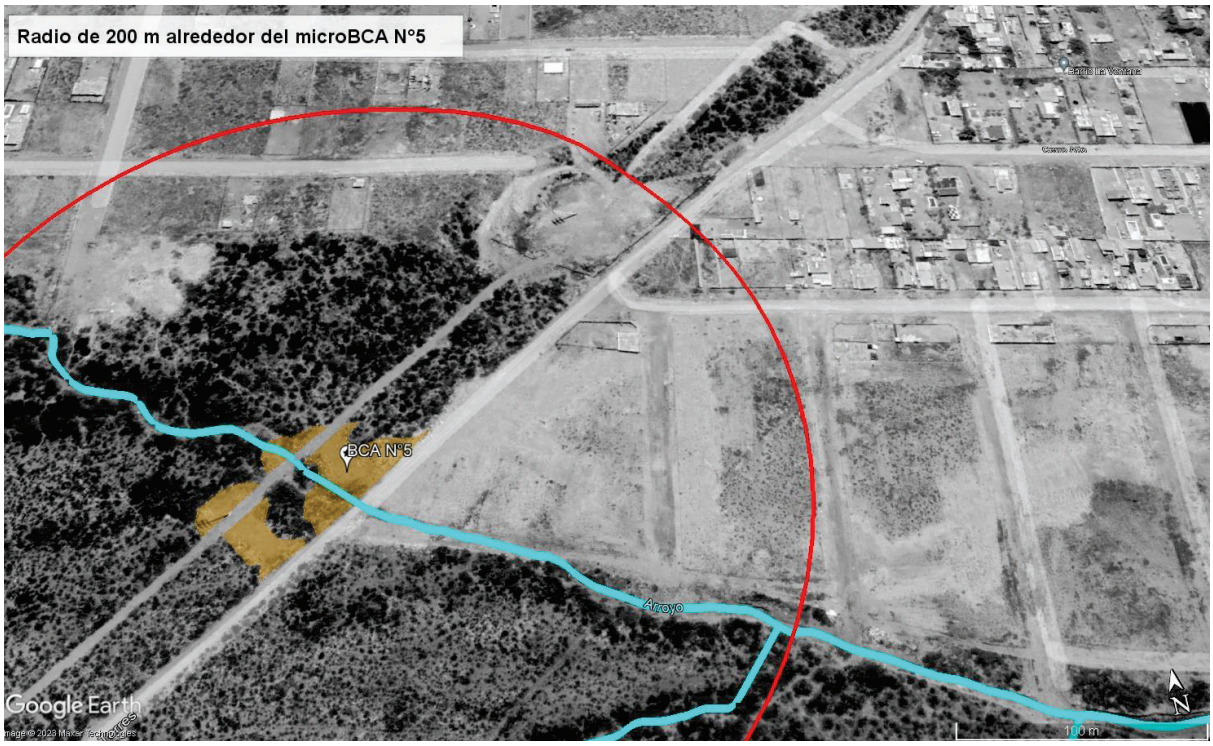


Figura N°84: Radio de 500 m al BCA N°5. Fuente: Elaboración propia en Google Earth.

Su gran altitud, y la presencia de suelo desnudo en su superficie cubierta por residuos, contribuye a su falta de estabilidad y mayor susceptibilidad a la erosión durante eventos de lluvia intensa, lo que puede aumentar los riesgos asociados al aluvión afectando pendiente abajo (Figura N°85).

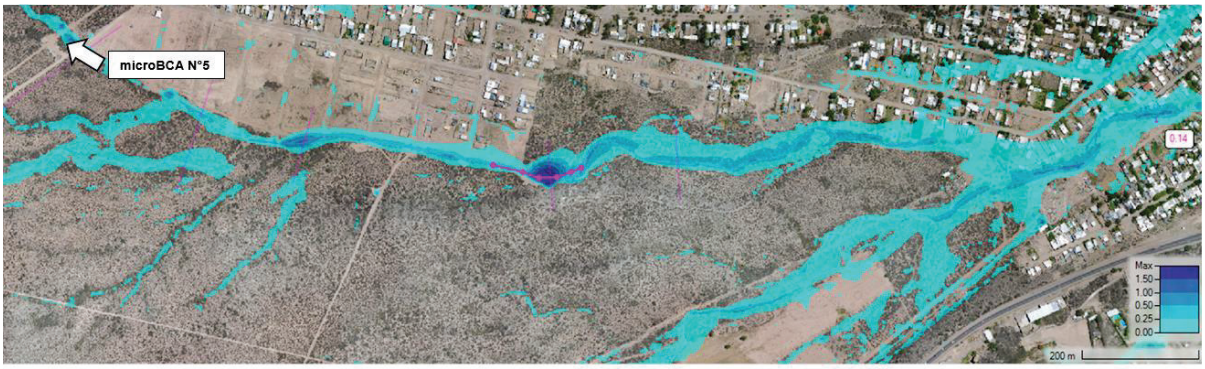


Figura N°85: Mapa de ancho de inundación del cauce tramo Sosa sur (TR= 25 años). Fuente: (3)

La ubicación particular de este BCA conlleva un mayor riesgo de desbordamientos y arrastre de residuos, lo que acentúa la exposición del sitio.

Estas observaciones corroboran los hallazgos del estudio realizado por (3), que demuestran la propensión a inundaciones de la rama N°2 del cauce Sosa Sur en un TR = 25 años (Figura N°86). Además, se destaca la máxima velocidad de las inundaciones en la zona donde se localiza el BCA, en el mismo período (Figura N°87).

Es importante mencionar que la desembocadura de esta misma rama del cauce se encuentra en las proximidades del BCA N°6, lo cual amplifica aún más el grado de riesgo asociado a este BCA.



Figura N°86: Ancho de inundación cauce Sosa Sur (TR= 25 años). Fuente: (3).

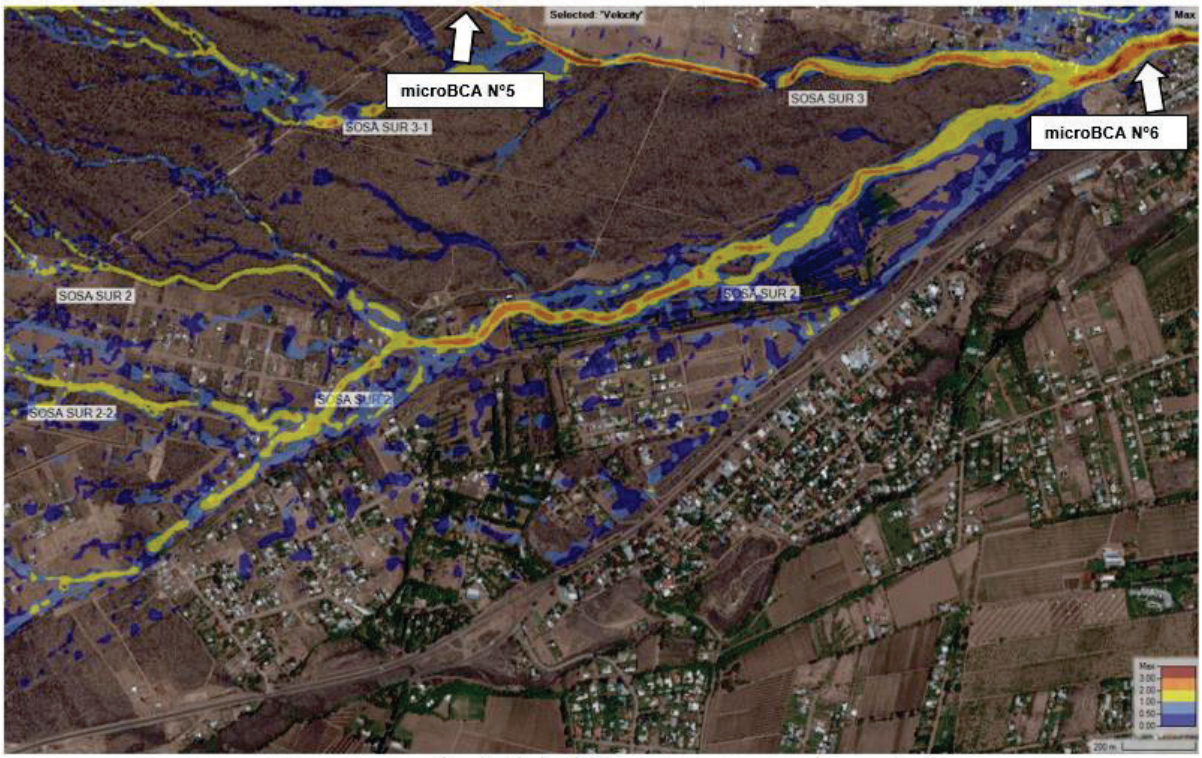


Figura N°87: Mapa de velocidades de flujo en el cauce Sosa Sur (TR=25 años). Fuente: (3).

Situación del resto de los BCA

Los BCA N°1, 2, 3, 4, 8 y 9, presentan un rango medio de riesgo aluvional. Todos tienen en común que presentan una antigüedad menor a 10 años, muestran una predominante

cobertura de suelo desnudo en las áreas cubiertas por residuos, y poseen una superficie menor a 1 ha.

Por otro lado, 3 de ellos no se encuentran cercanos a cauces, mientras que 3 se ubican a un radio mayor a 100 m de un cauce.

La mayoría de ellos (4 BCA) presentan una altitud mayor a 1.000 msnm, excepto 2 BCA que se encuentran a menor altitud.

Además, 5 de estos BCA se localizan a un radio mayor a 100 m de centros urbanos, mientras que solo 1 BCA se encuentra a una distancia menor de 100 m.

Las características nombradas hacen que estos BCA no se encuentren exentos de posibles inundaciones y arrastres de residuos ante un evento aluvional.

Discusión.

Discusión de variables analizadas

Variables cualitativas

- Antigüedad

Según la información analizada, se determinó que los 9 BCA identificados presentan una antigüedad menor a 10 años. Este resultado sugiere que los BCA en el distrito son relativamente recientes.

Los BCA más recientes tienden a carecer de un estado de compactación y estabilización de los residuos a lo largo del tiempo, lo que hace que los mismos sean más susceptibles de ser arrastrados por un aluvión. Estos BCA generan zonas riesgosas desde el punto de vista aluvional que impactan en los recursos naturales y en la población aledaña a los BCA, y ponen en evidencia la degradación del ambiente natural del piedemonte (2), (17).

