

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE HUMANIDADES**

MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA CON ÉNFASIS EN PLANIFICACIÓN URBANA

**CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO,
PLANIFICACIÓN URBANA: CASO EL VALLE DE ANTÓN**

**POR:
NATALIA RUIZ JARAMILLO**

**DIRIGIDO POR EL PROFESOR
DR. JAIME A. RIVERA SOLÍS**

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE HUMANIDADES
MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA CON ÉNFASIS EN PLANIFICACIÓN URBANA

**NÚMERO DE CÓDIGO
ESTUDIANTE
NÚMERO DE CÉDULA**

CE-PT-327-14-11-22-15
NATALIA RUIZ JARAMILLO
8-512-625

**TÍTULO AL QUE
ASPIRA**

**MAGÍSTER EN GEOGRAFÍA CON ÉNFASIS EN
PLANIFICACIÓN URBANA**

TEMA DE TESIS

GEOGRAFÍA URBANA

**TÍTULO DE LA
INVESTIGACIÓN**

**CARACTERIZACIÓN FISIOGRÁFICA PARA LA
REDUCCIÓN DE RIESGO, PLANIFICACIÓN
URBANA: CASO EL VALLE DE ANTÓN**

ASESOR

DR. JAIME A. RIVERA SOLIS

FIRMA DEL ASESOR

**FIRMA DEL
ESTUDIANTE**

APROBADO POR

COORDINADOR DEL PROGRAMA

**DIRECTOR DE POST GRADO DE LA VICERRECTORÍA DE
INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO**

PANAMÁ, 2025

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por permitirme alcanzar esta meta y por todas las oportunidades de crecimiento académico y profesional que me ha dado hasta ahora.

A mi esposo, Román, por su infinita paciencia y amor, mi refugio constante. A mis hijos, Diego, Josué y Natalie, la inspiración y la fuerza detrás de cada página.

A mis padres, Ana y Evaristo, a mi hermana, Sonia y mi sobrino Joel; a mis suegros, Myriam e Iván, y a mi amiga incondicional, Dayra Quirós, por su apoyo inagotable y por creer en mí siempre.

A cada uno de mis estudiantes, que con su curiosidad, entusiasmo y compromiso me motivan día a día a seguir cultivando el conocimiento y a creer en la educación como herramienta de transformación social.

A la comunidad de El Valle de Antón, con la esperanza de que este trabajo contribuya a la construcción de un territorio más seguro y resiliente.

AGRADECIMIENTO

La culminación de esta tesis es el resultado de un largo camino, un esfuerzo que no habría sido posible sin la ayuda de Dios y el apoyo, la guía y la colaboración de numerosas personas e instituciones, a quienes deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento.

En primer lugar, agradecer a mi Asesor de tesis, el Dr. Jaime A. Rivera Solís. Su guía académica, su rigor metodológico y su constante disposición no solo dieron forma y coherencia a esta investigación, sino que también representaron un pilar fundamental de motivación. Le agradezco su paciencia y la confianza depositada en este proyecto desde su concepción.

Expreso mi reconocimiento a la Profesora Mirna González coordinadora de Post grado de la Facultad de Humanidades de la Universidad de Panamá, por gestionar el programa de Maestría en Geografía con Énfasis en Planificación Urbana y por ofrecerme la oportunidad de ingreso y el espacio para mi formación profesional a este nivel.

Esta investigación se fundamenta en datos y conocimientos compartidos. Por ello, extendiendo mi gratitud a todas las instituciones públicas cuya información cartográfica, estadística y ambiental constituyó el insumo esencial para los análisis aquí presentados. De manera particular, agradezco a la Licda. Dayra Quirós por su invaluable asesoría técnica con el software especializado; su paciencia y pericia fueron cruciales para materializar la cartografía de este estudio.

Un trabajo de campo como este solo es posible con la anuencia y generosidad de la comunidad. Agradezco a las autoridades locales y líderes comunitarios en El Valle de Antón por facilitar el acceso y el diálogo, y muy especialmente a la Sra. Fany Graciela Pérez Hernández, por todos estos años de apoyo incondicional, por compartir su tiempo, su pasión y amor por El Valle, sus experiencias y su

profundo conocimiento local; su voz y perspectiva son el corazón de la dimensión humana de esta investigación.

A mis amigas, mil gracias por estar siempre presentes para animarme, escucharme, consolarme y ayudarme siempre y por siempre.

A mis colegas y compañeros de maestría, gracias por las enriquecedoras discusiones, el aliento en los momentos de frustración y la alegría compartida en cada avance. El camino fue más ligero gracias a su camaradería.

Finalmente, en un plano más personal, agradezco a mi núcleo familiar. A mi esposo, Román; a mis hijos, Diego, Josué y Natalie; a mis padres, Ana y Evaristo; a mi hermana, Sonia; a mi sobrino Joel; a mis suegros Myriam e Iván. Su amor, comprensión y los sacrificios realizados me brindaron el equilibrio y la paz necesarios para dedicarme a este exigente proyecto.

A todos ustedes, muchísimas gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	13
SUMMARY	15
INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO 1.....	19
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.1. Antecedentes	20
1.2. Planteamiento del Problema	22
1.3. Justificación e Importancia	24
1.4. Objetivos	26
1.4.1 Objetivo General	26
1.4.2 Objetivos Específicos.....	26
1.5. Hipótesis.....	27
1.6. Materiales y Métodos	27
1.6.1. Localización del Área de Estudio	27
1.6.2. Materiales	28
1.6.3. Procedimientos Teóricos Metodológicos	29
1.6.4. Metodología de Análisis Regional.....	30
1.7. Alcance y Cobertura	35
CAPÍTULO 2.....	36
CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA DEL GEOSISTEMA Y SU RELACIÓN CON LOS FACTORES CONDICIONANTES DEL RIESGO.....	36
2.1 Fundamentos Conceptuales, el Geosistema.....	37
2.2. Contexto Fisiográfico Regional del Corregimiento El Valle	41
2.3. Caracterización Fisiográfica	44
2.3.1 Geología y Litología.....	44
2.3.2 Geomorfología.....	48
2.3.3 Morfometría	53
2.3.4 Caracterización Climática y Morfoclimática	58
2.3.5 Hidrografía y Red de Drenaje	68

2.3.6 Zonas de Vida, Cobertura Vegetal y Suelos.....	74
2.4. Síntesis Fisiográfica, interrelación de factores y su incidencia en el riesgo	78
2.4.1. Modelo Conceptual de la Interacción, factores condicionantes y detonantes	80
2.4.2. Zonificación Fisiográfica	83
CAPITULO 3.....	89
GEOGRAFÍA HUMANA Y SU EXPOSICIÓN AL RIESGO, EN EL CORREGIMIENTO EL VALLE	89
3.1. Caracterización Demográfica y Social.....	91
3.1.1. Población Total, Densidad y Crecimiento Poblacional.....	91
3.1.2. Estructura Demográfica	94
3.2. Patrones de Asentamiento y Uso del Suelo	96
3.2.1. Tipología y Distribución de las Viviendas	96
3.2.2. Dinámicas de Expansión Urbana y Ocupación del Suelo	100
3.3. Marco Conceptual para el Análisis del Riesgo	102
3.3.1. Componentes del Riesgo	102
3.3.2. Dimensiones de la Vulnerabilidad para el Análisis.....	106
3.4. Ocupación y Uso Actual del Territorio	108
3.4.1. Distribución de Asentamientos y Actividades Económica	108
3.4.2. Cobertura y Uso del Suelo Actual	113
3.5. Análisis del Plan Normativo para el Corregimiento El Valle, como Instrumento de Planificación	115
3.5.1. Zonificación, Normas y Objetivos del Plan	116
3.5.2. Evaluación del Enfoque de Riesgo del Plan	118
3.5.3. Diferencias del Plan Normativo y la Ocupación Espacial Real en El Valle	
120	
3.6. Evaluación Integrada de la Exposición a Amenazas Hidrometeorológicas	
123	
3.6.1. Exposición a la Amenaza por Inundación.....	123

3.6.2. Exposición a la Amenaza por Movimientos de Terreno	126
3.6.3. Exposición a la Amenaza por Vientos Fuertes	130
3.7. Identificación de Zonas Prioritarias	132
3.7.1. Zonificación de Amenaza a Nivel de Barrios	132
3.7.2. Principales Hallazgos sobre la Construcción Social del Riesgo	135
3.7.3. Identificación de Áreas Críticas para la Intervención Prioritaria	137
CAPÍTULO 4.....	140
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	140
4.1. Síntesis de la Interacción Geosistema-Sociedad	141
4.2. Análisis de la Exposición a la Amenaza por Inundación	143
4.2.1. Tipología y Distribución de la Amenaza: Desbordamiento Fluvial y Saturación	144
4.2.2. Elementos Expuestos, Población y la Infraestructura en Zonas Inundables	145
4.2.3. Construcción social y vulnerabilidad institucional.....	148
4.3. Análisis de la Exposición a la Amenaza por Movimientos de Terreno ...	150
4.3.1. Factor Detonante	150
4.3.2. Elementos Expuestos, Ocupación de Laderas y Zonas de Piedemonte	151
4.4. Análisis de la Exposición a la Amenaza por Vientos Fuertes	153
4.4.1. Caracterización de la Amenaza, régimen estacional y efectos topográficos	153
4.4.2. Vulnerabilidad y Exposición ante Vientos Fuertes	155
4.5. Zonificación Integrada del Riesgo y Áreas Críticas para la Intervención	157
4.5.1. Superposición de Amenazas y Exposición, integración	157
4.5.2. Delimitación y Justificación de Zonas Prioritarias para Intervención	158
4.5.3. Discusión de Resultados.....	162
4.6. Zonificación del Paisaje Natural	163

CONCLUSIONES.....	168
RECOMENDACIONES.....	173
BIBLIOGRAFÍA.....	176
ANEXOS.....	184

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esquema conceptual del Geosistema	39
Tabla 2 Caracterización Fisiográfica del Geosistema, El Valle.....	49
Tabla 3 Precipitación y Temperatura Promedio Anual	59
Tabla 4 Estación El Valle de Antón	63
Tabla 5 Estación Antón. Históricos Velocidad del Viento	64

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Diagrama Ombrotérmico. Estación El Valle de Antón.	61
Gráfica 2 Velocidad del Viento Promedio Anual 2m y 10m.	65

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Imagen de la caldera volcánica El Valle	41
Ilustración 2 Imagen muestra la planicie intervolcánica.....	51
Ilustración 3 Imagen de la caldera con vista a los domos volcánicos,	55
Ilustración 4 Imagen de la caldera con vistas a la Planicie aluvial.....	55
Ilustración 5 Imágenes muestran relación morfoclimática	66
Ilustración 6 Imágenes representativas del microclima del area de estudio	67
Ilustración 7 Arriba ejemplo de intervención antrópica en zonificación altitudinal abajo imagen del bosque.....	75
Ilustración 8 Camino en recorrido del cerro La India Dormida.....	76
Ilustración 9 La foto muestra la presencia del factor antrópico.....	82
Ilustración 10 En la parte superior: conjunto de la formación pre-caldera área cerro la India, con drenaje de afluente en la parte alta de la cuenca del rio Antón y parte baja de la imagen: se muestran geoformas de recepción y acumulación	85
Ilustración 11 Imagen muestra tipología de vivienda de segunda residencia	97
Ilustración 12 Imagen muestra tipología de asentamientos espontáneos	98
Ilustración 13 Imagen de vivienda en ladera	98
Ilustración 14 Imagen de la Comunidad la Compañía.....	99
Ilustración 15 Comunidad barrio La Pintada.....	100
Ilustración 16 Actividad Turística en El Valle Centro	109
Ilustración 17 Vivienda en Barrio los Millonarios	109

INDICE DE MAPAS

Mapa 1 Localización Regional del Área de Estudio Corregimiento El Valle.	42
Mapa 2 GEOLOGÍA, Corregimiento El Valle.	46
Mapa 3 Geomorfología, Corregimiento El Valle	52
Mapa 4 Hipsométrico y Red de Drenaje, Corregimiento El Valle	54
Mapa 5 Pendiente en Grados	57
Mapa 6 Caracterización Climática. Corregimiento El Valle.....	62
Mapa 7 Límite de Cuencas y Red de Drenaje	70
Mapa 8 Hidrografía Cuencas de Interés para el estudio.	72
Mapa 9 Zonas de Vida, Corregimiento El Valle	77
Mapa 10 Zonificación Fisiográfica de Susceptibilidad a Amenazas Naturales, .	86
Mapa 11 Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra 2012,	104
Mapa 12 Lugares Poblados, Corregimiento El Valle	110
Mapa 13 Lugares Turísticos, Corregimiento El Valle.....	112
Mapa 14 Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra – 2021,	114
Mapa 15 Áreas Protegidas, Corregimiento El Valle.....	122
Mapa 16 Zonas de Amenaza por Inundación - Corregimiento El Valle	125
Mapa 17 Movimientos del Terreno - Corregimiento El Valle.....	129
Mapa 18 Zonificación de Amenaza Naturales a Nivel de Barrios	134
Mapa 19 Zonificación Fisiográfica y Ocupación Espacial de la Población,	147
Mapa 20 Uso de Suelo Actual	159
Mapa 21 Zonificación del Paisaje Natural.....	164

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización Regional del Área de Estudio, corregimiento El Valle.....	28
Figura 2 Procesos Geomorfológicos Actuales, en función de la temperatura media anual y la precipitación total anual.	32
Figura 3 Diagrama para la clasificación morfoclimática según Chorley et al (1984), en Gutiérrez (2009) tomado de Rivera (2022)	32
Figura 4 Morfocronología del levantamiento del polígono litológico del corregimiento El Valle. Autor Ruíz Jaramillo N. (2025).....	45
Figura 5 Clases de Gradiente de Pendiente. Modificado por RuizJaramillo N. (2025)	56
Figura 6 Caudal Rio Antón. Fuente: ASEP (2020)	73
Figura 7 Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1996).....	75
Figura 8 Indicadores de Población, Censos Nacionales de Población y Vivienda. Corregimiento El Valle Fuente: INEC (2023)	91
Figura 9 Indicadores de Población, Censos Nacionales de Población y Vivienda. Distrito de Antón. Fuente: INEC (2023)	92
Figura 10 indicadores de Población, censos nacionales de Población y Vivienda. Provincia de Coclé. Fuente INEC (2023).....	93
Figura 11 Indicadores de Viviendas y de Hogares. Corregimiento El Valle. Fuente: INEC (2023).....	96
Figura 12 Plano N°5 Zonificación Propuesta Plan Normativo de El Valle de Antón DGDU-DPCU-MIVI 2005	117

RESUMEN

La presente investigación aborda la construcción social del riesgo en el corregimiento de El Valle, un asentamiento humano singular emplazado dentro de una caldera volcánica en la República de Panamá. El estudio parte de la problemática dual que enfrenta el territorio: por un lado, una alta susceptibilidad inherente a amenazas hidrometeorológicas y geológicas (inundaciones y movimientos de terreno) derivada de sus condiciones fisiográficas; y por otro, una creciente presión demográfica y una expansión urbana no planificada que intensifican las condiciones de exposición y vulnerabilidad. El objetivo principal es realizar una caracterización fisiográfica integrada del geosistema local para generar un diagnóstico de riesgo que sirva como insumo fundamental para la planificación territorial y la reducción de desastres.

Bajo un enfoque de geografía sistémica, la metodología combinó el análisis de las variables físico-naturales con los componentes socioeconómicos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, a través de QGIS. La caracterización de los factores condicionantes incluyó el análisis de la geología, litología, geomorfología, morfometría (hipsometría y pendientes) y el régimen morfoclimático. En paralelo, se evaluó la exposición y la vulnerabilidad a través del estudio de los patrones de asentamiento, la dinámica de crecimiento poblacional, la cobertura y uso del suelo, y el análisis crítico del marco normativo de planificación vigente. La integración se logró mediante la superposición cartográfica de las zonas de amenaza identificadas con la distribución espacial de la población y la infraestructura.

Los resultados revelan una clara dicotomía del riesgo, estructuralmente controlada por la morfología de la caldera: una alta susceptibilidad a movimientos de terreno en las laderas escarpadas circundantes y una alta susceptibilidad a inundaciones en la planicie central. Se demuestra que la expansión urbana no planificada hacia las laderas y la densificación en la llanura de inundación constituyen un proceso activo de creación de riesgo. El análisis evidencia, además, que el Plan Normativo

existente es insuficiente, particularmente al omitir la amenaza por deslizamientos y por la brecha entre la regulación y la ocupación real del suelo. El producto final es una zonificación integrada del riesgo a nivel de barrios que identifica y prioriza áreas críticas para la intervención, ofreciendo una herramienta técnica fundamental para orientar un desarrollo urbano más seguro y resiliente en El Valle.

Palabras clave: fisiografía, gestión de riesgo, planificación urbana, geosistema, vulnerabilidad, exposición, amenazas naturales, El Valle de Antón, zonificación.

SUMMARY

This research addresses the social construction of risk in the corregimiento of El Valle de Antón, a unique human settlement located within a volcanic caldera in the Republic of Panama. The study stems from the dual challenge facing the territory: on one hand, a high inherent susceptibility to hydrometeorological and geological hazards (floods and land movements) derived from its physiographic conditions; and on the other hand, growing demographic pressure and unplanned urban expansion that intensify exposure and vulnerability. The main objective is to conduct an integrated physiographic characterization of the local geosystem to generate a risk diagnosis that serves as a fundamental input for territorial planning and disaster reduction.

Under a systemic geography approach, the methodology combined the analysis of physical-natural variables with socioeconomic components through the use of Geographic Information Systems (QGIS). The characterization of conditioning factors included the analysis of geology, lithology, geomorphology, morphometry (hypsometry and slopes), and the morphoclimatic regime. In parallel, exposure and vulnerability were assessed by studying settlement patterns, population growth dynamics, land cover and use, and a critical analysis of the current regulatory planning framework. Integration was achieved through the cartographic overlay of identified hazard zones with the spatial distribution of population and infrastructure.

The results reveal a clear risk dichotomy, structurally controlled by the caldera's morphology: a high susceptibility to land movements on the surrounding steep slopes and a high susceptibility to flooding in the central plain. It is demonstrated that unplanned urban expansion towards the slopes and densification within the floodplain constitute an active process of risk creation. Furthermore, the analysis shows that the existing Normative Plan is insufficient, particularly in omitting the landslide threat and due to the gap between regulation and actual land occupation. The final product is an integrated risk zoning at the neighborhood level that

identifies and prioritizes critical areas for intervention, offering a fundamental technical tool to guide safer and more resilient urban development in El Valle.

Keywords: physiography, risk management, urban planning, geosystem, vulnerability, exposure, natural hazard, El Valle de Antón, zoning.

INTRODUCCIÓN

La planificación urbana constituye una herramienta fundamental para orientar el desarrollo ordenado de los asentamientos humanos y garantizar condiciones seguras y sostenibles para la población. En territorios con alta exposición a amenazas naturales, la incorporación de criterios de gestión del riesgo en los procesos de ordenamiento territorial resulta especialmente relevante, ya que permite reducir vulnerabilidades y anticipar escenarios de desastre (ONU, 2015) (Lavel & Maskrey, 2014) En este contexto, la caracterización fisiográfica se presenta como un insumo esencial, al proporcionar información detallada sobre las condiciones morfológicas y ambientales del territorio, facilitando la identificación de áreas críticas y orientando la toma de decisiones (Gómez Rojas, Arredondo, & Ortega, 2007)

El Valle de Antón, situado en la provincia de Coclé, constituye un espacio de particular interés para la planificación urbana y la gestión de riesgos. Este asentamiento humano se encuentra ubicado dentro de una caldera volcánica, (Innocenti, 1986) lo que le confiere características geomorfológicas singulares y, al mismo tiempo, lo hace vulnerable a fenómenos naturales como deslizamientos e inundaciones.

La presente investigación surge ante la necesidad de las autoridades y de la comunidad de contar con la identificación, inventario y zonificación de las áreas más afectadas y de mayor peligrosidad, como un aporte a la elaboración de propuestas de planificación urbana y ordenamiento territorial, considerando además el constante aumento de la población.

El estudio se centra en la evaluación del espacio natural mediante el análisis geomorfológico, demostrando que las unidades del paisaje están directamente relacionadas con la susceptibilidad a movimientos en masa. Rivera (2022) señala que la diversidad de paisajes en Panamá responde a distintos procesos

morfodinámicos, tanto internos como externos. En este sentido, la geomorfología (estructural y dinámica/climática) se considera la columna vertebral de la geografía física, disciplina que permite evaluar las unidades del paisaje y generar información relevante para la toma de decisiones. Asimismo, los aspectos geológicos están considerados dentro de las ciencias auxiliares que estudian la forma de la superficie terrestre, el relieve y sus procesos morfogenéticos, incluyendo al ser humano como factor modificador (Wicander & James S. Monroe, 2010) (Teixeira & Dos Santos, 2015)

La regulación de la planificación urbana en Panamá, establecida por el Decreto Ejecutivo N.º 36 (1998) establece que todo proyecto de urbanización debe estar acompañado de un estudio sobre su influencia en el medio ambiente natural. Esta normativa refuerza la necesidad de desarrollar estudios fisiográficos en el corregimiento El Valle, a fin de orientar el ordenamiento territorial y reducir los riesgos asociados a fenómenos naturales (MIVI, 2001)

En este marco, el objetivo general de esta investigación consiste en caracterizar las condiciones fisiográficas del corregimiento de El Valle, distrito de Antón, provincia de Coclé, como insumo para la reducción del riesgo en la planificación urbana. Para alcanzarlo, se plantean objetivos específicos orientados al análisis geomorfológico, hipsométrico y de pendientes, con el fin de identificar los sectores con mayor susceptibilidad a amenazas naturales según su uso de suelo actual para la planificación del territorio.

Con estos elementos definidos, se procede a la evaluación integrada de la exposición, superponiendo la distribución de la población y la infraestructura a las zonas de amenaza identificadas con una síntesis cartográfica que consolida los hallazgos en un mapa de zonificación del paisaje natural, que permitirá identificar y priorizar las áreas críticas que demandan una intervención urgente para la reducción del riesgo en el corregimiento.

CAPÍTULO 1
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

Evaluar el espacio geográfico, a través del análisis geomorfológico permite demostrar que las unidades del paisaje están directamente relacionadas con los peligros naturales y la intervención antrópica; por tanto, es prudente destacar que de acuerdo con Rivera (2022), la geomorfología pesquiza las geoformas de la superficie terrestre y los procesos que dan origen a la diversidad de paisajes.

La geomorfología estructural y climática constituye un pilar fundamental dentro de la geografía física, ya que permite comprender y evaluar las unidades del paisaje con el propósito de generar información relevante para la planificación territorial y la toma de decisiones. Desde esta perspectiva, el análisis geológico y litológico resulta esencial para interpretar la configuración del relieve y sus relaciones estructurales, dado que ambos campos explican los procesos que modelan la superficie terrestre a lo largo del tiempo (Wicander & James S. Monroe, 2010) Asimismo, los estudios geomorfológicos incorporan el papel del ser humano como agente morfogenético, reconociendo que las actividades antrópicas modifican significativamente las formas y dinámicas del relieve (Teixeira & Dos Santos, 2015)

El crecimiento desregulado y el aumento de la población que se ha distribuido en la periferia de los lugares poblados en el corregimiento El Valle demanda el estudio del ordenamiento natural considerando la planificación del territorio, a partir del paisaje, de manera holística y multidimensional.

Considerando que, en la provincia de Coclé distrito de Antón, se encuentran importantes formaciones de origen volcánico, destaca la caldera ubicada en el corregimiento de El Valle, con una extensión aproximada de 32 km² (Noto, 2001). La particularidad de este entorno geológico hace necesario avanzar en la identificación, inventario y zonificación de las áreas susceptibles y de mayor peligrosidad frente a amenazas naturales, como insumo técnico para la elaboración de una propuesta de planificación urbana para el ordenamiento

territorial. Necesaria por el acelerado crecimiento demográfico que experimenta la zona.

En este contexto, resulta fundamental conocer y determinar las amenazas naturales a las que pudiera estar expuesta la población del área de estudio en el área de estudio: El Valle, mediante un análisis integral que permita prever y evaluar los peligros y la exposición. Para ello, se plantea la realización de un inventario de afloramientos y rasgos fisiográficos, con el propósito de validar los factores que inciden en la dinámica del sistema natural. El objetivo es aportar una propuesta de valor que contribuya a la gestión y planificación urbana, generando productos capaces de anticipar y alertar a la comunidad frente a la ocurrencia de desastres en áreas de expansión.

De acuerdo con el Plan Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres 2011–2015, (MINGOB, 2022). Panamá se encuentra expuesto a múltiples amenazas de tipo hidrometeorológico y geofísico, derivadas de su posición geográfica y características geotectónicas. En este marco, diversos espacios urbanos del país presentan condiciones de riesgo vinculadas a la ocupación irregular del suelo y a la limitada eficacia de la planificación territorial, factores que se ven potenciados por la presión ejercida por el mercado inmobiliario, realidad encontrada en el Valle, hoy día.

En relación con la problemática planteada, la Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Panamá 2022–2030 establece conceptos fundamentales para la comprensión científica y académica del presente estudio. Entre ellos se destacan:

- Desastre: se entiende como la interrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad, en cualquier escala, causada por fenómenos peligrosos que interactúan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, generando uno o más de los siguientes efectos: pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales (Asamblea

General de las Naciones Unidas, 2016)

- Riesgo de desastres: definido como la posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones, destrucción o daños en bienes dentro de un sistema, sociedad o comunidad en un período determinado, estimados de forma probabilística como función de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad (MINGOB, 2022). El riesgo se configura a partir de la relación entre los factores de amenaza, vulnerabilidad y exposición, los cuales son interdependientes y presentan una correlación directamente proporcional (Villagrán De León, 2003).

La comprensión de esta relación es esencial para diseñar estrategias de planificación urbana y medidas de reducción de riesgo adaptadas a la realidad del Valle de Antón.

1.2. Planteamiento del Problema

Según estudios realizados en El Valle de Antón, este se constituye sobre un aparato volcánico, ubicado cerca del límite entre las provincias de Panamá y Coclé (Merla, 1995). Es importante destacar que el área corresponde a una caldera volcánica, asociada a un edificio volcánico cuaternario, asentado sobre una estructura del basamento terciario ígneo de la Cordillera de Panamá (Innocenti, 1986). La región posee un alto potencial geotérmico y ecoturístico, dado su clima agradable, la diversidad de unidades paisajísticas y la presencia de flora y fauna peculiares (Guevara & Samudio, 2021)

No obstante, esta zona ha estado expuesta a diversas amenazas naturales debido a la presencia de materiales volcánicos poco consolidados, lo que incrementa el riesgo sobre la vida humana y el desarrollo socioeconómico local. Esta situación se ve agravada por la escasa información sobre peligros naturales y la falta de análisis fisiográficos, elementos indispensables para fundamentar estudios orientados a la reducción del riesgo en el corregimiento El Valle, distrito de Antón.

La geografía, en su evolución como ciencia del paisaje natural, permite comprender las conexiones armónicas entre estructura y función del territorio. Considera el espacio relativo y la organización espacial, los cuales presentan carácter dinámico y evolucionan bajo la influencia de energías externas, como los fenómenos atmosféricos, y energías internas, de origen orogénico, sin periodicidad conocida (Bolos & Capdevilla, 1992).

Por lo tanto, la carencia de estudios geomorfológicos del medio natural resalta la necesidad de obtener datos fisiográficos sobre las formas del terreno, así como del análisis e interpretación de los procesos exógenos y la litología local (Arroyo González L. N., 2012). Este enfoque, que integra el estudio del sistema ambiental y la relación naturaleza-sociedad, permite examinar áreas de la superficie terrestre comprendiendo las interrelaciones entre las partes del geosistema (Rodriguez & Da Silva, 2007).

Es así como, la ocupación humana dentro de la caldera volcánica y su constante crecimiento poblacional e infraestructural exacerban la exposición y vulnerabilidad de la zona, incrementando la probabilidad de inundaciones y movimientos gravitacionales, particularmente durante los periodos de lluvias intensas, con roturas de pequeñas dimensiones (deslizamientos traslacionales y corrientes de derrubios) según la clasificación de Coromidas (2006). Además, la infraestructura vial y los cortes de talud han generado desestabilización y mayor susceptibilidad de los terrenos.

Esta situación demanda que las autoridades y la comunidad cuenten con un estudio integral que permita la identificación, inventario y zonificación de las áreas más susceptibles y peligrosas, como insumo para la planificación urbana. Dicha medida es crucial considerando el continuo aumento de la población y la expansión de la infraestructura en el Valle de Antón. (Guevara & Samudio, 2021)

1.3. Justificación e Importancia

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar la Fisiografía e identificar las amenazas que inciden en el riesgo ambiental en el corregimiento de El Valle, distrito de Antón, provincia de Coclé. Debido a sus características geomorfológicas y morfométricas, el estudio se centra en la identificación de áreas susceptibles a inundaciones y deslizamientos, con el propósito de mitigar los peligros y reducir la vulnerabilidad de los residentes.

La Geografía ha evolucionado y se presenta como ciencia del paisaje natural con conexiones armónicas de estructura y función (Mateo Rodriguez & da Silva, 2007) considerando el espacio relativo y la organización espacial, cuyo método científico es compartido por diferentes disciplinas, concibiéndose con enfoque sistémico, como geosistema, el cual tiene carácter dinámico y evoluciona hacia un determinado equilibrio y estabilidad, gracias a la entrada de las energías de tipo externo que pueden actuar directa o indirectamente, a través de la modificaciones atmosféricas y otras de energía de origen interno (orogénicas) sin periodicidad conocida.

Valorando el planteamiento epistemológico - teórico de la geografía, nos queda más que claro, el compromiso que tenemos de acuerdo con el Decreto Ejecutivo No. 36 (1998) por el cual se aprueba el Reglamento Nacional de Urbanizaciones, de aplicación en el territorio de la República de Panamá, en su artículo 12, "...todo proyecto de urbanización deberá estar acompañado de un estudio sobre su influencia en el medio ambiente natural".

Puede señalarse que la geografía asume colateralmente los métodos de aquellas ciencias que estudian lo físico-natural, lo social y lo económico, no por ellas mismas, porque para ello existen otras ciencias, cuando las relaciones de los objetos de esas ciencias se reflejan en el espacio, manifestando uno o varios elementos territoriales.

La amenaza o peligro puede definirse como un evento natural extremo que representa un riesgo potencial inherente a los propios fenómenos naturales. Estas comprenden fenómenos hidrometeorológicos (exógenos) y geológicos -litológicos (endógenos), así como amenazas antropogénicas con capacidad de afectar significativamente a la población.

Para que un fenómeno natural sea considerado una amenaza, debe tener la capacidad de generar impactos sobre la sociedad. En muchos casos, no es posible intervenir directamente sobre la amenaza; por tanto, la estrategia de reducción del riesgo se centra en modificar las condiciones de los sujetos o elementos expuestos, es decir, aquellos en situación de vulnerabilidad (Cardona, La necesidad de repensar holísticamente los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, 2001)

Asimismo, la relación entre riesgo ambiental y riesgo social, particularmente en contextos de tenencia irregular de la tierra, ha sido señalada por (Caram & Perez, 2006). Este enfoque evidencia cómo las comunidades con ocupación irregular pueden verse afectadas por riesgos sociales, como conflictos por el acceso a recursos o desplazamientos forzados. La percepción de la amenaza, que combina la probabilidad de ocurrencia con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, determina la intensidad del riesgo, generando predisposición física, económica, política o social frente a posibles daños.

En este contexto, es oportuno definir conceptos vinculados al término riesgo, según Reyes Rivero (2017) describe el riesgo como el daño esperado producto de la coexistencia entre la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso y los elementos o sujetos expuestos ante tal amenaza. Siguiendo a Jerez Ramírez (2015) el riesgo se conceptualiza como la síntesis de la interacción entre vulnerabilidad y amenaza, expresándose matemáticamente mediante la ecuación $R = A \times V \times Ex$ (Riesgo = Amenaza $\times$ Vulnerabilidad $\times$ Exposición). Además, se distinguen variantes del concepto, tales como riesgo específico (*Specific Risk*),

riesgo total (*Total Risk*) y elementos en riesgo (*Elements at Risk*).

El impacto de un fenómeno peligroso se manifiesta de manera paralela en múltiples dimensiones de la sociedad, incluyendo la construcción, la salud, la infraestructura básica, las líneas vitales, el comercio, la educación y las comunicaciones (Villagrán De León, 2003). En este sentido, (Cardona, 2001) define el riesgo como, el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar un plano de zonificación del paisaje natural, como instrumento de gestión ambiental, para la toma de decisiones en la planificación urbana de El Valle de Antón.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Delimitar la unidad de análisis espacial (área de estudio) polígono rector
- Determinar las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio
- Definir las características morfoclimáticas de la unidad de análisis espacial
- Identificación de zonas de amenaza por inundaciones y movimientos de terreno
- Analizar la distribución espacial y los patrones de asentamiento de la población para determinar su nivel de exposición a las amenazas naturales identificadas en el corregimiento.
- Elaborar un mapa de zonificación de amenazas naturales a nivel de barrios, como herramienta visual para la priorización de intervenciones en la planificación urbana del corregimiento.

1.5. Hipótesis

La carencia de una planificación urbana adecuada en el corregimiento El Valle, conlleva a que la población residente esté expuesta a riesgos y desastres por peligros naturales e inducido; lo que afecta la calidad de vida y condiciones de los moradores del medio.

1.6. Materiales y Métodos

1.6.1. Localización del Área de Estudio

El estudio se realizó en el corregimiento El Valle ($8^{\circ}36'07''$ N y $80^{\circ}07'15''$ W), distrito de Antón, Provincia de Coclé, República de Panamá. El Valle es de origen volcánico, compuesto por coladas de lavas, intercaladas con material piroclástico (cenizas, lapilli y bloques) de naturaleza riolítica, las cuales se pueden evidenciar por las constantes fracturas, hundimientos, zonas altas y bajas; y levantamientos observados en el área (IGNTG, 1988).

Los suelos están caracterizados por ser no arable, con limitaciones severas, en la selección de plantas en algunos puntos, clasificándolo como suelo de tipo VII, lo cual indica que la zona no es apta para la agricultura, pero si para la conservación de flora nativa (ANAM, 2010)

Datos Marginales (Leyenda) del Ministerio de Comercio e Industrias, en la Dirección de Recursos Minerales, Departamento de Geología.

La información base, para llevar a cabo este estudio, se obtiene en instituciones gubernamentales, tales como: Autoridad Nacional de Tierras (ANATI), a través del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia (IGNTG): hojas topográficas (1:12,500; 1:25,000; 1:50,000); Atlas Ambiental y datos digitales del Ministerio de Ambiente (MIAMBIENTE); Censos Nacionales de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República (INEC), software QGIS 3.40. Bratislava.

1.6.3. Procedimientos Teóricos Metodológicos

Para la delimitación y definición del área de estudio se tomó como referencia la división político-administrativa del corregimiento de El Valle, ubicado en el distrito de Antón, provincia de Coclé, república de Panamá. conforme a los datos proporcionados por la Contraloría General de la República y el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Asimismo, se consideraron los criterios del espacio geográfico planteados por Rodríguez y Da Silva (2012) los cuales permiten establecer una delimitación precisa y una interpretación detallada de los componentes físico-naturales y antrópicos. En este sentido, se empleó el recorte espacial del polígono rector (máscara), herramienta que define el área de interés y facilita tanto el enfoque analítico como la visualización cartográfica del territorio en estudio.

Cabe señalar que la región político-administrativa se identifica por un espacio con límites claramente definidos, cuya configuración responde a decisiones de carácter político, motivadas por acontecimientos históricos como ocurre con el corregimiento El Valle en el distrito de Antón, y más por su crecimiento y necesidades del presente.

1.6.4. Metodología de Análisis Regional

Este trabajo de investigación toma en cuenta la región como un concepto dinámico que los geógrafos han descrito de forma diferente según sus características distintivas. Se trata de un área homogénea de la superficie terrestre, con características similares que la diferencian de otras áreas.

Esta metodología se fundamenta en la observación de los hechos y en la incorporación del mayor número posible de variables, que permiten analizar y comprobar la realidad territorial del corregimiento de El Valle, con el propósito de articular una teoría del espacio geográfico mediante el estudio del geosistema. (De Bolos i Capdevila, 1981).

Cada uno de los análisis realizados evidencia aspectos susceptibles de ser optimizados, a través de la planificación territorial, considerando tanto la temporalidad de los fenómenos como el conocimiento de los objetos naturales y artificiales que conforman el territorio. De esta manera, se establecen criterios más realistas para la comprensión del espacio geográfico, partiendo de la premisa de que ni en la naturaleza ni en las acciones humanas sobre el territorio existen fronteras absolutamente definidas (Molina, 1986).

Sobre el análisis Climático y Morfoclimático

La caracterización climática del área de estudio se obtuvo a partir de los registros de la estación meteorológica Antón 136-002, ubicada en la cuenca del río Antón (N°136), a una altitud de 33 msnm. Se analizaron los datos históricos de precipitación y temperatura promedio anual correspondientes al período 1969 – 2024, facilitados por el Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA, 2025). Para ello, se aplicó un enfoque lógico-matemático que permitió describir las condiciones espaciotemporales del clima en la región.

La información utilizada incluyó: (a) nombre y número de la cuenca; (b) río principal de la estación; (c) altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm); (d)

período de registro (fecha de inicio y finalización); (e) temperatura promedio anual y (f) precipitación promedio anual. Con estos datos, se elaboraron tablas de temperatura y precipitación y, posteriormente, un diagrama ombrotérmico mediante Microsoft Excel.

Es importante señalar que la clasificación climática de Köppen considera para sus tipologías la temperatura y la precipitación promedio, no los valores extremos (mínimos o máximos). En consecuencia, los datos de temperatura se expresaron en grados Celsius (°C) como promedios anuales, mientras que la precipitación se calculó en milímetros de precipitación (mmP) como valores acumulados anuales, siguiendo el método de Köppen-Geiger 1948, citado por Rivera (2022).

Finalmente, los datos históricos fueron organizados en una tabla de promedios y totales, y representados gráficamente mediante el diagrama ombrotérmico, donde las precipitaciones mensuales se muestran en barras y las temperaturas en líneas. Para determinar la región morfoclimática, se realizó el análisis de los datos de temperatura y precipitación fundamentados en los procedimientos de la clasificación climática de Köppen (1948) y los rangos de estacionalidad según Chorley 1984 en (Gutiérrez, 2009).

Además, se utilizó el diagrama desarrollado por Louis C. Peltier, el cual es un modelo conceptual que explica cómo los procesos geomorfológicos dominantes en la superficie terrestre están controlados por la interacción entre el clima (particularmente la temperatura y la precipitación) y los procesos de meteorización y erosión. Este diagrama permite identificar qué tipo de dinámicas de modelado del relieve predominan en distintos ambientes climáticos. (Gutiérrez, 2009). El modelo organiza el comportamiento geomorfológico en una matriz climática donde se muestran los rangos de temperatura media anual y precipitación, relacionándolos con el tipo de meteorización dominante: física, química, mixta.

A continuación, diagramas de Peltier que ilustran la importancia relativa de algunos procesos geomorfológicos en función de la precipitación y la temperatura medias anuales, según Peltier (1950) en Gutiérrez (2009)

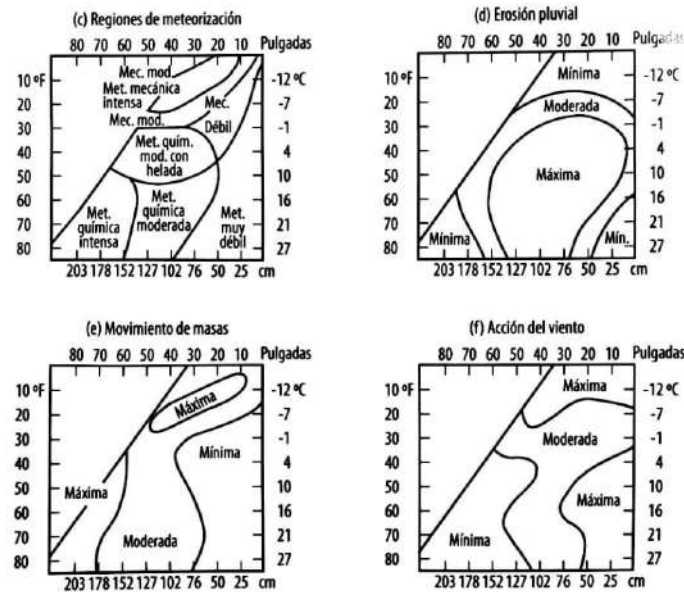


Figura 2 Procesos Geomorfológicos Actuales, en función de la temperatura media anual y la precipitación total anual. Fuente Rivera (2022), según Peltier (1950) en Gutiérrez (2009)

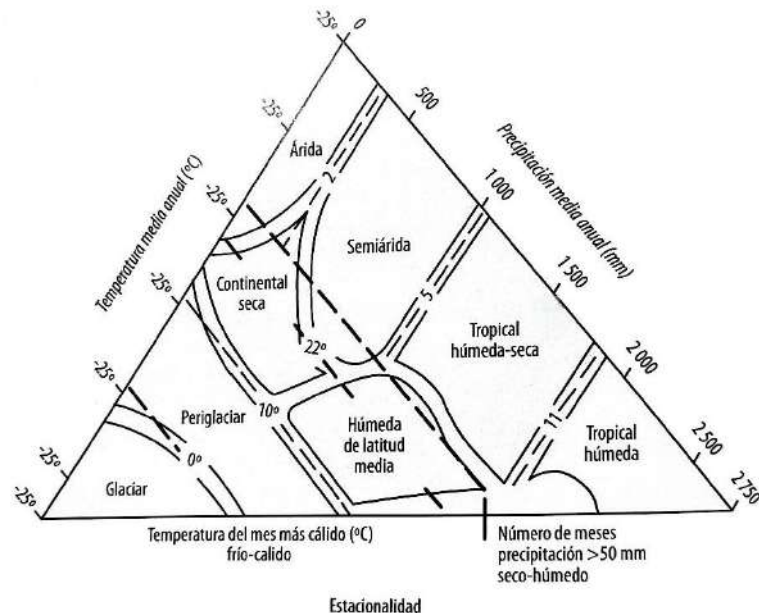


Figura 3 Diagrama para la clasificación morfoclimática según Chorley et al (1984), en Gutiérrez (2009) tomado de Rivera (2022)

El Diagrama de Peltier es fundamental para interpretar la relación entre procesos geomorfológicos, formación de suelos, estabilidad de laderas y dinámica del relieve, siendo ampliamente utilizado en estudios de planificación territorial y análisis de riesgo donde la comprensión del comportamiento del material geológico bajo diferentes condiciones climáticas es esencial (Summerfield, 2014).