Por otro lado, la reciente formación de los BCA hace que estos sitios sean susceptibles a los procesos de remoción y facilita el saneamiento y la remediación del sitio, en comparación con aquellos BCA con mayor antigüedad (19), (29).

- Cercanía a cauces torrenciales

Se determinó que 3 de los BCA identificados no se localizan cercanos a un cauce torrencial (al menos en un radio mayor a 100 m). Sin embargo, hay 3 BCA que se localizan en contacto con un cauce torrencial, y hay 3 BCA que se encuentran en un radio de distancia menor a 100 m de un cauce torrencial.

Los BCA que se encuentran alejados de los cauces torrenciales presentan una menor probabilidad de verse afectados directamente por un aluvión. Por el contrario, aquellos BCA que están en contacto o cercanos a un cauce torrencial muestran una situación riesgosa desde el punto de vista aluvional, debido a que los residuos depositados en ellos quedan expuestos directamente al agua durante episodios de precipitación en la zona.

La proximidad directa a un cauce torrencial implica un mayor riesgo de inundaciones y arrastre de residuos durante eventos de lluvia intensa, lo que puede tener consecuencias graves para el entorno y la población circundante (4), (15), (31), (38). Es importante destacar que la presencia de estos cauces torrenciales en las inmediaciones de los BCA puede potenciar la magnitud y velocidad de las corrientes de agua, incrementando la probabilidad de daños e inundaciones en caso de eventos climáticos extremos.

- Cobertura predominante

En la mayoría de los BCA (7 de ellos), se observa suelo desnudo en las áreas cubiertas por residuos. Sin embargo, en otros 2 BCA, se identifica una cobertura vegetativa predominante, ya sea herbácea o arbustiva, en las zonas cubiertas por los residuos.

La formación de un BCA en un sitio tiene un impacto negativo en la vegetación circundante, provocando su deterioro y eventual desaparición, lo que se traduce en un aumento de la cantidad de suelo desnudo en el entorno (8). Por otro lado, la presencia de vegetación y obstáculos físicos, como árboles o arbustos, dificulta el depósito de residuos en esas zonas, por lo que se suele encontrar alguna cobertura vegetal en esos sitios.

Las áreas cubiertas por residuos que presentan suelo desnudo en un BCA son consideradas las más riesgosas desde el punto de vista aluvional, dado que su capacidad de retener agua es mínima. Esta condición es preocupante, ya que el suelo desnudo no tiene capacidad de retener el agua, lo que facilita el rápido escurrimiento pendiente abajo durante eventos de precipitación intensa, aumentando significativamente el riesgo de inundaciones y arrastre de los residuos hacia zonas pobladas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la presencia de vegetación no reduce significativamente el riesgo aluvional, ya que, dependiendo de la intensidad y volumen de las precipitaciones, los flujos de agua pueden ser lo suficientemente intensos como para arrastrar residuos incluso en áreas con cierta cobertura vegetal. No obstante, la presencia de vegetación puede tener un efecto positivo al proporcionar cierta protección contra la erosión del suelo y reducir en parte el impacto de los flujos de agua en estos BCA.

<u>Variables cuantitativas</u>

- Altitud

Los 9 BCA identificados muestran una distribución en altitud que oscila entre los 900 y 1100 msnm, sin presentar diferencias significativas en este aspecto. Lo que denota que el piedemonte es una zona de altas y pronunciadas pendientes (8), (20).

Es importante resaltar que la altitud desempeña un papel relevante en el comportamiento hidrológico de la zona. A medida que la altitud aumenta, la topografía del terreno influye en la velocidad y el volumen de las corrientes de agua durante eventos de precipitación intensa. Generalmente, las áreas de mayor altitud son más propensas a experimentar flujos de agua rápidos y crecidas significativas debido a las pronunciadas pendientes que las caracterizan (8), (20), (23). Estos escenarios pueden ocasionar el arrastre de residuos aguas abajo, lo que representa un riesgo para la población y el ambiente, además de incrementar la posibilidad de contaminación en otros BCA situados a menor altitud.

Sin embargo, los BCA del distrito que están ubicados en áreas relativamente más bajas de altitud, también enfrentan el riesgo de experimentar flujos de agua rápidos y crecidas significativas debido a las pendientes pronunciadas. A esto se le suma que, en estos casos, existe la particularidad de que estos sitios pueden convertirse en zonas de acumulación de

agua y residuos provenientes de BCA ubicados a mayores altitudes, como fue el caso del BCA N°6. Es por ello por lo que en el distrito Vertientes del Pedemonte, los BCA que se encuentran a una altitud menor, son más riesgosos desde el punto de vista aluvional.

- Distancia a centros urbanos

Se determinó, que 6 BCA no se encontraron cercanos a centros urbanos (en un radio mayor a 100 m), sin embargo, un BCA se encontró cercano a centros poblacionales en un radio menor a 100 m y 2 BCA se encontraron en contacto con los centros poblacionales.

Los BCA que se localizan en áreas urbanas o en cercanía de zonas habitadas representan sitios con alto riesgo aluvional. En caso de producirse un evento de precipitación extrema, los residuos acumulados en estos lugares pueden ser arrastrados hacia áreas pobladas, lo que supone un riesgo significativo para la salud de las personas y el ambiente. Además, la movilización de residuos durante estos eventos puede ocasionar obstrucciones en los sistemas de drenaje, incrementando las posibilidades de inundaciones y daños a la infraestructura urbana.

- Superficie

Todos los BCA identificados pueden ser clasificados como microBCA debido a su superficie menor a 1 hectárea (31), (38).

Es importante destacar que aquellos BCA que presentan una mayor superficie son considerados sitios más riesgosos desde el punto de vista aluvional (4), (17). Esto se debe a que, al tener una mayor área de acumulación de residuos, existe un incremento en el potencial de obstrucción de los cauces de agua, lo que a su vez aumenta la probabilidad de inundaciones y desbordamientos en la zona. La mayor cantidad de residuos acumulados también contribuye a la alteración del drenaje natural y puede agravar los efectos de las crecidas (23).

Los BCA con menor superficie, con el paso del tiempo y la acumulación continua de residuos, pueden evolucionar hacia formar un macroBCA. Es crucial abordar tanto los BCA de mayor superficie como los de menor superficie mediante una planificación y gestión integral.

Discusión de la metodología desarrollada

La metodología desarrollada en esta tesis representa un aporte valioso en la evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte. A diferencia de las metodologías existentes que se enfocan en diversos aspectos de evaluación de BCA, la metodología propuesta en esta tesis se destaca por su enfoque integral al abordar y considerar diversas variables clave que influyen directamente en el riesgo aluvional, lo cual enriquece el análisis y permite obtener una visión más completa de la situación de los BCA en el distrito.

Por otro lado, cada una de las variables seleccionadas en la metodología ha demostrado ser valiosa en forma individual y ha proporcionado información relevante en el análisis. No obstante, el análisis individual de cada variable podría llevar a decisiones parciales y a veces apresuradas, ya que ciertas variables podrían sugerir la necesidad de intervenir en los BCA de manera inmediata.

Sin embargo, al considerar el aporte global de todas las variables, se obtiene una calificación más equilibrada y completa del riesgo aluvional de cada BCA en el distrito. Es importante destacar que el enfoque integral de esta metodología ha permitido comprender la interrelación y el impacto conjunto de estas variables en la evaluación del riesgo aluvional.

Es evidente que no todos los BCA presentan el mismo nivel de riesgo aluvional, y esta evaluación integrada permite priorizar y seleccionar aquellos sitios que requieren ser saneados y remediados en una primera instancia.

Discusión de la evaluación del riesgo aluvional en los BCA

Los resultados obtenidos en esta tesis respecto a los 3 BCA más críticos desde el punto de vista aluvional coinciden con los hallazgos presentados en el trabajo de (38). Este hallazgo refuerza la consistencia de los resultados y aporta una mayor validez a la evaluación del riesgo aluvional en los BCA analizados. Además, respalda la importancia de considerar estos sitios como prioritarios en términos de gestión y mitigación del riesgo aluvional y de abordar los desafíos y problemáticas asociados a estos BCA desde diferentes perspectivas y disciplinas, lo cual contribuye a obtener una imagen más completa y precisa de la situación.

Además, es importante destacar que, si bien éstos 3 BCA han sido el foco principal de los resultados de esta tesis, no se deben pasar por alto los demás BCA evaluados. Aunque hayan obtenido valores numéricos más bajos en la escala de riesgo, no se puede subestimar su importancia en términos de gestión y prevención de riesgos.

Conclusiones.

En esta tesis se logró alcanzar el objetivo general en dónde se *realizó una evaluación del riesgo aluvional de los BCA del distrito Vertientes del Pedemonte.*

Así mismo, también se logró cumplir con los seis objetivos específicos establecidos.

En primer lugar, se r*ealizó un análisis integral de los BCA mediante la recopilación y combinación de información obtenida a través de un relevamiento de campo, la utilización de softwares especializados y la consulta de bibliografía especializada.* Gracias a este enfoque, se obtuvo una visión completa y detallada de la situación de cada BCA en el distrito.

En segundo lugar, se *identificaron y definieron las variables relevantes que permitieron evaluar el riesgo aluvional de los BCA*. Luego, se *asignó un valor o peso a cada variable identificada, considerando su importancia relativa en la evaluación del riesgo aluvional*. Así, se obtuvo un enfoque más preciso y equitativo en la evaluación de cada BCA.

Seguidamente, se *elaboró un indicador que permitió realizar una valoración del riesgo aluvional en cada BCA*. El indicador resultante integró las variables y sus valores, proporcionando una medida cuantitativa del riesgo aluvional de cada BCA.

Posteriormente, se *definieron categorías de riesgo aluvional basadas en el valor del indicador de valoración propuesto para clasificar los BCA*. Estas categorías permitieron agrupar los BCA en función de su nivel de riesgo, facilitando la comprensión y la toma de decisiones respecto a la gestión del riesgo aluvional.

Finalmente, se llevó a cabo la *evaluación del riesgo aluvional de cada BCA del distrito Vertientes del Pedemonte.* Este proceso de evaluación proporcionó resultados concluyentes sobre el nivel de riesgo asociado a cada BCA.

Por otro lado, la hipótesis planteada fue *"La presencia de BCA en el distrito Vertientes del Pedemonte contribuye a incrementar el riesgo aluvional en el lugar."*

La evaluación del riesgo aluvional de los BCA confirma la hipótesis planteada, mostrando que 3 BCA se encuentran categorizados de alto riesgo aluvional, y el resto de ellos (6 BCA) se encuentran categorizados de medio riesgo aluvional. Esto indica que la presencia de estos BCA contribuye a aumentar la vulnerabilidad del distrito frente a eventos aluvionales.

Se ha evidenciado una relación directa entre diversos factores y el riesgo aluvional en la zona de estudio. Entre estos factores se encuentran la superficie de los BCA, la altitud de los mismos, su proximidad a centros urbanos, la cercanía a cauces torrenciales, así como la presencia de suelo desnudo en las áreas cubiertas por residuos. Estos factores han demostrado potenciar el riesgo aluvional en los BCA del distrito.

Por otro lado, desde que existen registros históricos en el siglo XIX, se ha constatado que la provincia de Mendoza ha experimentado repetidamente eventos aluvionales que han dejado en evidencia la presencia constante del riesgo aluvional en la región. Estos eventos han tenido un impacto significativo tanto en el entorno natural como en la población, subrayando la importancia de comprender y abordar adecuadamente este riesgo.

Es esencial destacar que el riesgo aluvional está presente en la provincia de Mendoza de manera inherente, sin depender exclusivamente de la existencia de BCA.

Aunque la provincia cuenta con algunas obras de defensa hidráulica, estas no son suficientes para hacer frente al riesgo aluvional de manera integral. La falta de estas obras hace que la presencia de BCA contribuye a potenciar dicho riesgo.

Es importante señalar que la erradicación de los BCA no eliminará el riesgo aluvional en la provincia. Sin embargo, sí contribuirá a evitar que dicho riesgo se incremente.

El aporte de esta tesis constituye la primera investigación exhaustiva que pone énfasis en la identificación y caracterización de los BCA presentes en la zona. En dónde, a través de una única salida de campo, se logró identificar y registrar un total de 9 BCA, lo cual demuestra la relevancia y magnitud de este problema en el área de estudio.

Vale mencionar que, la problemática del riesgo aluvional de la zona y la presencia de BCA, son temáticas complejas de abordar, y constituyen un reto tanto para la provincia, como para el Municipio de Luján de Cuyo.

Transferencia y beneficiarios.

Las personas e instituciones que se benefician con el desarrollo de esta tesis de maestría son:

- La población del distrito Vertientes del Pedemonte.
- El Municipio de Luján de Cuyo.
- Otros Municipios y ONG´s que puedan aprender del modelo propuesto.

- El ambiente.

Recomendaciones.

Con el propósito de erradicar los BCA existentes del distrito Vertientes del Pedemonte y prevenir la formación de posibles BCA, se presentan una serie de recomendaciones fundamentadas en los resultados de esta tesis, como son:

- La remoción y limpieza de los sitios contaminados (7), (12), (24).

- Implementar prácticas para el cierre de los BCA, como, por ejemplo: instalar barreras físicas, así como la implementación de sistemas de vigilancia y monitoreo para detectar y prevenir descargas de residuos clandestinas (12).

- Promover el saneamiento y remediación de los sitios contaminados (7), (24).

- Este distrito en particular requiere de una recolección diferenciada de residuos más frecuente por parte del Municipio, ya que en esta zona suelen surgir rápidamente BCA, cambiando únicamente en algunas ocasiones el tipo de residuos y el volumen del BCA (14).

- Implementar políticas y prácticas adecuadas de gestión de residuos en el distrito. Esto puede incluir la educación y concientización sobre la importancia de la separación de residuos, el fomento de programas de reciclaje y la creación de infraestructuras adecuadas para el manejo de los residuos (7), (10), (12), (23), (32).

- Desarrollar una participación de la comunidad en la gestión de los BCA. Esto puede lograrse a través de la creación de comités o grupos de trabajo que involucren a personas residentes, autoridades locales y organizaciones comunitarias en la toma de decisiones (16), (19).

- Fortalecer la normativa y los controles relacionados con la gestión de residuos. Esto implica establecer regulaciones claras, promover su cumplimiento y llevar a cabo inspecciones periódicas para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales, así como establecer sanciones para aquellos que realicen descargas ilegales de residuos (19), (24).

Además, se recomienda continuar investigando y evaluando la presencia de otros posibles BCA en la zona, mediante la implementación de herramientas y técnicas adicionales.

La erradicación de los BCA es un proceso complejo que debe planificarse adecuadamente, incluyendo consideraciones técnicas, ambientales, económicas, sociales y culturales. También requiere un sistema alternativo de gestión de residuos, una capacidad institucional adecuada, apoyo social y consenso político (10), (12), (24), (32).

A partir de todo lo expuesto, se aconseja celebrar acuerdos entre el Gobierno de la Provincia y el Municipio de Luján de Cuyo para el diseño de un “Plan integral de cierre y remediación de BCA para el distrito Vertientes del Pedemonte, a comenzar a desarrollarse lo antes posible (33).

Por último, se deberá accionar el “Plan de Ordenamiento Territorial Vertientes de pedemonte” en el contexto de una política pública sostenible, concertada entre los actores del distrito y sus autoridades (14).

Estas recomendaciones constituyen un valioso recurso para orientar la toma de decisiones y la implementación de acciones concretas en el marco de políticas públicas.

Bibliografía.

- (1) Abraham, M. E.; Martínez Rodríguez, F. y Cisneros, H. (1999). Inventario de Recursos de la Región Andina Argentina. Junta de Andalucía Gobiernos y Universidades de la Región Andina Argentina.

- (2) Abraham, M. E., Roig, F. A., Salomón, M. (2005). Planificación y gestión del piedemonte al oeste de la ciudad de Mendoza. Un asunto pendiente. Editorial: OIKOS - Red Ambiental. Mendoza.

- (3) Burgos, V.H.; Quiroga, S. y Mussi Saffie L. (2022) "Corredores Aluvionales y Biológicos: Pautas para reducir el riesgo hídrico". ICES17.

- (4) Cisneros, H.A. y Ahumada, M.N. (2013) Identificación y cuantificación de parámetros geológicos para la zonificación de eventos aluvionales en Mendoza: resultados del primer año (Facultad de Ingeniería). IV Jornadas de Investigación. Universidad Juan Agustín Maza. Mendoza, República Argentina. Revista Jornadas de Investigación, año 5, nº4. 64-70.

- (5) Departamento General de Irrigación (DGI). (2017). Zonificación de acuíferos en la provincia de Mendoza. Mendoza, Argentina. Recuperado de: [https://www.observatorioaguamza.com/es/articulos/aguas-subterraneas-y-freatimetria/zonificacion-de-acuiferos-en-la-provincia-de-mendoza]. [25/05/2023].

- (6) D'hers, V. (2013). "Asentamientos sobre basurales a cielo abierto, explotación, segregación y expulsión en el manejo de los residuos". DELOS, Revista del Desarrollo Local Sostenible. Red Académica Iberoamericana Local Global. Volumen 6, n° 16. 29 p.

- (7) Dos Santos, M. A. y Vázquez, G. A. (2008). Evaluación de riesgos en basurales. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. Volumen 1, número 4.

- (8) Gudiño, M. E. (2009). Expansión urbana hacia el piedemonte. Estrategias para mitigar el riesgo aluvional. Prevención y acción: Primeras Jornadas Internacionales sobre Gestión de riesgo de desastres. CONICET - Universidad Nacional de Cuyo.

- (9) Guisasola, L. E. 2016. Situación Aluvional de la Ciudad de Mendoza – Propuesta de Medidas de Mitigación y Planificación Territorial desde el Punto de Vista Hidrológico. Facultad de Ingeniería. Instituto de Hidráulica.

- (10) Guevara Pérez, A. (2020). Planificación de una reforma de la gestión de los residuos sólidos urbanos en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza. 85 p.

- (11) Farreras, V. y Lauro, C. (2016). Valoración económica de los efectos de la contaminación por vertido de residuos sólidos urbanos. El caso del aglomerado urbano del Gran Mendoza, Argentina. Vol. 19, nº 2, p 211–227.

- (12) Fernández Sciafa, B.; Del sueldo, R. y Álvarez, E. (2019). Basurales a cielo abierto en la ciudad de Córdoba, Argentina: lineamientos para la gestión integral. VII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y XXI Jornadas de Geografía de la UNLP.

- (13) Informe ejecutivo. (2012). Evaluación de la situación ENGIRSU en Mendoza. Mendoza, Argentina. Recuperado de: [https://www.argentina.gob.ar/ambiente/observatorioresiduos/solidosurbanos/normativa/estrategia-nacional]. [13/03/2023].

- (14) Informe final del Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Distrito Vertientes del Pedemonte (PODT). (2019). Bases de abordaje integral para la elaboración del Plan De Ordenamiento y Desarrollo del Distrito. Modelo de desarrollo urbano con enfoque integrado en la planificación y gestión de cuenca.

- (15) Instituto Nacional del Agua (INA). (2019). Informe final: Evaluación de amenazas aluvionales en el piedemonte del Área Metropolitana de Mendoza. Convenio entre Fundación Cricyt, Instituto Nacional del Agua y Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial.

- (16) Landeiro, F. (2019). El problema de los basurales a cielo abierto. Soluciones para salvaguardar derechos de incidencia colectiva ante una práctica indiscriminada. Universidad siglo XXI. 34 p.

- (17) López Rodríguez, M. (2008). Riesgo en el piedemonte del Gran Mendoza por avance urbano. Argentina. Instituto CIFOT, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. p 47 -57.

- (18) Marina Berón, N.; Padilla Rodríguez, C.; Rapali, N. (2013). Nuevo marco normativo de Ordenamiento Territorial en Mendoza: su aplicación en el Área Metropolitana. Revista Bitácora Urbano Territorial, vol. 22, núm. 1. 97-107p. Universidad Nacional de Colombia.

- (19) Mavropoulos, A. (2015). El caso trágico de los basurales: una amenaza para la salud. Comité Técnico Científico de ISWA. 49 p.

- (20) Mesa, A. y Giusso, C. (2014). “La urbanización del piedemonte andino del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina. Vulnerabilidad y fragmentación social como ejes de conflicto. Revista Iberoamericana de Urbanismo nº11.