Sobre la obtención de datos Litológicos y Morfocronología

Se procedió a digitalizar los contactos litológicos, la morfocronología y las características de las rocas mediante el software QGIS. Como insumo principal se utilizó el Mapa Geológico de la República de Panamá a escala 1:250,000, específicamente la Hoja N.º 3 (Norte de Veraguas, Colón-Coclé) y la Hoja N.º 6 (Datos Marginales – Leyenda). Estos planos fueron obtenidos en el Ministerio de Comercio e Industrias, MICI, a través de la Dirección de Recursos Minerales, Departamento de Geología, constituyendo la base oficial para la interpretación geológica de la unidad de análisis espacial seleccionada.

Sobre la obtención de datos geomorfológicos y la caracterización fisiográfica

El inventario de las unidades del paisaje geomorfológico se realizó a partir de la interpretación de los procesos morfogenéticos y litológicos, cartografiando las geofacies, siguiendo las recomendaciones de Verstappen y Zuidane (1975) citado por Rivera (2022), donde se emplearon colores y simbología. Los símbolos empleados en los diferentes planos o mapas se elaboraron en el ambiente Q GIS. Entre estas se integran formas de origen estructural, volcánico, denudativo y fluvial.

Se realiza trabajo de campo, para inventariar afloramientos relacionados con la energía que genera la parte alta de cuenca relacionada con los materiales piroclásticos (poco consolidados) propios de la historia eruptiva del área de estudio (Merla, 1995)

Análisis del espacio y paisaje del corregimiento El Valle: tipo y uso de suelo a partir Plan Normativo de El Valle de Antón, dirección General de Desarrollo Urbano, Ministerio de Vivienda 2005 y mapa de Uso de Suelo IGNTG-ANATI, Esri, Laboratorio STRI GIS 2021.

Análisis de los factores de susceptibilidad, pendiente, hipsometría, red de drenaje y el uso de suelo; para determinar las principales amenazas del área, la vulnerabilidad y la exposición.

Para la evaluación del peligro de inundaciones, se extrajeron los registros históricos de inundaciones de la base de datos DesInventar (<https://db.desinventar.org/>) y se vincularon con capas espaciales. El Sistema de Información Geográfico (QGIS) facilitó el procesamiento de datos, empleando operaciones de recorte para delinear las áreas inundadas y cálculo de áreas poligonales de acuerdo con la servidumbre de las riberas de los ríos y quebradas del área de estudio, Imágenes satelitales Google Satélite, La integración de estas capas se realizó mediante un análisis de superposición lógica, donde el nivel de riesgo final se asigna en función de la convergencia de alta peligrosidad , exposición y vulnerabilidad.

Fuentes secundarias, Atlas Ambiental de la Rep. de Panamá artículos de revistas indexadas, libros de textos, estudios de institutos, bases de datos en líneas, diccionario geográfico y geomorfológico, informes de investigación, boletines, informes institucionales, reportes gubernamentales, eventos publicados en plataformas digitales de medios de comunicación, entre otros documentos.

Fuentes terciarias como catálogos, recursos de referencias, instituciones, entre otros.

1.7. Alcance y Cobertura

El alcance y cobertura del área de estudio está definida por el polígono rector de análisis espacial basado en los límites político – administrativos de la República de Panamá; específicamente, localizado en el corregimiento El Valle, distrito de Antón, provincia de Coclé.

CAPÍTULO 2
CARACTERIZACIÓN FISIAGRÁFICA DEL GEOSISTEMA Y SU RELACIÓN
CON LOS FACTORES CONDICIONANTES DEL RIESGO

2.1 Fundamentos Conceptuales, el Geosistema

La caracterización fisiográfica del territorio constituye el pilar fundamental sobre el cual se edifica el análisis del riesgo y la planificación urbana. Este capítulo tiene como objetivo desglosar los componentes del medio físico-natural del corregimiento de El Valle, no como elementos aislados, sino como partes interconectadas de un sistema complejo y dinámico. Para ello, se adopta un enfoque de geografía sistémica que permite analizar de manera integrada las formas del relieve, su génesis, estructura y dinámica, reconociendo que de esta comprensión deriva su aplicabilidad esencial para la planificación territorial y la gestión del riesgo (Bloom, 1998)

Se busca trascender la descripción, para construir un diagnóstico geoambiental que sustente la toma de decisiones. Siguiendo esta línea, el presente capítulo se estructura desde los fundamentos conceptuales que validan el enfoque sistémico, hasta el análisis detallado de cada componente del geosistema (geología, geomorfología, clima, hidrografía, etc.), culminando en una síntesis que identifica y explica cómo la interrelación de estos factores configura las zonas de susceptibilidad a las amenazas naturales en el área de estudio.

La fisiografía, como disciplina de la geografía física, proporciona el marco teórico y metodológico para la descripción y análisis del paisaje. Su propósito fundamental es la identificación, clasificación e interpretación de las unidades morfológicas, lo cual resulta indispensable para comprender la lógica de funcionamiento del espacio físico desde una visión integradora (Lizarraga, 2011). En el contexto del ordenamiento territorial y la gestión de riesgos, este análisis no puede limitarse a la simple enumeración de datos geomorfológicos; por el contrario, debe explicar los procesos exógenos y endógenos que configuran el relieve, considerando la litología como el sustrato pasivo sobre el cual actúan dichos procesos (Arroyo González L. N., 2012).

Para abordar esta complejidad de manera coherente, esta investigación adopta el concepto de geosistema como unidad fundamental de análisis. El geosistema se define como un conjunto dinámico y organizado de elementos del medio físico-natural (relieve, clima, suelos, agua, vegetación) que interactúan de forma sistémica dentro de un territorio delimitado (Mateo Rodríguez & da Silva, 2007). Esta concepción es crucial, pues permite entender que las unidades fisiográficas no son fragmentos aislados, sino subsistemas complejos que evolucionan y se transforman bajo la influencia de factores internos (naturales) y externos (antrópicos).

El enfoque de geosistema, desarrollado extensamente por autores como Bolós y Capdevila (1992), estructura la realidad territorial en tres subsistemas principales que interactúan, a través de interfases:

- Subsistema Abiótico (o Geoma): Comprende los componentes inorgánicos del paisaje: la litología (rocas), el relieve (formas), el agua (hidromasa), el suelo y el aire (aeromasa). Este subsistema constituye el soporte físico del territorio.
- Subsistema Biótico (o Ecosistema): Incluye todos los organismos vivos, desde la vegetación (fitomasa) hasta la fauna (zoomasa). El ser humano, como organismo vital, forma parte integral de este componente.
- Subsistema Socioeconómico (o Antrópico): Creado y organizado por la sociedad humana, incluye los elementos artificiales, las actividades económicas, la infraestructura y la organización social que modifican y se adaptan al medio natural.

La interacción entre estos subsistemas genera interfases de crucial importancia, como el suelo, que es el resultado de la relación entre el geoma y el bioma, y el agrosistema (paisaje agrícola), que surge de la interacción de los tres subsistemas según Bertrand (1981) en Bolos & Capdevilla (1981)(ver Tabla 1)

Tabla 1 Esquema conceptual del Geosistema

ESCALA TEMPORO-ESPACIAL

Unidad Paisaje	Correspondencia Escala Cailleux-Tricart	Correspondencia a Escala G. Bertand	Unidad climática	Unidad de Relieve o Geomorfología	Unidad del Paisaje Vegetal	Unidad Socio-económica	Escala Catografiable
I ZONA	I	Zona	Clima Zonal	Sistema morfogenético	Zona		1: 1.000.000
II DOMINIO 2.000 km ²	II	Dominio	Dominio Climático	Dominio Estructural	Dominio	Región	1: 500.000 1:100.000
III MEGA GEOCORA 1000 - 2000 km ²	III	Región Natural	Clima Regional	Gran cuenca fluvial	Distrito	Comarca	1: 500.000 1:100.000
IV MACROGEOCORA 100-1 - 1000 km ²	IV	Comarca	Clima Local	Cuenca fluvial de segundo orden	Subdistrito	Subcomarca	1:100.000 1:50.000
V MESOGEOGORA 10 - 100 km ²	V	Geosistema	Mesotopoclima	Vertiente	Mosaico local	Municipio	1:25.000 1:10.000
VI GEOCORA 1 - 10 km ²	VI	Geofacie	Topoclima	Mesoforma	Célula de paisaje vegetal	Campo, Parcela, Pueblo, Barrio	1:10.000 1:5.000
VII MICROGEOCORA 10 m ² - 1 Km ²	VII		Microclima	Microforma	Tesela	Sector de campo, pueblo, casa	1:5.000
VIII GEOTOPO ± 100 m ²	VIII	Geotopo	Clima Estacional	Sector de microforma	Localidad	Vivienda unifamiliar, elemnetos	1:5.000 o inferior

Fuente: adaptada por Ruíz Jaramillo N. (2025), de Bolós & Capdevila (1981)

Este modelo sistémico permite organizar el análisis en distintas escalas jerárquicas de observación. Se parte del geosistema como la unidad territorial de mayor extensión, y se desciende a unidades más específicas como el geotopo, definido como una unidad fisiográfica elemental con características homogéneas de relieve, litología, hidrología y cobertura (De Bolos i Capdevila, 1981). Este nivel de análisis detallado es particularmente relevante para estudios aplicados de riesgo, ya que permite localizar con precisión microambientes propensos a fenómenos como inundaciones o deslizamientos.

La pertinencia de este enfoque para la gestión del riesgo de desastres radica en que el riesgo no es simplemente la manifestación de una amenaza, sino el resultado de la compleja interacción entre un fenómeno peligroso (amenaza) y las condiciones de un sistema expuesto y susceptible (vulnerabilidad) (Cardona, La necesidad de repensar holísticamente los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, 2001); (MINGOB, 2022). El geosistema, por tanto, se constituye como el marco de análisis idóneo para:

- Identificar los factores condicionantes del riesgo: son las características inherentes del geosistema que determinan su susceptibilidad a ser afectado. En el corregimiento El Valle, estos factores incluyen la litología (materiales volcánicos poco consolidados), la geomorfología (pendientes abruptas) y la hidrografía (red de drenaje radial y centrípeto).
- Analizar los factores detonantes: son los eventos externos al sistema que, al actuar sobre los factores condicionantes, desencadenan el desastre. El principal detonante en la región son los fenómenos hidrometeorológicos, como las precipitaciones intensas y prolongadas.

En definitiva, la fisiografía aplicada al ordenamiento urbano, entendida desde la perspectiva sistémica, no solo describe las formas del terreno, sino que aporta los criterios técnicos indispensables para la reducción del riesgo. Al permitir la identificación de las zonas más susceptibles a las amenazas, se convierte en un instrumento clave para planificar asentamientos humanos más seguros y sostenibles (Rivera, 2022). Las siguientes secciones de este capítulo se dedican

a la caracterización de cada uno de los componentes del geosistema del corregimiento El Valle, con el fin de construir una base analítica sólida, para la posterior evaluación del riesgo.

2.2. Contexto Fisiográfico Regional del Corregimiento El Valle

El corregimiento El Valle, ubicado en el distrito de Antón, provincia de Coclé, se emplaza en una de las depresiones intramontañosas más singulares de la República de Panamá. Geográficamente, se localiza en la región central del istmo ($8^{\circ}36'07''$ N y $80^{\circ}07'15''$ W), actuando como una zona de transición entre las vertientes del Caribe y del Pacífico y formando parte de la Cordillera Central de Panamá (Innocenti, 1986)

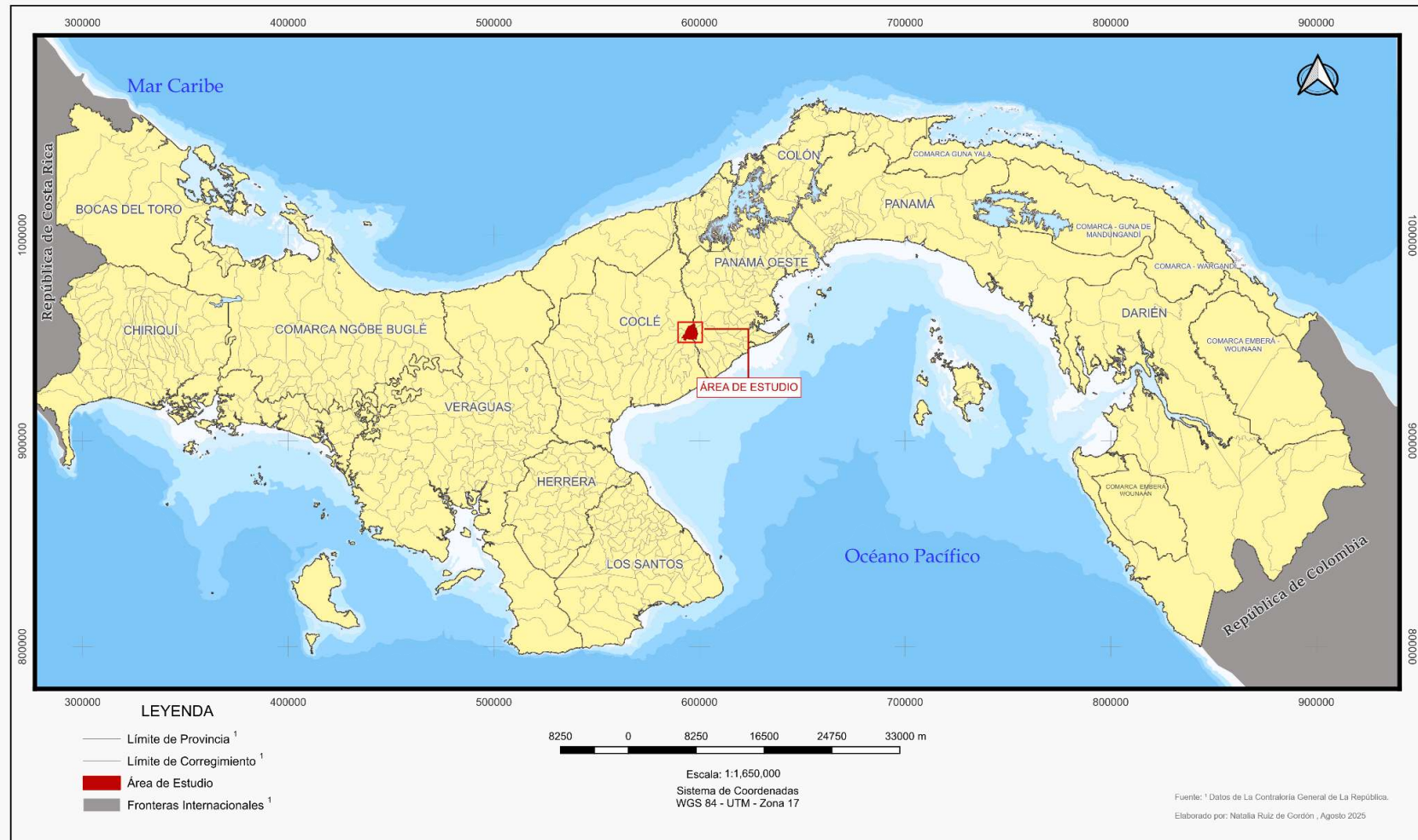


La característica fisiográfica más determinante del área de estudio es su emplazamiento dentro de una compleja estructura de colapso calderico. Según estudios geológicos (1995)

Ilustración 1 Imagen de la caldera volcánica El Valle

El Valle se asienta sobre un aparato volcánico cuaternario, cuyo colapso estructural generó una amplia cuenca cerrada de forma elíptica con un diámetro aproximado de seis kilómetros (Merla, 1995). Esta caldera, con una extensión aproximada de 32 km², presenta un paisaje de alto contraste, caracterizado por un fondo de valle relativamente plano, situado a una altitud aproximada de 600 msnm, circundado por un anfiteatro de paredes abruptas y laderas escarpadas que alcanzan elevaciones superiores, con desniveles que superan los 200 metros (Noto, 2001).

MAPA 1: LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA
DE ESTUDIO CORREGIMIENTO EL VALLE



Mapa 1 Localización Regional del Área de Estudio Corregimiento El Valle, Distrito de Antón, Provincia de Coclé, Rep. de Panamá. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

Tal como se ilustra en el Mapa 1 Localización Regional del Área de Estudio Corregimiento El Valle, esta configuración confiere al corregimiento una identidad geográfica única. El origen volcánico no solo define el relieve, sino también la litología, compuesta predominantemente por coladas de lavas intercaladas con material piroclástico (cenizas, lapilli y bloques) y depósitos retrabajados que conforman la planicie central (IGNTG, 1988) (ANAM, 2010).

Esta singularidad geológica y geomorfológica es la base de la doble condición que define al territorio: por un lado, es una fuente de recursos y atractivos; por otro, es el origen de sus principales amenazas.

Desde la perspectiva de los recursos, este entorno ha dotado a la región de un alto potencial geotérmico y ecoturístico (Guevara & Samudio, 2021). El clima agradable, la fertilidad de los suelos volcánicos, la diversidad de unidades paisajísticas y la presencia de flora y fauna peculiares han favorecido históricamente el asentamiento humano y el desarrollo de una importante actividad turística (BUN-CA; Aguilar, Orlando, 2002). Sin embargo, esta misma génesis volcánica lo convierte en un territorio intrínsecamente vulnerable a fenómenos naturales. La combinación de laderas con pendientes pronunciadas, compuestas por materiales poco consolidados, y una planicie cerrada que actúa como colector natural del drenaje radial de las montañas circundantes, crea las condiciones propicias para la ocurrencia de deslizamientos e inundaciones (Bloom, 1998)

En el marco de la presente investigación, la delimitación espacial del área de estudio se define como geosistema, a partir del corregimiento como: polígono rector. Este concepto metodológico es esencial, pues establece los límites administrativos y geográficos dentro de los cuales se aplican los indicadores y modelos de evaluación territorial (Chuvieco, 2016). Al utilizar el corregimiento como unidad espacial de referencia, se enmarca el análisis dentro de un ámbito definido, lo que permite organizar la información cartográfica y geoespacial de

manera coherente y garantiza la cohesión del análisis en un marco homogéneo. Este recorte territorial concentra las variables ambientales, físicas y sociales que son objeto de la investigación, facilitando la comprensión de las interrelaciones que configuran el geosistema local.

El contexto fisiográfico de El Valle de Antón está dominado por su emplazamiento en una caldera volcánica. Esta condición primordial no solo explica su valor paisajístico y su vocación turística, sino que también establece los factores condicionantes fundamentales: topográficos y geológicos, que determinan su susceptibilidad a las amenazas hidrometeorológicas y por movimientos de terreno. Los siguientes apartados se dedicarán al análisis pormenorizado de estos factores.

2.3. Caracterización Fisiográfica

La caracterización fisiográfica del corregimiento El Valle se fundamenta en el análisis integrado de los componentes del medio físico-natural. Desde la perspectiva del geosistema, cada elemento (la roca, la forma del relieve, el clima, el agua) no actúa de forma independiente, sino que interactúa con los demás, configurando un paisaje con dinámicas y susceptibilidades específicas. Esta sección se dedica a desglosar y analizar cada uno de estos componentes, con el objetivo de comprender su contribución individual y colectiva a la conformación del escenario de riesgo en el área de estudio. Se examinarán la geología, la geomorfología, la morfometría, el clima, la hidrografía y la cobertura vegetal, vinculando sus características a los procesos peligrosos identificados: inundaciones, movimientos de terreno y vientos fuertes.

2.3.1 Geología y Litología

La geología y la litología constituyen el fundamento del paisaje, definiendo el material parental sobre el cual actúan todos los demás procesos morfodinámicos. La composición, estructura y grado de consolidación de las rocas son factores condicionantes de primer orden para la estabilidad del terreno, pues determinan

sus propiedades geotécnicas intrínsecas como la cohesión, la permeabilidad y la resistencia al corte (Arroyo González L. N., 2012). En una región de origen eminentemente volcánico como El Valle, este componente es particularmente crítico para comprender la génesis y la propagación de las amenazas.

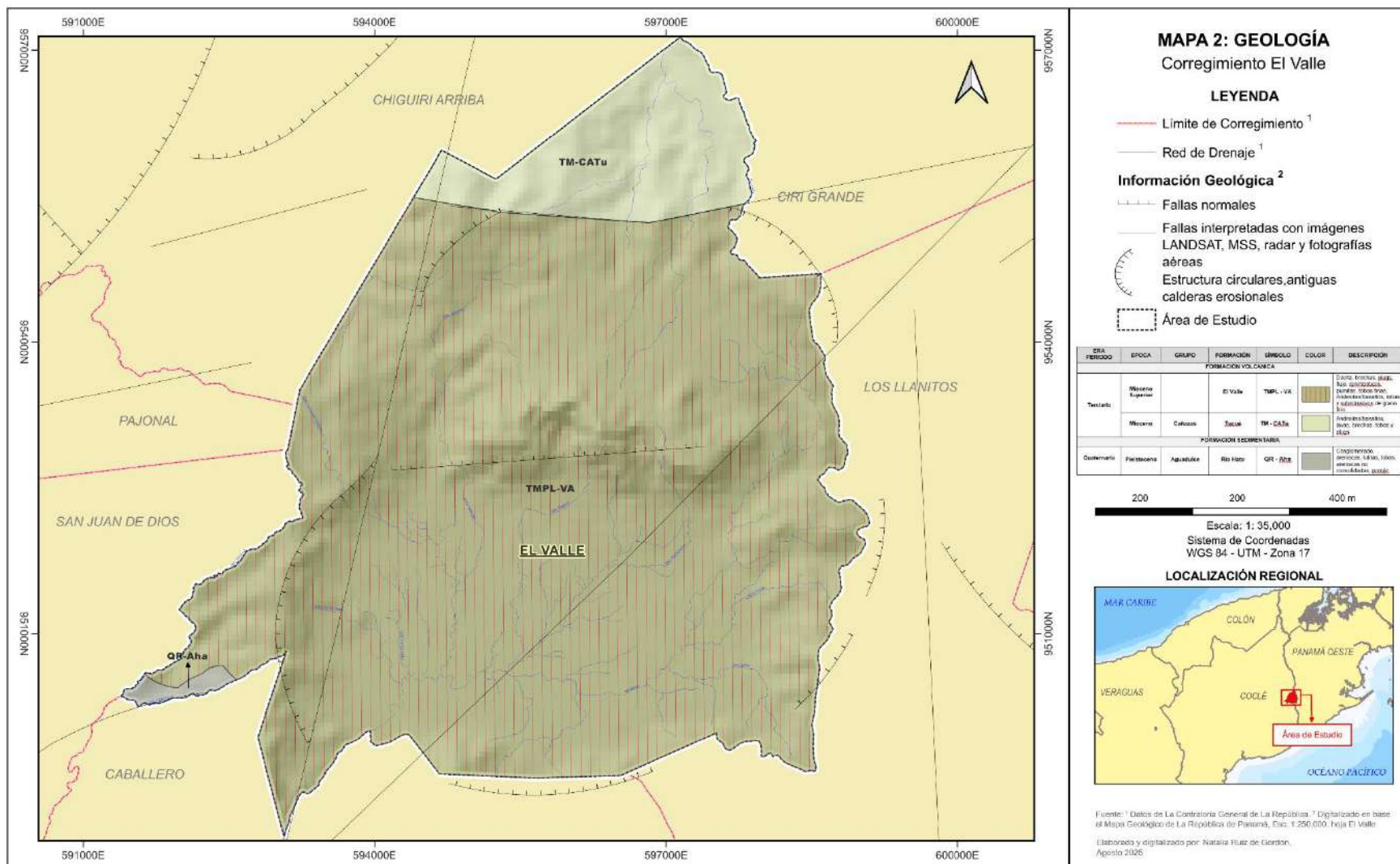
El levantamiento del polígono litológico del corregimiento, realizado a partir de la interpretación del Mapa Geológico de la República de Panamá a escala 1:250,000, específicamente de la Hoja N.º 3, permite identificar tres contactos geológicos principales que definen el sustrato del área de estudio: dos formaciones de origen volcánico y una de origen sedimentario.

Morfocronología del levantamiento del polígono litológico del corregimiento El Valle

ERA PERIODO	EPOCA	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	COLOR	DESCRIPCIÓN
FORMACIÓN VOLCANICA						
Terciario	Mioceno Superior		El Valle	TMPL - VA		Dacita, brechas, plugs, flujo, ignimbriticos, pumitas, tobas finas. Andesitas/basaltos, tobas y subintrusivos de grano fino.
	Mioceno	Cañazas	Tucué	TM - CATu		Andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs.
FORMACIÓN SEDIMENTARIA						
Cuaternario	Pleistoceno	Aguadulce	Río Hato	QR - Aha		Conglomerado, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas, poméz.

Figura 4 Morfocronología del levantamiento del polígono litológico del corregimiento El Valle. Autor Ruíz Jaramillo N. (2025)

El análisis de la Figura 4 Morfocronología y el Mapa 2 Geología, del corregimiento El Valle revela una composición litológica que es, en sí misma una precondition para la inestabilidad.



Mapa 2 GEOLOGÍA, Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

Formaciones Volcánicas

Formación El Valle (Mioceno Superior, Tmpl-VA): Esta es la unidad geológica dominante que conforma las laderas escarpadas de la caldera. Está compuesta por una secuencia heterogénea de dacitas, brechas, flujos ignimbríticos, pumitas y tobas finas, intercaladas con andesitas y basaltos. La naturaleza de estos materiales, en gran parte piroclásticos y con diferentes grados de soldadura y consolidación, es un factor clave de inestabilidad. Las tobas y cenizas, por su baja cohesión intrínseca, son altamente susceptibles a la meteorización química en el clima tropical húmedo de la región y a la erosión hídrica, perdiendo drásticamente su resistencia al saturarse de agua.

Formación Tucué (Mioceno, TM-CATu): Compuesta por andesitas, basaltos, lavas, brechas y tobas, esta formación contribuye a la complejidad estructural del área, añadiendo mayor heterogeneidad al sustrato rocoso.

Formación Sedimentaria

Formación Río Hato (Pleistoceno, QR-Aha): Constituida por conglomerados, areniscas, lutitas y pómez no consolidados. Estos materiales son el producto directo de la erosión, transporte y deposición de las formaciones volcánicas circundantes. Su carácter no consolidado y su ubicación en el fondo del valle los hacen susceptibles tanto a la erosión fluvial como a la saturación durante eventos de lluvia intensa.

La distribución espacial de estas unidades, visible en el Mapa 2 Geología, corregimiento El Valle, configura un escenario de riesgo inherente. La morfogénesis del Valle, directamente asociada a la actividad volcánica explosiva del Mioceno Superior (Cooperación Técnica IRHE-OLADE, 1987) ha generado un paisaje donde materiales geológicamente débiles y fracturados (Formaciones El Valle y Tucué) conforman las laderas de alta pendiente, mientras que sus productos erosionados y no consolidados (Formación Río Hato) rellenan la planicie central.

Esta disposición tiene una doble implicación para el riesgo: por un lado, las laderas presentan una alta susceptibilidad intrínseca a los movimientos de terreno como deslizamientos, flujos de detritos (Copons & Tallada, 2009) y por otro lado, el fondo del valle está compuesto por materiales fácilmente erosionables que pueden ser desmovilizados por las crecidas y que, a su vez, tienen una baja capacidad de infiltración, favoreciendo las inundaciones. Por tanto, la litología no es un factor pasivo sino el sustrato activo de la inestabilidad y el principal actor condicionante, para la generación de la amenaza geológica e hidrometeorológica.

2.3.2 Geomorfología

La geomorfología, como ciencia del paisaje natural, estudia las formas del relieve (geoformas) y los procesos que las modelan, permitiendo comprender las conexiones entre la estructura y la función del territorio (Rodriguez & Da Silva, 2007). Un análisis geomorfológico es fundamental porque traduce la información estática de la geología en una interpretación dinámica de los procesos activos e inactivos que configuran el paisaje y, por extensión, las amenazas. Demuestra cómo las unidades del paisaje están directamente relacionadas con los peligros naturales y la intervención antrópica (Rivera, 2022)

Geomorfológicamente, el área de estudio presenta un marcado contraste entre las laderas escarpadas que delimitan la caldera y el fondo plano del valle. Este contraste no es solo visual, sino funcional, ya que define zonas de origen (laderas) y zonas de recepción (planicie) de flujos de agua y sedimentos. La Tabla 2 Caracterización Fisiográfica del Geosistema, del corregimiento El Valle, ofrece una síntesis de esta dinámica, caracterizando las principales unidades fisiográficas del Geosistema, que muestra un modelo conceptual del funcionamiento del riesgo en el corregimiento El Valle.

Cada unidad fisiográfica representa una zona con un conjunto específico de procesos, riesgos asociados y uso de suelo recomendado:

Tabla 2 Caracterización Fisiográfica del Geosistema, El Valle

Unidad Fisiográfica	Geología	Relieve	Pendiente (%)	Cobertura Vegetal / Uso Actual	Riesgos Asociados	Uso del Suelo Recomendado
Llanura Aluvial	Aluviones recientes	Plana	0 – 5	Agricultura / zonas urbanas	Inundaciones, colmatación	Zonas agrícolas controladas / parques
Cono de Deyección	Piroclásticos	Ladera suave	5 – 15	Pastizales / asentamientos dispersos	Deslizamientos menores, erosión	Urbanismo controlado / protección
Ladera de Caldera	Rocas volcánicas	Pendiente fuerte	>30	Bosque secundario	Alta amenaza por deslizamientos	Conservación ecológica / no urbanizar
Piso de Caldera	Relleno volcánico	Suavemente ondulado	5 – 10	Urbano / turístico	Vulnerabilidad estructural	Uso urbano planificado / mitigación
Terrazas Fluviales	Sedimentos antiguos	Plana a ondulada	5 – 10	Agricultura tradicional	Erosión hídrica Pluvial	Agricultura sostenible / reforestación
Formación Escarpada	Toba soldada	Escarpada	>35	Bosque natural	Desprendimiento de rocas	Protección paisajística / no urbanizar

Fuente: elaborado por Ruiz Jaramillo, N. (2025)

- Ladera de caldera: corresponde a las laderas internas del cráter volcánico. Su geología (rocas volcánicas), su relieve (pendiente fuerte >30%) y su cobertura actual (bosque secundario) la definen como una zona de alta amenaza por deslizamientos. Es la principal zona fuente de material para los flujos de detritos.
- Cono de deyección: formado por la acumulación de piroclastos en las desembocaduras de las quebradas. Representa una zona de transición crítica (piedemonte) con pendientes suaves (5-15%). Su propia existencia es la evidencia geomorfológica de procesos torrenciales pasados. La ocupación con pastizales y asentamientos dispersos indica una alta exposición a deslizamientos menores y procesos erosivos.
- Llanura aluvial y piso de caldera: constituyen el fondo plano del valle, conformado por depósitos aluviales y de relleno volcánico. Su relieve plano (0-10%) y su posición topográfica más baja la convierten en la zona natural de recepción de toda la esorrentía de la cuenca. Esto, sumado a la ocupación urbana y agrícola intensiva, la define como la zona de mayor riesgo por inundaciones, colmatación y vulnerabilidad estructural.

El Mapa 3 Geomorfología del corregimiento El Valle, permite visualizar la distribución espacial de estas unidades, confirmando un patrón claro y preocupante de los peligros. Muestra cómo las "Formas de Origen Volcánico" y "Denudativo" (colores rojo y marrón) rodean completamente la planicie central ("Formas de Origen Fluvial").

El drenaje tiene una particularidad, pues es de tipo radial por la disposición de los cursos de agua que irradian desde un punto central elevado hacia afuera, erosionando el paisaje en todas las direcciones y además es centrípeto, porque descende desde las laderas hacia el fondo del valle, donde los sistemas de acumulación (abanicos aluviales, canales de estiaje y terrazas) constituyen zonas

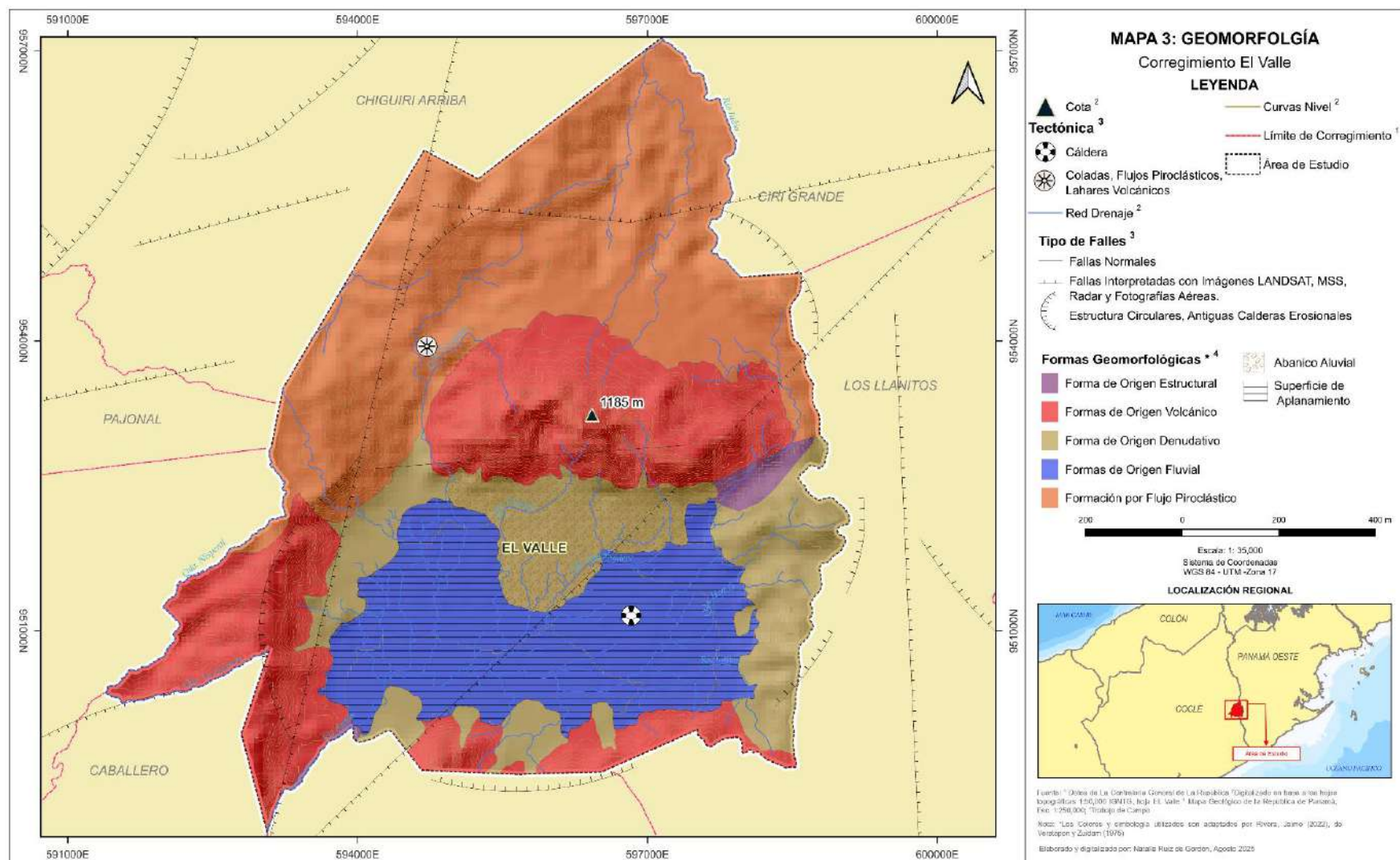
críticas de riesgo debido a la dinámica torrencial de las corrientes durante la época lluviosa (ANAM, 2010) (IDEAM, 2010)



Ilustración 2 Imagen muestra la Planicie intervalcánica

Este patrón confirma que la amenaza no es un factor aleatorio, sino que está estructuralmente controlada por la geomorfología de la caldera.

La planicie, aunque topográficamente estable, está expuesta a las amenazas generadas en las laderas inestables que la rodean, evidenciando una conexión directa de procesos y riesgos entre las diferentes unidades del geosistema. (Bolos & Capdevilla, 1992)



Mapa 3 Geomorfología, Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

2.3.3 Morfometría

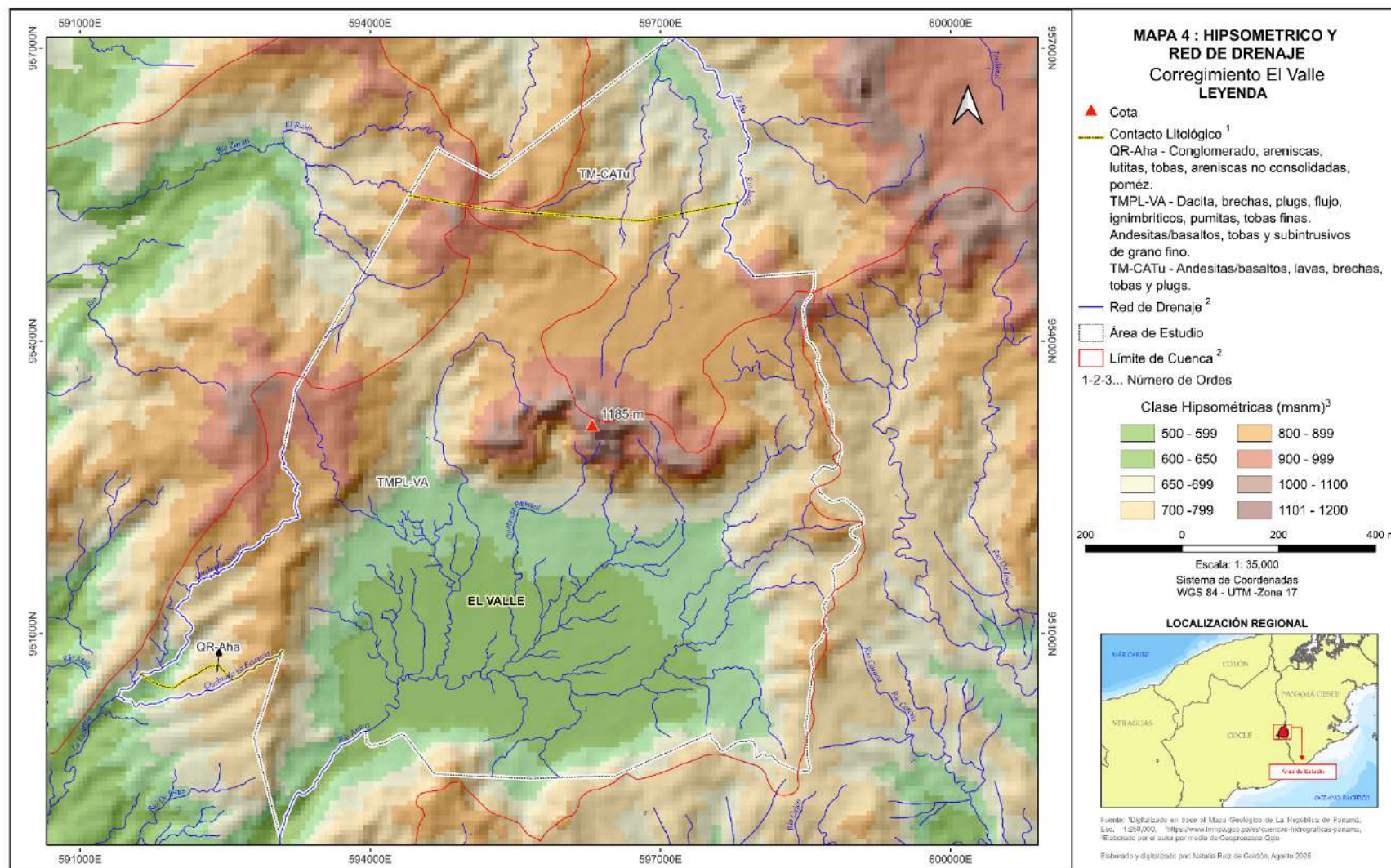
La morfometría se enfoca en el análisis cuantitativo de las formas del terreno, traduciendo la configuración del relieve en datos medibles que son esenciales para la modelización de procesos físicos (Troppmair, 2012). En el estudio del riesgo, dos variables morfométricas son de primordial importancia: la hipsometría, que describe la distribución de las elevaciones, y la pendiente, que define la inclinación de la superficie. Ambas variables están directamente relacionadas con la energía potencial del geosistema; la primera determina la altura de caída potencial de materiales y agua, mientras que la segunda controla la componente gravitacional que induce el movimiento.

Análisis Hipsométrico

El mapa hipsométrico del corregimiento El Valle, permite visualizar la distribución altimétrica del relieve, revelando la estructura fundamental de la caldera volcánica.

El análisis del Mapa 4 Hipsométrico y Red de Drenaje, evidencia un rango altitudinal significativo que oscila entre los 576 msnm en el fondo de la planicie y los 1185 msnm en las cumbres circundantes. Los puntos más elevados corresponden a los grandes domos volcánicos que conforman el borde septentrional de la caldera, como los cerros Pajita, Gaital y Caracoral.

Este desnivel de más de 600 metros en una distancia horizontal relativamente corta es el principal motor de la energía del relieve en el área. Funciona como un factor condicionante permanente, ya que establece una alta energía potencial para los procesos gravitacionales (movimientos en masa) y para la red de drenaje, que al descender desde las cumbres hacia el valle adquiere una alta capacidad erosiva y de transporte.