- (21) Mikkan, Raúl. (2014). Atlas geomorfológico de la provincia de Mendoza. Tomo II -1ª ed. – EDIFYL, Mendoza: Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo.

- (22) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) (2005). Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, ENGIRSU. Ministerio de Ley, Salud y Ambiente de la República Argentina.

- (23) Miño. M. L. (2012). Detección de basurales ilegales, rellenos sanitarios, ex basurales, tosqueras, chatarreras en el Gran Buenos Aires mediante teledetección y sistemas de información geográfica. 139p.

- (24) Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe. Coalición cierre de basurales América Latina y el Caribe. 61 p.

- (25) Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el

Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá.

- (26) Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT). (2019). Municipalidad de Luján de Cuyo.

- (27) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2010). El riesgo de desastres en la planificación del territorio: primer avance. Ministerio de planificación federal, inversión pública y servicios.

- (28) Ross Pineda, S. A. (2019). Evaluación y diagnóstico del estado de los microbasurales y los factores condicionantes de su formación en la extensión urbana de la comuna de Colina. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Chile. 114p.

- (29) Salinas, N. B. 2022. Territorialidades conflictivas: riesgo ambiental, resiliencia y sostenibilidad en la gestión del basural a cielo abierto del partido de Luján, provincia de Buenos Aires.Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. ISSN-e: 1668-5180. Periodicidad: Semestral. Vol. 19, núm. 37, 2022

- (30) Salomón, M. (2001): Estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas de los ríos Chacras de Coria y Tejo. Mendoza (Argentina). Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina. 285 p. y anexos.

- (31) Sánchez Villar, L. (2021). Caracterización de microbasurales en el Conurbano Bonaerense. Ambiente en Diálogo. Recuperado de: [http://ojs.opds.gba.gov.ar/index.php/aed/article/view/3], [15/03/2023].

- (32) Schejtman, L.y Irurita, N. (2012). Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina. CIPPEC. Programa de Desarrollo Local Área de Instituciones y Gestión Pública.

- (33) Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial (SAyOT). (2017). Análisis de riesgo de basurales. Proyecto gestión integral de residuos sólidos urbanos zona metropolitana de la provincia de Mendoza. Anexo 18. Gobierno de Mendoza.

- (34) Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial (SAyOT). (2017). Marco legal e institucional. Proyecto gestión integral de residuos sólidos urbanos zona metropolitana de la provincia de Mendoza. Anexo 4. Gobierno de Mendoza.

- (35) Szanto, M. (1997). Método para la evaluación de índices de calidad de vertederos y microvertederos. Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ingeniería en Construcción; Chile.

- (36) Torrens C.; Jurio E.; Cappelletti, V.; Leyes P.; Milanese, L. y Cuevas, G. L. (2019). La construcción progresiva del riesgo en una cuenca aluvional del sector noroeste de la ciudad de Neuquén. Dpto. de Geografía, Facultad de Humanidades, Univ. Nac. del Comahue. Estudiantes Dpto. de Geografía, Facultad de Humanidades, Univ. Nac. del Comahue. Consejo Provincial de Educación de Neuquén.

- (37) Uriarte, J., Calvo. F., Zamorano, M. y Moreno, B. (2003).Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos como herramienta en la planificación ambiental. Observatorio sobre vertederos de residuos. 7p.

- (38) Valdivia, M. C. (2023). Identificación y caracterización de los basurales a cielo abierto del distrito Vertientes del Pedemonte en función del riesgo aluvional que presenta su ubicación. Departamento de Luján de Cuyo, provincia de Mendoza, Argentina. Trabajo Final de Especialización en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. [Presentada el 7 de junio de 2023]. 73 p.

Referencias bibliográficas.

- Agüero, E. M. (2014). Lineamientos para una gestión integral de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Frías, Santiago del Estero. Tesis de grado. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba, Argentina.

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2015). Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.

- Banco Mundial. (2016). What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Informe. 98 p.

- Burgos, V.H.; Quiroga, S. y Mussi Saffie L. (2022) “Corredores Aluvionales y Biológicos: Pautas para reducir el riesgo hídrico”. ICES17

- Burgos V.H., Gärtner N. Salcedo A.P., Martínez L.J., Rapali, N. (2019) “Análisis multicriterio de amenazas aluvionales al oeste del área metropolitana de Mendoza” en 14° Encuentro del International Center for Earth Sciences (ICES)

- Burgos, V., S. Quiroga, P. Lobo (2017) “Propuesta metodológica para estimación de amenazas hídricas y gestión de riesgos de desastres en zonas serranas. Avances de caso de estudio en Río Balcozna, Catamarca” en Noveno Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería EnIDI 2017, Ciudad de Mendoza, Argentina

- Burgos, V.H y A.P. Salcedo, (2016) “Evaluación de metodologías utilizadas para estimación de riesgos hídricos por inundación urbana. Casos de estudio en Mendoza y Catamarca” Libro de artículos del Segundo Congreso Latinoamericano de Estudios Urbano-Ambientales y Gestión de Riesgos” Lanús, Buenos Aires. 2016

- Calvo Redruejo, F. Zamorano, M. y Moreno, B. (2008). Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos como herramienta en la planificación ambiental. Área de Tecnologías del Medio Ambiente, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada. 11 p.
- D’hers, V. (2007). El cuerpo en los basurales a cielo abierto. Una aproximación a la vivencia de la contaminación. IV Jornadas de Jóvenes Investigadores. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

- Garrido Vegara, M. E. 2008. Metodología de diagnóstico ambiental de vertederos adaptación para su informatización utilizando técnicas difusas y su aplicación a vertederos de Andalucía. Universidad de Granada. España.

- Guardamagna, M. M., Cueto, W.J. (2015). La implementación de la política de Ordenamiento Territorial en Mendoza, Argentina: una mirada crítica sobre el diseño del Plan provincial. Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública, vol. XIII, núm. 22. Universidad Central de Chile Santiago, Chile. 135-153p.

- Mercante, I.; Magistocchi, L.; Llamas, S.; Salomón, M., Martinengo, P. (2009). Relevamiento y diagnóstico de áreas impactadas por residuos de la construcción y demolición en el Gran Mendoza. Estudio de caso: Las Heras. Revista REDISA. Universidad Nacional de Cuyo. Centro Universitario. CC 405. Mendoza. Argentina.

- Soliz Torres. M. F. (2011). Análisis del impacto en salud ocasionado por basurales en Ecuador. Informe 1: botadero a cielo abierto del cantón Lago Agrio. Universidad Andina Simón Bolívar. 52p.

Anexos.

Anexo I: Marco jurídico y normativo aplicable

A continuación, se presenta el marco jurídico y normativo aplicable a la tesis (34).

A nivel nacional:

- Artículo N°41 de la Constitución Nacional: "*Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo...".*

- Ley Nacional N°25.675/02, "Ley General del Ambiente": la cual establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga, asegurar la preservación ambiental, proteger la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Es decir, establece un "piso" de consideraciones en materia ambiental que deben ser tomadas a nivel nacional y que deberá ser complementado por las provincias según cada situación particular. Además, incorpora como herramienta el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), la Participación Ciudadana y define principios bajo los cuales deberán interpretarse las leyes.

- Ley Nacional N°25.916/04, "Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios": tiene el objetivo de generar un adecuado y racional manejo de los RSU, promover la valorización de estos, minimizar los impactos negativos y los residuos con destino a disposición final, para así mejorar la calidad de vida de las personas y del ambiente. Esta norma describe y establece en 10 capítulos y 39 artículos las disposiciones generales, autoridad de aplicación, conceptos de GIRSU, coordinación interjurisdiccional, el presupuesto mínimo de protección ambiental, infracciones y sanciones, plazos de adecuación y algunas disposiciones complementarias.

- Ley Nacional N°24.051 y su Decreto Reglamentario N° 831/93, "Ley de Residuos peligrosos": alcanza a cinco actividades vinculadas a los residuos peligrosos: la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final

- Ley Nacional N°25.612/02, "Ley de Gestión integral de residuos de origen industrial": establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de

servicios. Asimismo, se enuncian Niveles de riesgo que a la fecha no han sido establecidos ni reglamentados; determina obligaciones para los Generadores y Transportistas; crea un registro de Tecnologías; establece obligaciones para el funcionamiento de plantas de tratamiento y disposición final, y además establece responsabilidad civil y responsabilidad administrativa. La presente norma rige respecto de la gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios, alcanzando a cinco actividades vinculadas a los residuos peligrosos: la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final.

- Ley Nacional N°25.831/04, "Régimen de libre acceso a la información pública ambiental": establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encuentre en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional, provincial, municipal.

- Ley Nacional N°22.428/81 y su Decreto Reglamentario N°681/81, "Preservación del recurso Suelo": establece el régimen legal aplicable a la conservación y recuperación de los suelos.

A nivel provincial:

- Ley Provincial N°5.970/92, "Ley de Residuos Urbanos": esta reglamentación ordena a los municipios de la provincia a erradicar todos los BCA en terrenos baldíos que se encuentren dentro de sus límites. Asimismo, impide el vuelco de residuos en cauces de riego o el mal enterramiento de estos. También establece la obligación para todos los municipios de la provincia de instrumentar un régimen integral de gestión de RSU, con fases similares a las que prevé la Ley Nacional de Residuos Domiciliarios, pudiendo solicitar apoyo técnico y económico para el desarrollo de estas acciones al gobierno provincial.

- Ley Provincial N°6.957/01 y su modificatoria la Ley Provincial N° 7.804: establece que los Municipios de la Provincia de Mendoza podrán formar consorcios entre sí, para la promoción y/o concreción de emprendimientos de interés común, que tengan como fin el fomento territorial y desarrollo regional. La norma menciona que podrán participar en la formación de los consorcios, personas de carácter privado, físicas o de existencia ideal, que pertenezcan al ámbito territorial del o de los entes estatales que los integren.

- Decreto Reglamentario N°380/99, "Convenio Marco Interjurisdiccional para el Mejoramiento de la Gestión y Tratamiento de los residuos sólidos urbanos y peligrosos en los Departamentos del Área Metropolitana": con el objeto de ejecutar el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos, destinado al mejoramiento de la gestión y a la ejecución de Sistemas de Tratamiento y/o disposición Final para los residuos sólidos provenientes de sus áreas urbanas.

- Ley Provincial N°4.886/83 y su modificatoria, la Ley Provincial N°5.046, la Ley Provincial N°6.129 y la Ley Provincial N°6.186, "Disposición del suelo de zona oeste del Gran Mendoza": establece la disposición del suelo de zona oeste del Gran Mendoza. Establece criterios de preservación del medio ambiente, delimita zonas estableciendo usos y dimensiones de lotes; y define indicadores para ordenar los espacios urbanizables.

- Ley Provincial N°5.804/91 sobre Planificación global del piedemonte y Decreto Provincial N°1077/95 primera Ley de usos del suelo.

- Ley Provincial N°8.051/09 "Ordenamiento Territorial y Usos del suelo": el principal objetivo de esta ley es alcanzar un desarrollo territorial integrado, planificado y

sustentable, a través de la ejecución de obras de infraestructura y equipamientos para mejorar la calidad de vida de la población y el crecimiento actividades competitivas en el contexto de un ambiente seguro y sostenible.

- Ley Provincial N°5.979/07 y su Decreto reglamentario N°2625/99, “Residuos urbanos”: obliga a los municipios a erradicar los BCA y a implementar un sistema integral de manejo de residuos.

- Ley provincial N°5.961/92 y su Decreto reglamentario N°2109/94, “Preservación del ambiente”: tiene por objeto la preservación del ambiente en todo el territorio de la provincia de Mendoza, a los fines de resguardar el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público. Además, declara de interés provincial la flora existente y la creación y defensa de reservas forestales, faunísticas y de uso múltiple.

- Ley provincial N°5.711/91, “Difusión de los niveles de contaminación ambiental en el microcentro de la ciudad de Mendoza y en zonas consideradas peligrosas por los niveles de concentración o emanación”: donde se difunden los niveles de contaminación ambiental, existentes en el microcentro. Así también en cualquier zona de Mendoza donde el poder ejecutivo considere tóxicos, o peligrosos los niveles de concentración o emanación, incluidos los niveles de líquidos y sólidos en aguas.

- Ley Provincial N°5.917/92, “Ley provincial de Residuos peligrosos de adhesión a la Ley Nacional N°24.051”: establece normas generales para la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

- Ley Provincial N°7.168/03, “Residuos patogénicos”: regula las actividades de generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos patogénicos y farmacéuticos.

- Ley Provincial N°4.597/91 de adhesión a la Ley Nacional N°22.428 y su Decreto Reglamentario N°681/81 sobre “Fomento a la conservación de suelos”: cuyo objeto es brindar asesoramiento respecto al uso racional del recurso suelo.

- Ley Provincial N°5.100/19 y su Decreto Reglamentario N°2.404/89, de adhesión a la Ley Nacional N°20.284, “Preservación del recurso aire”: estableces que los municipios son los encargados de velar por el cumplimiento de la ley, verificar las infracciones contra la misma y sustanciarse respecto de las causas que originan la contaminación atmosférica.

- Ley Provincial N°4.602/81 de adhesión a la Ley Nacional N°22.421, “Protección de la fauna silvestre”: la protección de la fauna silvestre involucra la cría, huevos, nidos, y guaridas, como así también su hábitat específico.

- Ley Provincial N°4.341/79 de loteos o fraccionamiento de terrenos.

- Ley Provincial N°8.999/17, aprobación del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial.

A nivel municipal:

- Ordenanza N°1.333/99 aprueba el Convenio firmado entre la municipalidad de Luján y el Gobierno de la Provincia para el mejoramiento de la gestión de los RSU. Establece el cumplimiento de pautas de convenio en orden a adherir a la Ley Provincial de

Residuos Sólidos Urbanos. La Autoridad de Aplicación es el municipio de Luján de Cuyo.

- Ordenanza N°1.645/00 establece la erradicación de basurales no controlados. La Autoridad de Aplicación es el municipio de Luján de Cuyo.

- Ordenanza N°1.741/00 referida a la recolección especial de residuos. Indica la forma de recolección de residuos especiales. La Autoridad de Aplicación es el municipio de Luján de Cuyo.

- Ordenanza N°1.517/99: establece la zonificación y uso del suelo.

- Ordenanza N°3.785/04: tiene por objeto regular, en el marco de lo establecido en el Título V de la Ley Provincial N°5.961 “Preservación del Medio Ambiente”, el Procedimiento de E.I.A.M. (Evaluación de Impacto Ambiental), aplicable en el ámbito del Departamento de Luján de Cuyo. Se designa como Autoridad de Aplicación, a la Secretaría de Obras y Servicios Públicos a través del Departamento de Gestión Ambiental

- Ordenanza N°36/70, “Código Urbano de Edificación”: reglamenta las urbanizaciones, construcciones y obras relacionadas con éstas; los nuevos edificios, obras y construcciones; las ampliaciones, refacciones y modificaciones de edificios, construcciones y obras; la conservación de los edificios y construcciones; la demolición de los edificios y construcciones; las instalaciones técnicas propiamente dichas y las de los edificios, construcciones y vía pública (carteles luminosos); la seguridad de los edificios y construcciones; el diseño arquitectónico y urbano; el uso de los edificios y de los espacios libres privados y públicos.

- Ordenanza N°1.3495/19, aprobación del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial (PMOT) del departamento de Luján de Cuyo.

Anexo II: Mapas de interés (3)

Mapas del documento: (3) Burgos, V.H.; Quiroga, S. y Mussi Saffie L. (2022) “Corredores Aluvionales y Biológicos: Pautas para reducir el riesgo hídrico”. ICES17.



Figura N°88: Ancho de inundación del cauce Sosa Sur para un TR = 25 años. Fuente: (3).



Figura N°89: Velocidad de flujo del cauce Sosa Sur para un TR = 25 años. Fuente: (3).



Figura N°90: Ancho de inundación de la rama 2 del cauce Sosa Sur, rama 2, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

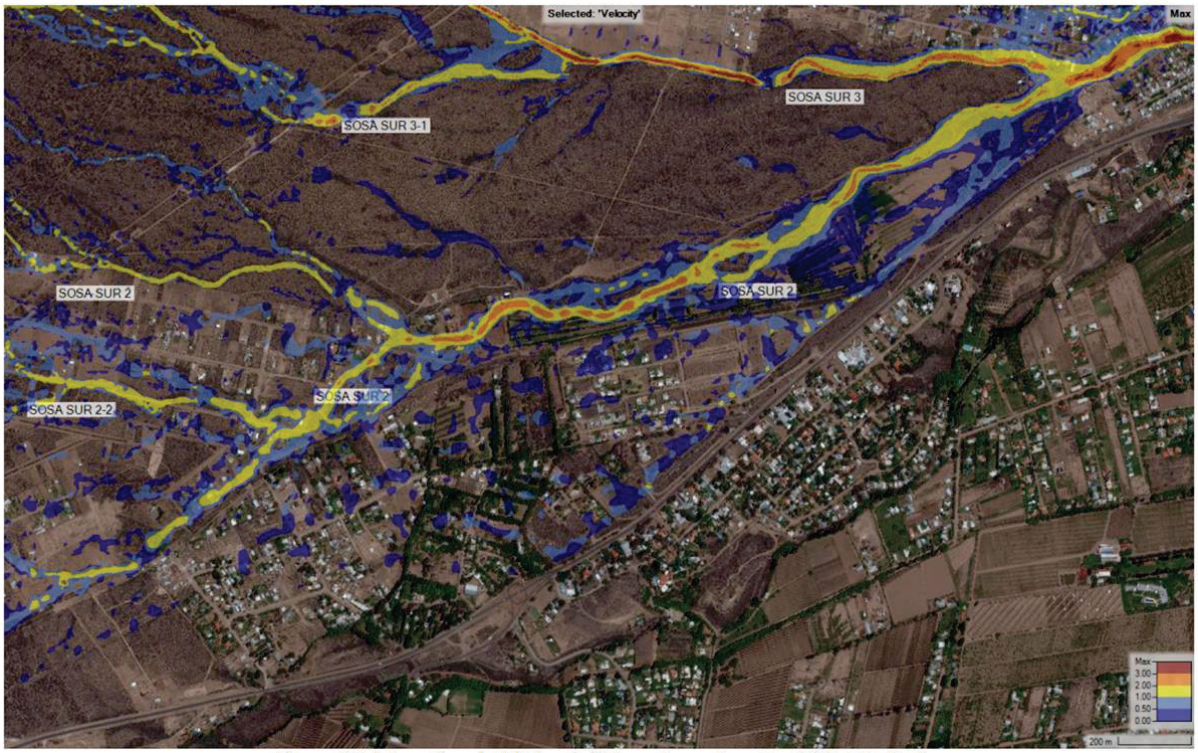


Figura N°91: Velocidad de flujo en la rama 2 del cauce Sosa Sur, para un TR = 25 años. Fuente: (3).



Figura N°92: Ancho de inundación de la rama 3 del cauce Sosa Sur, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

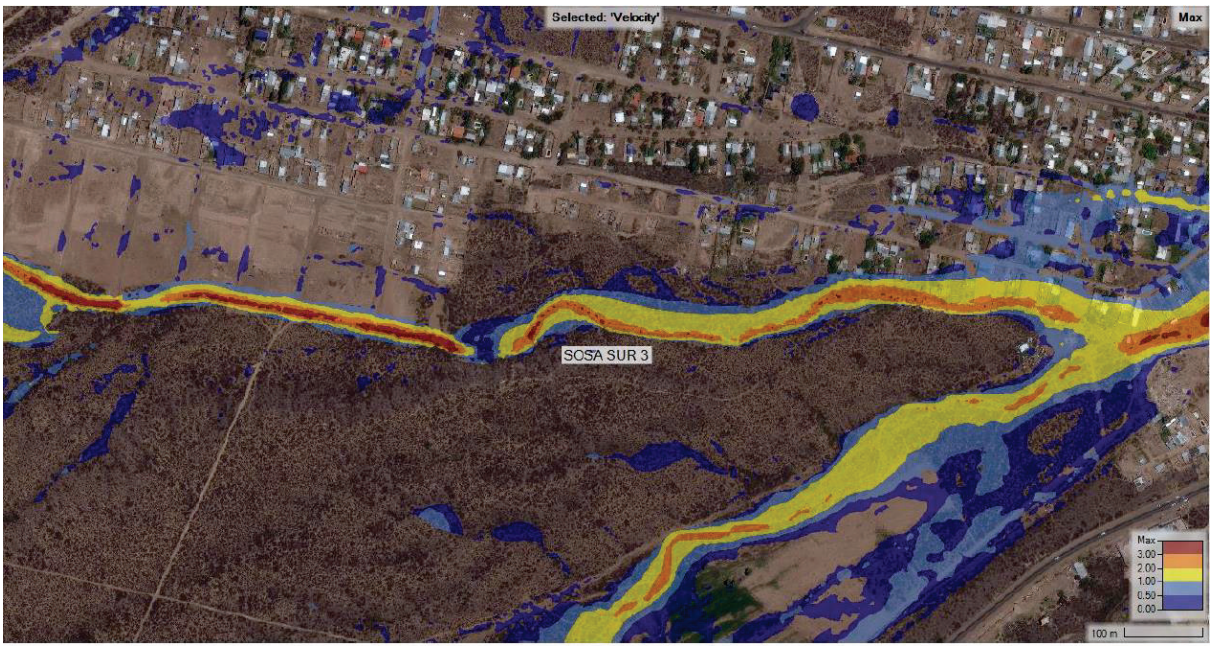


Figura N°93: Velocidades de flujo de la rama 3 del cauce Sosa Sur, para un TR = 25 años. Fuente: (3).