Mapa 4 Hipsométrico y Red de Drenaje, Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)



Ilustración 3 Imagen de la caldera con vista a los domos volcánicos, Monumento cerro Gaital

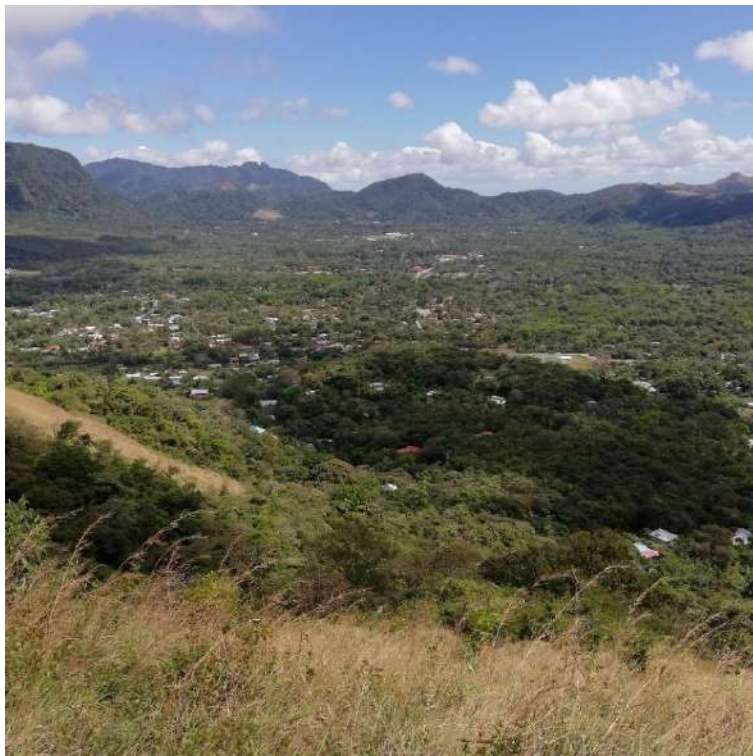
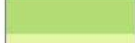
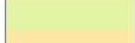


Ilustración 4 Imagen de la caldera con vistas a la Planicie aluvial

Análisis de Pendientes

La hipsometría define la energía potencial y la pendiente es la variable que determina cómo y dónde se libera esta energía; este es el factor morfométrico más directamente vinculado a la inestabilidad de laderas y a la dinámica de la escorrentía. A partir de un modelo digital de elevación, se ha realizado una clasificación del gradiente del terreno, siguiendo los criterios de la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelo (FAO, 2009) (ver figura 5).

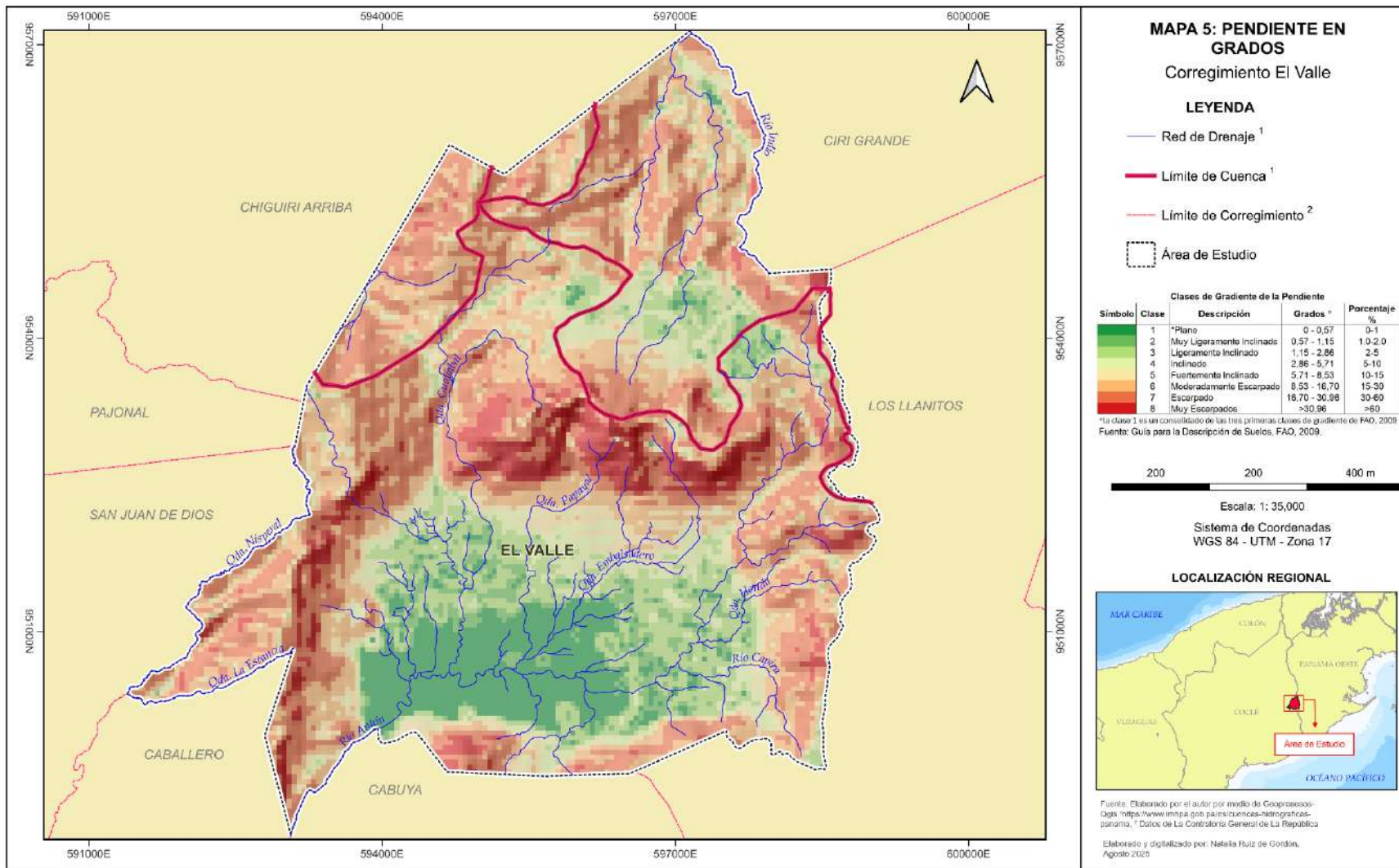
Símbolo	Clase	Descripción	Grados °	Porcentaje %
	1	*Plano	0 - 0,57	0-1
	2	Muy Ligeramente Inclinado	0,57 - 1,15	1.0-2.0
	3	Ligeramente Inclinado	1,15 - 2,86	2-5
	4	Inclinado	2,86 - 5,71	5-10
	5	Fuertemente Inclinado	5,71 - 8,53	10-15
	6	Moderadamente Escarpado	8,53 - 16,70	15-30
	7	Escarpado	16,70 - 30,96	30-60
	8	Muy Escarpados	>30,96	>60

*la clase 1 es un consolidado de las tres primeras clases de gradiente de FAO, 2009

Figura 5 Clases de Gradiente de Pendiente. Modificado por RuizJaramillo N. (2025)

La distribución espacial de estas clases, representada en el mapa de pendientes, revela la dicotomía fundamental del paisaje de El Valle y su consecuente zonificación del paisaje natural. El Mapa 5 Pendiente en Grados, corregimiento El Valle, presenta lo siguiente:

- Laderas Escarpadas y Muy Escarpadas (>15% / >8.5°): representadas por los tonos anaranjados y rojos, estas áreas dominan los bordes de la caldera. Las pendientes, que frecuentemente superan el 30% e incluso el 60% en los escarpes más abruptos, coinciden espacialmente con las Formas de Origen Volcánico (Mapa 3) y las unidades litológicas más inestables (Mapa 2). Esta superposición de factores condicionantes: materiales débiles y pendientes fuertes, crea zonas de alta susceptibilidad a movimientos en masa, incluyendo deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas (Copons & Tallada, 2009). La combinación de origen



Mapa 5 Pendiente en Grados. Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

geológico y topografía accidentada confirma que estas laderas son la principal fuente de amenaza por inestabilidad en el corregimiento.

- Planicie Aluvial y Zonas de Piedemonte (0-10% / 0-5.7°): representadas por los tonos verdes, estas áreas ocupan el fondo del valle. La gradiente de pendiente mínima, a menudo inferior al 5%, si bien es favorable para el asentamiento humano, tiene una implicación hidrológica crítica: dificulta el drenaje natural de las escorrentías. Esta condición promueve la acumulación de agua (anegamiento o saturación), la pérdida de velocidad de los ríos que favorece la sedimentación (colmatación) y, en consecuencia, una alta susceptibilidad a las inundaciones.

La morfometría, por tanto, no solo describe la forma del terreno, sino que cuantifica la distribución de la peligrosidad. El análisis de pendientes confirma la existencia de un geosistema dual: un anillo de laderas inestables que generan amenazas gravitacionales y una planicie central que actúa como un colector propenso a las inundaciones.

Para comprender las formas del relieve contenidas en el geosistema, es necesario analizar la influencia del sistema climático el cual sustenta la dinámica de los procesos en respuesta a los flujos de energía de la cuenca hidrográfica hasta alcanzar su equilibrio geosistémico en relación con el sistema geológico el cual suministra el material y constituye un factor pasivo donde actúan los procesos sobre las diversas formaciones litológicas. (Copons & Tallada, 2009)

2.3.4 Caracterización Climática y Morfoclimática

El análisis climático constituye una herramienta fundamental en la comprensión de los procesos físicos que regulan el funcionamiento del geosistema. Mientras que la geología y la geomorfología definen las condiciones de susceptibilidad del territorio (los factores condicionantes), el clima actúa como el principal factor detonante, es decir, el agente que desencadena los procesos peligrosos (MINGOB, 2022)

Por tanto, es fundamental para comprender la frecuencia, estacionalidad e intensidad de las amenazas hidrometeorológicas. Los datos históricos aportados en la Tabla 3 de la estación meteorológica El Valle de Antón (136-001), proporcionados por el (IMHPA, 2025) son la base de esta caracterización. Se utilizó la serie mensual de temperatura media (°C) y precipitación (mm) para el cálculo de parámetros climáticos.

El criterio de Gaussen & Bagnouls, establece que un mes es seco si la precipitación (P) en mm es menor o igual al doble de la temperatura media (T) en °C ($P \leq 2T$).

En atención a los límites cuantitativos recomendados por Köppen y los datos compilados de la estación meteorológica El Valle de Antón, es evidente que la región climática presente un clima Tropical de Monzón, como se representa en la gráfica 1 y se explica en el recuadro.

Tabla 3 Precipitación y Temperatura Promedio Anual, según datos de Temperatura y de Precipitación de la Estación Meteorológica EL VALLE DE ANTON (136-001 /580 msnm).

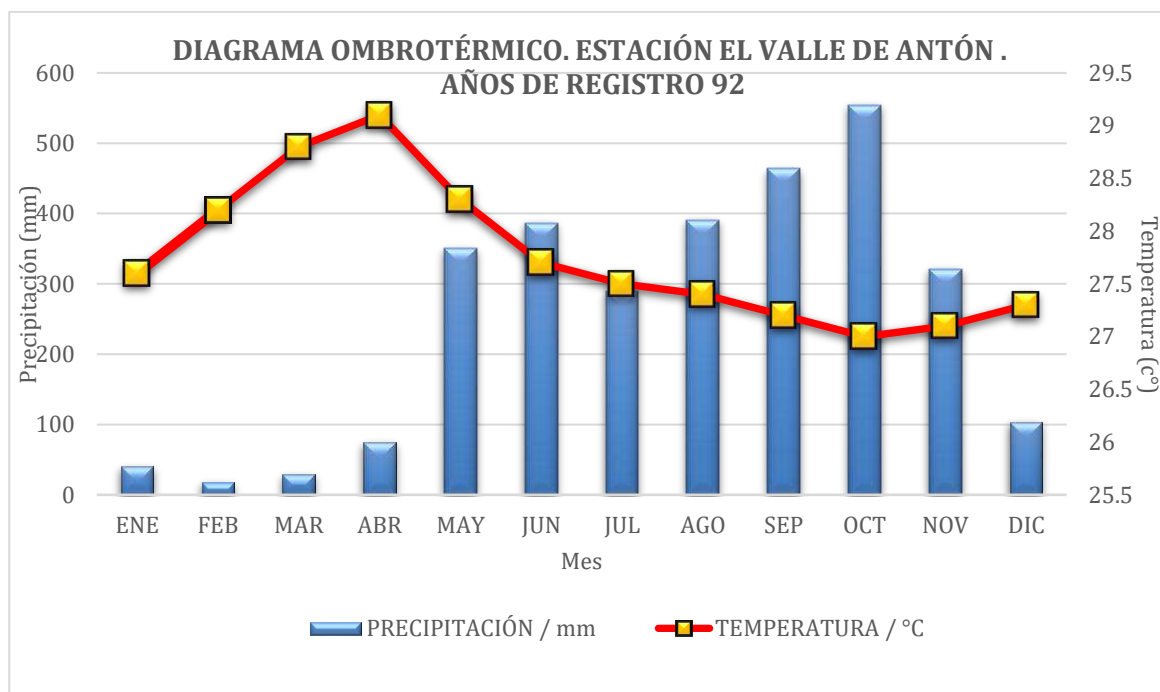
Promedio Acumulado: Años 1933 – 2024

Estación El Valle de Antón (136-001)	
Estación	El Valle De Antón (136-001)
Río	Río Antón
Lugar	El Valle De Antón
Elevación	580 m.s.n.m.
Fecha de Inicio	1/07/1933 a la fecha
Fecha Final	
Años de registro	92 años

MES	TEMPERATURA / °C	PRECIPITACIÓN / mm
ENE	27.6	40.1
FEB	28.2	17.3
MAR	28.8	28.7
ABR	29.1	74.3
MAY	28.3	350.2
JUN	27.7	385.9
JUL	27.5	289.3
AGO	27.4	390.5
SEP	27.2	463.7
OCT	27.0	554.3
NOV	27.1	320.8
DIC	27.3	103.4
TOTAL	27.7	3018.5

Fuente: Ruiz Jaramillo N. (2025). Datos en:
<https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-historicos>

Los datos agregados muestran un clima tropical con una temperatura promedio anual de 27.7°C y, de forma destacada, una precipitación total anual de 3018.5 mm. Esta elevada pluviosidad es el principal motor energético de los procesos exógenos en la región. Sin embargo, el análisis de la distribución mensual de estos valores a través del Diagrama Ombrotérmico es mucho más revelador para la comprensión del riesgo.



Gráfica 1 Diagrama Ombrotérmico. Estación El Valle de Antón. Años de registro: 92.
 Autor: Ruíz Jaramillo N. (2021). Datos disponibles en <https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-históricos>

Explicación:

T °C promedio es 27.7°C. Al registrar temperaturas >18°C viene a ser "A"

Se clasifica como Clima Tropical

Tiene meses con menos de 60 mmP, por tanto, NO es un "Af".

¿Por qué Sí es Am?

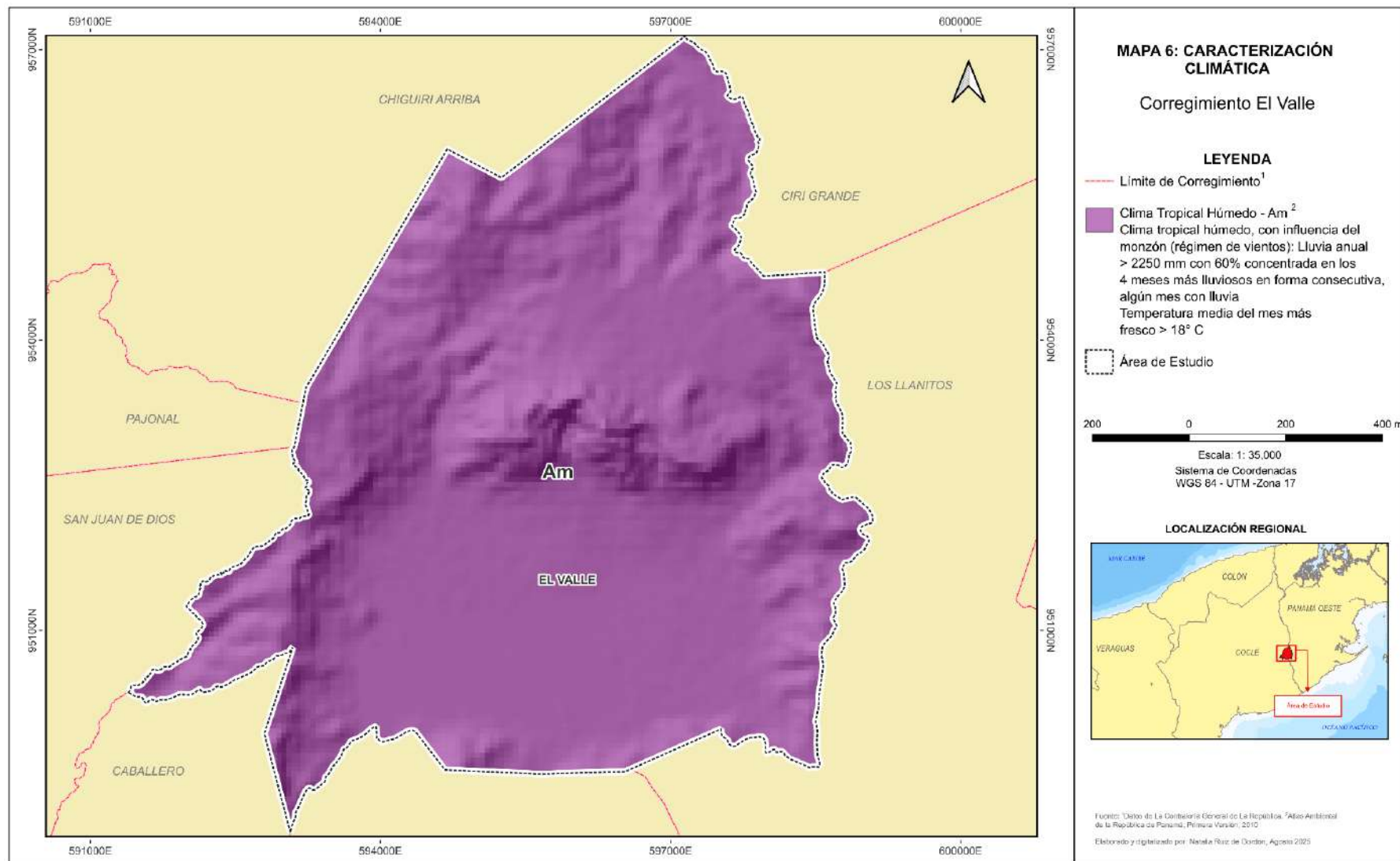
Porque tiene 3018.5 mmP. El mes que menos llovió fue: febrero con 17.3mmP

Por tanto: $17.3 \times 25 = 432.5 \text{ mmP}$.

y $3018.5 - 432.5 = 2586$

*(Significa que restado 25 veces la "P" del mes más seco; el total que se mantiene es: $> 2500 \text{ mmP}$, por tanto, **Sí es "Am"**)*

El diagrama Ombrotérmico, ilustra el carácter estacional del régimen de lluvias. Se identifica: una estación seca pronunciada entre enero y marzo, con precipitaciones que descienden hasta 17.3 mm en febrero y una estación lluviosa intensa y prolongada, que se extiende desde mayo hasta diciembre, con un pico máximo en octubre (554.3 mm). Este patrón confirma la clasificación climática de Köppen como Clima Tropical de Monzón (Am).



Mapa 6 Caracterización Climática. Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

Tabla 4 Estación El Valle de Antón
Región Morfoclimática y Principales Procesos Geomorfológicos Actuantes

Estación	Promedio	Total Anual (Pmm)	Estacionalidad (meses >50 mm)	Región Morfoclimática:	
	Anual (T °C)			Promedio Anual T/°C >25	Pmm >100
El Valle de Antón	27.7	3018.5	9	De II orden: Tropical Humedad Estacional	
Intensidad del Proceso Geomorfológico					
Meteorización Físico - Química		Erosión Pluvial	Gravitatorios	Movimientos de Terreno	Erosión Eólica
Intensa					
Mínima		Máximo	Mínima		

Fuente: elaborado por Ruiz Jaramillo N. (2025)

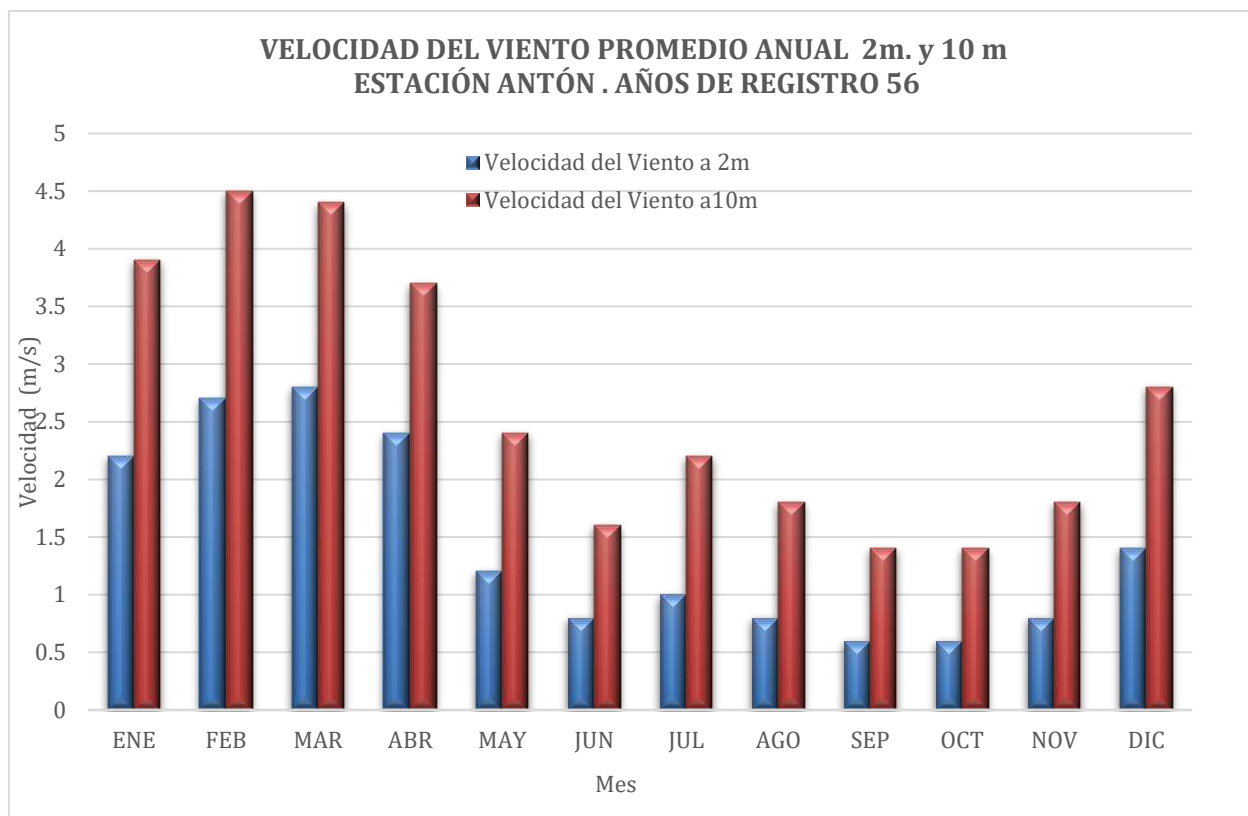
Posteriormente, con los datos de la Tabla 5 se analiza la amenaza por vientos fuertes, un riesgo secundario pero relevante en el corregimiento El Valle. Los datos históricos de velocidad del viento muestran un patrón estacional claro, con las mayores velocidades promedio registradas durante la época seca (enero-marzo), alcanzando máximos de 4.5 m/s. Aunque estas velocidades promedio no son extremas, la morfología de caldera de El Valle puede generar fenómenos de canalización y aceleración del viento en puntos específicos como abras (abertura entre las montañas formadas por la erosión fluvial) y las cumbres.

Tabla 5 Estación Antón. Históricos Velocidad del Viento
Promedio Anual 2m y 10m

ESTACIÓN ANTÓN (136-002)

Mes	Velocidad del Viento a 2m	Velocidad del Viento a10m
Enero	2.2	3.9
Febrero	2.7	4.5
Marzo	2.8	4.4
Abril	2.4	3.7
Mayo	1.2	2.4
Junio	0.8	1.6
Julio	1	2.2
Agosto	0.8	1.8
Septiembre	0.6	1.4
Octubre	0.6	1.4
Noviembre	0.8	1.8
Diciembre	1.4	2.8

Fuente: elaborado por Ruiz Jaramillo N. (2025). Datos en <https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-históricos>



Gráfica 2 Velocidad del Viento Promedio Anual 2m y 10m. Estación Antón. Años de Registro 56. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

De esta manera, el análisis morfoclimático identifica a la precipitación intensa y estacional como el principal factor detonante para la activación de las amenazas por inundación y movimientos de terreno, cuya susceptibilidad es definida por los factores geológicos y geomorfológicos. El clima ejerce un control de primer orden en la estabilidad de las laderas y la formación de deslizamientos.



Ilustración 5 Imágenes muestran relación morfoclimática



Ilustración 6 Imágenes representativas del microclima del area de estudio

El cambio climático tendrá consecuencias en el comportamiento futuro de las laderas, pero para poder realizar predicciones razonables, es necesario analizar primero la respuesta de las laderas y de los deslizamientos ante las situaciones meteorológicas del presente y pasado.

El estudio de la relación entre el clima y los deslizamientos permite abordar diversos aspectos, pues el aumento de la precipitación conlleva un mayor número de deslizamientos superficiales y corrientes de derrubios, cuyos efectos pueden verse exacerbados por los cambios de uso del suelo y un menor recubrimiento vegetal (Coromidas, 2006). El viento, aunque de menor recurrencia, constituye una amenaza secundaria a considerar en la gestión integral del riesgo.

2.3.5 Hidrografía y Red de Drenaje

La hidrografía constituye el componente más dinámico del geosistema, pues la erosión pluvial transforma el relieve, transporta sedimentos y funciona como la principal vía para la manifestación de la amenaza por inundación. La red de drenaje es la expresión superficial de la interacción entre el clima (precipitación) y la geomorfología (relieve y litología) (Coromidas, 2006). Su análisis no solo permite comprender la configuración de los cauces, sino también la lógica de sus exuberantes bosques de selvas, acumulación y evacuación del agua en el territorio, el cual puede ser revertido a causa del factor antrópico.

El área de estudio presenta una singularidad hidrográfica de importancia regional. A pesar de su reducida extensión, las cumbres que circundan la caldera de El Valle actúan como una divisoria de aguas de primer orden, con drenaje radial dando origen a cinco cuencas hidrográficas de gran relevancia para las provincias centrales y el canal de Panamá. Tal como se puntualiza en la Tabla 6 y se observa en el Mapa 7 Límite de Cuencas y Red de Drenaje, corregimiento El Valle,

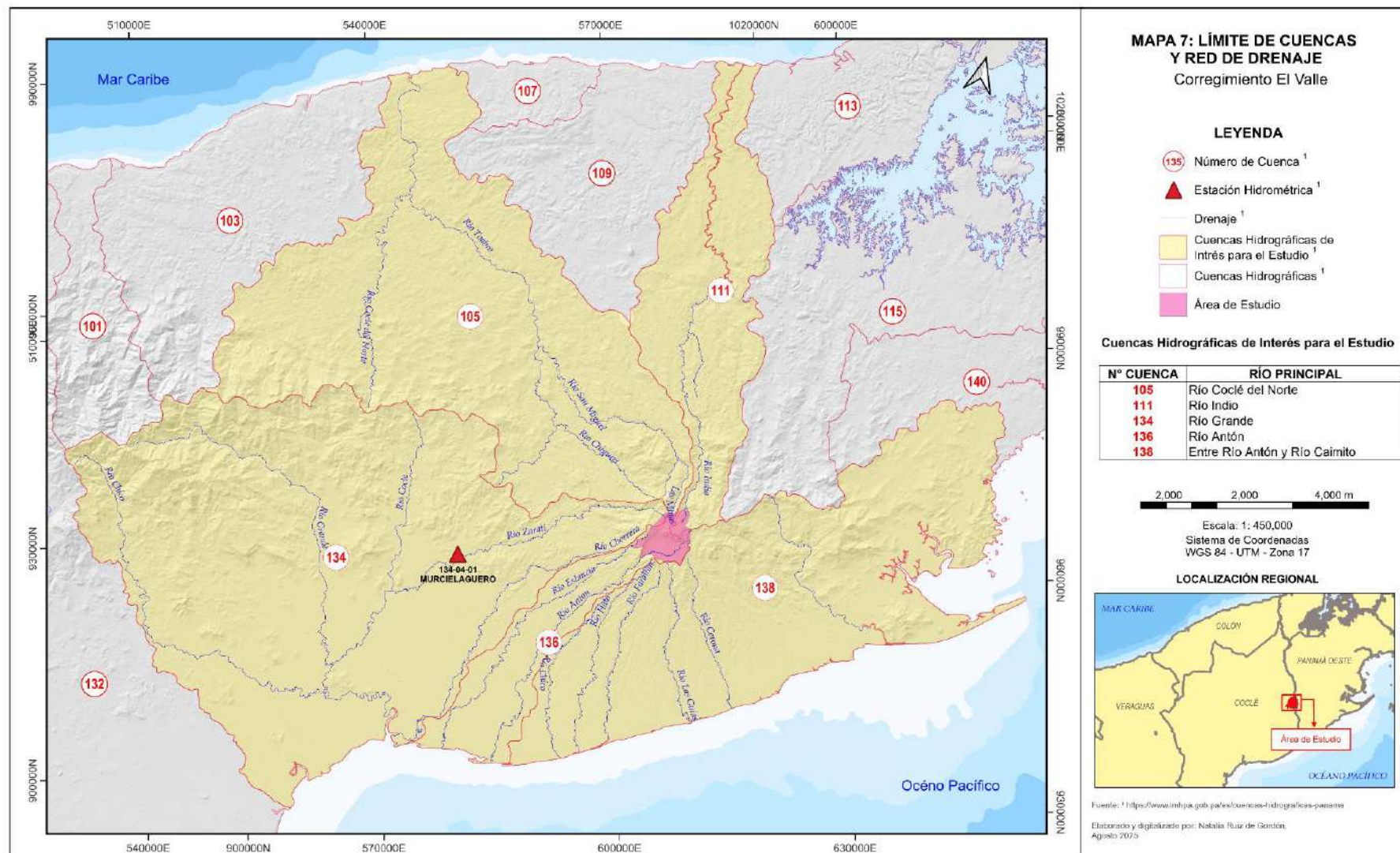
Tabla 6 Cuencas Hidrográficas de Interés para el Estudio

N° CUENCA	RÍO PRINCIPAL	Área de Drenaje Km²
105	Río Coclé del Norte	1710
111	Río Indio	564.4
134	Río Grande	2493
136	Río Antón	291
138	Entre Río Antón y Río Caimito	1476

Fuente: elaborado por Ruiz Jaramillo N. (2025)

Como se detalla en la Tabla 6 y se visualiza en el Mapa 7 Límite de Cuencas y Red de Drenaje, en el área de estudio nacen las cuencas de los ríos Coclé del Norte, Indio, Grande, Antón y entre Antón y Caimito. Este hecho, documentado desde el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (1967-1972), posiciona al corregimiento El Valle como un área de "producción de agua" de importancia estratégica. La conservación de sus ecosistemas de cabecera no solo es fundamental para la sostenibilidad hídrica local, sino que tiene un impacto directo sobre la seguridad hídrica y la mitigación de riesgos en vastos territorios aguas abajo. Esta particularidad subraya la enorme responsabilidad que recae sobre la planificación y el ordenamiento territorial de esta zona y el análisis del paisaje natural (Capdevila, 1981), ya que las decisiones tomadas en el corregimiento El Valle, tienen consecuencias que trascienden ampliamente sus límites administrativos.

A una escala de mayor detalle, el análisis se centra en la red de drenaje centrípeta (interna) de la caldera, la cual determina de manera directa la amenaza por inundación, para los asentamientos humanos y su crecimiento descontrolado. En el Mapa 8 Hidrografía Cuencas de Interés para el estudio. Corregimiento El Valle, ilustra con detalle la configuración hidrográfica interna de la caldera, cuya particularidad y rasgo dominante se representa en un patrón de drenaje radial - centrípeto. Los cursos de agua, incluyendo los actores principales como el río Antón, el río Guaybo y la quebrada Amarilla, que descienden desde las paredes escarpadas de la caldera y convergen hacia el valle.



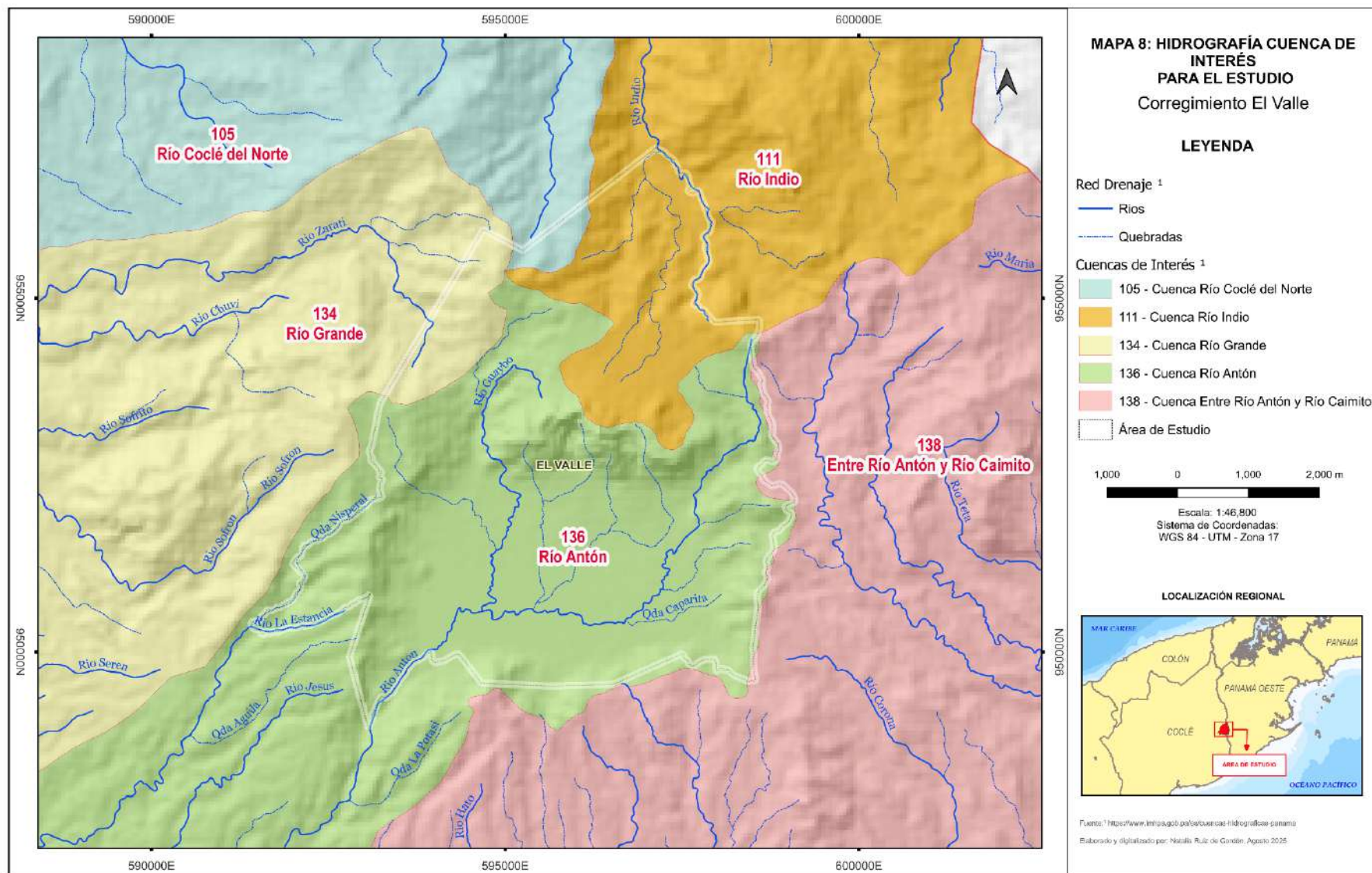
Mapa 7 Límite de Cuencas y Red de Drenaje. Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

El patrón de drenaje radial, común en formaciones geológicas de origen volcánico, fluye erosionando el paisaje en todas las direcciones y el patrón centrípeto al interior de la caldera (común en formaciones lacustres) funciona como un embudo de gran escala que:

- Captura y concentra la esorrentía: durante eventos de precipitación intensa, característicos de la estación lluviosa (ANAM, 2010), toda el agua que cae sobre las laderas es rápidamente canalizada hacia un único punto de salida en la planicie central (río Antón).
- Incrementa la energía y el transporte de sedimentos: el fuerte gradiente de las laderas superiores confiere a los cursos de agua una alta energía, dándoles la capacidad de erosionar los materiales volcánicos poco consolidados y transportar una gran carga de sedimentos (flujos de detritos).
- Exacerba la amenaza en la planicie: al llegar al fondo del valle, la drástica disminución de la pendiente provoca una pérdida abrupta de energía en las corrientes.

Este fenómeno tiene dos consecuencias directas que magnifican el riesgo de inundación:

- Desbordamiento (inundación): la velocidad del flujo disminuye, pero el volumen de agua (caudal) se mantiene alto, lo que provoca que los ríos superen la capacidad de sus cauces y se desborden sobre la llanura aluvial.
- Sedimentación (colmatación): la pérdida de energía causa el depósito masivo de los sedimentos transportados desde las laderas, elevando el lecho de los ríos y reduciendo aún más su capacidad hidráulica, lo que agrava los desbordamientos futuros. (Bloom, 1998)



Mapa 8 Hidrografía Cuencas de Interés para el estudio. Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

El río Antón, es el eje principal del sistema, nace en el Cerro Pílon a 850 msnm y, a lo largo de su recorrido, es alimentado por más de 21 afluentes, registrando un caudal promedio de $Q = 2.85 \text{ m}^3/\text{s}$ (ASEP, 2020) (ver Figura 6)

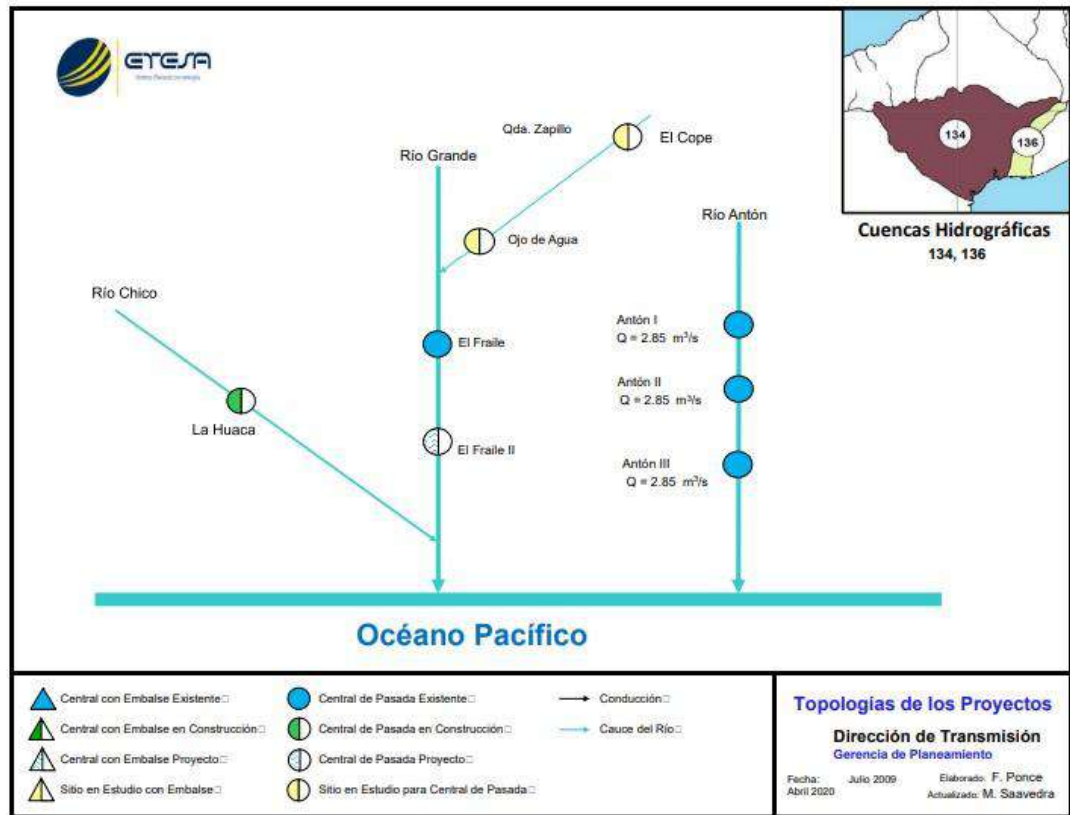


Figura 6 Caudal Río Antón. Fuente: ASEP (2020)

La presencia de geotopos como terrazas aluviales y abanicos de deyección a lo largo de su curso son la evidencia tangible de su capacidad histórica para modelar el paisaje a través de eventos de alta energía, la hidrografía del corregimiento El Valle está definida por una red de drenaje altamente eficiente para concentrar agua y sedimentos en la planicie central. Esta configuración natural, inherente a la morfología de caldera, hace que el fondo del valle sea intrínsecamente susceptible a inundaciones. Cualquier intervención antrópica que impermeabilice el suelo (urbanización), obstruya los cauces o degrade la cobertura vegetal en las laderas (deforestación) no hace más que intensificar este proceso natural, aumentando la frecuencia y magnitud de los eventos de inundación. Por lo tanto,

una gestión del riesgo efectiva debe partir del reconocimiento de esta dinámica hidrográfica como un factor condicionante no modificable, orientando la planificación hacia la gestión del uso del suelo en las áreas de mayor peligrosidad y la conservación de la cobertura de las cuencas de cabecera.

2.3.6 Zonas de Vida, Cobertura Vegetal y Suelos

El análisis de la cobertura vegetal y los suelos constituye el estudio de la "membrana" viva del geosistema. Esta capa, producto de la interacción a largo plazo entre el clima, la litología y el relieve, es un componente dinámico que desempeña un papel crucial en la regulación de los procesos hidrológicos y geomorfológicos. Actúa como una interfase que modula la energía de la precipitación, regula la infiltración y la escorrentía, y confiere estabilidad mecánica al sustrato superficial. Por consiguiente, su estado y caracterización son indicadores directos de la resiliencia (alta cobertura) o fragilidad (reversión por factor antrópico) del territorio frente a las amenazas.