Figura N°94: Ancho de inundación del cauce Sosa Norte, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

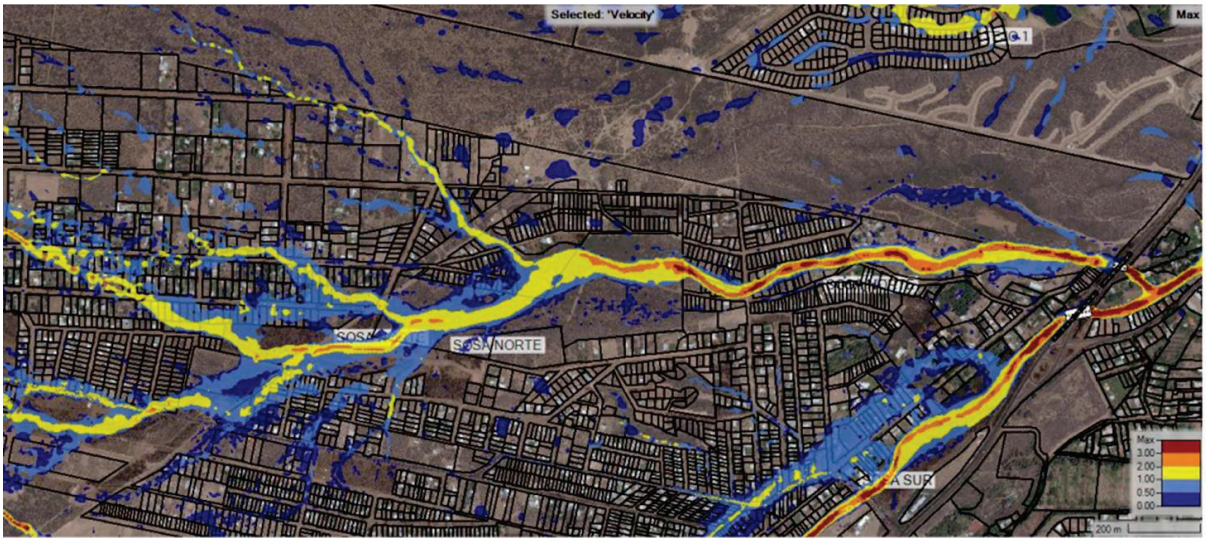


Figura N°95: Velocidades de flujo en el cauce Sosa Norte para un TR = 25 años. Fuente: (3).



Figura N°96: Ancho de inundación del cauce Tejo, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

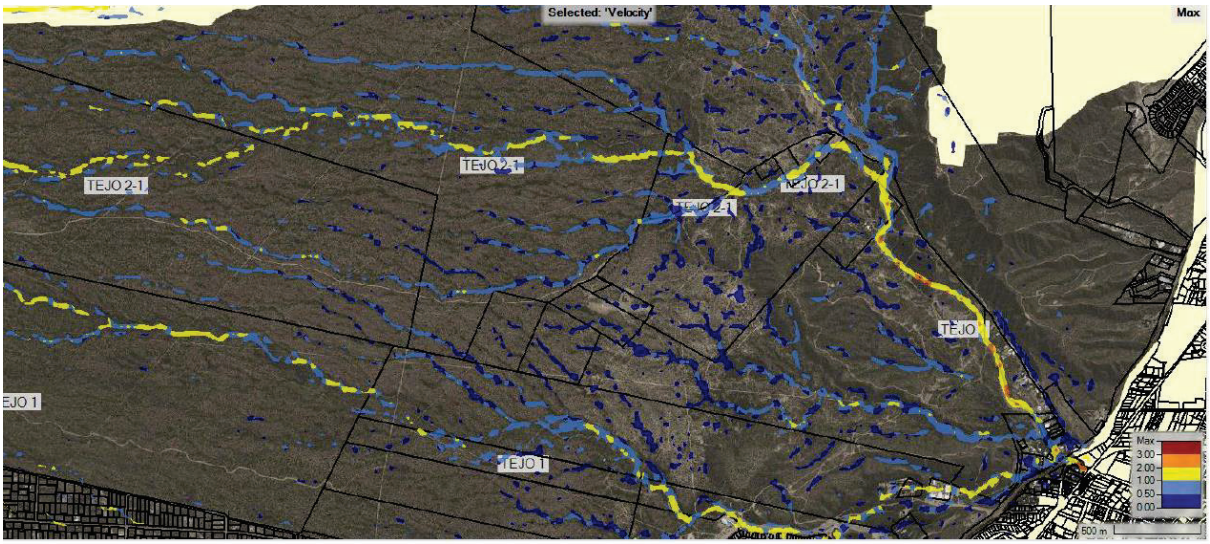


Figura N°97: Velocidades de flujo en el cauce Tejo para un TR = 25 años. Fuente: (3).

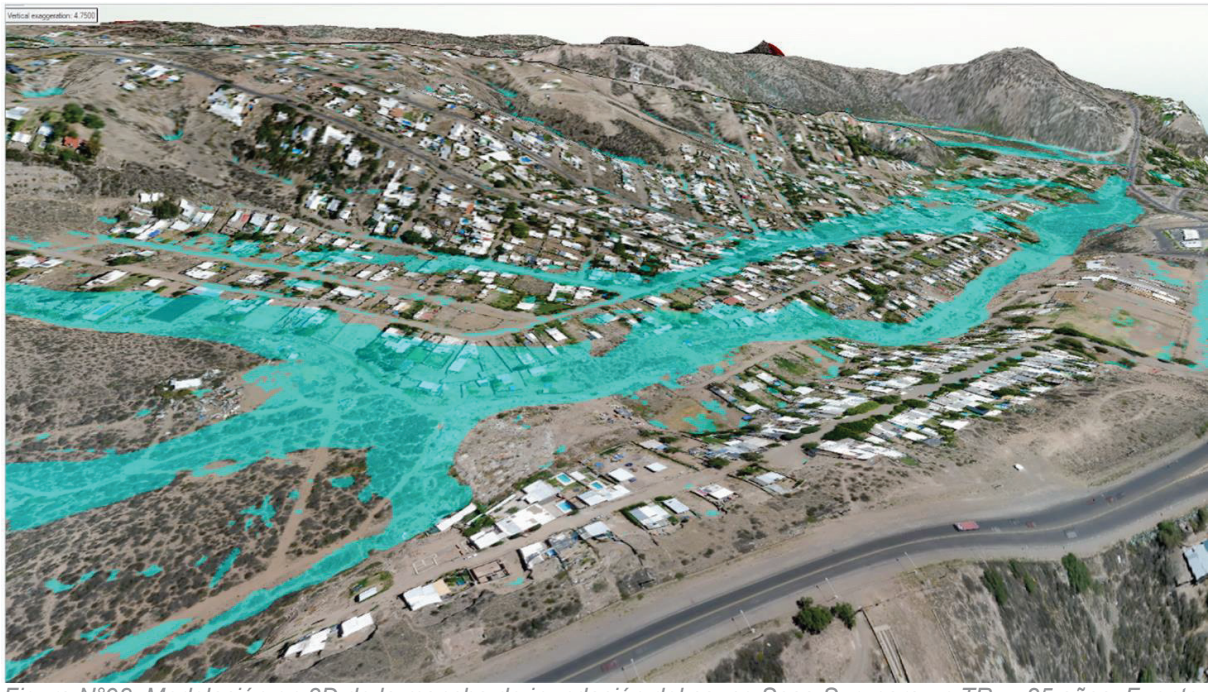


Figura N°98: Modelación en 3D de la mancha de inundación del cauce Sosa Sur, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

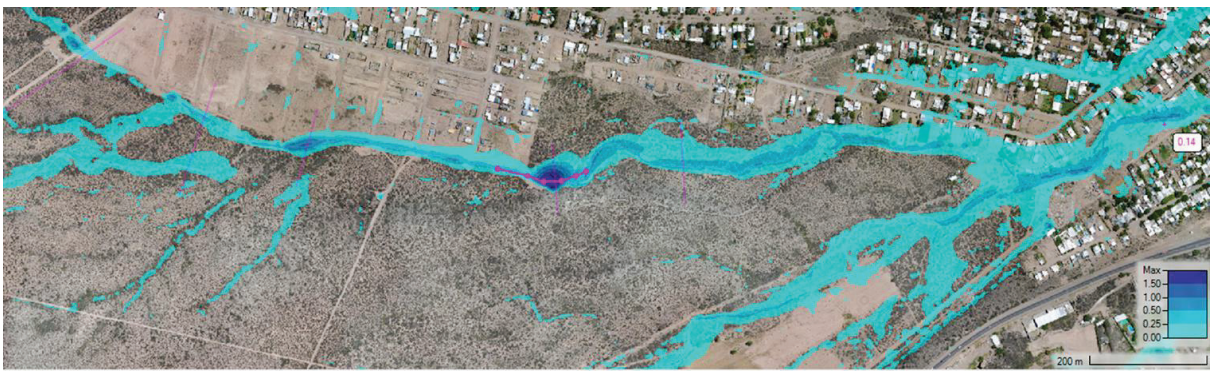


Figura N°99: Modelación en 3D de la mancha de inundación del cauce Sosa Sur, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