Zonas de Vida (Modelo de Holdridge)

El modelo de Zonas de Vida de Holdridge (1996) es un sistema de clasificación bioclimática global que permite definir el potencial ecológico de un área en función de variables climáticas clave como la biotemperatura y la precipitación. En el área de estudio, este modelo clasifica el territorio en dos zonas de vida principales:

- Bosque muy húmedo Premontano (Bmh-T)
- Bosque Pluvial Premontano (Bp-P). (ANAM, 2010) (ver figura 7).

Estas clasificaciones indican que las condiciones climáticas del corregimiento son propicias para el desarrollo de una cobertura boscosa densa y de alta biodiversidad. El potencial ecológico natural del área es, por tanto, forestal. Este dato es fundamental para la gestión del riesgo, ya que cualquier desviación significativa del uso del suelo respecto a su vocación forestal natural implica una alteración del equilibrio del geosistema y, potencialmente, un incremento de la vulnerabilidad.

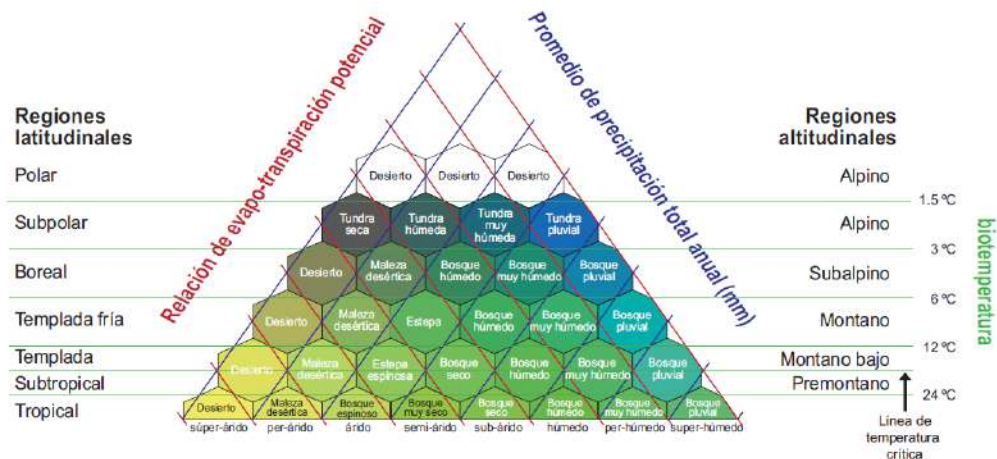


Figura 7 Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1996)

Cobertura Vegetal

Mientras que las zonas de vida describen el potencial, el análisis de la cobertura vegetal actual revela la realidad de la intervención humana en el paisaje. El Mapa 9 Zonas de Vida, representa la distribución actual de la vegetación, muestra una clara zonificación altitudinal y por pendiente, que es el resultado de la interacción entre la aptitud natural del terreno y la presión de la ocupación humana, según Holdridge (1996).

- Bosque Maduro y Secundario Maduro: estas coberturas forestales, incluyen el Bosque Perennifolio Ombrófilo Tropical según la UNESCO (ANAM, 2010), se concentran en las laderas más escarpadas y en las cumbres de la caldera, en altitudes que van desde los 700 a los 1,200 msnm. La presencia de bosque en estas zonas no es casual; responde a que son terrenos con fuertes limitaciones para la agricultura y la urbanización debido a su alta pendiente.



Ilustración 7 Arriba ejemplo de intervención antrópica en zonificación altitudinal Abajo imagen del bosque.

Sin embargo, este ejerce una función reguladora del bosque, ya que esta cobertura forestal desempeña un papel insustituible en la mitigación de riesgos. El dosel del bosque intercepta una parte significativa de la precipitación, reduciendo la energía del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo (erosión por salpicadura). El sotobosque (Holdridge, 1996) y la hojarasca favorecen la infiltración del agua, recargando los acuíferos y disminuyendo el volumen y la velocidad de la escorrentía superficial, lo que reduce directamente el pico de las crecidas en los ríos de la planicie. Finalmente, la densa red de raíces proporciona una cohesión fundamental al suelo, aumentando su resistencia al corte y actuando como un anclaje natural que previene deslizamientos superficiales.

Suelos

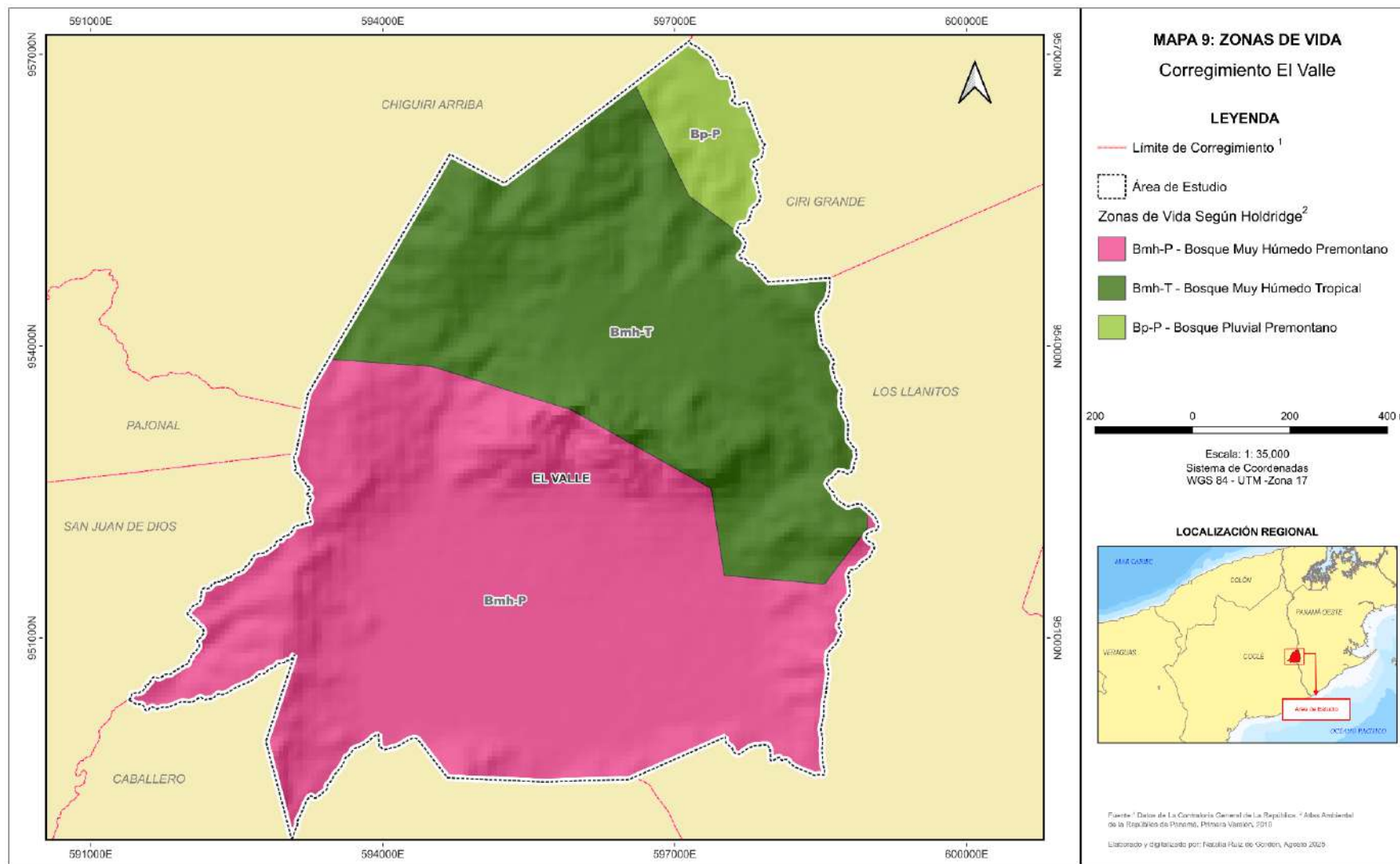
Los suelos del corregimiento, desarrollados a partir de materiales volcánicos (flujos piroclásticos, cenizas, tobas) (ver Figura 4), son el resultado de la intensa meteorización química propia de un clima tropical húmedo.



Ilustración 8 Camino en recorrido del Cerro La India Dormida

El análisis edafológico revela una característica crítica para la planificación del territorio:

- Clasificación de Suelo Tipo VII: Los suelos del área están caracterizados predominantemente como no arables, con severas limitaciones en la selección de plantas, clasificándose como suelo de tipo VII (Holdridge, 1996); (ANAM, 2010). Esta clasificación indica que son suelos no aptos para la agricultura convencional debido a factores como la pendiente pronunciada, la susceptibilidad a la erosión o la escasa profundidad. Su vocación natural es, por tanto, el manejo del bosque, la conservación y la protección.



Mapa 9 Zonas de Vida, Corregimiento El Valle. Por Ruíz Jaramillo N. (2025)

La implicación de esta clasificación para la gestión del riesgo es doble. Por un lado, confirma que la expansión de actividades agropecuarias o urbanas hacia las laderas no solo enfrenta una amenaza por inestabilidad, sino que también se realiza sobre un recurso-suelo que es intrínsecamente inadecuado para tales usos, contraviniendo cualquier principio de ordenamiento territorial sostenible. Por otro lado, la existencia de estos suelos frágiles significa que cualquier alteración de la cobertura vegetal protectora (deforestación) puede desencadenar procesos erosivos acelerados, llevando a una pérdida irreversible del suelo y aumentando la carga de sedimentos en los ríos.

En otras palabras, el manto biótico y edáfico del corregimiento El Valle funciona como un sistema de regulación natural. El bosque, adaptado a las condiciones de alta pendiente y pluviosidad, protege el suelo frágil y regula el ciclo hídrico (Holdridge, 1996). La degradación o eliminación de esta cobertura vegetal, ya sea para la agricultura de subsistencia o para la expansión urbana, no solo elimina una barrera de protección fundamental, sino que convierte activamente a los suelos y laderas en una fuente de riesgo, incrementando la probabilidad de deslizamientos y la magnitud de las inundaciones en la planicie del valle.

2.4. Síntesis Fisiográfica, interrelación de factores y su incidencia en el riesgo

El análisis de los componentes del medio físico-natural, presentado en las secciones anteriores, revela que el riesgo en el corregimiento de El Valle no es un fenómeno aleatorio, sino el resultado predecible de la interacción sistémica (Mateo Rodríguez & da Silva, 2007) de un conjunto de características fisiográficas. La singularidad de su geosistema, forjado por una historia volcánica, es la fuente tanto de su atractivo paisajístico como de su inherente peligrosidad. Esta sección tiene como objetivo sintetizar la información expuesta para construir un entendimiento integrado de cómo la convergencia de la geología, el relieve, el clima y la hidrografía configura las amenazas naturales predominantes en el territorio.

La caldera volcánica actúa como el gran elemento estructurador del paisaje y, por ende, del riesgo. Su morfología: fondo de valle plano rodeado por un anillo de laderas escarpadas, establece una separación fundamental que domina la dinámica del geosistema. Esta dualidad explica, por un lado, la concentración histórica del asentamiento humano en la planicie (Guevara & Samudio, 2021) y, por otro, la distribución espacial de las amenazas naturales y antrópicas.

La suma de los factores analizados permite construir una cadena causal que explica la génesis del riesgo de la siguiente manera:

- El sustrato geológico, compuesto por materiales piroclásticos poco consolidados y rocas volcánicas fracturadas, ofrece una base de baja competencia geotécnica, altamente susceptible a la meteorización y a la pérdida de cohesión cuando se satura de agua (Guinau, 2007).
- La morfometría del relieve superpone a este sustrato débil un factor de energía: pendientes que superan frecuentemente el 30% en las laderas de la caldera, creando condiciones de inestabilidad gravitacional permanentes (Rivera, 2022).
- El régimen climático introduce el factor detonante: un patrón de lluvias de monzón (Am) que concentra más de 3000 mm de precipitación anual en una estación lluviosa intensa y prolongada, proveyendo el agua necesaria para saturar los suelos y desencadenar los procesos de inestabilidad (ANAM, 2010).
- La red hidrográfica, con su patrón radial centrípeto, funciona como un sistema de transporte altamente eficiente que canaliza la escorrentía y los sedimentos desde las laderas inestables hacia la planicie central, concentrando la amenaza de inundación y flujos de detritos en el fondo del valle. El aporte de sedimentos está determinado por la frecuencia, el volumen y el calibre del material que llega al cauce. (Bloom, 1998)

Finalmente, la cobertura vegetal y los suelos de vocación forestal actúan como un sistema regulador que, al ser degradado por la acción antrópica, pierde su capacidad de mitigar la erosión y regular la escorrentía, amplificando la magnitud de los eventos peligrosos.

La fisiografía de El Valle de Antón establece la interacción de un sustrato geológico inestable y un relieve de alta pendiente (factores condicionantes), que a su vez es activada por un régimen de lluvias intenso y estacional (factor detonante), y canalizada por un sistema de drenaje convergente. La ocupación humana, al alterar la cobertura vegetal e instalarse en las zonas de mayor peligrosidad, no solo se expone a este riesgo, sino que activamente lo magnifica. (Caram & Perez, 2006)

2.4.1. Modelo Conceptual de la Interacción, factores condicionantes y detonantes

Para estructurar la síntesis anterior dentro de un marco técnico formal, se recurre al modelo conceptual de la gestión integral del riesgo. Este enfoque distingue entre los factores condicionantes, que definen la susceptibilidad del territorio, y los factores detonantes, que actúan como disparadores de los eventos peligrosos (Moya, 2015). El riesgo se materializa en la convergencia espacio-temporal de estos factores con los elementos expuestos.

Factores condicionantes, susceptibilidad del territorio

Son las características intrínsecas y relativamente permanentes del geosistema de El Valle que lo hacen propenso a las amenazas. La superposición de los mapas temáticos analizados permite identificar los siguientes factores condicionantes clave:

- Condicionante Geológico-Litológico: la predominancia de rocas piroclásticas (tobas, cenizas, ignimbritas) y sedimentos no consolidados, que presentan baja resistencia al corte y alta susceptibilidad a la meteorización y la erosión. Es el factor que define la "debilidad" del material.

- Condicionante Geomorfológico-Morfométrico: la morfología de caldera, que crea una dicotomía espacial de riesgo:
 En las laderas: altas pendientes (>15% y >30%) que generan una elevada energía potencial y favorecen los movimientos gravitacionales.
 En la planicie: relieve plano (<5%) que dificulta el drenaje, promoviendo la acumulación de agua y la sedimentación.
- Condicionante Hidrográfico: el patrón de drenaje radial y centrípeto que actúa como un sistema colector y concentrador de los flujos de agua y sedimentos desde las laderas hacia la planicie central

Factores detonantes o los desencadenantes de eventos

Son los fenómenos de origen externo que, al actuar sobre el territorio susceptible, disparan los procesos desastrosos. Para el corregimiento El Valle, se identifican principalmente:

- Detonante Hidrometeorológico Principal (Precipitación): no se trata de la lluvia en general, sino de eventos específicos definidos por su intensidad y duración. La estacionalidad del clima (Am) concentra la amenaza en la estación lluviosa, con eventos de precipitación intensa y prolongada (superiores a 240 mm en un día, como lo documenta Gutiérrez, 2009) o lluvias acumuladas durante varios días, que saturan el suelo y actúan como el principal disparador de deslizamientos e inundaciones.
- Detonante Secundario (Sismicidad): aunque no es el foco principal, la ubicación de Panamá en una región tectónicamente activa implica que un sismo de magnitud considerable podría actuar como un detonante catastrófico, para la desestabilización masiva de las laderas volcánicas ya inestables.

Factor Antrópico como agente modificador y amplificado



La actividad humana no es un factor natural, pero juega un rol fundamental en la construcción del riesgo (Cardona, 2001); (Lavel & Maskrey, 2014).

La deforestación de cuencas altas amplificaría la intensidad del proceso geomorfológico con una erosión pluvial intensa al no tener una cobertura vegetal fuerte, el proceso sería inmenso.

Ilustración 9 La foto muestra la presencia del factor antrópico.

En el corregimiento El Valle, la intervención antrópica actúa como un agente que modifica y amplifica los factores de riesgo preexistentes, a través de:

- Deforestación y cambio de uso del suelo: la eliminación de la cobertura boscosa en las laderas reduce la capacidad del suelo para retener agua y cohesión, disminuyendo el umbral de lluvia necesario para detonar un deslizamiento.
- Ocupación de zonas de amenaza: la construcción de viviendas e infraestructura en la llanura de inundación (riberas de los ríos) y en el piedemonte (conos de deyección) incrementa directamente la exposición.
- Cortes de talud y alteración del drenaje: la construcción de carreteras y caminos en las laderas crea taludes artificiales inestables y altera los patrones de drenaje natural, concentrando la escorrentía en puntos específicos y creando nuevas condiciones de riesgo. El modelo conceptual del riesgo para el corregimiento

El Valle, se define por la convergencia de factores condicionantes geológicos y geomorfológicos de alta peligrosidad, que son activados periódicamente por un factor detonante morfoclimático bien definido, y cuya magnitud y consecuencias son exacerbadas por un modelo de ocupación del suelo, que considera estas dinámicas naturales.

2.4.2. Zonificación Fisiográfica

El análisis integrado de los componentes del geosistema permite trascender la descripción de factores aislados para llegar a una zonificación del territorio basada en su susceptibilidad inherente a las amenazas. La zonificación fisiográfica de la amenaza es el proceso mediante el cual se delimitan áreas geográficas homogéneas en función de la convergencia de factores condicionantes (geología, pendiente, etc.) que determinan una mayor o menor propensión a ser afectadas por un evento detonante. (Rodríguez M. &, 2020).

Este ejercicio no evalúa el riesgo en su totalidad (ya que no incluye un análisis detallado de la vulnerabilidad de los elementos expuestos), pero sí constituye el mapa fundamental de peligrosidad, identificando objetivamente dónde es más probable que ocurran los fenómenos peligrosos.

Para el corregimiento El Valle, la superposición de los análisis geológico, geomorfológico, morfométrico y climático, nos permite delimitar tres zonas principales de susceptibilidad, cada una definida por una combinación particular de factores y, por tanto, por un tipo de amenaza predominante.

Zonas de Alta Susceptibilidad a Movimientos de Terreno (deslizamientos, flujos de detritos, caídas de rocas)

Estas zonas corresponden a las laderas internas y externas de la caldera volcánica. Se caracterizan por la combinación crítica de los principales factores condicionantes para la inestabilidad:

- Geología: predominio de las formaciones El Valle y Tucué, compuestas por materiales piroclásticos poco consolidados, lavas fracturadas y suelos residuales de baja cohesión.
- Morfometría: pendientes que van de moderadamente escarpadas a muy escarpadas, superando consistentemente el 15% y a menudo el 30%.
- Geomorfología: corresponden a las unidades de Ladera de Caldera y Formación Escarpada, que por su génesis son intrínsecamente inestables.
- Localización geográfica: incluye principalmente las faldas de los cerros La India Dormida, Pajita, Gaital y Caracoral. Coinciden con las áreas de "Formas de Origen Volcánico" y "Denudativo" del Mapa 3 Geomorfología, corregimiento El Valle.
- Dinámica del peligro: en estas zonas, la principal amenaza es la ocurrencia de movimientos en masa, detonados por las lluvias intensas de la temporada lluviosa. La expansión urbana no planificada hacia estas áreas, documentada en el análisis de uso del suelo, representa un proceso de riesgo, exponiendo nuevas viviendas e infraestructuras a una amenaza de alta peligrosidad. (Lavel, 1996)

Zonas de Alta Susceptibilidad a Inundación y Procesos Fluviales

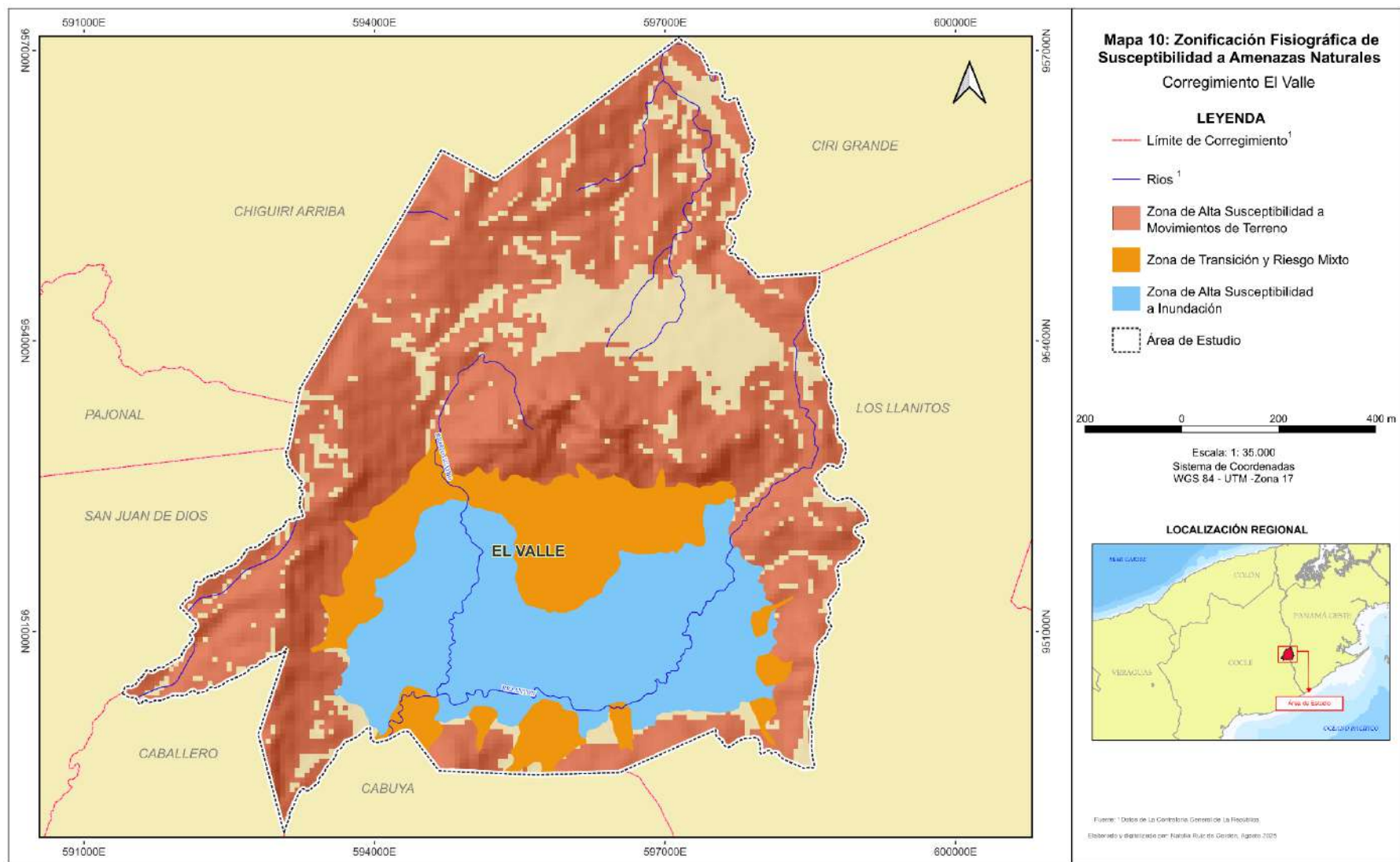
Estas zonas comprenden la planicie central del valle, conformada por los corredores fluviales principales y su llanura de inundación asociada. Su susceptibilidad está definida por:

- Geomorfología: corresponden a las unidades de "Llanura Aluvial" y "Piso de Caldera", que son geoformas de acumulación, es decir, son el resultado de eventos de inundación y sedimentación pasados.
- Hidrografía: son las áreas de recepción de la red de drenaje radial, que concentran la escorrentía de toda la cuenca.

- Morfometría: pendientes bajas (<5%) que reducen la velocidad del flujo, favorecen el desbordamiento de los cauces y el anegamiento prolongado.



Ilustración 10 En la parte superior: conjunto de la formación pre-caldera área Cerro la India, con drenaje de afluente en la parte alta de la cuenca del río Antón y parte baja de la imagen: se muestran geoformas de recepción y acumulación



Mapa 10 Zonificación Fisiográfica de Susceptibilidad a Amenazas Naturales. Corregimiento El Valle. Ruíz N. (2025)

- Localización geográfica: incluyen los márgenes inmediatos y las áreas adyacentes a los ríos Antón, Guaybo y la quebrada Amarilla, especialmente en las secciones que atraviesan el núcleo urbano del corregimiento.
- Dinámica del peligro: la amenaza principal es la inundación por desbordamiento fluvial. La ocupación histórica y la continua densificación de estas áreas (como se evidencia en la Figura 8 representan una alta exposición acumulada. La invasión de la servidumbre de aguas (Decreto 055, 1973) o fluvial ("Bosques de Galería" según el Plan Normativo (2001) ha reducido la capacidad natural de los ríos para regular sus crecidas, exacerbando el riesgo.

Zonas de Transición y Peligrosidad Mixta (conos de deyección y piedemonte)

Estas áreas son geoformas de transición ubicadas en el contacto entre las laderas escarpadas y la planicie del valle. Combinan características y peligros de ambas zonas:

- Génesis: son conos de deyección, formados por la acumulación de detritos transportados por flujos torrenciales que descienden de las quebradas de montaña.
- Morfometría: presentan pendientes intermedias (5-15%) que, si bien son menos pronunciadas que las laderas, son suficientes para permitir flujos de detritos y deslizamientos superficiales.
- Localización geográfica: se ubican en las desembocaduras de las quebradas que descienden de los cerros, en la periferia del núcleo urbano principal.
- Dinámica del Peligro: estas zonas están expuestas a una peligrosidad mixta y compleja. Son simultáneamente el punto final (zona de depósito) de los flujos de detritos que se originan en las laderas, y el punto inicial (cabecera de la llanura) de las inundaciones. La ocupación de estas áreas es particularmente crítica porque expone a los asentamientos a procesos de alta energía y rápida ocurrencia.

Esta zonificación fisiográfica del paisaje constituye el diagnóstico fundamental que sirve como punto de partida para el siguiente capítulo, en el cual se analizará cómo y dónde la población y la infraestructura (el elemento expuesto) se superponen con estas zonas de amenaza, a través de los sistemas de información geográfico SIG el corregimiento El Valle.

CAPITULO 3
GEOGRAFÍA HUMANA Y SU EXPOSICIÓN AL RIESGO, EN EL
CORREGIMIENTO EL VALLE

Geografía Humana, Planificación y Exposición al Riesgo en el Corregimiento El Valle

Una vez caracterizado el escenario fisiográfico y las amenazas naturales inherentes al corregimiento El Valle, incorporamos en el análisis la dimensión humana y social, considerando que el riesgo de desastres no es simplemente la manifestación de un fenómeno natural (Wilchex Chaux, 2008), sino el resultado de la compleja interacción entre una amenaza y una población vulnerable expuesta (ONU, 2015) (Cardona, 2001). Por lo tanto, comprender quién habita el territorio, cómo lo explota y usa; y bajo qué marcos normativos se ampara, es fundamental para evaluar la propensión a sufrir daños y pérdidas materiales y humanas.

Este capítulo tiene como objetivo fundamental analizar la interrelación entre la población del corregimiento El Valle, sus patrones de asentamiento y el marco de planificación territorial, para evaluar de manera integral su exposición y vulnerabilidad frente a las amenazas naturales identificadas, principalmente inundaciones y movimientos de terreno. Se busca responder no solo a la pregunta de *dónde* puede ocurrir un evento, sino a *quién* afectaría, *cuál* es su impacto y *por qué* es susceptible de ser afectado, es decir comunidades y ecosistemas que interactúan en un determinado espacio y tiempo para conformar eso que llamamos territorio.

Para la caracterización del elemento expuesto, se realiza un análisis de la composición y dinámica sociodemográfica de la comunidad, con el fin de identificar sus características intrínsecas y se establece el marco conceptual que define los componentes del riesgo: exposición y vulnerabilidad, útiles para el análisis. A continuación, se examina la ocupación real del territorio, describiendo la distribución espacial de los asentamientos y el uso del suelo actual. Este análisis de la realidad se contrasta con el instrumento de planificación formal vigente, el Plan Normativo 2001, para evaluar su pertinencia y aplicación como herramienta de gestión prospectiva del riesgo.

3.1. Caracterización Demográfica y Social

La cantidad de personas, su distribución en el territorio y sus características intrínsecas constituyen el factor central que determina la magnitud potencial de un desastre (Jerez Ramírez, 2015). Reconocer la demografía de una comunidad es el primer paso para evaluar su vulnerabilidad social, identificar los grupos más susceptibles y dimensionar la escala de las posibles afectaciones, por lo cual el análisis de la composición y dinámica poblacional del corregimiento El Valle, es la base para entender su exposición y vulnerabilidad ante las características fisiográficas y amenazas circundantes.

3.1.1. Población Total, Densidad y Crecimiento Poblacional

Según los datos oficiales del XII Censo de Población y VIII de Vivienda, la población empadronada en el corregimiento El Valle es de 7,595 habitantes (INEC, 2020) (ver Figura 8). Cuantificar la magnitud de la población asentada en el área de estudio, se constituye en el punto de partida para cualquier análisis de exposición.



Figura 8 Indicadores de Población, Censos Nacionales de Población y Vivienda. Corregimiento El Valle Fuente: INEC (2023)

Este dato, al ser comparado con registros censales anteriores que cifraban la población en 5,584 habitantes (INEC, 2020), revela un incremento sustancial de 2,011 personas en una década, lo que representa un crecimiento poblacional aproximado del 36%. Esta dinámica de crecimiento acelerado es un factor determinante en la gestión del riesgo, ya que implica una creciente presión demográfica sobre el territorio.

Dicho aumento poblacional se traduce, inevitablemente, en una expansión de la mancha urbana y en la demanda de nuevas áreas para la construcción de viviendas e infraestructura, lo que puede conducir a la ocupación de zonas con mayor susceptibilidad a amenazas naturales si no es gestionado mediante una planificación territorial prospectiva.

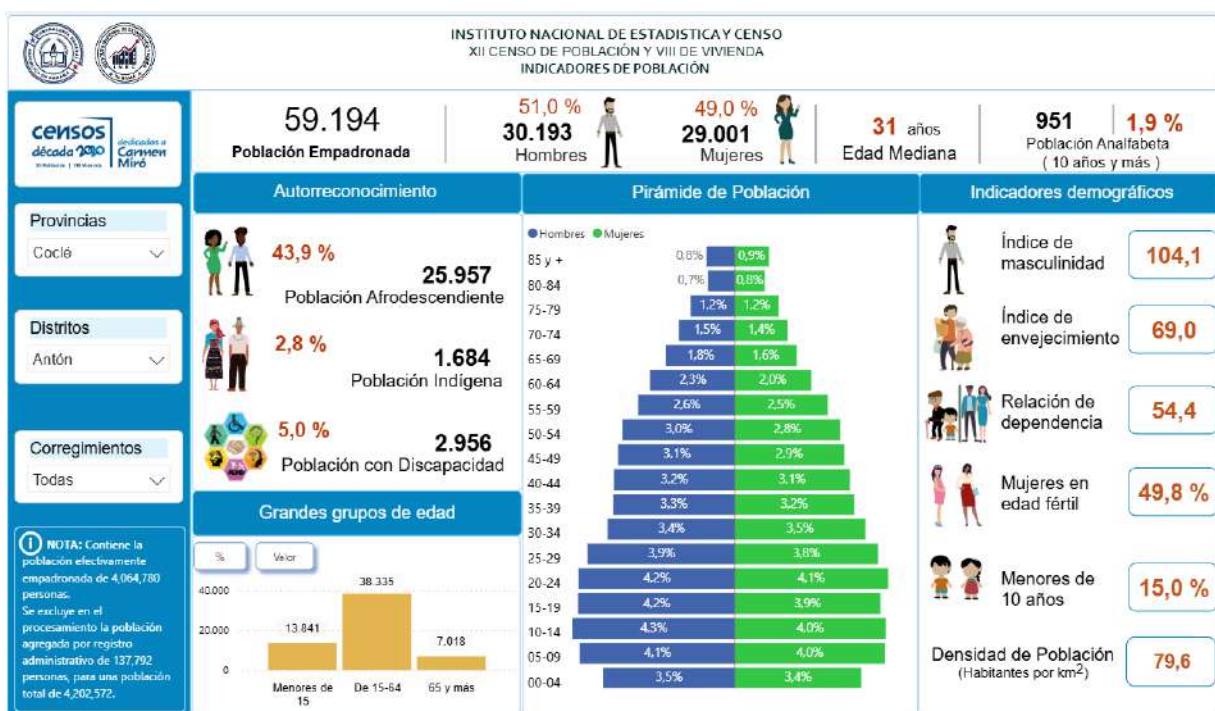


Figura 9 Indicadores de Población, Censos Nacionales de Población y Vivienda. Distrito de Antón.
Fuente: INEC (2023)

El corregimiento El Valle presenta una densidad de población de 217.0 hab/km², (INEC, 2020). Esta cifra es notablemente elevada si se la contrasta con las

densidades a otras escalas administrativas: es 3.5 veces superior a la del distrito de Antón (79.6 hab/km²), cuatro veces la de la provincia de Coclé (54.3 hab/km²) y superior cuatro veces a la densidad promedio de la República de Panamá (53.6 hab/km²). Una densidad tan alta magnifica el riesgo de manera exponencial; en caso de materializarse un evento adverso, una mayor concentración de personas y bienes en un área geográfica limitada implica un potencial significativamente mayor de pérdidas humanas, daños a la infraestructura y dificultades logísticas para la evacuación y la respuesta de emergencia (Villagrán De León, 2003)

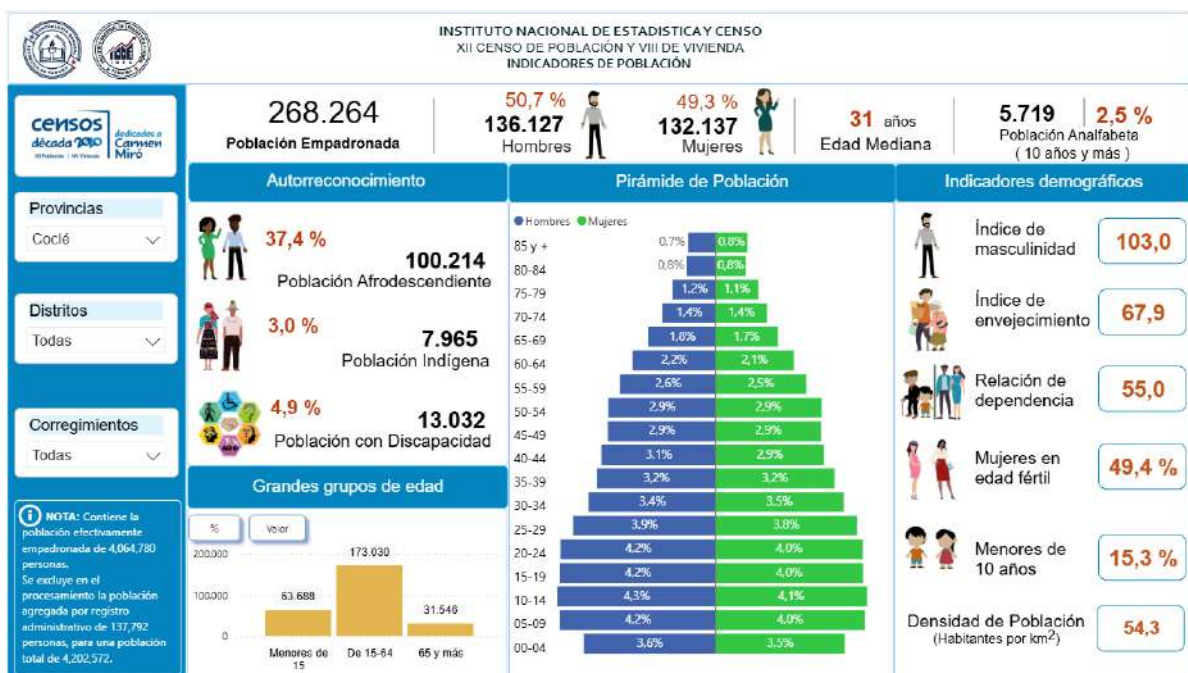


Figura 10 indicadores de Población, censos nacionales de Población y Vivienda. Provincia de Coclé. Fuente INEC (2023)

El crecimiento rápido y la mayoría de las veces mal orientado provoca el surgimiento de barrios desprovistos de equipamiento, en lugares susceptibles (Pujol & Pitti, 2011) con distribución de población no homogénea en el territorio del corregimiento. La morfología de caldera volcánica condiciona un paisaje con una planicie central rodeada de laderas escarpadas. Históricamente, los asentamientos humanos se han concentrado en la planicie, aprovechando su topografía más favorable. Sin embargo, la presión demográfica evidenciada por el

crecimiento poblacional reciente sugiere una dinámica de expansión hacia las laderas circundantes.

Esta ocupación de terrenos con pendientes pronunciadas, representa un incremento directo de la exposición de la población a amenazas por movimientos de terreno, configurando un escenario de riesgo en constante evolución que demanda un análisis detallado y una planificación rigurosa.

3.1.2. Estructura Demográfica

El análisis de la estructura demográfica de población es el componente crítico en la evaluación de la vulnerabilidad social. (Wilchex Chaux, 2008). La composición por edad y sexo no solo define el perfil de una comunidad, sino que también permite identificar segmentos de la población que, por sus características intrínsecas, presentan una mayor susceptibilidad a sufrir daños o enfrentar dificultades durante un desastre (Cardona, 2001). Estos grupos, como los niños, los ancianos y, en ciertos contextos, las mujeres, requieren consideraciones especiales en la planificación de la preparación, la respuesta y la recuperación.

La población del corregimiento El Valle se distribuye de manera relativamente equilibrada por género, con un ligero predominio masculino. Del total de 7,595 habitantes, el 51.0% (3,871) son hombres y el 49.0% (3,724) son mujeres. Esto se refleja en un índice de masculinidad de 103.9, lo que indica que existen aproximadamente 104 hombres por cada 100 mujeres en la comunidad (INEC, 2020) Si bien esta distribución no presenta un desequilibrio extremo, es un factor a considerar en el análisis social del riesgo, ya que los roles de género pueden influir en la exposición, la percepción del riesgo y la capacidad de respuesta durante una emergencia.

El análisis de la estructura por edad, visible en la pirámide de población, revela que el corregimiento El Valle posee una población predominantemente joven y en edad productiva. La pirámide presenta una base ancha que se estrecha

gradualmente hacia la cúspide, un perfil característico de poblaciones en crecimiento. La segmentación en grandes grupos de edad confirma esta estructura: 1,634 personas son menores de 15 años (21.5% del total), 5,055 personas se encuentran en el rango de 15 a 64 años (66.5%), y 906 personas tienen 65 años o más (11.9%).

Desde la perspectiva de la gestión de riesgos, esta distribución tiene una doble implicación. Por un lado, la suma de la población infantil y la población de la tercera edad constituye un 33.4% del total, es decir, un tercio de la comunidad se encuentra en los rangos de edad con mayor dependencia y vulnerabilidad, pues menores de cinco años y los adultos mayores suelen tener menor movilidad y mayores necesidades de asistencia, lo que los hace particularmente susceptibles durante eventos de evacuación o en las fases posteriores a un desastre (ONU, 2015). Por otro lado, la existencia de un 66.5 % de población en edad de trabajar representa una significativa capacidad instalada en la comunidad, fundamental para las labores de respuesta, rescate y reconstrucción.

Este valor indica que por cada 100 personas en edad productiva, existen aproximadamente 50 personas en edad dependiente (niños y ancianos). Esta relación se cuantifica, a través del indicador de relación de dependencia, que se sitúa en 50.2 según el INEC (2024). En un contexto de desastre, este dato es crucial, ya que sugiere que una parte considerable de la fuerza de respuesta potencial (la población activa) estará directamente ocupada en el cuidado y protección de sus familiares dependientes, lo que debe ser considerado en la planificación de la respuesta comunitaria y la asignación de recursos de emergencia. Adicionalmente, el índice de envejecimiento es de 77.1, lo que refleja una presencia sustancial de población de la tercera edad, un grupo con vulnerabilidades específicas de salud y movilidad que debe ser priorizado en cualquier estrategia de gestión de riesgos.

3.2. Patrones de Asentamiento y Uso del Suelo

La caracterización demográfica de una población adquiere su plena relevancia para la gestión del riesgo cuando se analiza su manifestación física en el territorio. Los patrones de asentamiento, el tipo de vivienda y la disponibilidad de servicios básicos no solo reflejan la forma en que una comunidad ocupa su espacio, sino que también constituyen la expresión tangible de su vulnerabilidad física e institucional (Wilches-Chaux, 1993). Esta sección describe la tipología y distribución de los asentamientos en el corregimiento El Valle, analizando el parque habitacional y el acceso a servicios como indicadores directos de la susceptibilidad de la comunidad a sufrir daños ante un evento adverso.

3.2.1. Tipología y Distribución de las Viviendas

El análisis del parque habitacional del corregimiento El Valle, basado en los datos del Censo de 2020 (ver Figura 9), revela una estructura de asentamiento particular que es clave para comprender su perfil de riesgo.



Figura 11 Indicadores de Viviendas y de Hogares. Corregimiento El Valle. Fuente: INEC (2023)

Según los datos censales, en el corregimiento existen 3,455 viviendas particulares, de las cuales 2,055 se encuentran ocupadas por una población de 7,561 personas. La notable diferencia entre el número total de viviendas y las viviendas ocupadas permanentemente (una diferencia de 1,400 unidades) evidencia una de las características socioeconómicas más distintivas del área: su fuerte componente como destino turístico y de segunda residencia.



Ilustración 11 Imagen muestra tipología de vivienda de segunda residencia

Esta dualidad implica que casi un 40% del parque habitacional puede permanecer desocupado durante largos periodos, lo que tiene consecuencias directas en la gestión de emergencias, la evaluación de daños y la implementación de sistemas de alerta temprana.

En cuanto a la tipología de la vivienda, el patrón de asentamiento es abrumadoramente de baja densidad. Un total de 3,429 viviendas son clasificadas como individuales, lo que representa el 99.2% del total. La presencia de apartamentos o cuartos en casas de vecindad es marginal.

Este patrón confirma un modelo de desarrollo basado en viviendas unifamiliares, a menudo en lotes de terreno extensos, coherente con el carácter residencial y turístico del corregimiento. Sin embargo, un dato de crucial importancia para la evaluación de la vulnerabilidad es la existencia de 12 viviendas clasificadas como improvisadas (INEC, 2020)



Ilustración 12 Imagen muestra tipología de asentamientos espontáneos



Ilustración 13 Imagen de vivienda en ladera

Aunque numéricamente minoritarias, estas estructuras representan focos de vulnerabilidad física extrema, ya que por su naturaleza constructiva poseen una resistencia mínima ante amenazas como movimientos en masa, vientos fuertes, sismos o inundaciones, y suelen estar asociadas a los segmentos más pobres y socialmente vulnerables de la población. Las carencias en la vivienda son indicadores directos que permiten cuantificar la vulnerabilidad física y sanitaria de la población. Los datos revelan la existencia de déficits significativos en condiciones básicas de habitabilidad.

Se registran 56 viviendas con piso de tierra, una condición que no solo refleja pobreza, sino que también incrementa la vulnerabilidad ante inundaciones y la exposición a enfermedades. De manera aún más crítica, se identifican 25 viviendas sin acceso a agua potable y 76 sin servicio sanitario.



Ilustración 14 Imagen de la comunidad la Compañía

La falta de estos servicios básicos es un factor que agrava exponencialmente el riesgo, ya que en un escenario postdesastre, la carencia de agua segura y saneamiento adecuado puede desencadenar brotes epidémicos, convirtiendo un evento físico en una crisis de salud pública (Jerez Ramírez, 2015)



Adicionalmente, 82 viviendas carecen de luz eléctrica, lo que limita el acceso a información y comunicación, elementos vitales durante una emergencia. Finalmente, el hecho de que 122 hogares cocinen con leña no solo es un indicador socioeconómico, sino que también introduce un riesgo secundario de incendios y problemas respiratorios.

Ilustración 15 Comunidad barrio La Pintada

En contraste, el análisis de la disponibilidad de servicios básicos también muestra un distanciamiento institucional. Aunque 1,895 hogares utilizan energía limpia para cocinar (gas o electricidad), es notable que el servicio de recolección de basura solo llega a 1,316 de las 2,055 viviendas ocupadas. Esta carencia en la cobertura (aproximadamente un 36% de los hogares sin servicio formal) implica que una parte considerable de los residuos sólidos no es gestionada adecuadamente, lo que puede contribuir a la contaminación de los cuerpos de agua y a la obstrucción de los drenajes naturales, exacerbando así la amenaza por inundación en las zonas bajas del corregimiento.

3.2.2 Dinámicas de Expansión Urbana y Ocupación del Suelo

El análisis de la ocupación del territorio va más allá de una descripción estática de la vivienda y debe considerar su dinámica espacial y temporal. La forma en que una comunidad crece y se expande en el paisaje es uno de los factores que más directamente incide en la creación de nuevas condiciones de riesgo (Lavel & Maskrey, 2014). En el corregimiento El Valle, esta dinámica está marcada por la interacción entre el desarrollo de su vocación turística y residencial y las limitantes físicas que impone su singular geomorfología de caldera volcánica.

El análisis comparativo de los mapas 11 y 14 acerca Cobertura y uso de La Tierra entre los años 2012 y 2021 proporciona una evidencia clara sobre las tendencias de expansión urbana en el corregimiento. Como se observa en los mapas de cobertura, el "Área Poblada", representada por el polígono rojo, constituye el núcleo del asentamiento humano y se concentra de manera predominante en la planicie central del valle, el área topográficamente más apta para la construcción. Sin embargo, la comparación entre ambos periodos revela una consolidación y densificación de esta mancha urbana.

El Mapa 11 de Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra – 2012, muestra un área poblada considerable, pero con fragmentos internos de "Rastrojo y vegetación arbustiva" y "Pasto", lo que sugiere una ocupación menos compacta. En contraste, el Mapa 14 de Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra – 2021, evidencia cómo gran parte de esos espacios internos han sido absorbidos por el polígono rojo del "Área Poblada" y la "Infraestructura", indicando un proceso de densificación urbana en el centro del corregimiento.

Más significativo para el análisis de riesgo es la expansión de los asentamientos más allá de la planicie. Se observa una tendencia de crecimiento hacia las laderas de las formaciones montañosas que circundan el valle, particularmente hacia el oeste y noroeste, en dirección a los cerros India Dormida y Pajita. En el Mapa 14 es visible cómo las áreas de "Pasto" y "Rastrojo y vegetación arbustiva" (amarillo y verde claro) actúan como una zona de transición entre el núcleo urbano y las áreas de "Bosque Latifoliado", y es precisamente en esta franja de transición donde se concentra el nuevo crecimiento.

Esta expansión hacia zonas de mayor pendiente, que fisiográficamente corresponden a laderas de origen volcánico y denudativo (ver Mapa 3), es un factor crítico en la construcción del riesgo. Estas áreas son intrínsecamente más susceptibles a procesos de inestabilidad, como deslizamientos, flujos de detritos y erosión hídrica. La transformación de coberturas de pasto o rastrojo a suelo

urbanizado en estas zonas no solo expone a las nuevas edificaciones y a sus habitantes a una amenaza directa, sino que también puede alterar el régimen hidrológico local, incrementando la escorrentía superficial y exacerbando el riesgo de inundación en las partes más bajas del corregimiento (Gómez Rojas, Arredondo, & Ortega, 2007). Este patrón de crecimiento, por lo tanto, ilustra un proceso activo de creación de nuevas condiciones de riesgo que debe ser el foco principal de los instrumentos de planificación y regulación territorial.

3.3. Marco Conceptual para el Análisis del Riesgo

Para el análisis de riesgo se requieren además de la descripción de las amenazas físicas y la cuantificación de la población, una base teórica que permita comprender y analizar la compleja interacción entre los fenómenos naturales y las condiciones sociales, económicas e institucionales de una comunidad (Cardona, 2001) (Villagrán De León, 2003). Este enfoque estructurado es indispensable para pasar de la simple constatación de un peligro a la evaluación integral del riesgo, y de ahí, a la formulación de estrategias efectivas para su gestión. Por ello, se adoptan las definiciones y enfoques consolidados en la literatura académica especializada y en los marcos internacionales de referencia en gestión integral de riesgo, principalmente el (ONU, 2015). El objetivo es definir con precisión los componentes del riesgo, garantizando la solidez metodológica y la coherencia del análisis aplicado al corregimiento El Valle.

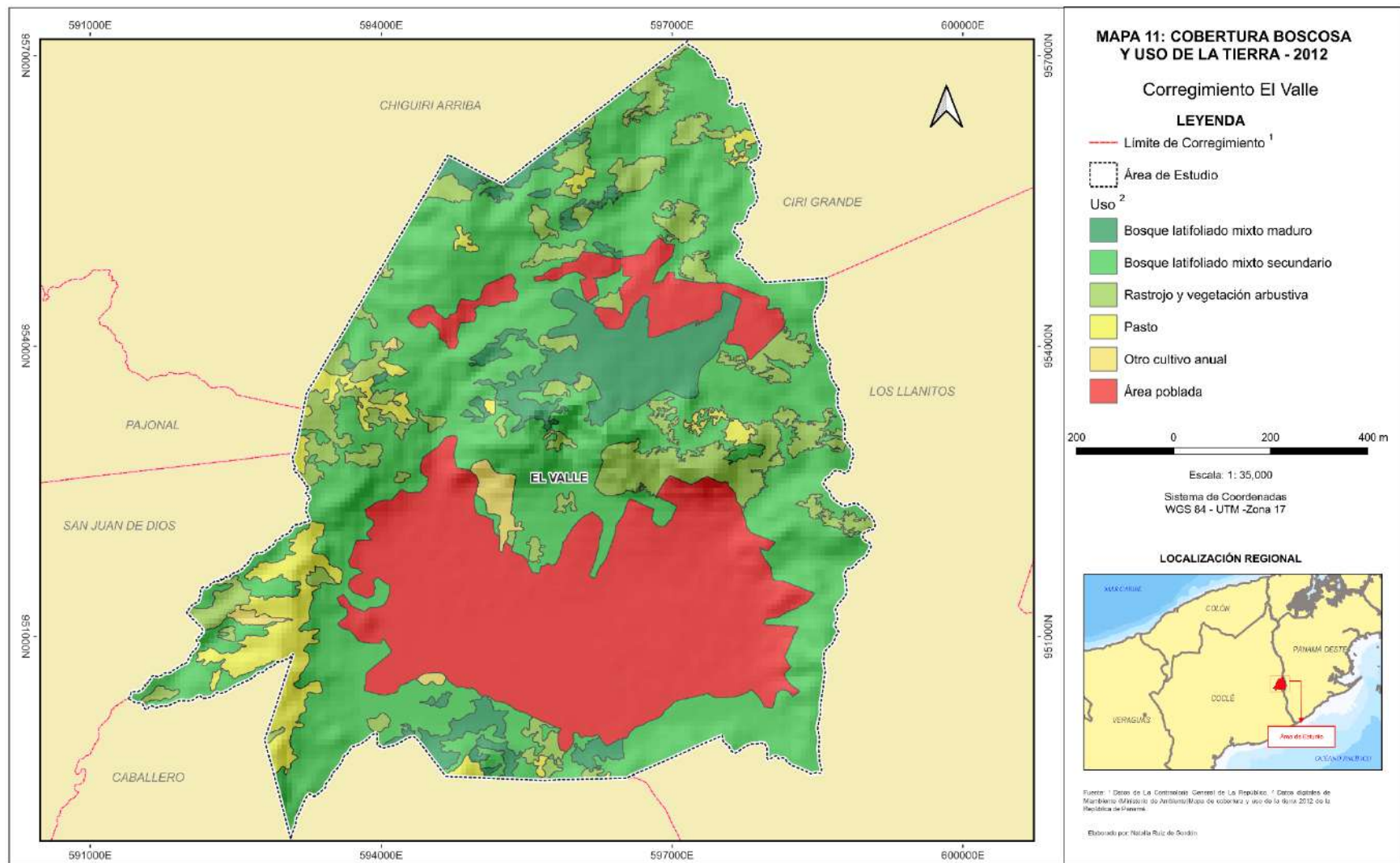
3.3.1. Componentes del Riesgo

Desde la perspectiva de la gestión integral, el riesgo se concibe como una función de tres componentes interrelacionados: la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad. El riesgo se materializa únicamente cuando estos tres elementos convergen en un mismo tiempo y espacio según lo señala el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (ONU, 2015).

- La Amenaza (A) se define como el fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños

ambientales (MINGOB, 2022). Es el factor externo, el detonante potencial. Como fue detallado en el Capítulo 2 de la presente investigación, las amenazas primarias para el corregimiento El Valle son de naturaleza hidrometeorológica y geológica, destacando las inundaciones, los movimientos de terreno (deslizamientos) y los vientos fuertes.

- La Exposición (E) se refiere a la presencia de población, medios de subsistencia, servicios, recursos ambientales y económicos, infraestructura o activos sociales, culturales y económicos en lugares y áreas que podrían verse afectados por un fenómeno físico (MINGOB, 2022). La exposición es un componente espacial y cuantitativo; responde a la pregunta de qué o quién se encuentra en la zona de impacto potencial de una amenaza. En este sentido, la exposición cuantifica los elementos susceptibles de ser afectados que fueron descritos en las secciones 3.1 (caracterización demográfica) y 3.2 (patrones de asentamiento) de este capítulo.
- La Vulnerabilidad (V) representa las características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (ONU, 2015). A diferencia de la exposición, que es una medida de localización, la vulnerabilidad es una medida de la condición intrínseca. Es un factor socialmente construido que refleja la incapacidad de una comunidad para anticipar, resistir y recuperarse del impacto de un desastre (Cardona, 2001).
- Riesgos (R): se define como la posibilidad de que se produzcan lesiones, muertes, destrucción y daños en bienes en un sistema, una sociedad o una comunidad en un escenario específico. Es determinado mediante métodos cuantitativos y de forma probabilística en función de la exposición y la vulnerabilidad. (Alcántara Ayala I., 2019)
- Gestión integral del riesgo de desastres (GIRD) es una visión integral para facilitar, promover, coordinar y orientar la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres desde un enfoque multisectorial y articulado para reducir los riesgos de desastres existentes y contribuir con el desarrollo sostenible. (Saborio & Mora, 2014)



Mapa 11 Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra 2012. Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

La vulnerabilidad no es una condición monolítica; por el contrario, posee múltiples dimensiones (Wilches-Chaux, 1993) que deben ser analizadas de manera integrada. Para efectos de esta investigación, y siguiendo los enfoques de la gestión integral de riesgos, la vulnerabilidad se desglosará en las siguientes dimensiones clave:

- Vulnerabilidad Física: se relaciona con la localización de los asentamientos en zonas de riesgo (laderas inestables, llanuras de inundación) y con la resistencia de la infraestructura y las viviendas a las fuerzas impuestas por los fenómenos naturales.
- Vulnerabilidad Social: se vincula a las características de la población, como los niveles de pobreza, el acceso a la educación y a servicios básicos, y la estructura demográfica (presencia de niños y ancianos), que determinan la capacidad de resiliencia de la comunidad.
- Vulnerabilidad Económica: se centra en la dependencia de la comunidad de actividades económicas que pueden ser fácilmente interrumpidas por un desastre, como el turismo y la agricultura, y la fragilidad de sus medios de subsistencia.
- Vulnerabilidad Institucional: se refiere a la capacidad de los organismos de planificación (como el gobierno municipal) y respuesta para implementar y hacer cumplir normativas de uso del suelo, desarrollar planes de mitigación y gestionar eficazmente una emergencia. (Wilches-Chaux, 1993) (Cardona, 2001)

Por consiguiente, el riesgo es el producto de la interacción de estos tres componentes. La presente investigación asume que, si bien la amenaza (el fenómeno natural) no puede ser eliminada, el riesgo sí puede ser reducido gestionando activamente la exposición y la vulnerabilidad. Las secciones siguientes aplicarán este marco conceptual, para analizar de manera específica cómo estos componentes se manifiestan en el territorio del corregimiento El Valle.

3.3.2. Dimensiones de la Vulnerabilidad para el Análisis

La vulnerabilidad, como componente intrínseco del riesgo, es una condición compleja y multidimensional. (Alcántara Ayala I., 2019) No se trata de una característica única, sino de un conjunto de factores interrelacionados que determinan la susceptibilidad de una comunidad a sufrir daños ante una amenaza (Cardona, 2001). En este caso, la vulnerabilidad se evaluará, a través de cuatro dimensiones fundamentales: física, social, económica e institucional (Wilches-Chaux, 1993).

Vulnerabilidad Física

Se refiere a la susceptibilidad de la infraestructura y el entorno construido a ser dañados por la magnitud e intensidad de un fenómeno. Está determinada por dos factores principales: la localización de los asentamientos y la resistencia de sus componentes (Villagrán De León, 2003)

En el contexto del corregimiento El Valle, el análisis de esta dimensión se centra en evaluar, por un lado, la ubicación de las viviendas, la infraestructura vial y los servicios básicos con respecto a las áreas de amenaza identificadas (llanuras de inundación de los ríos, laderas con pendientes pronunciadas y evidencia de inestabilidad). Por otro lado, se considerará la calidad y tipología de las construcciones, (ver Figura 9). La presencia de viviendas improvisadas o con carencias en servicios básicos es un indicador directo de una alta vulnerabilidad física, ya que estas estructuras poseen una capacidad de resistencia significativamente menor ante las fuerzas de una inundación, un deslizamiento o vientos fuertes.

Vulnerabilidad Social

Se define por las características de la estructura social y la organización de la comunidad, que determinan su capacidad para absorber el impacto de un evento y recuperarse de él. Está intrínsecamente ligada a factores como la pobreza, la desigualdad, la estructura demográfica, el nivel educativo y

el acceso a servicios básicos (Lavel & Maskrey, El futuro de la gestión del riesgo de desastres, 2014)

Para el corregimiento El Valle, esta dimensión se analiza a partir de los datos sociodemográficos presentados. La alta relación de dependencia (50.2) y la presencia significativa de población en los extremos del ciclo de vida (21.5% de menores de 15 años y 11.9% de mayores de 65 años) son factores que incrementan la vulnerabilidad social, al existir una proporción elevada de la población con menor autonomía y mayor necesidad de asistencia. La baja tasa de analfabetismo (1.4%) puede considerarse un factor de resiliencia, ya que facilita la comunicación del riesgo y la comprensión de medidas de preparación.

Vulnerabilidad Económica

Esta dimensión se refiere a la susceptibilidad de las actividades económicas y los medios de subsistencia de la población a ser afectados o interrumpidos por un desastre. Una economía poco diversificada y dependiente de sectores sensibles a las amenazas naturales presenta una alta vulnerabilidad económica.

La economía del corregimiento El Valle está fuertemente ligada al turismo y, en menor medida, a la agricultura, ambas actividades altamente vulnerables a las amenazas hidrometeorológicas. Una inundación o un deslizamiento que bloquee la vía principal de acceso (como ha ocurrido) no solo representa un riesgo físico, sino que amenaza directamente el motor económico del corregimiento al impedir la llegada de turistas. De igual manera, eventos de inundación pueden destruir cultivos, afectando los medios de subsistencia de los agricultores locales. La localización de la infraestructura turística, como se analizará más adelante, es por tanto un indicador clave de la vulnerabilidad económica.

Vulnerabilidad Institucional

Se relaciona con las debilidades y limitaciones de las organizaciones públicas y las normativas encargadas de la gestión del desarrollo y del

riesgo. Se manifiesta en la falta de aplicación de los códigos de construcción, la existencia de planes de ordenamiento territorial que no integran el análisis de riesgo, o la incapacidad para hacer cumplir las regulaciones existentes (Villagrán De León, 2003)

En este caso se evalúa el Plan Normativo de El Valle de Antón (MIVI, 2001) como el principal instrumento de gestión prospectiva del riesgo, que tiene relación estrecha con los procesos de planificación del desarrollo y del uso de la tierra. El análisis crítico de este documento y, fundamentalmente la comparación entre sus directrices y la realidad de la ocupación actual del territorio, permitirá identificar las falencias entre la planificación formal y la práctica. La construcción de viviendas en zonas de amenaza evidente o en áreas protegidas, a pesar de la existencia de una normativa, es un claro indicador de una vulnerabilidad institucional, que debe ser abordada para lograr una reducción efectiva del riesgo.

3.4. Ocupación y Uso Actual del Territorio

La evaluación del riesgo requiere trascender el análisis demográfico abstracto para comprender cómo la población se distribuye e interactúa con el entorno físico. La localización de los asentamientos humanos, la infraestructura que los soporta y las actividades económicas que los sustentan, configuran el mapa de la exposición y son un factor determinante de la vulnerabilidad física y económica (Cardona, 2001). Esta sección se dedica a describir la ocupación real del territorio del corregimiento El Valle, analizando la distribución espacial de sus barrios y su estrecha relación con la principal actividad económica: el turismo.

3.4.1. Distribución de Asentamientos y Actividades Económica

El patrón de asentamiento en el corregimiento El Valle está fuertemente condicionado por su topografía de caldera volcánica. La población se ha concentrado históricamente en la planicie central, una depresión relativamente plana formada por antiguos flujos piroclásticos, que ofrece las condiciones más favorables para la construcción y el desarrollo de actividades.

Como se ilustra en el Mapa 12: Lugares Poblados, la mayor parte de los asentamientos se agrupan en una mancha urbana continua que ocupa el fondo del valle.



Este núcleo central está subdividido en numerosos barrios, entre los que destacan El Valle (Centro), Los Millonarios, Las Medinas, La Compañía y El Hato.

Ilustración 16 Actividad Turística en El Valle Centro

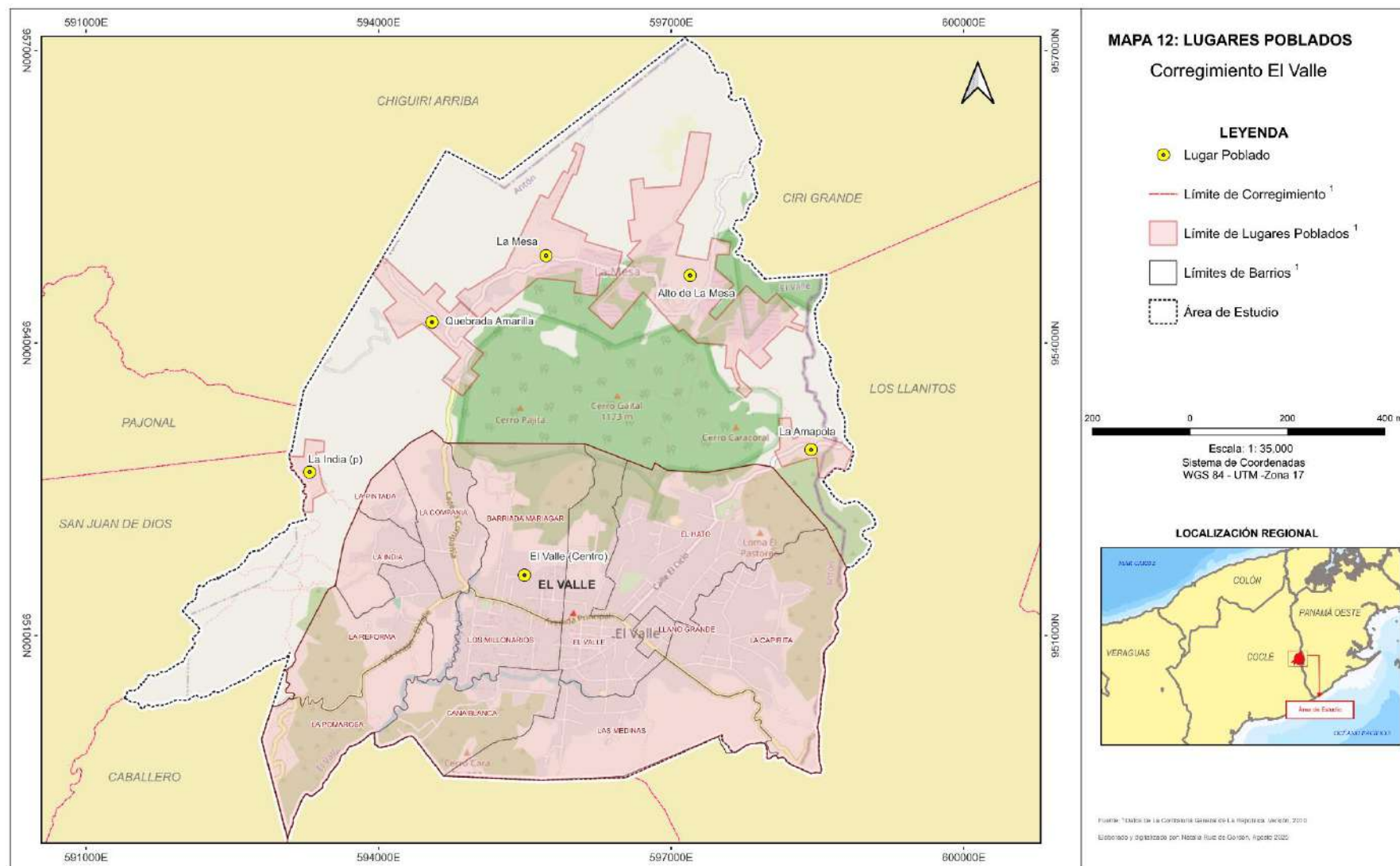
En la periferia de este núcleo se encuentran otros lugares poblados como La India, La Reforma, y La Pomarrosa al oeste, y La Amapola al este. Una característica notable es la expansión de asentamientos hacia las zonas de piedemonte y laderas más suaves al norte, como La Mesa y Alto de la Mesa, que representan una transición entre la planicie densamente poblada y las escarpadas paredes de la caldera.

Esta distribución concentrada, si bien lógica desde una perspectiva de desarrollo, crea una elevada exposición acumulada por una gran cantidad de población e



infraestructura se encuentra agrupada en un área geográficamente limitada por su orografía y surcada por la principal red de drenaje del corregimiento, el río Antón y sus afluentes.

Ilustración 17 Vivienda en Barrio los Millonarios

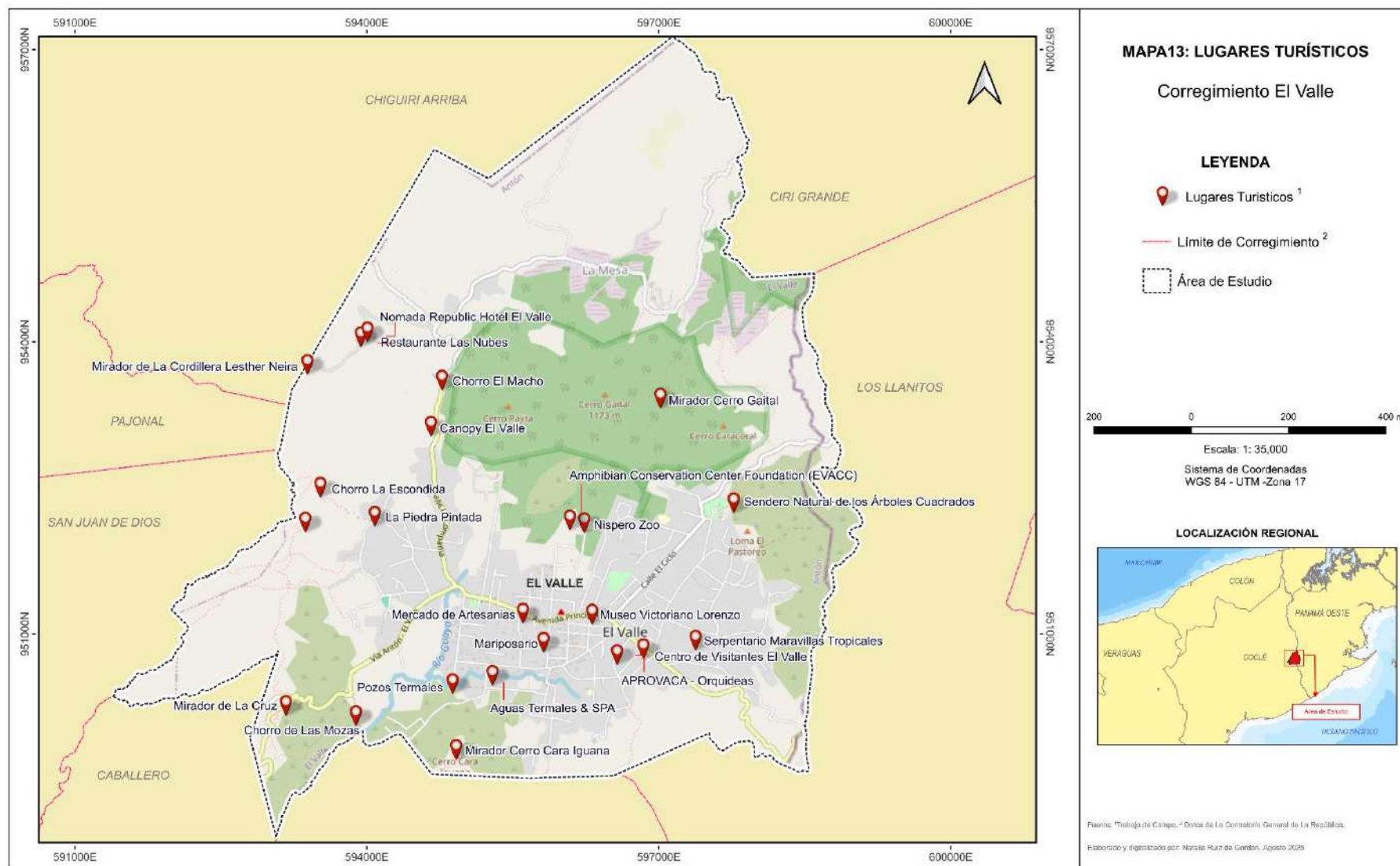


Mapa 12 Lugares Poblados, Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

La evaluación del riesgo se desarrolla sobre la combinación de coberturas o mapas de exposición y vulnerabilidad con el uso de los SIG. Por otra parte, resaltamos vocación económica del corregimiento está indisolublemente ligada a su geografía, siendo el turismo la principal fuente de ingresos. Esta actividad capitaliza la singularidad paisajística, el clima agradable y los atractivos geológicos del área.

El Mapa 13 Lugares Turísticos en el corregimiento El Valle, evidencia cómo la infraestructura y los servicios destinados a esta actividad se entrelazan directamente con el tejido urbano y el entorno natural. En centro del área poblada se concentran activos económicos clave como: el Mercado de Artesanías, el Museo Victoriano Lorenzo, y una densa oferta de hoteles y restaurantes. En la periferia inmediata, se localizan atractivos de gran importancia como los Pozos Termales, Aguas Termales & SPA, y el Serpentario Maravillas Tropicales, entre otros lugares de interés.

Asimismo, la actividad turística se expande hacia las laderas, aprovechando las vistas panorámicas y los recursos naturales. Puntos como el Mirador de La Cordillera al noroeste, el Mirador Cerro Gaital en el Monumento Natural, y el Mirador Cerro Cara Iguana en la Reserva Hídrica, junto con atractivos naturales como el Chorro El Macho y el Chorro de Las Mozas, demuestran que la economía local depende tanto de la infraestructura urbana como de la integridad de los ecosistemas circundantes. Esta interdependencia entre el núcleo urbano y su entorno natural es un factor de vulnerabilidad económica fundamental. Cualquier evento que afecte la accesibilidad (como un deslizamiento que bloquee una vía) o que degrade la calidad paisajística (como la erosión o una inundación severa) no solo impacta a la población residente, sino que amenaza directamente la principal fuente de sustento económico del corregimiento. Por lo tanto, la distribución de los asentamientos y de los activos turísticos define un mapa de exposición económica que debe ser central en cualquier estrategia de gestión del riesgo, que se desarrolle posteriormente.



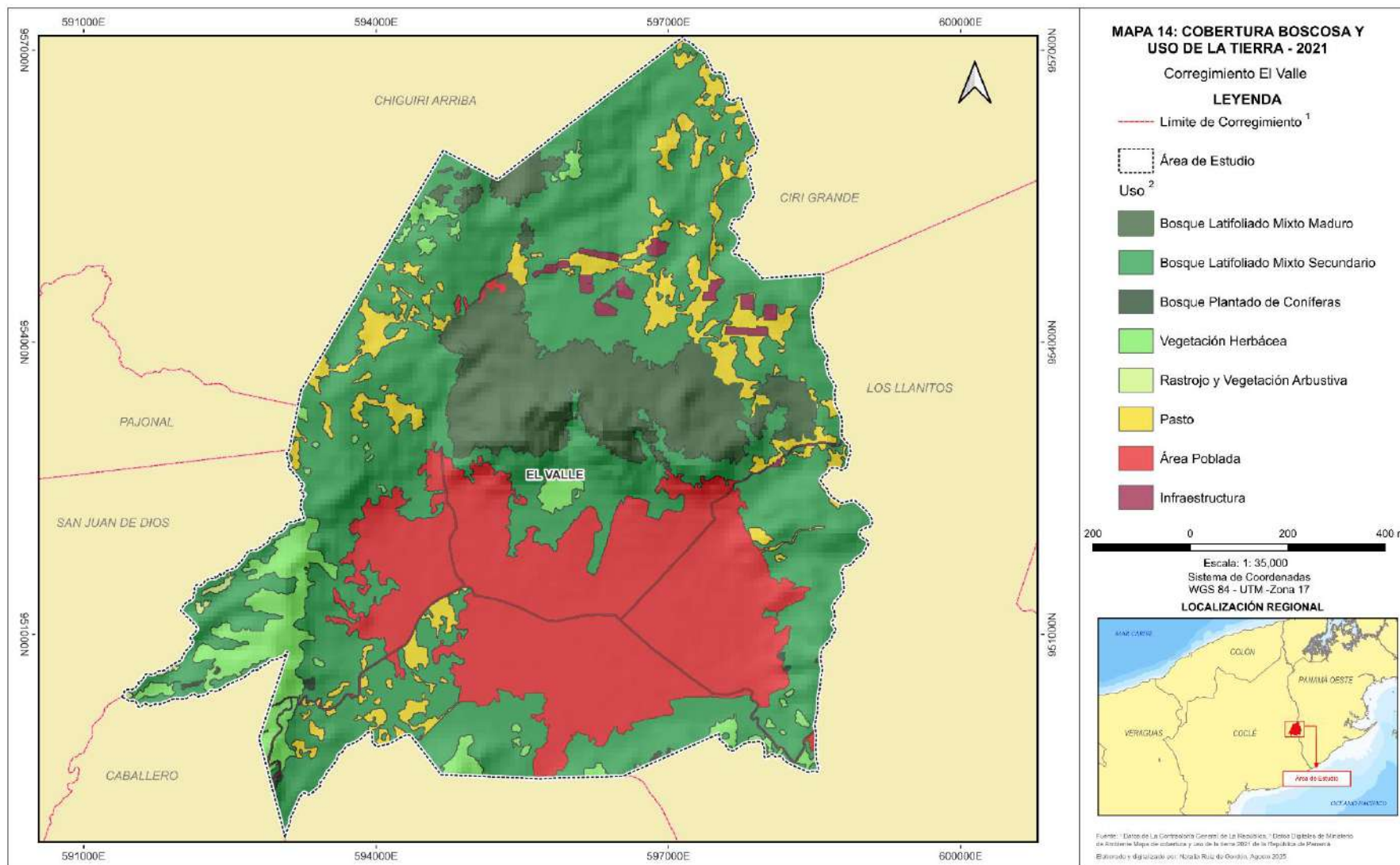
Mapa 13 Lugares Turísticos, Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

3.4.2. Cobertura y Uso del Suelo Actual

El análisis de la cobertura de la tierra y el uso del suelo proporciona una radiografía precisa de la huella humana sobre el paisaje. No solo describe las formas actuales de ocupación del territorio, sino que también revela las presiones que las actividades socioeconómicas ejercen sobre los ecosistemas naturales, un factor clave para comprender la construcción de la vulnerabilidad y el riesgo (Lavel & Maskrey, 2014).

El Mapa 14 Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra - 2021 ofrece una visión detallada de la distribución espacial de las diferentes actividades y coberturas en el corregimiento El Valle. El rasgo más prominente del mapa es la extensa mancha urbana identificada como "Área Poblada" (color rojo), que domina la sección sur y central del corregimiento. Este polígono compacto y denso se asienta sobre la planicie de la caldera, confirmando la concentración de la población y la infraestructura en la zona topográficamente más estable y accesible del territorio. Dentro de esta área se incluyen los principales barrios, la red vial, las zonas comerciales y la infraestructura turística que sustentan la economía local.

Rodeando el núcleo urbano, se despliega un mosaico de usos del suelo que evidencia la transición entre el espacio urbanizado y el entorno natural. Las áreas de "Pasto" (amarillo) y "Rastrojo y Vegetación Arbustiva" (verde claro) forman un cinturón periurbano, particularmente visible en las laderas occidentales y orientales del valle. Estas zonas actúan como una franja de amortiguamiento, pero también representan las áreas de mayor dinámica y presión para la expansión. La presencia de rastrojo indica a menudo tierras en descanso o en procesos de regeneración natural, mientras que los pastos están directamente ligados a la limpieza de terrenos para futuros desarrollos. La fragmentación de estas áreas y su interpenetración con el bosque sugieren un avance progresivo de la actividad humana sobre las laderas. La cobertura forestal, un activo ecológico y paisajístico fundamental para el corregimiento, se encuentra relegada principalmente a las pendientes más pronunciadas y a las zonas de mayor altitud.



Mapa 14 Cobertura Boscosa y Uso de la Tierra – 2021, Corregimiento El Valle. Ruiz Jaramillo N. (2025)

El mapa distingue entre "Bosque Latifoliado Mixto Secundario" y "Bosque Latifoliado Mixto Maduro" (tonos de verde más oscuros). Estas masas boscosas se concentran en el norte y en los flancos de los cerros que delimitan la caldera, coincidiendo en gran medida con las áreas designadas como Monumento Natural y Reserva Hídrica. La conservación de esta cobertura boscosa es vital, no solo por su valor para la biodiversidad y el turismo ecológico, sino también por su función hidrológica: estas áreas son las zonas de recarga de los acuíferos y de nacimiento de las cuencas hidrográficas que drenan a través del valle, incluyendo el río Antón y sus afluentes.

En otras palabras, el mapa de uso del suelo revela un patrón de ocupación claro: una alta concentración de la actividad humana en la planicie, que ejerce una presión expansiva sobre las laderas circundantes; esta dinámica pone en competencia directa el desarrollo urbano con la conservación de los ecosistemas forestales y los recursos hídricos, configurando un escenario donde la gestión del uso del suelo se convierte en la herramienta principal para la mitigación del riesgo a largo plazo, acción conocida como gestión correctiva del riesgo que reducen la acumulación de una serie de decisiones y prácticas incorrectas en el uso y ocupación del territorio.

3.5. Análisis del Plan Normativo para el Corregimiento El Valle, como Instrumento de Planificación

La Gestión Integral del Riesgo de Desastres no solo depende de las condiciones físicas del territorio y de las características de su población, sino fundamentalmente de la capacidad institucional para guiar el desarrollo de manera segura y sostenible. Los instrumentos de planificación territorial, como los planes normativos, constituyen la principal herramienta de la gestión prospectiva del riesgo, pues tienen el mandato de anticipar, regular y orientar la ocupación del suelo para evitar la creación de nuevas condiciones de vulnerabilidad (ONU, 2015). Por tal razón es importante el análisis del "Plan Normativo para El Valle de Antón" (MIVI, 2001), evaluando críticamente sus objetivos, zonificación y

normativas como la respuesta institucional formal a la dinámica de desarrollo y a los riesgos inherentes del corregimiento, así el ordenamiento territorial deberá ser una de las principales medidas de prevención.

3.5.1. Zonificación, Normas y Objetivos del Plan

El Plan Normativo, elaborado por el Ministerio de Vivienda en mayo de 2001, surge como respuesta a la necesidad de organizar y orientar el crecimiento desordenado del corregimiento. Sus objetivos declarados son claros y pertinentes: dotar a la comunidad de un instrumento que organice el desarrollo urbano, propiciar un crecimiento sostenible, proteger el ecosistema y promover el turismo ecológico. Estos propósitos reconocen, implícitamente, la doble condición del territorio: un área con un alto valor ambiental y paisajístico, y a la vez, con una fuerte presión de desarrollo.

Para lograr estos objetivos, el plan establece una zonificación propuesta que busca ordenar el territorio. Como se aprecia en la Figura 10 Plano N°5 Zonificación Propuesta Plan Normativo (MIVI, 2001), del propio documento, se definen diversas categorías de uso del suelo, entre las que destacan:

- **Uso Mixto - CT (Comercial-Turístico):** esta categoría se concentra a lo largo de la vía principal, la Avenida Central, reconociendo y formalizando el eje económico y de servicios del corregimiento.
- **Uso Residencial (R1d1 y RE):** se proponen diferentes densidades residenciales. La R1d1 (Residencial de Baja Densidad) se asigna a las grandes áreas de la planicie, promoviendo lotes de gran tamaño y manteniendo el carácter campestre del valle. Por otro lado, la RE (Residencial Especial) se designa para zonas periféricas como La Compañía y La Pintada, permitiendo lotes de menor tamaño, probablemente en reconocimiento de una realidad de ocupación preexistente con mayor densidad.
- **Bosque de Galería:** el plan identifica y delimita las riberas de los ríos y quebradas principales bajo esta categoría, una medida explícita de protección del recurso hídrico y de mitigación del riesgo por inundación.

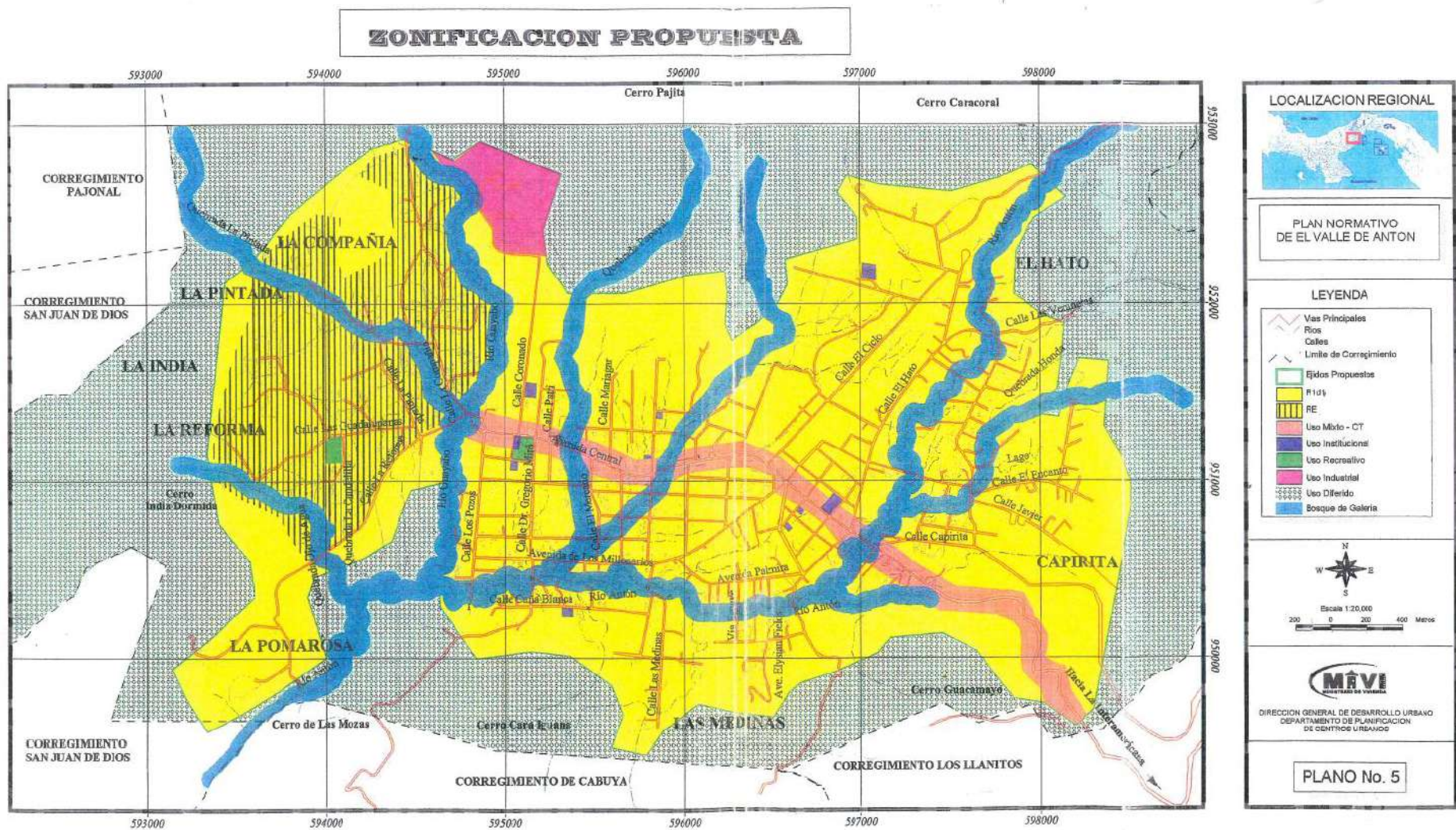


Figura 12 Plano N°5 Zonificación Propuesta Plan Normativo De El Valle de Antón DGDU-DPCU-MIVI 2005

En teoría, el Plan Normativo de El Valle de Antón, representa una herramienta adecuada; sus objetivos están alineados con el desarrollo sostenible, su diagnóstico reconoce algunas de las amenazas clave, y su propuesta de zonificación intenta equilibrar el desarrollo con la protección ambiental. La delimitación de los "Bosques de Galería" es una medida directa y correcta de gestión del riesgo de inundación y de protección ambiental. Sin embargo, la efectividad real de cualquier instrumento de planificación no solo tiene que ver con lo que declara, sino en su implementación, en su capacidad para ser cumplido y en su actualización frente a las dinámicas cambiantes del territorio. De ahí la confrontación de este plan con la realidad espacial actual, que revela la falta de seguimiento significativo entre la planificación y la ocupación efectiva del suelo.