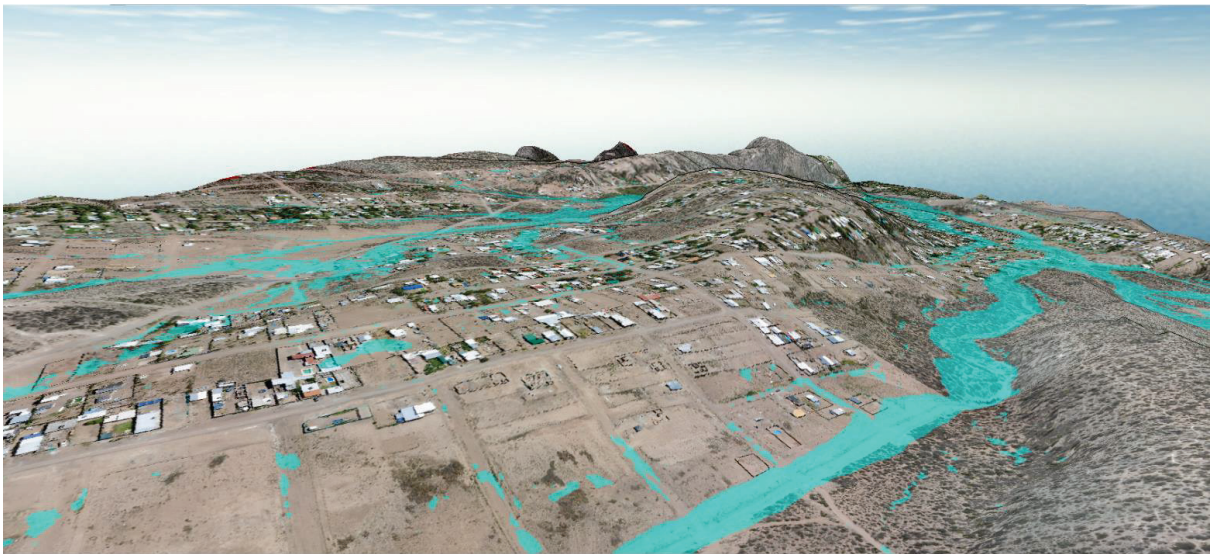


Figura N°100: Modelación en 3D de la mancha de inundación del cauce Sosa Sur y del cauce Tejo, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

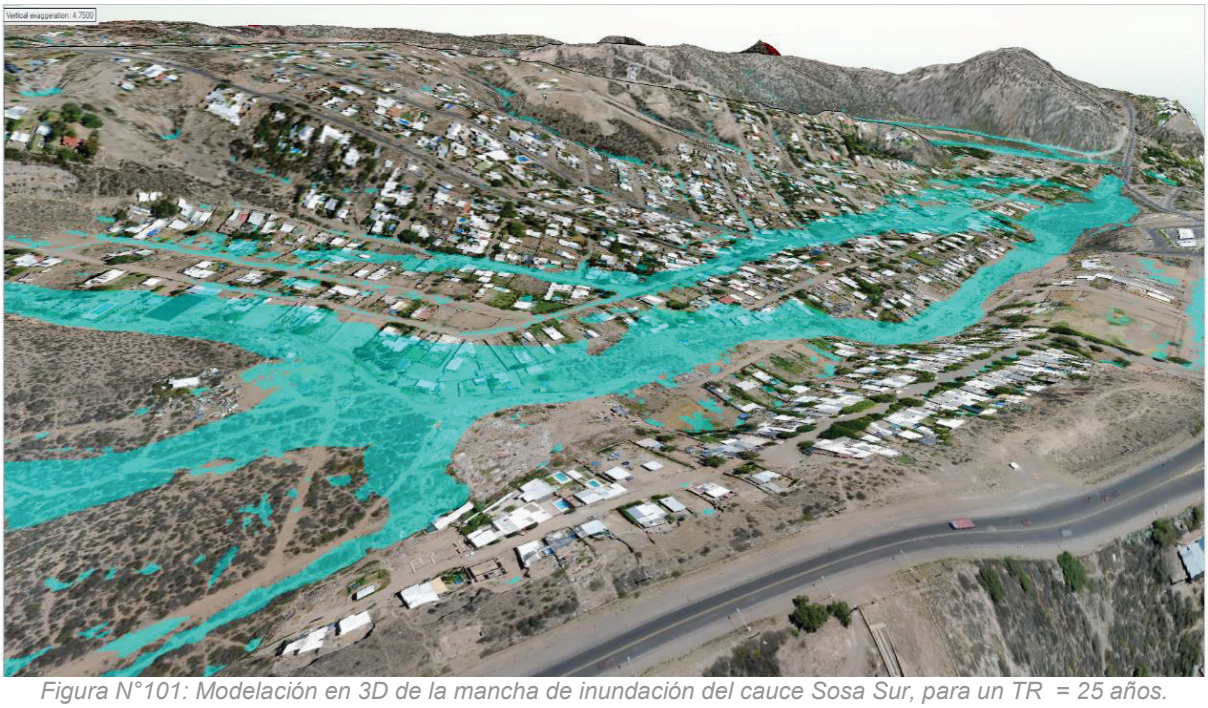


Figura N°101: Modelación en 3D de la mancha de inundación del cauce Sosa Sur, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

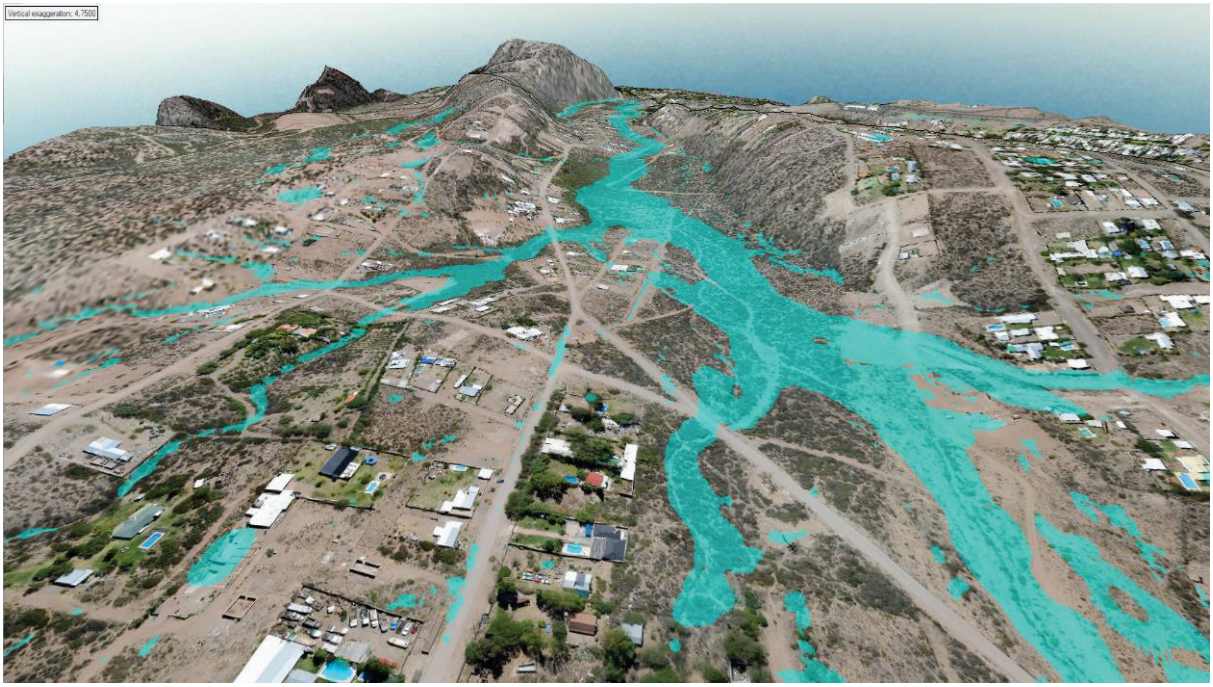


Figura N°102: Modelación en 3D de la mancha de inundación del cauce Tejo, para un TR = 25 años. Fuente: (3).

Anexo III: Mapas de interés (14)

Mapas del documento: Informe final del Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Distrito Vertientes del Pedemonte (14).

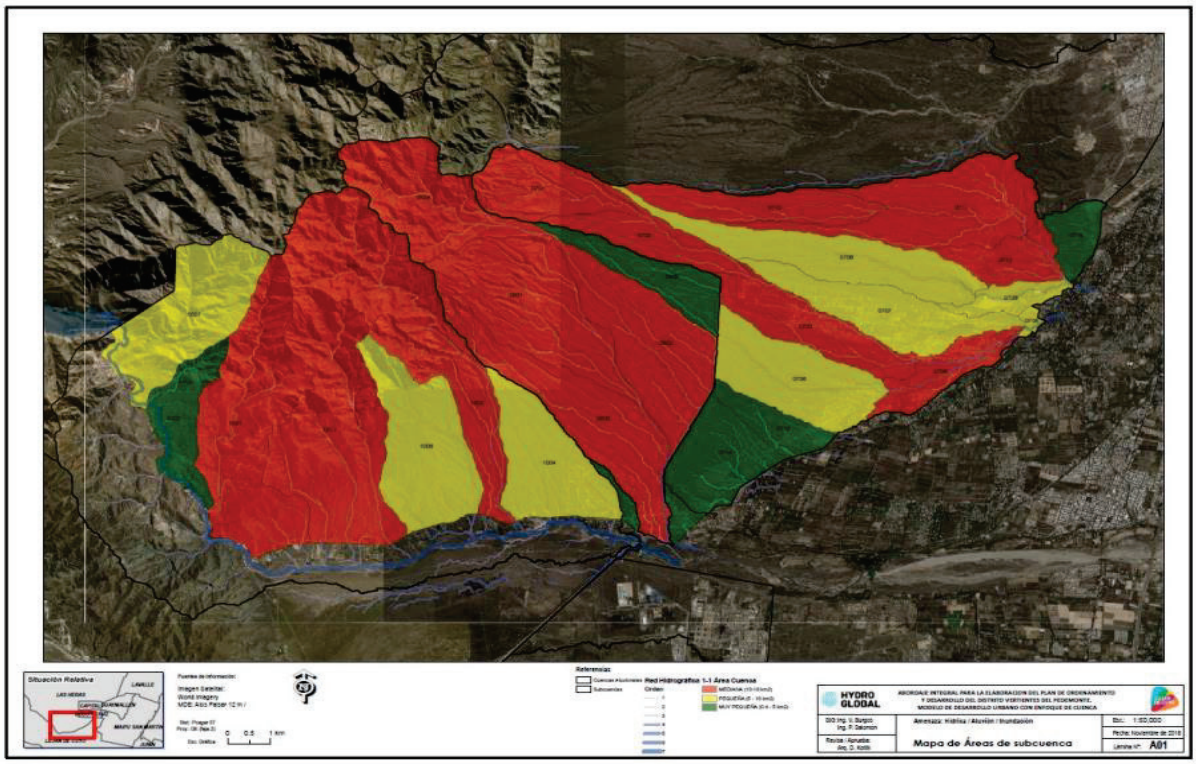


Figura N°103: Mapa de áreas de subcuencas. Fuente (14)