3.5.2. Evaluación del Enfoque de Riesgo del Plan

Si bien, el Plan Normativo de El Valle (MIVI, 2001) representa un esfuerzo institucional valioso para ordenar el desarrollo, un análisis crítico desde la perspectiva de la gestión integral de riesgos revela importantes limitaciones en su enfoque y alcance. Su efectividad para prevenir la creación de nuevo riesgo y reducir el existente es parcial, debido a que aborda las amenazas de manera general y, en algunos casos, omite la regulación en las áreas más críticas.

El principal acierto del plan en materia de riesgo es el reconocimiento explícito de la amenaza por inundación. El diagnóstico del documento menciona directamente "las inundaciones, producto de la falta de pendiente, agravada por la tala de árboles, construcción de urbanizaciones ...y el represamiento de los ríos" (MIVI, 2001). Como respuesta a esta problemática, la propuesta de zonificación establece la categoría de "Bosque de Galería" a lo largo de los principales cauces. Esta medida es, conceptualmente, una herramienta fundamental de gestión del riesgo, ya que busca crear una franja de protección natural que funcione como zona de amortiguamiento, regule el flujo hídrico y restrinja la ocupación en las áreas de mayor peligrosidad por crecidas.

Sin embargo, la efectividad de esta medida se ve comprometida por su falta de reglamentación específica y vinculante. El plan propone la zonificación, pero no establece con claridad las restricciones de uso dentro de esta franja, ni define su ancho de manera técnica (por ejemplo, basado en la llanura de inundación de un determinado período de retorno). Al no especificar normativas de servidumbre existente (MIDA, 1973) y propuestas de servidumbre fluvial rigurosas y de cumplimiento obligatorio, deja la protección de las riberas sujeta a interpretación y a una fiscalización débil, lo que en la práctica ha permitido la continua ocupación de estas zonas, como se evidencia en el análisis de exposición en secciones posteriores, donde la ocupación espacial se sobrepone incluso a los canales de estiaje.

Más preocupante aún es la omisión casi total de la amenaza por movimientos de terreno, pues a pesar de que el corregimiento se asienta en una caldera volcánica rodeada de laderas con pendientes fuertes y materiales susceptibles a la erosión y deslizamientos, el Plan Normativo no presenta un análisis de esta amenaza. El documento carece de un mapa de pendientes, un inventario de deslizamientos o una zonificación de susceptibilidad que identifique las áreas no aptas para la urbanización por riesgo de inestabilidad.

Esta omisión es crítica, al no delimitar ni regular las zonas de ladera con alta susceptibilidad a deslizamientos, el plan deja una puerta abierta a la creación de nuevo riesgo. Permite, por defecto, la expansión urbana hacia áreas peligrosas con pendientes abruptas, como las faldas de los cerros, sin establecer los condicionantes técnicos (estudios geotécnicos, obras de mitigación) necesarios para garantizar la seguridad de las nuevas construcciones y de sus habitantes. La ausencia de una zonificación geotécnica o de amenaza por deslizamientos es la debilidad más significativa del Plan Normativo, como instrumento para la gestión prospectiva del riesgo (Saborio & Mora, 2014).

Este enfoque de riesgo en el plan es reactivo e incompleto. Responde a la amenaza más visible y recurrente (la inundación) con una medida conceptualmente correcta pero normativamente débil, e ignora en gran medida la amenaza latente pero potencialmente catastrófica de los movimientos de terreno (que se crecenta con la intervención humana y la deforestación). Esta aproximación es insuficiente para guiar un desarrollo verdaderamente seguro y sostenible en un entorno geográfico tan complejo como el del corregimiento El Valle.

3.5.3. Diferencias del Plan Normativo y la Ocupación Espacial Real en El Valle

La comparación entre la zonificación propuesta por el Plan Normativo de 2001 y la ocupación efectiva del territorio, reflejada en el Mapa 14 Cobertura y Uso del Suelo de 2021 y el Mapa 15 Áreas Protegidas del corregimiento El Valle, revela debilidades significativas visibles en los conflictos de uso de suelo actual lo cual exacerba la vulnerabilidad social y devela una marcada vulnerabilidad institucional. Estas discrepancias demuestran las dificultades en la implementación y fiscalización del plan, y evidencian cómo las dinámicas de crecimiento han superado las directrices de la planificación formal, mostrando que la efectividad de un instrumento de ordenamiento territorial no se mide por sus intenciones, sino por su capacidad de influir y modelar la realidad del desarrollo, lo cual no ha sido respetada en el corregimiento El Valle.

Conflicto en las Áreas de Protección Hídrica y Ambiental

Surge al superponer el uso actual del suelo sobre las zonas que el propio Plan Normativo y la legislación nacional designan para protección.

- Ocupación en "Bosques de Galería": el Plan Normativo delimita claramente los corredores ribereños como "Bosque de Galería", una zona de protección. Sin embargo, el mapa de uso actual (Mapa 14 Cobertura Boscosa y Uso De La Tierra - 2021) muestra cómo el polígono de "Área Poblada" (rojo) invade y se superpone directamente sobre estas franjas a lo largo de los cauces principales.

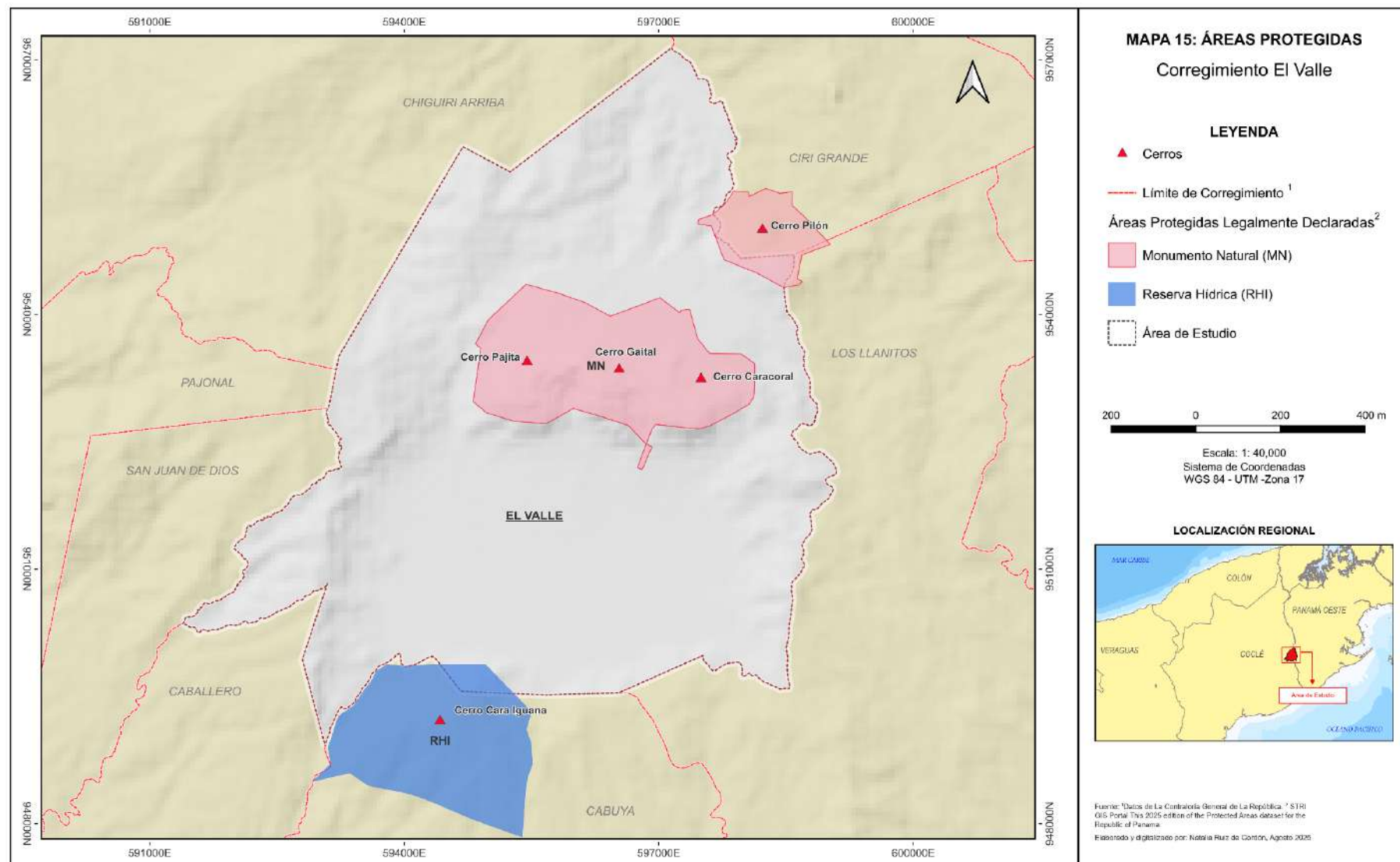
Esta ocupación de las riberas (Decreto 055, 1973), no solo contraviene lo estipulado en el plan, sino que representa una materialización directa del riesgo: la población se ha asentado precisamente en las áreas de mayor amenaza por inundación. Esta situación evidencia una falla en la aplicación de la normativa y una alta vulnerabilidad física e institucional.

Presión sobre las Áreas Protegidas Legales: al comparar el Mapa 15 Áreas Protegidas con el Mapa 14, se observa que la mancha urbana y las áreas de pasto y rastrojo (indicativas de actividad antrópica) se aproximan peligrosamente a los límites del Monumento Natural Cerro Gaital al norte y de la Reserva Hídrica Cara Iguana al sur. Aunque la invasión directa a gran escala no es evidente en la cartografía, el patrón de pérdida y fragmentación de los bordes del bosque (transformación de "Bosque Latifoliado" a "Rastrojo" o "Pasto") sugiere una presión constante. Esta dinámica de deforestación en la periferia de las áreas protegidas degrada los ecosistemas, afecta las zonas de recarga hídrica y puede aumentar la inestabilidad de las laderas, incrementando el riesgo tanto por deslizamientos como por alteraciones del régimen hidrológico de las cuencas circundantes (aguas abajo).

Discrepancias en la Zonificación y el Desarrollo Real

La comparación también revela cómo la dinámica de crecimiento no siempre ha seguido la lógica de zonificación propuesta por el plan.

- Densificación y expansión no prevista: el Plan Normativo proponía un modelo de baja densidad (R1d1) para la mayor parte del valle, con zonas de mayor densidad (RE) muy localizadas. La realidad, visible en la compactación del "Área Poblada" en el mapa de 2021, sugiere que el crecimiento ha sido más denso y expansivo de lo previsto. La falta de un análisis de amenaza por deslizamientos en el plan original permitió que esta expansión se dirigiera hacia las laderas sin una regulación geotécnica adecuada, generando una condición de riesgo que el plan no anticipó ni mitigó.



Mapa 15 Áreas Protegidas, Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

- Vulnerabilidad institucional evidente: la existencia de estas brechas y conflictos es la manifestación más clara de una vulnerabilidad institucional. Las causas pueden ser múltiples: desde una falta de fiscalización y control por parte de las autoridades municipales y comunales, hasta un posible desconocimiento de la normativa por parte de la población y los desarrolladores, o incluso que el propio plan haya quedado desactualizado y superado por la rápida dinámica de crecimiento del corregimiento. Independientemente de la causa, el resultado es el mismo: un territorio cuyo desarrollo ha seguido una lógica dictada más por la demanda del mercado que por una planificación orientada a la seguridad y la sostenibilidad, resultando en un incremento neto de las condiciones de riesgo para la comunidad.

3.6. Evaluación Integrada de la Exposición a Amenazas Hidrometeorológicas

La caracterización del riesgo se materializa cuando el análisis de las amenazas físicas se superpone con la geografía de la ocupación humana. Es en esta intersección donde se puede cuantificar la exposición y evaluar la vulnerabilidad, pasando de un análisis de peligros naturales a un verdadero análisis de riesgo de desastres (Villagrán De León, 2003). Siguiendo la directriz metodológica de la investigación, esta sección se enfoca en evaluar la exposición del corregimiento El Valle a las tres amenazas hidrometeorológicas recurrentes y de mayor impacto identificadas para la región: inundaciones, movimientos de terreno y vientos fuertes.

3.6.1. Exposición a la Amenaza por Inundación

La inundación es la amenaza más recurrente y documentada en el corregimiento El Valle. Su dinámica está directamente ligada a la red de drenaje que surca la planicie de la caldera, de la cuenca con el río Antón como eje principal y sus afluentes, como el río Guaybo y la quebrada Amarilla, como actores secundarios. El análisis de la exposición a esta amenaza se basa en la cartografía que delimita las áreas susceptibles de ser anegadas según su nivel de peligrosidad. (Quezada-Roman, Picado, & Rivera, 2025).

El Mapa 16 Zonas de Amenaza por Inundación en el corregimiento El Valle, clasifica el territorio en tres niveles (Alta, Media y Baja) y permite una evaluación espacial precisa de los elementos expuestos.

- Zonas de Amenaza Alta: representadas en color rojo, estas zonas corresponden a las áreas de inundación más frecuentes y de mayor energía, localizadas en los márgenes inmediatos de los cauces de los ríos y quebradas. Corresponden, en términos de planificación, a la servidumbre fluvial, un área que por su naturaleza y función hidrológica debería tener un uso restringido (Ley de Aguas, 1966). El análisis del mapa revela una conclusión crítica: una cantidad significativa de estructuras (representadas por polígonos grises) se encuentra construida directamente dentro de esta franja de alta peligrosidad. Esta ocupación es particularmente densa en los barrios de La Compañía, La Pintada, Los Millonarios y el sector céntrico del corregimiento, donde las viviendas y comercios se han desarrollado hasta el borde mismo del cauce del río Antón y sus afluentes. Esta situación representa el nivel más elevado de exposición física, donde la probabilidad de impacto ante una crecida es casi una certeza.
- Zonas de Amenaza Media: delimitadas en color naranja, estas áreas constituyen la llanura de inundación más amplia, susceptible de ser afectada por crecidas de mayor período de retorno, pero de menor frecuencia. Espacialmente, se extienden más allá de los márgenes inmediatos y cubren una porción considerable de la planicie del valle. Es en esta zona donde se concentra una gran parte del tejido urbano del corregimiento. Barrios como Llano Grande, El Hato y Las Medinas presentan una extensa ocupación en estas áreas. La exposición en esta zona es extensiva; aunque la frecuencia de inundación es menor, la magnitud de un evento que alcance estas áreas podría afectar a un número mucho mayor de viviendas, infraestructuras y actividades económicas simultáneamente.
- Zonas de Amenaza Baja: las áreas en verde representan las partes de la planicie con menor probabilidad de inundación, generalmente por encontrarse en terrenos ligeramente más elevados. La exposición directa es menor, sin

embargo estas zonas pueden verse afectadas por problemas de anegamiento debido a la saturación del suelo y a la insuficiencia de los sistemas de drenaje secundarios.

El patrón de asentamiento del corregimiento El Valle evidencia una alta exposición histórica a la amenaza por inundación. El desarrollo urbano ha seguido la lógica de ocupar el terreno más plano disponible, que coincide precisamente con la llanura aluvial de la red de drenaje. La construcción de viviendas e infraestructura dentro de las zonas de amenaza alta y media no es un hecho aislado sino un patrón sistemático que demuestra una construcción social del riesgo a lo largo del tiempo, facilitada por un marco de planificación que no ha sido suficientemente restrictivo o fiscalizado para prevenir esta ocupación. (Lavell, 2003)

3.6.2. Exposición a la Amenaza por Movimientos de Terreno

Además del riesgo fluvial, el corregimiento El Valle está expuesto a amenazas asociadas a la inestabilidad de sus laderas. La propia naturaleza geológica del área —una caldera volcánica con paredes escarpadas conformadas por materiales susceptibles a la erosión— crea las condiciones propicias para la ocurrencia de diversos tipos de movimientos de terreno, tales como deslizamientos, caídas de rocas y flujos de detritos. La exposición a esta amenaza se determina al analizar dónde se localizan los asentamientos humanos en relación con estas laderas inestables.

El Mapa 17 Movimiento del Terreno, proporciona una evidencia espacial detallada sobre la localización de estos fenómenos. El mapa no solo zonifica el corregimiento en sus formas geomorfológicas principales (origen volcánico, denudativo, fluvial, etc.), sino que, de manera crucial, se superpone con el QGIS, la ubicación de eventos de inestabilidad específicos, identificados mediante trabajo de campo, valor intrínseco de los datos sintetizados en la cartografía e inventario de deslizamientos, punto de partida para el análisis de peligros con ubicación geoespacial de los fenómenos, a través de la descripción de los

afloramientos visitados que muestran evidencia de sucesos recientes plasmados mediante la simbología cartográfica, para una mayor interpretación.

El análisis de este mapa revela un patrón claro: la gran mayoría de los indicadores de movimiento del terreno se concentran en las áreas clasificadas como "Formas de Origen Volcánico" (color rojo) y "Formas de Origen Denudativo" (color marrón). Estas zonas corresponden a las laderas con pendientes más pronunciadas que rodean la planicie central. Se observa una notable concentración de símbolos de deslizamiento (rotacional), caída de rocas, cárcavas y derrumbes en la franja occidental y noroccidental del área de estudio. Esta zona corresponde a las faldas de los cerros La India Dormida y El Pajita, áreas que por su valor paisajístico y atractivo turístico, han experimentado una creciente presión para el desarrollo de viviendas y miradores en los últimos años.

Para realizar una predicción espacial de los movimientos de ladera se utiliza el análisis de la susceptibilidad. Este concepto, que determina la propensión del terreno a generar inestabilidad, se basa en el "Principio del Actualismo", el cual considera que los fenómenos físicos que rigen el comportamiento del terreno en el pasado, serán los mismos en el presente y futuro bajo las mismas condiciones. De esta manera, el análisis de las características del terreno en zonas que han sido afectadas por movimientos de ladera, ayuda a determinar zonas que, sin haber sido afectadas, presentan las mismas características y en consecuencia, son zonas potenciales de ser afectadas por este fenómeno (Guinau, 2007). En este mapa (17) se cartografiaron formas geomorfológicas, movimientos de terreno, junto con la red de drenaje principal y datos geológicos del área.

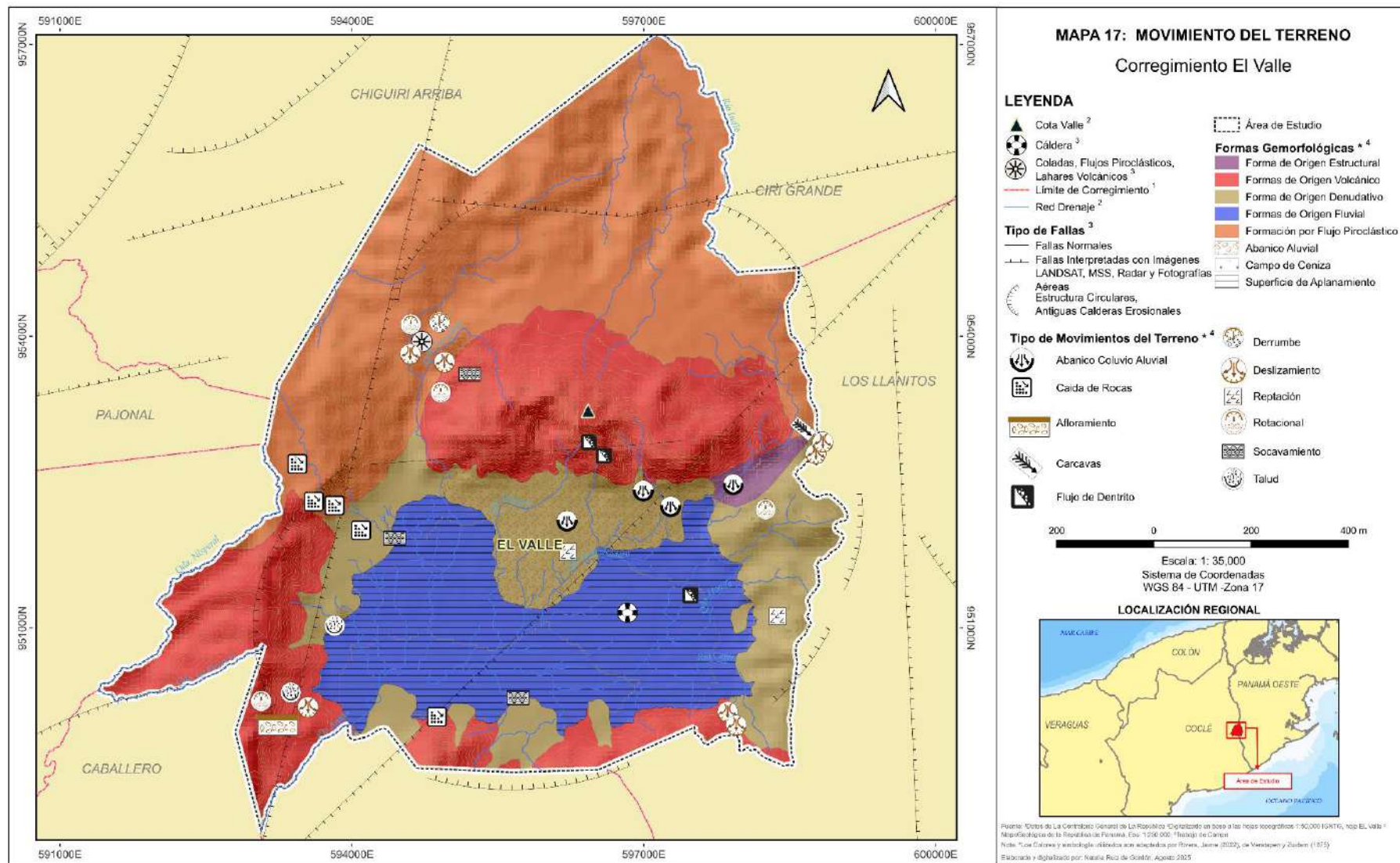
La exposición de la población a esta amenaza se manifiesta de dos maneras principales:

- Ocupación directa de laderas: como se evidenció en los mapas de uso de suelo, existe una tendencia a la expansión urbana desde la planicie hacia las laderas. Las viviendas e infraestructuras (carreteras, caminos) que se

construyen en estas zonas se sitúan directamente sobre o en el área de influencia de terrenos inestables. Los símbolos en el mapa indican la presencia activa de procesos como la reptación (movimiento lento del suelo) y deslizamientos, lo que significa que las edificaciones allí emplazadas están expuestas a un riesgo crónico y progresivo de daños estructurales, pudiendo culminar en fallas catastróficas durante un evento detonante como un sismo o un período de lluvias intensas y prolongadas. Otros efectos derivados de los movimientos de terreno son: agrietamientos, desplazamientos, deformaciones del terreno, fisuración de viviendas y otras obras civiles.

- Exposición en el Piedemonte: los asentamientos localizados al pie de estas laderas, aunque se encuentren en la zona relativamente plana, también están expuestos. Las caídas de rocas y los flujos de detritos, por su naturaleza, se originan en las partes altas pero su área de afectación (zona de depósito) se extiende hacia la base de la ladera (Guinau, 2007). Los barrios como La Pintada, La Reforma y La Compañía, situados en la franja occidental del núcleo poblado, se encuentran en una posición de alta exposición a los materiales que puedan desprenderse de las laderas superiores.

Es evidente que, aunque la amenaza por inundación afecta a una mayor extensión del área poblada, la amenaza por movimientos de terreno representa un riesgo de alta intensidad, aunque más focalizado. La combinación de pendientes fuertes, materiales geológicamente inestables poco cohesionados y la creciente presión por urbanizar estas áreas (factor antrópico) crea un escenario de riesgo significativo (Guinau, 2007). La presencia documentada de múltiples tipos de movimientos de terreno en las laderas que dominan el valle constituye una advertencia clara sobre la vulnerabilidad de los asentamientos existentes y un condicionante fundamental para cualquier planificación futura del desarrollo territorial en el corregimiento.



Mapa 17 Movimientos del Terreno - Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

3.6.3. Exposición a la Amenaza por Vientos Fuertes

La amenaza por vientos fuertes, a menudo asociada a tormentas estacionales, frentes fríos o eventos convectivos locales, constituye un riesgo hidrometeorológico relevante para el corregimiento El Valle. Aunque su impacto es menos focalizado que un deslizamiento, vientos de alta intensidad pueden generar daños extensos en la infraestructura, la cobertura vegetal y las líneas vitales. El análisis de esta amenaza se fundamenta tanto en las características topográficas del área como en los datos históricos de velocidad del viento registrados en la región, pues el relieve montañoso influye en la circulación del viento y la distribución de lluvias. (IDEAM, 2010)

Los datos históricos de la estación meteorológica de Antón (136-002), presentados en la Tabla 5 y la Gráfica 2, permiten cuantificar el comportamiento estacional del viento en el área de influencia. Se observa un patrón claro que diferencia la estación seca de la lluviosa. Durante los meses de la estación seca, particularmente de enero a marzo, se registran las velocidades promedio más altas del año, alcanzando máximos de 4.5 m/s y 4.4 m/s a 10 metros de altura en febrero y marzo, respectivamente. Este período de vientos más intensos coincide con la temporada de mayor afluencia turística, lo que incrementa la exposición temporal de la población flotante y de las actividades comerciales asociadas.

Por el contrario, durante el pico de la estación lluviosa, entre agosto y octubre, las velocidades promedio del viento son las más bajas del año, registrando un mínimo de 1.4 m/s. Este comportamiento general, sin embargo, no excluye la ocurrencia de ráfagas de viento severas asociadas a tormentas convectivas, que son características de esta época.

La exposición a esta amenaza en el corregimiento se ve modulada por dos factores principales:

- Efectos Topográficos: la morfología de caldera, un valle rodeado por un cinturón montañoso puede generar fenómenos de canalización y

aceleración del viento. Tal como se describe en el *Atlas ambiental de la República de Panamá*, (ANAM, 2010) las condiciones fisiográficas y climáticas del país, influye en los patrones de viento, humedad y temperatura. Los flujos de aire, al ser forzados por la orografía entre los cerros, pueden incrementar su velocidad localmente, generando condiciones más severas en puntos específicos del corregimiento, especialmente en las zonas más elevadas como los miradores y las cimas de los cerros.

- Vulnerabilidad de la infraestructura y el entorno: el efecto topográfico induce aceleraciones locales del flujo de aire y turbulencias, que incrementan la severidad de las condiciones en zonas elevadas (ANAM, 2010), la principal vulnerabilidad física reside en las cubiertas de las edificaciones. La prevalencia de techos de láminas metálicas, particularmente en viviendas más antiguas o de menores recursos, presenta una alta susceptibilidad al desprendimiento por vientos fuertes. Este fallo no solo provoca daños directos a la propiedad, sino que convierte las láminas en proyectiles peligrosos. Asimismo, la extensa cobertura arbórea del corregimiento, si bien es un activo ecológico, se convierte en una fuente de riesgo secundario. La caída de árboles y ramas de gran tamaño durante eventos de viento intenso representa una amenaza directa para las personas y las estructuras, además de ser una causa principal de interrupción de vías de comunicación y del suministro eléctrico, afectando las líneas vitales de la comunidad.

El análisis de los datos históricos confirma un régimen de vientos con una marcada estacionalidad, presentando las mayores velocidades promedio durante la estación seca. No obstante, la posibilidad de eventos extremos (ráfagas) durante todo el año, sumada a la vulnerabilidad de las infraestructuras y a los efectos topográficos locales, consolida a los vientos fuertes como una amenaza que debe ser integrada en la gestión del riesgo del corregimiento. Su manejo requiere un enfoque en la aplicación de normas de construcción (REP-JTI, 2021) que

aseguren la resistencia de las cubiertas y en una gestión adecuada del arbolado en zonas pobladas y de infraestructura crítica.

3.7. Identificación de Zonas Prioritarias

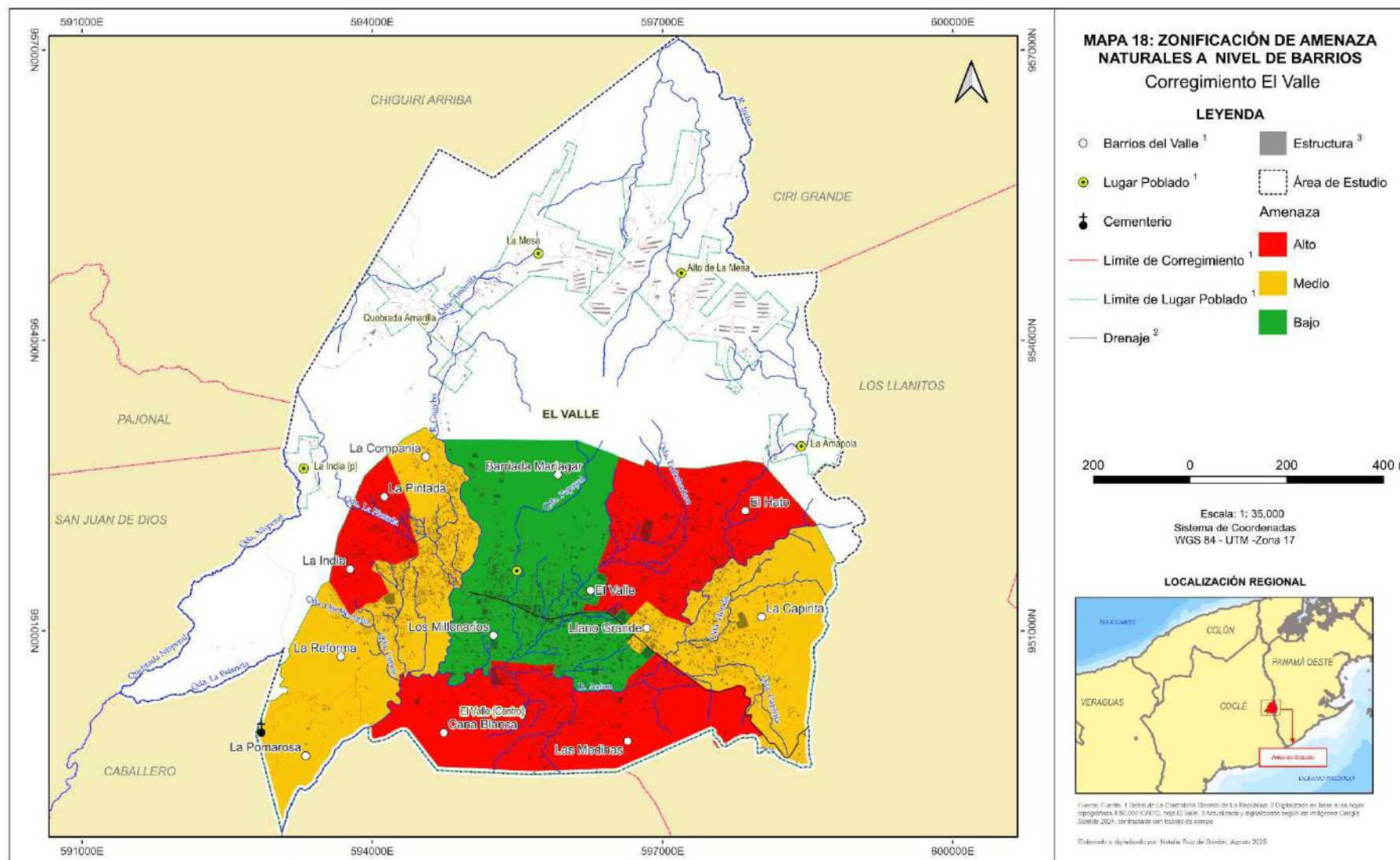
El análisis de los componentes del riesgo: población, uso del suelo, marco normativo, exposición y vulnerabilidad, integradas en el SIG QGIS nos permite visualizar la distribución espacial del riesgo en el territorio. Esta cartografía final debe ser apreciada como un instrumento de diagnóstico fundamental, para la planificación territorial y la priorización de acciones para la gestión de desastres (Saborio & Mora, 2014). A continuación se presenta la consolidación de los hallazgos previos en un mapa de zonificación de amenaza a nivel de barrios, que sirve como base para identificar las áreas que requieren una intervención prioritaria.

3.7.1. Zonificación de Amenaza a Nivel de Barrios

La zonificación del riesgo es el proceso mediante el cual se delimitan áreas geográficas homogéneas en función de sus niveles de riesgo, producto de la combinación de las amenazas y las vulnerabilidades presentes. Para el corregimiento El Valle, se ha desarrollado una cartografía que sintetiza la amenaza combinada (principalmente por inundación y movimientos de terreno) a nivel de barrios, clasificando el territorio en tres categorías: Amenaza Alta, Media y Baja.

El Mapa 18 Zonificación de Amenaza a Nivel de Barrios, constituye el producto sintético del análisis de este capítulo. La clasificación presentada en este mapa es el resultado de la superposición e integración en SIG, de los factores previamente analizados: la localización de los asentamientos sobre las áreas con mayor susceptibilidad a inundaciones y a movimientos de terreno e informes de eventos hidrometeorológicos en el área de estudio.

- **Zonas de Amenaza Alta (Rojo):** estas áreas representan la máxima prioridad para la gestión del riesgo. Como se observa en el mapa, los barrios clasificados en esta categoría, La Pintada, La Reforma, y partes significativas de Las Medidas y El Hato, comparten una o ambas de las siguientes características: están ubicados en las márgenes inmediatas de los ríos Antón y Guaybo, dentro de la llanura de inundación de alta frecuencia. Se encuentran al pie de laderas con pendientes pronunciadas y con evidencia histórica de inestabilidad, como las del cerro La India Dormida. La población y la infraestructura en estas zonas están expuestas a un riesgo recurrente y, en el caso de los deslizamientos, potencialmente catastrófico.
- **Zonas de Amenaza Media (Amarillo):** esta categoría representa una condición de riesgo transicional. Incluye barrios o secciones de barrios que, si bien no están en la zona de impacto más directo, se encuentran en la llanura de inundación más amplia o en áreas de piedemonte con pendientes moderadas. Barrios como Los Millonarios y Los Pozos presentan amplias zonas bajo esta clasificación. El riesgo en estas áreas puede ser menor que en las zonas altas, pero un evento de mayor magnitud podría afectar a una gran cantidad de población e infraestructura. Estas zonas deben ser objeto de una estricta regulación para evitar la densificación y controlar la implementación de medidas de mitigación. (Lavell, 2003)
- **Zonas de Amenaza Baja (Verde):** corresponden a las áreas del centro de la planicie del valle, como El Valle (centro) y Llano Grande, que se encuentran relativamente más alejadas de los cauces principales y de las laderas inestables. Aunque el riesgo por amenaza hidrometeorológica directa es menor, estas zonas no están exentas de vulnerabilidad, especialmente en lo que respecta a problemas de anegamiento por deficiencias en el drenaje pluvial y a la interrupción de servicios, ya que funcionalmente dependen de la infraestructura que atraviesa zonas de mayor riesgo



Mapa 18 Zonificación de Amenaza Naturales a Nivel de Barrios, Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

Este mapa de zonificación es una herramienta esencial, para la planificación, ya que permite a las autoridades locales y a los planificadores identificar visualmente dónde se concentran los mayores niveles de riesgo, sirviendo como base objetiva, para la asignación de recursos, la priorización de estudios de detalle y la formulación de normativas de uso del suelo más restrictivas y seguras, además de proponer una planificación del territorio efectiva, que incluya la restricción de determinados usos en zonas susceptibles, desarrollo e implementación de sistemas de alerta temprana, y estabilización de zonas inestables mediante obras de mitigación.

3.7.2. Principales Hallazgos sobre la Construcción Social del Riesgo en el corregimiento El Valle

El análisis integral de la geografía humana, la planificación y la exposición a amenazas en el corregimiento El Valle permite trascender la visión de los desastres como meros "eventos naturales". Los hallazgos de este capítulo demuestran, en cambio, que el riesgo en el territorio es, en gran medida, un producto socialmente construido, resultado de una serie de decisiones y procesos históricos y actuales que han configurado un escenario de alta vulnerabilidad (Lavel & Maskrey, 2014) Los principales factores que evidencian esta construcción social del riesgo son:

- **La Dinámica de Crecimiento Poblacional y Turístico:** el corregimiento ha experimentado un crecimiento demográfico sostenido (aproximadamente un 36% en la última década intercensal), impulsado por su consolidación como un importante polo turístico y de segunda residencia. Esta dinámica, si bien positiva económicamente, ha funcionado como un motor que incrementa la exposición. Un mayor número de residentes permanentes y una considerable población flotante implican que, inherentemente, más personas y bienes están localizados en un área con amenazas latentes. Este crecimiento constante genera una demanda continua de suelo urbanizable, lo que constituye la principal fuerza que impulsa la ocupación de áreas de riesgo.

- **Patrones de Asentamiento no Planificados:** el desarrollo urbano no ha seguido necesariamente un patrón de bajo riesgo. La evidencia cartográfica demuestra dos tendencias preocupantes:
 - **Ocupación de Llanuras de Inundación:** históricamente los asentamientos se han concentrado en la planicie aluvial de la red de drenaje del corregimiento. La construcción de viviendas, comercios e infraestructura dentro de las zonas de amenaza alta y media por inundación es una práctica sistemática y no un hecho aislado. Esto ha normalizado la exposición al riesgo fluvial, convirtiendo las crecidas de los ríos en eventos recurrentes con impacto directo sobre la comunidad.
 - **Expansión hacia Laderas Inestables:** la presión demográfica y la valorización del suelo en la planicie han incentivado una expansión urbana hacia las laderas de los cerros circundantes. Esta ocupación de terrenos con pendientes más pronunciadas y evidencia de inestabilidad (deslizamientos, cárcavas), sin una aparente regulación geotécnica rigurosa, representa la creación activa de nuevas condiciones de riesgo, exponiendo a nuevos habitantes a una amenaza de alta peligrosidad.
- **Debilidades Institucionales y del Marco Normativo:** la existencia y persistencia de los patrones de asentamiento descritos anteriormente evidencian una vulnerabilidad institucional. El Plan Normativo de 2001, aunque conceptualmente bien intencionado, ha demostrado ser insuficiente para contener la construcción del riesgo por varias razones:
 - Falta de enfoque integral de riesgo: el plan aborda la inundación de manera incipiente y omite casi por completo la amenaza por movimientos de terreno, dejando sin regular las áreas de ladera más críticas.
 - Distancia entre la planificación y fiscalización: la evidente contradicción entre lo que el plan estipula (por ejemplo "bosque de galería") y la realidad de la ocupación (construcciones en las riberas)

señala una debilidad histórica en la capacidad de las instituciones para implementar, fiscalizar y hacer cumplir la normativa de uso del suelo.

- Desactualización: un plan formulado hace más de dos décadas puede haber quedado obsoleto frente a la rápida dinámica de crecimiento del corregimiento, siendo incapaz de dar respuesta a las nuevas presiones urbanísticas.