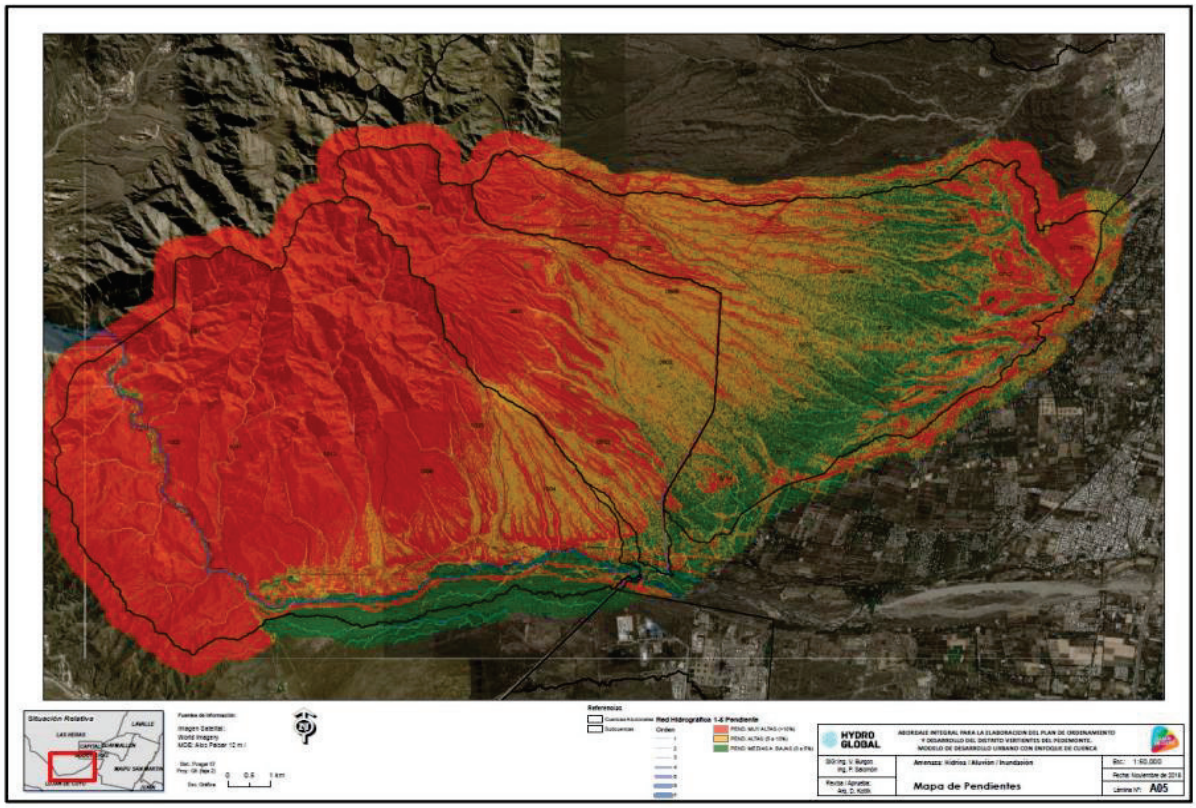


Figura N°104: Mapa de pendientes. Fuente (14)

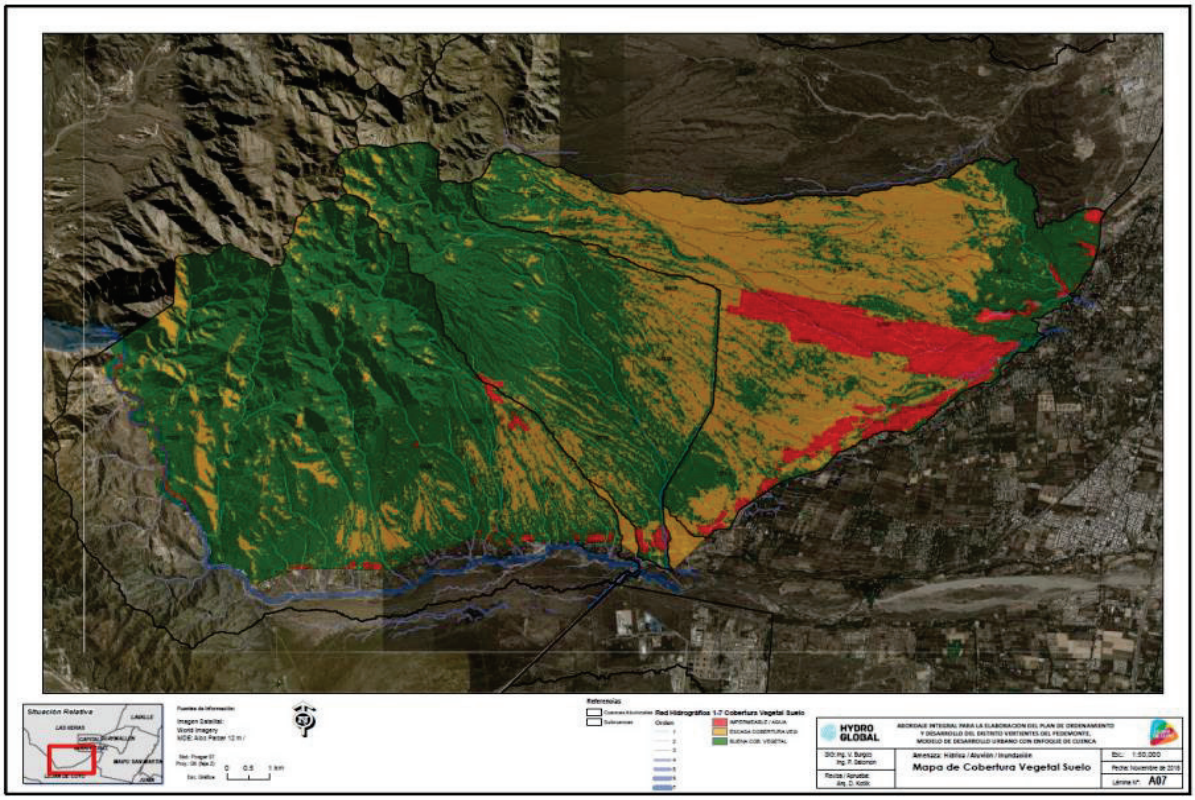


Figura N°105: Mapa de áreas de cobertura vegetal del suelo. Fuente (14)

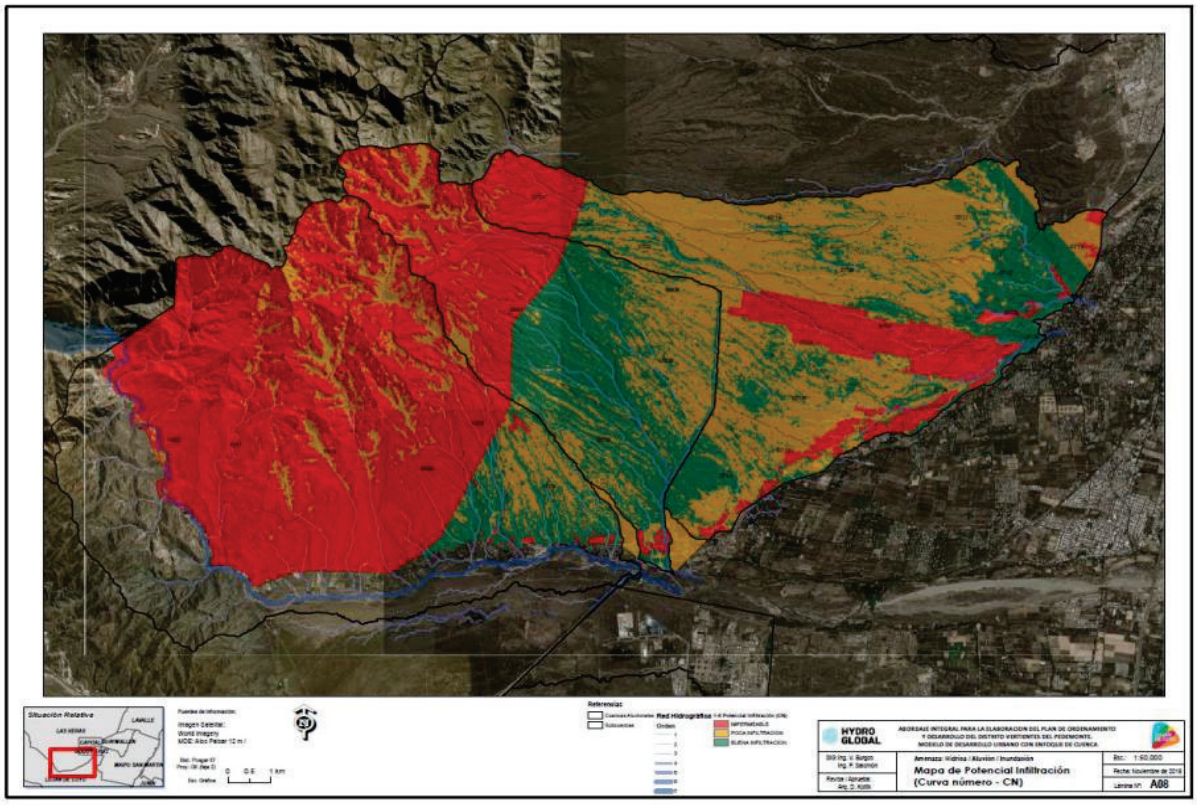


Figura N°106: Mapa de potencial de infiltración. Fuente (14)