De acuerdo con el estudio y trabajo de campo, se concluye que el riesgo en el corregimiento El Valle no puede ser atribuido únicamente a la existencia de ríos caudalosos y laderas empinadas. Es, fundamentalmente, el resultado de un proceso social donde una creciente demanda de suelo, impulsada por dinámicas demográficas y económicas, se ha desarrollado sobre un territorio de alta fragilidad física (Cardona, 2001), sin contar con un marco de planificación y control institucional lo suficientemente robusto y prospectivo para orientar dicho crecimiento hacia zonas más seguras. (Saborio & Mora, 2014)

3.7.3. Identificación de Áreas Críticas para la Intervención Prioritaria

El propósito final de un análisis de riesgo en el marco del ordenamiento territorial es trascender el diagnóstico para informar la toma de decisiones y orientar la acción. La integración de los análisis demográficos, de uso del suelo, normativos y de exposición a amenazas permite identificar con precisión aquellas zonas geográficas donde la convergencia de alta peligrosidad y exposición de elementos vulnerables genera condiciones de riesgo inaceptables. Con base en la evidencia presentada a lo largo de este capítulo, se delimitan y justifican las siguientes áreas como de intervención prioritaria para la gestión del riesgo en el corregimiento El Valle

- **Corredores Fluviales Urbanizados (Prioridad Alta - Riesgo por Inundación)**

- Zonas Específicas: las riberas y márgenes inmediatas del río Antón y el río Guaybo a su paso por los barrios de La Compañía, La Pintada, Los Millonarios, El Hato y El Valle (centro).
 - Justificación: estas áreas corresponden a la zona de Amenaza Alta por Inundación, como se demuestra en el mapa de zonificación. El análisis de uso del suelo y de asentamientos, confirma que estas franjas presentan una alta densidad de viviendas, comercios e infraestructura crítica. La ocupación de la servidumbre fluvial es una contravención directa al Plan Normativo y la causa principal del riesgo recurrente por inundación. La intervención en estas áreas es prioritaria para proteger la vida y los bienes de la mayor parte de la población expuesta al riesgo más frecuente en el corregimiento.
- **Laderas Occidentales y Noroccidentales Ocupadas (Prioridad Alta - Riesgo por Movimientos de Terreno):**
 - Zonas Específicas: las laderas y piedemonte de los cerros La India Dormida y Pajita, que afectan principalmente a los asentamientos en expansión de los barrios de La Reforma, La India y La Pintada.
 - Justificación: el Mapa 17 de Movimiento del Terreno, muestra una alta concentración de procesos de inestabilidad activos e históricos (deslizamientos, cárcavas, caída de rocas) en esta zona. El análisis de la dinámica de expansión urbana evidencia que es precisamente hacia esta área donde se está dirigiendo el nuevo crecimiento residencial. La combinación de una amenaza de alta peligrosidad (inestabilidad de laderas) con un proceso activo de construcción de nueva exposición (urbanización) configura un escenario de riesgo creciente y potencialmente catastrófico que requiere una intervención regulatoria y técnica urgente para evitar futuras pérdidas.
 - **Áreas de Transición Urbano-Forestal (Prioridad Media - Riesgo por Expansión no Planificada):**

- Zonas Específicas: el cinturón de "Pasto" y "Rastrojo y Vegetación Arbustiva" que rodea el núcleo urbano, especialmente en las zonas limítrofes con el Monumento Natural Cerro Gaital al norte y la Reserva Hídrica Cara Iguana al sur.
- Justificación: estas áreas representan la próxima frontera de la expansión urbana. Aunque actualmente el riesgo puede ser moderado, su vulnerabilidad institucional es muy alta debido a la presión del desarrollo y a un marco normativo que ha demostrado ser insuficiente para protegerlas. La intervención en estas zonas es de carácter prospectivo y preventivo. Es prioritario fortalecer la regulación y la fiscalización del uso del suelo en esta franja para evitar que la dinámica de crecimiento actual se repita, impidiendo la ocupación de zonas de amortiguamiento ambiental y de recarga hídrica que son vitales para la sostenibilidad ecológica y la seguridad hídrica de todo el corregimiento. (Guinau, 2007)

La identificación de estas tres áreas críticas proporciona una hoja de ruta clara para la acción. Las medidas de gestión de riesgo deben enfocarse de manera diferenciada en estos territorios: con medidas de mitigación y corrección en las zonas ya consolidadas de riesgo por inundación y deslizamiento (Prioridad 1 y 2), y con medidas de prevención y regulación estricta en las zonas de transición (Prioridad 3) para evitar la creación de nuevos riesgos en el futuro.

CAPÍTULO 4
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Análisis e interpretación de los Resultados

El presente capítulo integra y sintetiza los componentes del medio físico-natural y de la geografía humana, previamente descritos en los capítulos 2 y 3, para trascender la descripción de los factores aislados y construir un entendimiento sistémico del riesgo en el corregimiento El Valle. Para ello, se analiza la interacción entre las características fisiográficas inherentes del territorio, que define la susceptibilidad a las amenazas y los patrones de ocupación espacial de la población que determinan la exposición y la vulnerabilidad.

De acuerdo con el análisis encontramos que el riesgo de desastres en el área de estudio no es simplemente la manifestación de fenómenos naturales, sino el resultado de un proceso de construcción social del riesgo (Wilches-Chaux, 1993) (Cardona, 2001) (Lavel & Maskrey, 2014). Por ello analizamos cada amenaza hidrometeorológica de mayor recurrencia e impacto identificadas: inundaciones, movimientos de terreno y vientos fuertes. La convergencia de este trabajo culminará en la elaboración de una zonificación del paisaje natural, una herramienta fundamental que permite identificar y priorizar las áreas críticas, de recuperación que demandan una intervención urgente para la reducción del riesgo en el corregimiento, sentando así las bases para una propuesta de planificación urbana informada y prospectiva. (Saborio & Mora, 2014)

4.1. Síntesis de la Interacción Geosistema-Sociedad

El análisis integral de la geografía humana, la planificación y la exposición a amenazas en el corregimiento El Valle permite trascender de la visión del desastre como solo un "evento natural", pues los hallazgos de este estudio demuestran, que el riesgo en el territorio es, en gran medida, un producto socialmente construido, resultado de una serie de decisiones y procesos históricos y actuales que han configurado un escenario de alta vulnerabilidad (Wilches-Chaux, 1993)

La fisiografía de El Valle configura una "fórmula" natural para el riesgo: la interacción de un sustrato geológico inestable y un relieve de alta pendiente

(factores condicionantes), activada por un régimen de lluvias intenso y estacional (factor detonante), y canalizada por un sistema de drenaje convergente. Sin embargo, esta fórmula solo se convierte en un riesgo materializado a través de la intervención humana, que actúa como el agente modificador y amplificador fundamental (MINGOB, 2022). La ocupación humana, al alterar la cobertura vegetal e instalarse en las zonas de mayor peligrosidad, no solo se expone a este riesgo, sino que activamente lo aumenta. (Lavel, 1996)

Esta interacción entre el geosistema y el sistema socioeconómico se manifiesta en una clara dicotomía espacial que domina el paisaje natural en El Valle:

- La Planicie Central: caracterizada por depósitos aluviales y de relleno volcánico (Formación Río Hato), presenta un relieve plano (pendientes <10%) que históricamente ha ofrecido las condiciones más favorables para la construcción y la agricultura (MIVI, 2001). Como se evidencia en el Mapa 20 de Uso del Suelo Actual, es aquí donde se concentra el núcleo principal del "Área Poblada", con un uso residencial y comercial denso. No obstante, su posición topográfica más baja la convierte en la zona natural de recepción de toda la escorrentía de la cuenca, haciéndola intrínsecamente susceptible a inundaciones por desbordamiento fluvial y anegamiento. La superposición de la ocupación espacial sobre las "Formas de Origen Fluvial" (ver Mapa de Zonificación Fisiográfica) confirma que el desarrollo histórico del corregimiento se ha consolidado sobre su área de mayor amenaza hídrica.
- Las Laderas Circundantes: Conformadas por materiales piroclásticos poco consolidados y rocas fracturadas (Formaciones El Valle y Tucué), y con pendientes que superan frecuentemente el 30%, estas áreas presentan una alta susceptibilidad inherente a los movimientos de terreno (deslizamientos, flujos de detritos). Históricamente, estas laderas funcionaban como un cinturón forestal protector. Sin embargo, la presión demográfica y turística reciente ha impulsado una dinámica de expansión urbana hacia estas zonas, como lo demuestra la presencia de

asentamientos y "Rastrojo y vegetación arbustiva" en las "Formas de Origen Volcánico" y "Denudativo".

El patrón de asentamiento del corregimiento, por tanto, evidencia una alta exposición histórica a la amenaza por inundación en la planicie, y una exposición creciente a la amenaza por movimientos de terreno en las laderas. Esta dinámica no es aleatoria, sino el resultado de decisiones de localización que han priorizado la topografía favorable de la planicie y, más recientemente, el valor paisajístico de las laderas, subestimando o ignorando las condiciones de peligrosidad inherentes.

De ahí, denotamos el paradigma de la construcción social del riesgo como producto histórico y estructural, que de acuerdo con Lavell (2003), las amenazas naturales solo se convierten en desastres cuando interactúan con condiciones de vulnerabilidad creadas por factores sociales como la pobreza, la planificación urbana deficiente, la desigualdad o la falta de gobernanza territorial. En consecuencia, la construcción social del riesgo en El Valle se manifiesta, por tanto, en la ocupación de zonas de amenaza y en la alteración de los sistemas reguladores naturales (deforestación, impermeabilización del suelo), lo que no solo incrementa la exposición, sino que también amplifica la magnitud de los eventos peligrosos.

4.2. Análisis de la Exposición a la Amenaza por Inundación

La inundación representa la amenaza hidrometeorológica más recurrente y documentada en el corregimiento El Valle. Su dinámica está directamente ligada a la red de drenaje de patrón radial centrípeto (particularidad del espacio geográfico en estudio), que surca la planicie de la caldera, con el río Antón como eje principal y sus afluentes, el río Guaybo y la quebrada Amarilla, como actores secundarios (ASEP, 2020). La morfología de caldera actúa como un gran colector natural, concentrando la esorrentía de las laderas circundantes en el fondo plano del valle, lo que crea una alta susceptibilidad inherente a este tipo de fenómeno.

El análisis de la exposición a esta amenaza se fundamenta en la superposición de los elementos humanos con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el ambiente QGIS y sus actividades sobre la cartografía que delimita las áreas susceptibles de ser anegadas según su nivel de peligrosidad. Dicho análisis permite no solo identificar las áreas geográficas afectadas, sino también cuantificar los elementos expuestos y, por consiguiente, evaluar la vulnerabilidad física, social e institucional ante este peligro recurrente.

4.2.1. Tipología y Distribución de la Amenaza: Desbordamiento Fluvial y Saturación

Para comprender el riesgo por inundación en El Valle, es crucial diferenciar dos procesos hidrológicos interrelacionados, pero con dinámicas distintas, que definen la tipología y distribución espacial de la amenaza:

- Inundación por Desbordamiento Fluvial: este proceso corresponde al desbordamiento de los cauces durante eventos de precipitación intensa y prolongada. Es el fenómeno de mayor energía y peligrosidad directa, concentrado en los márgenes inmediatos de la red de drenaje. Estas áreas, que se corresponden con la servidumbre fluvial, son las primeras en ser afectadas por las crecidas y están sujetas a altas velocidades de flujo y a una significativa capacidad de erosión y transporte de sedimentos. Legalmente, constituyen zonas de protección que deberían tener un uso restringido para garantizar la capacidad de regulación natural de los ríos (Ley de Aguas, 1966). Geomorfológicamente, estas áreas se definen como planicies fluviales, franjas activas donde el río deposita y remueve sedimentos de forma recurrente.
- Inundación por Saturación: este proceso afecta a una extensión mucho mayor, cubriendo la llanura de inundación que conforma la totalidad del fondo del valle. Es una consecuencia directa de la morfología de la planicie: su relieve plano con pendientes inferiores al 5% dificulta el drenaje natural de las escorrentías. Durante eventos lluviosos, el agua que no puede ser evacuada rápidamente por la red de drenaje se acumula, provocando un anegamiento prolongado. Este fenómeno se ve exacerbado por la colmatación, que es la sedimentación

y el depósito masivo de materiales erosionados de las laderas, lo que eleva el lecho de los ríos, reduce su capacidad hidráulica y agrava la frecuencia y magnitud de los desbordamientos futuros (ASEP, 2021)

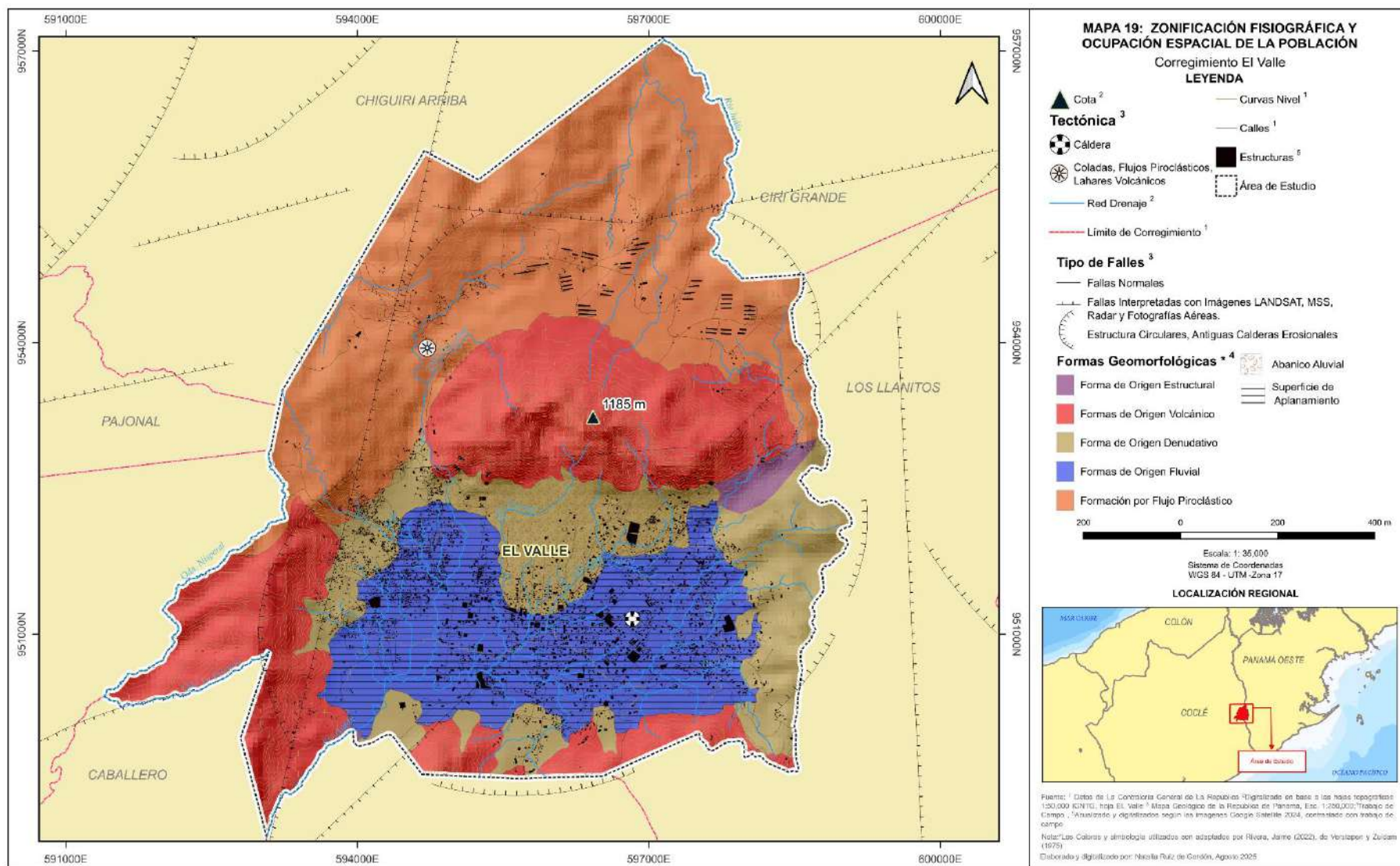
Como se visualiza en el Mapa 19 Zonificación Fisiográfica y Ocupación Espacial de la Población, la totalidad de estos procesos de inundación se concentra en las "Formas de Origen Fluvial" (área azul), que coinciden casi perfectamente con el "Área Poblada" identificada en el Mapa 20 Uso del Suelo Actual. Este patrón confirma que la amenaza no es un factor aleatorio, sino que está estructuralmente controlada por la geomorfología de la caldera. La distribución de la amenaza, por tanto, se puede sintetizar de la siguiente manera: una zona de alta peligrosidad por desbordamiento en las márgenes inmediatas de los ríos, y una extensa zona de peligrosidad media y baja por anegamiento que cubre la mayor parte de la planicie central. La convergencia de la ocupación urbana sobre este escenario define una condición de alta exposición histórica y sistémica.

4.2.2. Elementos Expuestos, Población y la Infraestructura en Zonas Inundables

Una vez definida la tipología de la amenaza por inundación, el análisis del riesgo requiere identificar quienes se encuentran en las zonas susceptibles. La exposición no es un concepto abstracto; se materializa en la presencia de población, viviendas, infraestructura crítica y actividades económicas dentro del área de impacto potencial de un fenómeno (Ministerio de Gobierno., 2022). La superposición de la cartografía de uso del suelo en el sistema de información geográfico QGis y de la ocupación espacial sobre las zonas de amenaza por inundación, permite realizar una evaluación precisa de los elementos expuestos en el corregimiento El Valle.

El análisis revela una concentración crítica de elementos en las franjas de peligrosidad fluvial, evidenciando una alta exposición acumulada. La distribución de los elementos expuestos se puede analizar, según el nivel de amenaza:

- Exposición en Zonas de Amenaza Alta: corresponde a las estructuras localizadas directamente en los márgenes de los ríos Antón y Guaybo, dentro de la planicie fluvial y la servidumbre legal. El Mapa de Zonificación Fisiográfica y Ocupación Espacial de la Población muestra una densidad significativa de "Estructuras" (puntos negros) que invaden directamente esta franja. La ocupación es particularmente densa y sistemática en los barrios de La Compañía, La Pintada, Los Millonarios y el sector céntrico del corregimiento (El Valle Centro). En estas áreas, viviendas unifamiliares, infraestructuras comerciales y porciones de la red vial principal, como la Avenida Principal, se han desarrollado hasta el borde mismo del cauce. Esta situación representa el nivel más elevado de exposición física, donde la probabilidad de impacto ante una crecida recurrente es extremadamente alta. La vulnerabilidad física de estas edificaciones es máxima, no solo por la fuerza del agua, sino también por el impacto de los sedimentos y detritos arrastrados desde las laderas (Coromidas, 2006).
- Exposición en Zonas de Amenaza Media y Baja: estas áreas constituyen la llanura de inundación más amplia, susceptible de ser afectada por crecidas de mayor período de retorno pero de menor frecuencia, así como por anegamiento. Como se observa en el Mapa de Uso del Suelo Actual, la mancha urbana identificada como "Área Poblada" (polígono rojo) ocupa una porción considerable de esta zona. Barrios como El Hato y Las Medinas presentan una extensa ocupación residencial dentro de esta llanura. Aunque la frecuencia de inundación directa es menor, la magnitud de un evento que alcance estas áreas podría afectar a un número significativamente mayor de viviendas, infraestructuras y actividades económicas simultáneamente. Además, estas zonas son vulnerables a problemas de anegamiento prolongado debido a la saturación del suelo y a la insuficiencia de los sistemas de drenaje secundarios, lo que puede generar pérdidas económicas en cultivos, daños en infraestructuras y problemas de salud pública (Cardona, 2001).



Mapa 19 Zonificación Fisiográfica y Ocupación Espacial de la Población, Corregimiento El Valle Por Ruiz J.N. (2025)

El patrón de asentamiento del corregimiento El Valle evidencia una alta exposición histórica a la amenaza por inundación. El desarrollo urbano ha seguido la lógica de ocupar el terreno más plano disponible, que coincide precisamente con la llanura aluvial de la red de drenaje. La construcción de una cantidad significativa de viviendas e infraestructura dentro de las zonas de amenaza alta y media, no es un hecho aislado, sino un patrón sistemático que demuestra una construcción social del riesgo (Lavel & Maskrey, 2014) a lo largo del tiempo.

Este patrón ha sido facilitado por un marco de planificación, como se analizará más adelante, que no ha sido suficientemente restrictivo o fiscalizado para prevenir esta ocupación, materializando el riesgo de manera tangible en el territorio.

4.2.3. Construcción social y vulnerabilidad institucional

La elevada exposición a la amenaza por inundación en El Valle no puede ser entendida como un hecho fortuito o una simple consecuencia de su geografía. Es, en esencia, una manifestación tangible de la construcción social del riesgo, un proceso a largo plazo en el que las decisiones de ocupación del territorio han interactuado con la peligrosidad inherente del geosistema, creando y acumulando condiciones de vulnerabilidad (Wilches-Chaux, 1993)

El análisis de la ocupación histórica revela que el desarrollo urbano ha seguido la lógica de ocupar el terreno más plano y fértil disponible, que coincide precisamente con la llanura aluvial y el piso de la caldera. Este patrón, aunque racional desde una perspectiva de desarrollo inicial, ha consolidado un escenario de riesgo recurrente al asentar de manera sistemática a la población y sus activos en las zonas de mayor peligrosidad por inundación.

El punto crítico de este análisis reside en la dimensión institucional.

El Plan Normativo de 2001 (MIVI, 2001) representó un intento formal por abordar esta problemática al reconocer explícitamente la amenaza y proponer la categoría

de "Bosque de Galería" a lo largo de los principales cauces. Conceptualmente, esta medida es una herramienta fundamental de gestión del riesgo, ya que busca crear una franja de protección natural que funcione como zona de amortiguamiento, regule el flujo hídrico y restrinja la ocupación en las áreas de mayor peligrosidad.

Sin embargo, la confrontación de esta directriz con la realidad espacial actual (ver Mapa de Cobertura Boscosa y Uso del Suelo Actual) evidencia una brecha significativa entre la planificación formal y la práctica. La ocupación directa de los corredores ribereños por parte del "Área Poblada" demuestra la ineficacia de esta medida, una falla atribuible a dos factores principales:

- Debilidad Normativa: el Plan establece la zonificación, pero no la dota de una reglamentación específica y vinculante. No define con claridad técnica el ancho de esta servidumbre (por ejemplo, basándose en la llanura de inundación para un determinado período de retorno) ni especifica normativas de cumplimiento obligatorio. Esta ambigüedad deja la protección de las riberas sujeta a la interpretación y a una fiscalización débil (Villagrán De León, 2003)
- Vulnerabilidad Institucional: la continua densificación en estas áreas de alto riesgo es la manifestación más clara de una vulnerabilidad institucional. Esta debilidad se refleja en la incapacidad de las instituciones para implementar, fiscalizar y hacer cumplir la normativa de uso del suelo, permitiendo que la dinámica del mercado inmobiliario y el crecimiento demográfico prevalezcan sobre los criterios de seguridad y sostenibilidad. (Wilches-Chaux, 1993).

Por tanto, el riesgo por inundación en corregimiento El Valle es un constructo complejo que resulta de la convergencia de: (a) una alta susceptibilidad física inherente a la morfología de caldera; (b) una alta exposición histórica y actual de la población y la infraestructura en la llanura aluvial; y (c) una

alta vulnerabilidad institucional, manifestada en la deficiente aplicación y cumplimiento de la normativa y la ocupación real del territorio.

4.3. Análisis de la Exposición a la Amenaza por Movimientos de Terreno

Además del riesgo fluvial que domina la planicie, el corregimiento El Valle está expuesto a amenazas asociadas a la inestabilidad de sus laderas. La propia naturaleza geológica y geomorfológica del área, una caldera volcánica con paredes escarpadas conformadas por materiales susceptibles a la erosión que crea las condiciones propicias para la ocurrencia de diversos tipos de movimientos de terreno, tales como deslizamientos, caídas de rocas y flujos de detritos (Teixeira & Dos Santos, 2015)

La exposición a esta amenaza se determina al analizar la localización de los asentamientos humanos y la infraestructura en relación con estas laderas inestables. Mientras que el riesgo por inundación es un fenómeno de área que afecta a la planicie, los movimientos de terreno representan un riesgo de alta intensidad, aunque más focalizado, con un potencial destructivo considerable. La combinación de pendientes fuertes, materiales geológicamente inestables y la creciente presión por urbanizar estas áreas (factor antrópico) crea un escenario de riesgo significativo y en constante evolución. (Guinau, 2007)

4.3.1. Factor Detonante

Mientras que la geología y la morfometría definen la susceptibilidad inherente del territorio (factores condicionantes), el clima actúa como el principal factor detonante, (ANAM, 2010) es decir, el agente que desencadena los procesos peligrosos (MINGOB, 2022). En el caso de los movimientos de terreno en El Valle, el detonante principal no es la lluvia en general, sino eventos de precipitación específicos definidos por su intensidad (milímetros por hora) y duración.

El análisis climático presentado en el Capítulo 2, Tabla 4, Gráfica1 confirma la existencia de un régimen de lluvias de monzón (Am), que concentra más de 3000

mm de precipitación anual en una estación lluviosa intensa y prolongada. El diagrama ombrotérmico (gráfica 1) ilustra esta estacionalidad, con un pico máximo en octubre (554.3 mm). Esta concentración temporal de las lluvias crea un período crítico de alta peligrosidad, generalmente entre mayo y diciembre, cuando los suelos alcanzan niveles de saturación que comprometen su estabilidad.

La relevancia de la precipitación como detonante radica en su interacción con el sustrato, pues los materiales piroclásticos poco consolidados y los suelos residuales que conforman las laderas (ver Figura 4, Formaciones El Valle y Tucué) presentan una baja cohesión intrínseca. Cuando se saturan de agua, su resistencia al corte disminuye drásticamente, incrementando la probabilidad de falla. Este proceso depende de la superación de umbrales de precipitación, que son los valores de lluvia (ya sea por intensidad o por acumulación en un período de tiempo) a partir de los cuales se activan los deslizamientos. Aunque la determinación de umbrales precisos para El Valle requiere estudios geotécnicos detallados, la literatura documenta para la región eventos de precipitación intensa y prolongada (superiores a 240 mm en un día) que actúan como el principal disparador de deslizamientos e inundaciones (Gutiérrez, 2009)

Por consiguiente, el patrón climático estacional no solo define la principal amenaza hidrometeorológica (inundación), sino que también funciona como el principal factor detonante para la activación de las amenazas geológicas (movimientos de terreno). La estación lluviosa, por tanto, representa una ventana temporal de riesgo combinado, donde la probabilidad de ocurrencia de ambos fenómenos peligrosos alcanza su máximo nivel. (Coromidas, 2006)

4.3.2. Elementos Expuestos, Ocupación de Laderas y Zonas de Piedemonte

La materialización del riesgo por movimientos de terreno ocurre cuando la población y la infraestructura se localizan en áreas de alta susceptibilidad. En el corregimiento El Valle, la exposición a esta amenaza se manifiesta de dos

maneras principales, cada una con implicaciones de riesgo distintas: la ocupación directa de las laderas y la exposición en el piedemonte.

- Ocupación Directa de Laderas: como se evidenció en el análisis de la dinámica de expansión urbana (Sección 3.2.2) y se corrobora en el Mapa de Uso del Suelo Actual, existe una clara tendencia de crecimiento residencial desde la planicie hacia las laderas. Los asentamientos en expansión de los barrios de La Reforma, La India y La Pintada se están desarrollando directamente sobre terrenos con pendientes pronunciadas y evidencia histórica de inestabilidad. El Mapa de Movimiento del Terreno, confirma esta exposición al superponer símbolos de procesos activos (deslizamientos, reptación, cárcavas) directamente sobre áreas donde se observan estructuras y vías de acceso. Esto implica que las viviendas e infraestructuras allí emplazadas están expuestas a:
 - Un riesgo crónico por procesos lentos como la reptación del suelo, que puede causar daños estructurales progresivos y fallas en servicios básicos.
 - Un riesgo agudo y potencialmente catastrófico por deslizamientos rápidos que pueden ser detonados por eventos de lluvia intensa o un sismo. La población en estas zonas se encuentra en una posición de alta exposición directa, donde la probabilidad de impacto es elevada.
- Exposición en el Piedemonte: los asentamientos localizados al pie de las laderas, aunque se encuentren en la zona de transición con pendientes más suaves (conos de deyección), también están significativamente expuestos. Procesos como las caídas de rocas y, especialmente, los flujos de detritos se originan en las partes altas de las laderas, pero su área de afectación (zona de depósito y alcance) se extiende hacia la base (Copons & Tallada, 2009). Barrios como La Pintada y La Compañía, situados en la franja occidental del núcleo poblado, se encuentran directamente en la trayectoria de los materiales que podrían desprenderse de las laderas superiores. Estas zonas de piedemonte son, por su propia génesis,

geoformas de acumulación que evidencian procesos torrenciales pasados. La ocupación de estos conos de deyección expone a la población y a la infraestructura a eventos de alta energía y rápida ocurrencia.

Es evidente que, aunque la amenaza por inundación afecta a una mayor extensión del área poblada, la amenaza por movimientos de terreno representa un riesgo de alta intensidad, aunque más focalizado. La combinación de pendientes fuertes, materiales geológicamente inestables y la creciente presión por urbanizar estas áreas (factor antrópico que modifica el paisaje mediante cortes de talud y alteración del drenaje) crea un escenario de riesgo significativo y creciente. La presencia documentada de múltiples tipos de movimientos de terreno en las laderas que dominan el valle, constituye una advertencia clara sobre la vulnerabilidad de los asentamientos existentes y un condicionante fundamental, para cualquier planificación futura del desarrollo territorial en el corregimiento (Saborio & Mora, 2014)

4.4. Análisis de la Exposición a la Amenaza por Vientos Fuertes

La amenaza por vientos fuertes, a menudo asociada a tormentas estacionales, frentes fríos o eventos convectivos locales, constituye un riesgo hidrometeorológico secundario pero relevante para el corregimiento El Valle. A diferencia de los deslizamientos, su impacto es menos focalizado, pero vientos de alta intensidad pueden generar daños extensos en la infraestructura, la cobertura vegetal y las líneas vitales de la comunidad. El análisis de esta amenaza se fundamenta tanto en las características topográficas del área, que modulan la velocidad y dirección del viento a escala local, como en los datos históricos de velocidad del viento registrados en la región, que definen el patrón estacional y la magnitud del fenómeno (ANAM, 2010) (IDEAM, 2010).

4.4.1. Caracterización de la Amenaza, régimen estacional y efectos topográficos

El comportamiento del viento en el corregimiento de El Valle está fuertemente influenciado por la estacionalidad climática de la región, así como por su singular morfología de caldera, que actúa como un modificador local de los flujos de aire.

El patrón estacional del viento, según los datos históricos de la estación meteorológica de Antón (136-002), presentados en la Tabla 5 y la Gráfica 2 del Capítulo 2, permiten cuantificar el comportamiento estacional del viento en el área de influencia. El análisis de esta serie de datos revela un patrón inequívoco que diferencia la estación seca de la lluviosa:

- Durante los meses de la estación seca, particularmente de enero a marzo, se registran las velocidades promedio más altas del año, alcanzando máximos de 4.5 m/s en febrero. Este período de vientos más intensos coincide con la temporada de mayor afluencia turística, lo que incrementa la exposición temporal de la población flotante y de las actividades comerciales asociadas a este sector económico (ANAM, 2010) (IMHPA, 2025).
- Por el contrario, durante el pico de la estación lluviosa, entre agosto y octubre, las velocidades promedio del viento son las más bajas del año, registrando un mínimo de 1.4 m/s.

Este comportamiento general de los promedios mensuales, sin embargo, no excluye la ocurrencia de ráfagas de viento severas (eventos extremos). Estas ráfagas, asociadas a tormentas convectivas que son características de la estación lluviosa, pueden superar ampliamente las velocidades promedio y representan el principal factor de peligrosidad por viento en la región.

- Modulación topográfica: fenómenos de canalización y aceleración: la morfología de caldera El Valle, está rodeado por un cinturón montañoso, genera fenómenos aerodinámicos locales que amplifican la peligrosidad del viento. La topografía actúa como un factor clave que modula los flujos de

aire, creando condiciones más severas en puntos específicos del corregimiento:

- Canalización del Viento: los flujos de aire, al ser forzados a pasar a través de las abras y los valles estrechos que cortan el anillo montañoso de la caldera, experimentan una canalización que incrementa su velocidad. Las quebradas y los valles fluviales que descienden hacia la planicie actúan como corredores naturales para el viento.

- Aceleración en Cumbres: al ascender por las laderas y pasar sobre las cumbres de los cerros (como Pajita, Gaital y Caracoral), el viento se acelera significativamente. Estas zonas de mayor altitud, que coinciden con los miradores turísticos y la localización de infraestructura crítica de telecomunicaciones, están expuestas a las condiciones de viento más severas del corregimiento. (IDEAM, 2010)

El análisis climático y topográfico, por tanto, confirma un régimen de vientos con una marcada estacionalidad, pero subraya que el riesgo no se limita a los promedios. La posibilidad de ráfagas extremas durante todo el año, sumada a la amplificación local del viento por efectos topográficos, consolida a los vientos fuertes como una amenaza secundaria pero persistente, que debe ser integrada en la gestión integral del riesgo del corregimiento.

4.4.2. Vulnerabilidad y Exposición ante Vientos Fuertes

La exposición a la amenaza por vientos fuertes en El Valle se ve modulada por la interacción de dos factores principales: la vulnerabilidad intrínseca de la infraestructura y las características del entorno natural y construido (ANAM, 2010).

La principal vulnerabilidad física ante la amenaza por viento reside en las cubiertas de las edificaciones y en las estructuras ligeras. La prevalencia de techos de láminas metálicas, particularmente en las viviendas más antiguas o de menores recursos económicos, representa una alta susceptibilidad al desprendimiento. El análisis de las condiciones de la vivienda reveló la existencia de asentamientos

espontáneos y una proporción significativa de hogares con carencias, lo que sugiere una baja calidad constructiva y una capacidad de resistencia limitada, en un segmento de la población. Un fallo en la cubierta no solo provoca daños directos a la propiedad por la entrada de lluvia, sino que también convierte las láminas desprendidas en proyectiles peligrosos que pueden causar daños a otras estructuras o, en el peor de los casos, lesiones a personas.

Asimismo, la infraestructura turística, como ranchos, bohíos y señalizaciones, a menudo presenta una construcción ligera que la hace particularmente vulnerable a los efectos del viento. El colapso de estas estructuras no solo implica pérdidas económicas, sino que también afecta la imagen y operatividad del principal motor económico del corregimiento.

La extensa y valiosa cobertura arbórea del corregimiento, si bien constituye un activo ecológico y paisajístico fundamental, se convierte en una fuente de riesgo secundario durante eventos de viento intenso.

La caída de árboles y ramas de gran tamaño representa una amenaza directa y significativa con múltiples consecuencias:

- Impacto Directo: puede causar daños severos o el colapso total de viviendas, edificaciones y vehículos. Representa un peligro directo para la vida de las personas que se encuentren en el exterior durante un evento.
- Interrupción de Líneas Vitales: al caer sobre el tendido eléctrico es la causa principal de interrupción del suministro de energía. De igual manera, el bloqueo de las vías de comunicación, particularmente la carretera principal de acceso al valle puede generar el aislamiento temporal de la comunidad, dificultando las labores de respuesta y afectando directamente la actividad turística y económica.

El régimen de vientos en El Valle, con su marcada estacionalidad de mayores velocidades promedio durante la estación seca y la posibilidad de ráfagas extremas durante todo el año, interactúa directamente con las vulnerabilidades de

la infraestructura y el entorno. Esta combinación de un fenómeno natural recurrente, los efectos topográficos locales que lo intensifican y un parque edificado parcialmente vulnerable, consolida a los vientos fuertes como una amenaza que debe ser integrada en la gestión del riesgo del corregimiento, principalmente, a través de la aplicación de normas de construcción (REP-JTI, 2021) que aseguren la resistencia de las cubiertas y de una gestión proactiva y adecuada del arbolado en zonas pobladas y en la infraestructura crítica. (Decreto Ejecutivo N°36, 1998) (Ley 6, 2006)

4.5. Zonificación Integrada del Riesgo y Áreas Críticas para la Intervención

El análisis de los componentes del riesgo, población, uso del suelo, marco normativo, exposición y vulnerabilidad, integrados en un Sistema de Información Geográfico (SIG), QGIS, permite visualizar la distribución espacial del riesgo en el territorio. Esta cartografía es un instrumento de diagnóstico fundamental para la planificación territorial y la priorización de acciones para la gestión de desastres (Arroyo González L. N., 2012). Esta sección final del capítulo consolida los hallazgos previos en un mapa de zonificación de amenaza a nivel de barrios, que sirve como base para identificar las áreas que requieren una intervención prioritaria, materializando el propósito central de esta investigación.

4.5.1. Superposición de Amenazas y Exposición, integración

La zonificación del riesgo es el proceso mediante el cual se delimitan áreas geográficas homogéneas en función de sus niveles de riesgo, producto de la combinación de las amenazas y las vulnerabilidades presentes. Para el corregimiento El Valle, este ejercicio no se basa en una clasificación arbitraria, sino en la superposición e integración sistemática de los factores previamente analizados. La metodología empleada se fundamenta en el marco conceptual de la gestión integral del riesgo, que define el riesgo como el producto de la interacción entre amenaza, exposición y vulnerabilidad. (INEC , 2024)

El proceso se llevó a cabo en un entorno de Sistema de Información Geográfico (SIG QGIS), utilizando como insumos principales las siguientes capas de

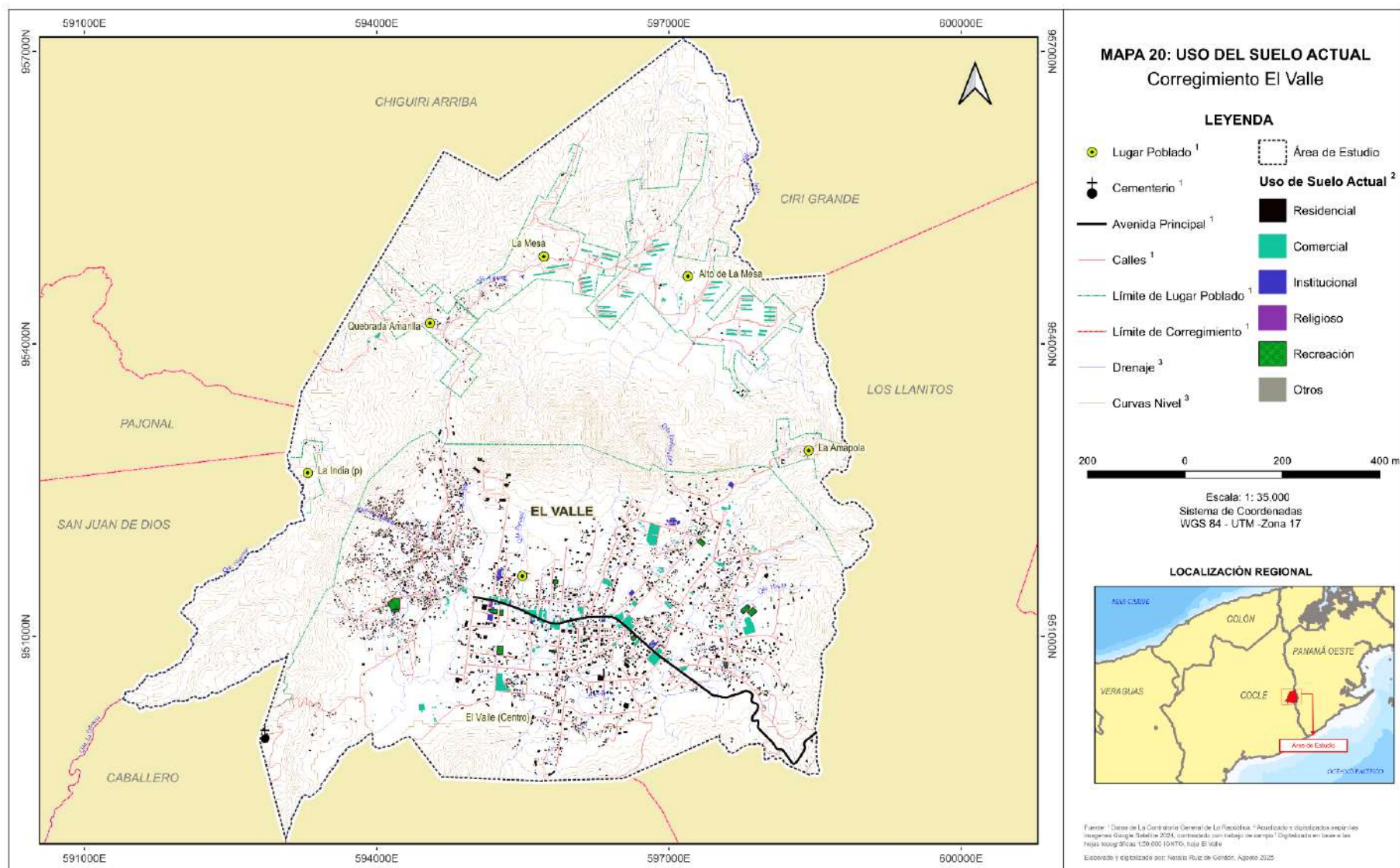
información, que representan los factores determinantes del riesgo en el corregimiento:

- Capa de Amenaza por Inundación: se utilizó la cartografía de zonas de amenaza por inundación, que clasifica la planicie en niveles de peligrosidad Alta, Media y Baja, representando el riesgo fluvial y por anegamiento.
- Capa de Amenaza por Movimientos de Terreno: se empleó la cartografía de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas, que identifica las áreas con pendientes pronunciadas y geología inestable como zonas de Alta Peligrosidad por deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas.
- Capa de Exposición (Ocupación Espacial): en el Mapa 20, se utilizó la distribución de asentamientos humanos a partir de la digitalización de imágenes satelitales 2025, visualizando las viviendas e infraestructura crítica, que permite identificar las áreas con mayor concentración de elementos susceptibles de ser dañados.

La integración de estas capas se realizó mediante un análisis de superposición lógica, d, en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) QGis donde el nivel de riesgo final se asigna en función de la convergencia de alta peligrosidad y exposición. El principio rector es que el riesgo es mayor no solo donde la amenaza es más intensa o frecuente, sino donde esta amenaza se superpone con una alta densidad de población e infraestructura. Este enfoque permite pasar de mapas de amenazas individuales a un único mapa sintético de riesgo combinado, que clasifica el territorio en tres categorías operativas para la planificación: Riesgo Alto, Riesgo Medio y Riesgo Bajo. El producto de esta integración es el Mapa 18 Zonificación Integrada del Riesgo a Nivel de Barrios, ubicado en el capítulo 3, el cual constituye el producto sintético del análisis de este capítulo y se presenta a continuación.

4.5.2. Delimitación y Justificación de Zonas Prioritarias para la Intervención

El Mapa de Zonificación Integrada del Riesgo a Nivel de Barrios constituye el producto sintético y la herramienta de diagnóstico fundamental de este capítulo.



Al superponer la amenaza combinada (inundación y movimientos de terreno) con la ocupación actual del territorio, el mapa no solo describe, sino que prescribe, identificando visualmente las áreas donde se concentran los mayores niveles de riesgo. Con base en este análisis, se delimitan y justifican tres Áreas Críticas para la Intervención Prioritaria, cuya gestión se convierte en un imperativo para la reducción del riesgo en el corregimiento.

- **Corredores Fluviales Urbanizados (Prioridad Alta - Riesgo por Inundación):**

- Zonas Específicas: esta área crítica comprende las riberas y márgenes inmediatas de los ríos Antón y Guaybo a su paso por los barrios de La Compañía, La Pintada, Los Millonarios y El Valle (Centro).
- Justificación: estas áreas corresponden a la zona de Amenaza Alta por Inundación, caracterizada por crecidas recurrentes, alta velocidad de flujo y procesos erosivos. El análisis de uso del suelo y de asentamientos, confirma que estas franjas presentan una alta densidad de viviendas unifamiliares, infraestructuras comerciales (hoteles, restaurantes) e incluso edificaciones institucionales. La ocupación directa de la servidumbre fluvial es una contravención tanto al Plan Normativo de 2001 (IMHPA, 2025), lo que evidencia una marcada vulnerabilidad física e institucional. El riesgo aquí es recurrente y predecible. **La intervención es prioritaria para proteger la vida y los bienes de la mayor parte de la población expuesta al riesgo más frecuente en el corregimiento.**

- **Laderas Occidentales y Noroccidentales Ocupadas (Prioridad Alta - Riesgo por Movimientos de Terreno):**

- Zonas Específicas: incluye las laderas y el piedemonte de los cerros La India Dormida y Pajita, afectando directamente a los asentamientos en expansión de los barrios de La Reforma, La India y La Pintada.
- Justificación: el Mapa de Movimiento del Terreno muestra una alta concentración de procesos de inestabilidad activos e históricos (deslizamientos rotacionales, cárcavas, caída de rocas) en esta zona.

Simultáneamente, el análisis de la dinámica de expansión urbana evidencia que es precisamente hacia esta área donde se está dirigiendo el nuevo crecimiento residencial. La combinación de una amenaza de alta peligrosidad (inestabilidad intrínseca) con un proceso activo de construcción de nueva exposición (urbanización sin regulación geotécnica aparente) configura un escenario de riesgo creciente y potencialmente catastrófico. A diferencia del riesgo por inundación, un evento de deslizamiento masivo detonado por lluvias extremas o un sismo podría tener consecuencias de mayor letalidad.

- **Áreas de Transición Urbano-Forestal (Prioridad Media - Riesgo por Expansión no Planificada):**
 - Zonas Específicas: el cinturón de "Pasto" y "Rastrojo y Vegetación Arbustiva" que rodea el núcleo urbano, especialmente en las zonas limítrofes con el Monumento Natural Cerro Gaital al norte y la Reserva Hídrica Cara Iguana al sur.
 - Justificación: estas áreas representan la próxima frontera de la expansión urbana. Aunque el riesgo actual puede ser moderado, su vulnerabilidad institucional es muy alta debido a la presión del desarrollo y a un marco normativo que ha demostrado ser insuficiente para protegerlas. La intervención en estas zonas es de carácter prospectivo y preventivo. Es prioritario fortalecer la regulación y la fiscalización del uso del suelo en esta franja para evitar que la dinámica de crecimiento actual se repita, impidiendo la ocupación de zonas de amortiguamiento ambiental y de recarga hídrica que son vitales para la sostenibilidad ecológica y la seguridad hídrica de todo el corregimiento.

La identificación de estas tres áreas críticas proporciona una hoja de ruta clara para la acción. Las medidas de gestión del riesgo deberán enfocarse de manera diferenciada en estos territorios: con medidas de mitigación y corrección en las zonas ya consolidadas de riesgo, y con medidas de prevención y regulación estricta en las zonas de transición para evitar nuevos riesgos. (Ley 6, 2006)

4.5.3. Discusión de Resultados

Los hallazgos presentados en las secciones anteriores trascienden el caso de estudio de El Valle, permitiendo una discusión más amplia sobre los procesos que configuran el riesgo en Panamá y en contextos similares. La evidencia cartográfica y el análisis integrado demuestran que el escenario de riesgo del corregimiento no es una excepción, sino un claro ejemplo de la "construcción social del riesgo", un concepto ampliamente desarrollado en la literatura especializada (Cardona, La necesidad de repensar holísticamente los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, 2001); (Lavel & Maskrey, El futuro de la gestión del riesgo de desastres, 2014); (Villagrán De León, 2003).

La recurrencia de desastres hidrometeorológicos en Panamá, documentada sistemáticamente por fuentes como DesInventar (Quezada-Roman, Picado, & Rivera, 2025) y analizada en estudios nacionales (MINGOB, 2022) encuentra en El Valle los mecanismos de generación de riesgo claramente observables. La convergencia de factores condicionantes (geología volcánica, relieve abrupto) y detonantes (régimen de lluvias de monzón) establece una alta peligrosidad inherente. Sin embargo, es la acción humana, a través de sus patrones de asentamiento y la falta de una planificación prospectiva, la que transforma este peligro en un riesgo tangible y creciente.

El análisis de la ocupación del territorio revela dos tendencias preocupantes que son consistentes con dinámicas observadas en otras regiones (Álvarez, 2009)

- Normalización del Riesgo por Inundación: la ocupación histórica y densa de las llanuras de inundación refleja un proceso de normalización o baja percepción de la exposición. La comunidad ha ocupado sistemáticamente las áreas más peligrosas, y el marco normativo (Plan Normativo de 2001), aunque bien intencionado al proponer los "Bosques de Galería", ha demostrado ser institucionalmente débil para revertir o contener esta tendencia. Esta contradicción entre planificación y la realidad es un indicador clave de vulnerabilidad institucional, donde la lógica del desarrollo

urbano ha prevalecido sobre la lógica de la seguridad hídrica y la gestión del riesgo.

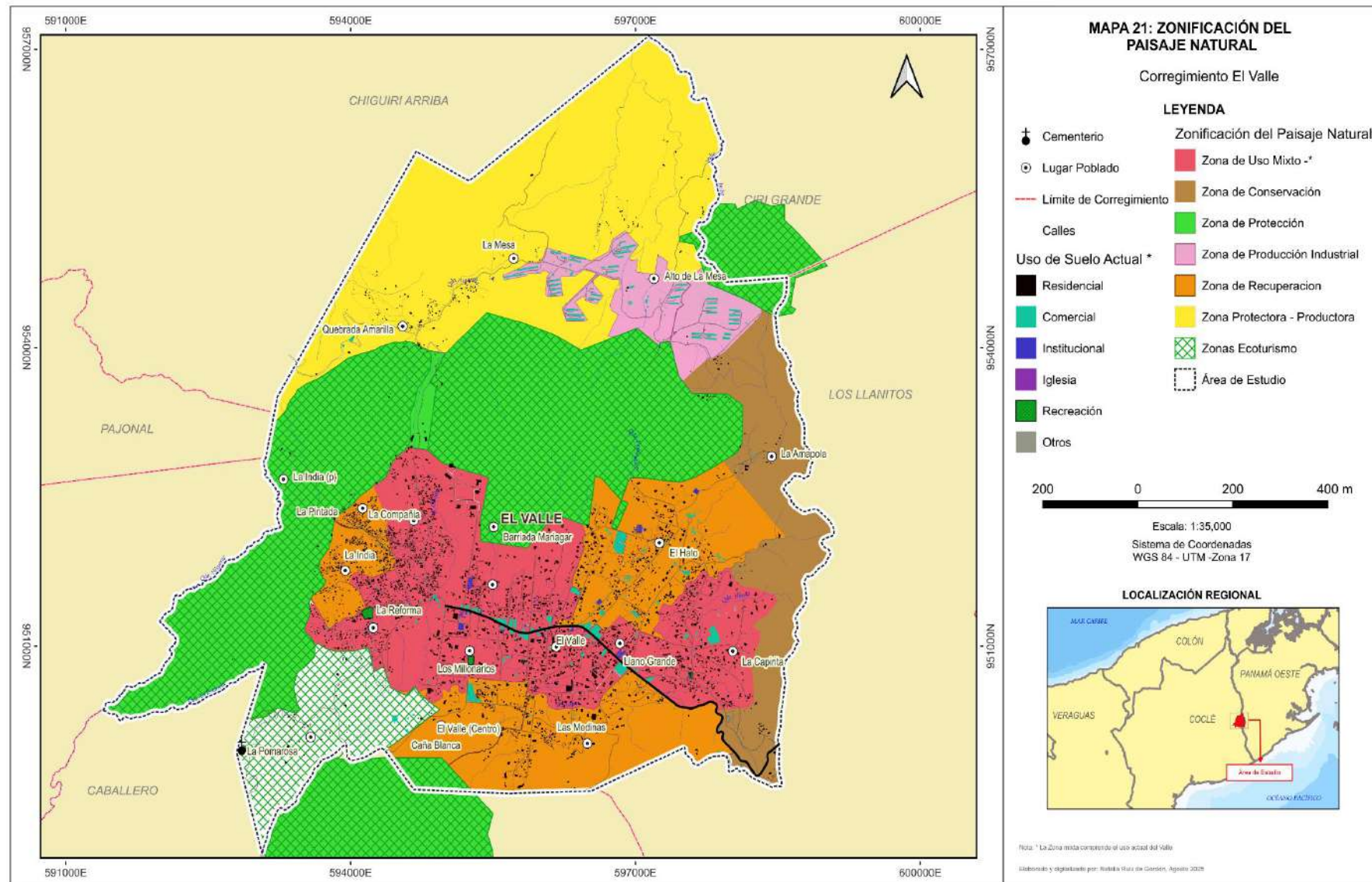
- Creación Activa de Nuevo Riesgo por Deslizamiento: la expansión urbana reciente hacia las laderas inestables es un claro ejemplo de la creación activa de nuevas condiciones de riesgo. Impulsada por la presión demográfica y la valorización del suelo en la planicie, esta dinámica expone a nuevos habitantes e infraestructuras a una amenaza de alta intensidad. La ausencia de un análisis específico de esta amenaza en el Plan Normativo de 2001 ha dejado, en la práctica, una puerta abierta para que esta expansión ocurra sin las debidas regulaciones geotécnicas y de uso del suelo, ilustrando una falla en la gestión prospectiva del riesgo.

La configuración actual de El Valle no es puramente natural; es un paisaje modificado donde la demanda de suelo, impulsada por dinámicas demográficas y económicas, ha transformado activamente el territorio. La deforestación en la periferia de las áreas protegidas, la construcción en laderas y la invasión de las riberas no son eventos aislados, sino la expresión física de un modelo de desarrollo que no ha integrado adecuadamente la variable del riesgo (Capdevila, 1981).

El riesgo en El Valle, por tanto, no puede ser atribuido únicamente a la existencia de ríos caudalosos o laderas empinadas. Es fundamentalmente, el resultado de un proceso social desarrollado sobre un territorio de alta fragilidad física, sin contar con un marco de planificación y control institucional lo suficientemente robusto y prospectivo para orientar dicho crecimiento hacia zonas más seguras.

4.6. Zonificación del Paisaje Natural

La zonificación del riesgo, presentada en la sección anterior, representa un diagnóstico fundamental sobre el cual se desarrolla El Mapa N° 21 Zonificación del Paisaje Natural, donde debe estructurarse la planificación urbana y el ordenamiento territorial (Rivera, 2022) del corregimiento de El Valle.



Mapa 21 Zonificación del Paisaje Natural, Corregimiento El Valle. Por Ruiz Jaramillo N. (2025)

De acuerdo con Cardona (2001) y Lavell (2003), un análisis de riesgo solo adquiere su pleno valor cuando sus resultados se traducen en instrumentos normativos y de gestión, capaces de orientar el desarrollo hacia patrones de ocupación del territorio más seguros y sostenibles.

En este sentido, las implicaciones para la planificación urbana requieren de estrategias de ordenamiento territorial (Ley No.21, 2000) que consideren la reducción del riesgo a desastres como un componente central de la toma de decisiones. Por ello, se proponen lineamientos estratégicos para la regulación del uso del suelo basada en la gestión de riesgos, utilizando la zonificación integrada como soporte técnico para la planificación y el control territorial (Saborio & Mora, 2014). El principio rector de esta propuesta es que el nivel de intervención y regulación debe ser directamente proporcional al nivel de riesgo identificado, de manera que las políticas de ocupación y desarrollo del suelo respondan de manera diferenciada a la vulnerabilidad y exposición del territorio.

Por lo tanto, se proponen tres estrategias de planificación diferenciadas, correspondientes a cada una de las zonas de riesgo delimitadas, las cuales deberían servir como base para la actualización del Plan Normativo de El Valle de Antón (MIVI, 2001)

I. Estrategia para Zonas de Riesgo Alto

Las áreas clasificadas como de Riesgo Alto, que incluyen los corredores fluviales inmediatos y las laderas con inestabilidad activa y pendientes superiores al 30%, representan un nivel de peligro inaceptable para la ocupación residencial y la localización de infraestructura crítica. La estrategia de gestión para estas zonas debe ser la restricción y protección del uso del suelo.

En términos de planificación, se propone la designación de estas áreas como "Suelo de Protección por Riesgo Natural". Esta categoría implicaría la

prohibición explícita de nuevas urbanizaciones, construcciones de viviendas o la instalación de equipamientos. Los usos compatibles se limitarían a aquellos que no incrementan la exposición ni la vulnerabilidad, tales como la conservación y restauración ecológica (reforestación de laderas y riberas), la recreación pasiva (senderismo, parques lineales) y usos agrícolas de muy bajo impacto que no impliquen la alteración significativa del terreno. Para las edificaciones preexistentes en estas zonas, se deberían iniciar programas de evaluación de la vulnerabilidad y, en casos críticos, considerar planes de reubicación a mediano y largo plazo.

II. Estrategia para Zonas de Riesgo Medio

Las Zonas de Riesgo Medio, que abarcan la llanura de inundación más amplia y las áreas de piedemonte, presentan un riesgo significativo que, sin embargo, puede ser manejado mediante intervenciones técnicas y una regulación estricta. La estrategia para estas áreas es el condicionamiento del desarrollo y mitigación de la amenaza.

Se sugiere la creación de una categoría de "Área de Regulación Especial", donde cualquier propuesta de desarrollo o construcción no estaría prohibida, pero sí condicionada a la realización obligatoria de estudios de riesgo a nivel de detalle (riesgo geológico). Para proyectos en la llanura de inundación, se exigirían estudios hidrológicos e hidráulicos que determinen la cota de inundación para un período de retorno de 100 años, obligando a que las nuevas construcciones se eleven por encima de dicho nivel (diseño resiliente). Para proyectos en el piedemonte, se requerirían estudios geotécnicos que evalúen la estabilidad local y definan las obras de mitigación necesarias (muros, sistemas de drenaje, estabilización de taludes) como condición previa para la aprobación del proyecto. La densidad de ocupación en estas zonas debería ser controlada para limitar el incremento de la exposición.

III. Estrategia para Zonas de Riesgo Bajo

Las áreas de Riesgo Bajo, concentradas en las partes más estables y elevadas de la planicie, se consideran aptas para el desarrollo urbano. La

estrategia en estas zonas es la prevención a través de la aplicación rigurosa de la normativa existente y la promoción de buenas prácticas. La regulación del uso del suelo debe enfocarse en asegurar el cumplimiento estricto del Reglamento para el Diseño Estructural Panameño (REP-JTI, 2021) vigente, con especial énfasis en la sismorresistencia, el anclaje adecuado de las cubiertas para resistir la fuerza del viento, y el diseño de sistemas de drenaje pluvial a nivel de parcela que gestionen la escorrentía localmente. La planificación en estas áreas debe promover prevención y normativa general, (Ley 6, 2006), con un desarrollo compacto y ordenado que evite la impermeabilización masiva del suelo y preserve las áreas verdes existentes, contribuyendo así a la resiliencia general del geosistema.

La implementación de estas tres estrategias diferenciadas permitirá transformar el diagnóstico del riesgo en un instrumento activo de planificación, proporcionando un marco normativo claro, defendible y orientado a guiar el futuro crecimiento del corregimiento El Valle, hacia un modelo de desarrollo genuinamente más seguro y sostenible.

CONCLUSIONES

La carencia de un análisis fisiográfico para la reducción del riesgo en la planificación urbana en el corregimiento El Valle, fue oportunamente formulado y su necesidad quedó demostrada a lo largo del estudio. La investigación partió de la premisa de que el crecimiento urbano desregulado, superpuesto a un territorio con una alta peligrosidad inherente, estaba configurando un escenario de riesgo no gestionado. Los hallazgos presentados confirmaron esta premisa, validando la justificación del estudio, como una necesidad imperante para la seguridad y el desarrollo sostenible de la comunidad. La importancia de generar un insumo técnico para orientar la planificación territorial fue sin duda motivación de éxito en el desarrollo de toda la investigación.

Los objetivos planteados en el diseño metodológico fueron alcanzados de manera satisfactoria. El objetivo general, consistente en caracterizar las condiciones fisiográficas como base para la reducción del riesgo, se cumplió a través de la consecución de los objetivos específicos. Se determinaron con éxito las características geológicas, geomorfológicas y morfoclimáticas (capítulo 2) y se analizó la dinámica de ocupación humana y su exposición (capítulo 3), lo que permitió una evaluación integral. Este cumplimiento metodológico permitió, a su vez, validar la hipótesis central del estudio: la carencia de una planificación urbana adecuada, que integre las condiciones de riesgo, conduce a una exposición creciente de la población a desastres por peligros naturales e inducidos. La evidencia cartográfica y el análisis demostraron de forma contundente la superposición del desarrollo urbano sobre zonas de alta amenaza, confirmando la hipótesis como un hecho observable en el territorio.

La metodología seleccionada, fundamentada en el análisis regional, el enfoque sistémico del Geosistema y el uso intensivo de Sistemas de Información Geográfica (QGIS), demostró ser una herramienta robusta y eficaz para un análisis multidimensional del riesgo. Este enfoque permitió trascender la simple descripción de factores aislados para construir una interpretación integrada de la

interacción geosistema y la sociedad, que es la base de la construcción social del riesgo. La delimitación del alcance al polígono rector del corregimiento de El Valle permitió una profundización analítica que validó el área de estudio como espacio particular y representativo de las dinámicas de riesgo en otros territorios del país. Por tanto, la metodología empleada fue la clave para generar los resultados integrados y la zonificación final, que constituyen el principal aporte de esta tesis.

El marco conceptual del geosistema fue fundamental para extraer la lógica del riesgo en El Valle, permitiendo analizar el territorio no como un conjunto de elementos aislados, sino como un sistema dinámico e interconectado. La caracterización fisiográfica demostró que la caldera volcánica es el elemento estructurador primordial que define la totalidad del paisaje natural y su peligrosidad inherente. El análisis geológico y litológico confirmó la existencia de un sustrato de alta fragilidad, compuesto predominantemente por materiales piroclásticos poco consolidados y rocas fracturadas (Formaciones El Valle y Tucué), y depósitos sedimentarios recientes (Formación Río Hato), que presentan una baja competencia geotécnica y una alta susceptibilidad a la meteorización y la erosión.

La investigación determinó que sobre este sustrato débil se superpone una marcada división morfométrica que controla la distribución espacial de las amenazas. Por un lado, las laderas internas y externas de la caldera, con pendientes que frecuentemente superan el 30%, constituyen zonas de alta energía potencial y de inestabilidad gravitacional permanente, configurándose como las principales áreas fuente para movimientos de terreno. Por otro lado, la planicie central, con un relieve plano y gradientes inferiores al 5%, actúa como una zona natural de recepción y acumulación, lo que la hace intrínsecamente susceptible a inundaciones por desbordamiento fluvial y por anegamiento. Esta dualidad entre "zonas de origen" de peligros y "zonas de recepción" es la conclusión geomorfológica más relevante del estudio.

En el capítulo 3 podemos identificar que el riesgo en El Valle es el resultado predecible de la interacción sistémica de los factores analizados. Se identificó el régimen climático Tropical de Monzón (Am), con su patrón de lluvias estacionales intensas y concentradas, como el principal factor detonante que activa los procesos de inestabilidad. A su vez, se se identificó que la red de drenaje radial y centrípeta (particularidad principal del área de estudio) funciona como un sistema de transporte de alta eficiencia que canaliza la escorrentía y los sedimentos desde las laderas inestables hacia la planicie. La convergencia de estos factores (sustrato débil, relieve de alto contraste, lluvias intensas y drenaje convergente) culminó en la elaboración de la Zonificación Fisiográfica de Susceptibilidad, la cual se erige como la conclusión cartográfica fundamental de este capítulo, identificando objetivamente dónde se concentran las amenazas y sentando la base física indispensable para el posterior análisis de la exposición y la vulnerabilidad social.

Por otra parte, la dinámica demográfica y los patrones de asentamiento en el corregimiento El Valle, son el principal motor del incremento de la exposición a amenazas naturales. El sostenido crecimiento poblacional, superior al 36% en la última década intercensal, ha generado una fuerte presión sobre el territorio limitado orográficamente, se ha materializado en dos procesos espaciales de alto riesgo. Primero, una progresiva densificación de la planicie aluvial, que concentra la mayor parte de la población e infraestructura en el área de máxima susceptibilidad a inundaciones. Segundo, una preocupante expansión urbana hacia las laderas de la caldera, particularmente en los flancos oeste y noroeste, exponiendo a nuevos asentamientos a la amenaza directa de movimientos de terreno. Esta doble dinámica demuestra que la ocupación del suelo ha priorizado la disponibilidad de terreno plano y, más recientemente, el valor paisajístico de las laderas.

El análisis del marco normativo permite concluir la existencia de una profunda vulnerabilidad institucional que ha facilitado la construcción social del riesgo. El Plan Normativo de 2001, principal instrumento de planificación se reveló como una

herramienta insuficiente y desactualizada. Su omisión casi total de la amenaza por movimientos de terreno constituye su debilidad más significativa, al dejar sin regulación el desarrollo en las áreas de mayor inestabilidad geológica. Adicionalmente, la evidente contradicción entre la zonificación propuesta (como los "Bosques de Galería") y la ocupación real del suelo (con construcciones invadiendo las riberas y áreas de servidumbre de aguas) demuestra una distancia histórica entre la planificación formal y la fiscalización efectiva, permitiendo que la lógica del mercado inmobiliario prevalezca sobre los criterios de seguridad y sostenibilidad.

De esta manera, el desarrollo del capítulo 4 demuestra que el riesgo en El Valle de Antón es, en gran medida, un producto socialmente construido, resultado de la convergencia de una creciente exposición humana y una alta vulnerabilidad institucional sobre un territorio de alta peligrosidad fisiográfica. El riesgo no puede ser atribuido únicamente a la existencia de ríos caudalosos o laderas empinadas, sino a un modelo de desarrollo que ha normalizado la ocupación de zonas de amenaza.

La Zonificación Integrada del Riesgo a Nivel de Barrios y la identificación de Áreas Críticas para la Intervención, no son solo un resultado, sino la materialización de esta conclusión, demostrando que el riesgo se concentra espacialmente donde las decisiones humanas, amparadas en un marco de gobernanza débil, han ignorado o subestimado la peligrosidad inherente del geosistema.

El análisis e interpretación de los resultados permite concluir de manera inequívoca que el riesgo en El Valle, es un constructo complejo que surge de la interacción sistémica entre un geosistema de alta peligrosidad y un sistema socioeconómico que, a través de sus patrones de ocupación y su marco de gobernanza, actúa como el agente modificador y amplificador fundamental.

El sustrato geológico inestable y relieve de alta pendiente (factores condicionantes), activada por un régimen de lluvias intenso y estacional (factor detonante), solo se materializa como desastre, a través de la intervención

humana. La investigación demostró que las decisiones de localización, impulsadas por dinámicas demográficas y económicas, han ignorado sistemáticamente esta realidad, consolidando un escenario de alta vulnerabilidad. Se confirmó la manifestación espacial de este riesgo en una clara separación territorial.

Por un lado, se consolidó un patrón de alta exposición histórica y sistémica en la planicie aluvial, donde la densa ocupación residencial y comercial se superpone directamente a la zona de máxima peligrosidad por inundación. Por otro lado, se evidenció un proceso de exposición creciente y de alta intensidad en el piedemonte y las laderas, donde la expansión urbana reciente invade activamente las áreas de mayor susceptibilidad a movimientos de terreno. Esta dinámica no es aleatoria, sino la expresión física de un modelo de desarrollo que ha resultado en la normalización de la exposición a la amenaza fluvial y en la creación activa de nuevo riesgo en las laderas.

La consolidación del plano de zonificación del paisaje natural es expresión integrada del riesgo y la delimitación de las Áreas Críticas para la Intervención, son el aporte principal de esta investigación, como una herramienta que integra la dimensión de la exposición humana, ofreciendo un diagnóstico espacial fundamental que identifica "dónde" se concentran las condiciones de riesgo más urgentes. Esta zonificación no es solo un producto cartográfico, sino la base técnica objetiva sobre la cual deben estructurarse las futuras estrategias de planificación territorial y gestión del riesgo, permitiendo pasar del diagnóstico a la acción priorizada y focalizada. Este mapa final representa el principal aporte práctico de la investigación.

RECOMENDACIONES

Dado que los factores condicionantes físicos son inherentes al territorio es necesario priorizar en el monitoreo los factores detonantes que permitan reducir el riesgo de desastres y gestionar el inicio de estudios técnicos específicos y espacializados.

Implementación de un Sistema de Monitoreo y Alerta Temprana (SAT), en las comunidades de alto riesgo, instalar una red de monitoreo hidrometeorológico en tiempo real (pluviómetros y estaciones limnimétricas en puntos clave) que, vinculada a los umbrales de precipitación que detonan deslizamientos e inundaciones, permita el desarrollo de un Sistema de Alerta Temprana para la comunidad, gestionado en coordinación con SINAPROC, los cuales pueden ser artesanales como los usados en tierras altas con el proyecto BOSAI, que son de bajo coste y con grandes beneficios a la comunidad.

Se recomienda el estudio geotécnico y de estabilidad de taludes en las laderas occidentales y noroccidentales, identificadas como de alta susceptibilidad. Dicho estudio debe incluir un mapa detallado de zonificación geotécnica que sirva de base para regular los permisos de construcción, especificando las áreas no aptas para la urbanización y las obras de mitigación requeridas en zonas de riesgo medio.

Un estudio hidrológico e hidráulico de las cuencas de los ríos Antón y Guaybo, con sus diferentes períodos de retorno (25, 50 y 100 años) y delimitar con precisión técnica la llanura de inundación, lo cual permitirá establecer las cotas de seguridad para la construcción y definir con base científica el ancho de la servidumbre fluvial o "Bosque de Galería".

Considerando la vulnerabilidad institucional y la exposición humana, como factores modificables de la ecuación del riesgo es indispensable prestar atención a los instrumentos de planificación y regulación, lo que hace prioritario y urgente iniciar con el proceso de actualización del Plan Normativo para El Valle de Antón

(2001). Este nuevo instrumento debe incorporar el análisis de riesgo como eje estructurador de la zonificación del uso del suelo, utilizando la cartografía generada en esta tesis de maestría como diagnóstico base.

El nuevo plan debe abandonar la zonificación tradicional y adoptar categorías basadas en el riesgo, tales como: "Zona de Protección por Amenazas Naturales" (no urbanizable) para las áreas de amenaza alta (riberas y laderas inestables), y "Zona de Regulación Especial" para las áreas de amenaza media, donde todo proyecto de desarrollo esté condicionado a la presentación de estudios de riesgo y a la implementación de medidas de mitigación obligatorias.

Se recomienda dotar a las autoridades municipales de las capacidades técnicas y los recursos necesarios, para implementar un sistema de fiscalización efectivo que garantice el cumplimiento del Plan Normativo, sancionando la construcción en áreas protegidas, en zonas de alto riesgo y asegurando que las nuevas edificaciones cumplan con las normativas de seguridad.

Se recomienda diseñar e implementar un programa de educación y comunicación del riesgo dirigido a los residentes, propietarios y desarrolladores de El Valle, utilizando materiales visuales (como los mapas de esta tesis) para explicar las amenazas, las zonas de riesgo y las medidas de autoprotección frente a desastres por inundaciones o movimientos del terreno.

Se recomienda la intervención que las autoridades locales (distritales y comunales) y nacionales (ministeriales) focalicen sus esfuerzos y recursos de manera inmediata en las tres áreas críticas identificadas: los *Corredores Fluviales Urbanizados* (con medidas de mitigación y reordenamiento), las *Laderas Occidentales Ocupadas* (con regulación estricta y control de la expansión) y las *Áreas de Transición Urbano-Forestal* (con medidas de protección y planificación preventiva).

Se insta a la municipalidad de Antón a liderar, con el apoyo técnico de SINAPROC y MIVIOT, la formulación de un Plan Municipal de Gestión Integral del Riesgo de

Desastres para El Valle, que vaya más allá del uso del suelo e incluya protocolos de respuesta a emergencias, rutas de evacuación, inventario de refugios y planes de continuidad del negocio de las actividades económicas como el turismo y la producción avícola.

Para garantizar la implementación efectiva de estas recomendaciones, se sugiere la conformación de una mesa de trabajo permanente para la gestión del riesgo en El Valle, integrada por representantes del gobierno local, MIVIOT, MiAMBIENTE, SINAPROC y la comunidad organizada, que asegure la articulación de políticas y acciones en el territorio.

BIBLIOGRAFÍA

Alcántara Ayala I., G. S. (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México. *Boletín Instituto de Geografía de la UNAM*, 1-17.

Álvarez, P. K. (7 de julio de 2009). *Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales*.

ANAM, A. N. (2010). *Atlas Ambiental de la República de Panamá*. Panamá: Panamá.

Arroyo González, L. N. (2012). Esbozo histórico de la geomorfología y su papel como ciencia aplicada en el contexto de los peligros naturales y los planes reguladores. *Revista Geográfica*, 15-34.

Arroyo González, L. N. (2012). Esbozo histórico de la geomorfología y su papel como ciencia aplicada en el contexto de los peligros naturales y los planes reguladores. . *Revista Geográfica*., 15-34.

Asamblea General de las Naciones Unidas, O. (21 de noviembre de 2016). *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres: [http:// preventionweb.net](http://preventionweb.net)

ASEP. (2021). *TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS*. Panamá: ETESA.

Bloom, A. L. (1998). *Geomorfología : un análisis sistemático de las formas del Cenozoico Tardío*. Nueva Jersey: Prentis Hall.

Bolos, M. d., & Capdevilla, J. (1992). *Manual de ciencia del paisaje : teoría, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Masson.

- BUN-CA; Aguilar, Orlando. (2002). *Guía para Desarrolladores de Proyectos de Generación de Energía Eléctrica utilizando Recursos Renovables en Panamá*. Panamá: FOCER BUN-CA.
- Capdevila, M. B. (1981). Problemática actual de los estudios del paisaje integrado. *Revista de geografía*, 45-68.
- Caram, M., & Perez, S. (2006). Entre el riesgo ambiental y el riesgo social: buscando una salida a la tenencia irregular. *REVISTA ARGENTINA DE SOCIOLOGÍA AÑO 4 Nº 6* , 50-64.
- Cardona, O. (2001). Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. *Universidad Politécnica de Cataluña*, 1-18.
- Cardona, O. (2001). La necesidad de repensar holísticamente los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. *Desenredando*, 1-18.
- Cervantes, G. M. (2010). *Métodos de investigación* (Primera ed.). México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Obtenido de <https://studylib.es/doc/5044443/moran-y-alvarado-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n>
- Chuvieco, E. (2016). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Cooperación Técnica IRHE-OLADE. (1987). *Estudio de reconocimiento de los estudios geotermicos de la Rep. de Pma*. Panamá: PROGRAMA IRHE-810-OLADE.
- Copons, R., & Tallada, A. (2009). MOVIMIENTOS DE LADERA. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 284-294.
- Coromidas, J. (2006). *El Clima y la actividad de los movimientos de ladera*. Barcelona: Revista C&G.

- De Bolos i Capdevila, M. (1981). Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. *Revista Geográfica*, 45-68.
- Decreto Ejecutivo N°36, M. (31 de agosto de 1998). Obtenido de REGLAMENTO-NACIONAL-DE-URBANIZACIONES: <https://dpu.mupa.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/>
- Decreto055, C. c. (1973). Decreto055, Código civil. *Reglamento sobre Servidumbre de Aguas*. Panamá, Panamá, Panamá: Cod Civil.
- Díaz, F., Ponce, F., & Reyes, E. (2000). ADVANCED PRE-FEASIBILITY STUDIES OF VALLE DE ANTON. *Proceedings World Geothermal Congress 2000* (págs. 159-168). Kyushu - Tohoku, Japan, May 28 - June 10, 2000: INTERAMERICAN DEVELOPMENT BANK.
- Sampieri, Roberto D. C. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw Hill /Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción del Suelo*. Roma: 4ta edición.
- Gobierno, Ministerio de. (2022). Política Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Panamá 2022 - 2030. 59. Panamá.
- Gómez Rojas, J. C., Arredondo, M., & Ortega, D. (2007). *Geografía Física*. México : Publicaciones Cultural.
- Guevara, N., & Samudio, N. (2021). El Valle de Antón, provincia de Coclé; como sitio de paso y observación de aves migratorias en Panamá. *Tecnociencia vol 23*, 5-25.
- Guinau, M. (2007). *Metodologías para la evaluación de la Susceptibilidad basadas en el análisis SIG*. Barcelona: proyecto SGR 2001 – 0081.
- Gutiérrez, M. (2009). *Geomorfología*. Madrid: Pearson Educación.
- Holdridge, L. R. (1996). *Ecología basada en zonas de vida*. San José: IICA.

- Hubp, J. L. (14 de septiembre de 2014). *Diccionario geomorfológico*. (U. N. México, Ed.) Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México
- IDEAM, I. d. (2010). *Atlas climatológico de Colombia*. Bogota: IDEAM.
- IGNTG, I. G. (1988). *ATLAS NACIONAL DE LA REP DE PANAMÁ*. Panamá: igtg.
- IMHPA. (22 de agosto de 2025). Obtenido de Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá: <https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-historicos>
- IMHPA. (25 de septiembre de 2025). <https://www.imhpa.gob.pa/es/>. Obtenido de <https://www.imhpa.gob.pa/es/>: <https://www.imhpa.gob.pa/es/>
- IMHPA. (01 de agosto de 2025). *Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá*. Obtenido de <https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-historicos>
- INEC (20 de abril de 2024). *Web App División Política*. Obtenido de https://www.inec.gob.pa/mapa/Default2.aspx?ID_PROVINCIA=2&ID_TIP_O=2&ID_IDIOMA=1
- INEC Instituto Nacional de Estadística y Censo. (20 de abril de 2024). *Web App División Política*. Obtenido de Mapa de la Provincia de Coclé, Panamá.: https://www.inec.gob.pa/mapa/Default2.aspx?ID_PROVINCIA=2&ID_TIP_O=2&ID_IDIOMA=1
- Innocenti, F. (1986). *Estudios Petrológicos adicionales de algunas vulcanitas del sistema Barú y el Valle de Antón*. Panamá: Convenio IRHE BID OLADE.
- Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá. (s.f.). Cuenca Hidrográfica Río Indio. Panamá. Obtenido de <https://imhpa.maps.arcgis.com/apps/dashboards/23257d52a06e493398c69a1fc2fe52ae>
- Jaen Suarez, O. (2009). *La Región de Los Llanos del Chirú 1942*. Panamá : Editorial Universitaria Carlos Manuel Gasteazoro.

- Jerez Ramírez, D. O. (2015). Construcción social del riesgo de desastres: la Teoría de Representaciones Sociales y el enfoque social en el estudio de problemáticas socio-ambientales. . *AMECIDER – CRIM, UNAM.*, 1-31.
- Laercio, D. (2020). *Diccionario Ilustrado de Geomorfología*. Obtenido de https://www.academia.edu/42203608/DICCIONARIO_ILUSTRADO_DE_GEOMORFOLOG%C3%8DA
- Lavel, A. (1996). *Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano: Problemas y conceptos: Hacia la definición de una agenda de investigación*. . Bogotá: La Red.
- Lavel, A., & Maskrey, A. (2014). El futuro de la gestión del riesgo de desastres. *Peligros Ambientales*, 267-280.
- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo: Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. . Guatemala: CEPREDENAC/PNUD.
- Ley 6, M. (1 de febrero de 2006). EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA EL DESARROLLO URBANO Y DICTA OTRAS DISPOSICIONES. *Que reglamenta*. Panamá, Panma, Panamá: MIVIOT.
- Ley No.21, G. (27 de junio de 2000). *Gaceta Oficial 24084*. Obtenido de <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/21-de-2000-jun-28-2000.pdf>
- Lizarraga, C. (2011). *Introducción al estudio del medio físico natural desde el enfoque sistémico*. Peru: Fondo Editorial.
- Mateo Rodriguez, J. M., & da Silva, E. V. (2007). La Geoecología del paisaje, como fundamento para el analisis ambiental. *Revista Electrónica Do Prodema*, 77-98.
- Merla, A. (1995). *Integración de los Estudios Geocientíficos en las Zonas Geotérmicas Valle de Antón y Chitira calobre*. Panamá: Convenio IRHE BID OLADE.

- MIDA. (1973). *Servumbre en materia de aguas*. Panamá: decreto 55.
- MINGOB. (2022). *Plan Estratégico Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres 2022-2030 (PENGIRD)*.
- Ministerio de Gobierno. (2022). Plan Estratégico Nacional de Gestión Integral del Riesgo de desastres. Panamá. Obtenido de Plan Estratégico Nacional de Gestión Integral del Riesgo de desastres 2022-2030 (PENGIRD)
- Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial. (13 de noviembre de 2015). Resolución No. 732-2015. Panamá: Gaceta Oficial Digital No. 27910 de 13 de noviembre de 2015. Obtenido de <https://www.miviot.gob.pa/viceot/normativa/resolucion/Resolucion732-2015.pdf>
- MIVI. (2001). *PLAN NORMATIVO PARA EL VALLE DE ANTON*. PANAMA: DIRECCION DE DESARROLLO URBANO.
- Molina, M. (1986). Paisaje y región: una aproximación conceptual y metodológica. *Teoria y practica de la geografía*, 63-87.
- Moya, M. (abril de 2015). Un Vistazo a la Geología Panameña. (F. A. O'Dea, Ed.) *Historia Natural del Istmo de Panamá*, 1-15. Obtenido de Un Vistazo a la Geología Panameña.
- Muñoz Razo, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. México: Pearson Educación.
- Noto, J. (2001). *Historia del Valle de Antón*. Colombia: Universidad de Texas.
- ONU. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres*. Sendai: UNDRR.
- Pujol, A., & Pitti, A. H. (2011). *Riesgos y Catastrofes en la Ciudad de Panamá*. Panamá: IDEN.

- Quezada-Roman, A., Picado, A., & Rivera, J. (2025). Método de evaluación del riesgo de inundaciones para cuencas y municipios con datos escasos. *Revista Geológica de América Central*, 1-24.
- Razo Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Mexico: Prentice Hall.
- REP-JTI. (2021). *REGLAMENTO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL PANAMEÑO (REP-2021)*. Panamá: Resolución No. JTIA-020-2022 .
- Reyes Rivero, A. C. (2017). Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidos. *Science and Research*, 22-28.
- Rivera, J. (2022). *Teoria y metodos para la practica de la Geografia Fisica*. Panamá: Novo, Art, S.A.
- Rodriguez, J. M., & Da Silva, E. (2007). La geoecología del Paisaje como fundamento para el analisi ambiental. *Revista Electronica DoProdema*, 77-98.
- Rodríguez, M. &. (2020). Vulnerabilidad geodinámica en regiones volcánicas tropicales. . *Revista Geográfica de América Latina*, 45-62.
- Rodríguez, M., & Da Silva, V. (2012). Paisaje y Geosistema: Apuntes para una discusión teórica. *Revista Geonorte*, 249-260.
- Rodriguez, M., & Vicente, D. S. (2007). La Geoecología del paisaje, como fundamento para el analisis ambiental. . *Revista Electrónica Do Prodema*, 77-98.
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. 256. Caracas, Venezuela. Obtenido de https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf

- Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Lumen. Obtenido de https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf
- Saborio, J., & Mora, S. (2014). Gestión del riesgo y ordenamiento territorial: experiencias en América Latina. *Revista de Geografía*, 52(1), 45–62.
- Saborio, J., & Mora, S. (2014). *Gestión Municipal del Riesgo de Desastres: Normas y Elementos Básicos para OT*. San José: Master Litho, S.A.
- Summerfield, M. A. (2014). *Global Geomorphology*. Routledge: 2nd.ed.
- Teixeira, A., & Dos Santos, M. (2015). *Geomorfología Ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Troppmair, H. (2012). *Biogeografía e Meio Ambiente. Technical Books*,. Rio de Janeiro: ed. Rio de Janeiro:.
- Villagrán De León, J. C. (2003). *La naturaleza de los riesgos, un enfoque conceptual*. Guatemala: CIMDEN Aportes para el desarrollo sostenible.
- Wicander, R., & James S. Monroe. (2010). *Fundamentos de Geología*. Brasilia: <https://www.cengage.com.br/livro/fundamentos-de-geologia/>.
- Wilches-Chaux, G. (1993). *Vulnerabilidad Global*. Montevideo: Los Desastres No son Naturales.
- Wilchex Chaux, G. (2008). *Fortalecimiento de la Gestión Local del Riesgo*. Paises Bajos: UNICEF- ECHO.

ANEXOS

TABLA DE DATOS DE LOS AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS EN LA ZONA

Ref	Coordenadas		Elevación	Tipología del mov de terreno	Pendiente	Materiales	Uso de suelo
	Long. E	Lat. N					
	UTM		msnm		en grados		
FC1	594238	951856	651	Socavamiento	36°	Afloramiento de 2m de altura. Depósito de flujo de detritos con diferente composición. Clastos de varios tamaños muy heterogéneos en una matriz arcillosa. Le sobreyace una capa de suelo de 45cm.	Residencial.
FC2	595705	950282	600	Socavamiento	10°	Suelo areno arcilloso, con depósito de clastos redondeados y subredondeados.	Residencial
FC3	596220	951788	620	Reptación	5°	Suelo alterado, con presencia de clastos alterados.	Monte bajo
FC4	597275	952249	640	Abanico coluvio aluvial	5° a 10°	Suelo arcilloso con presencia de clastos	Cultivos
FC5	594950	953736	648	Deslizamiento activo muy lento	28°	Formación superficial de 5 metros de altura. Formada por clastos muy pequeños en una matriz areno arcillosa, color grisáceo morado. No aflora roca.	Bosque y rastrojos
FC6	594912	953419	730	Rotacional + flujo	35°	Material fino de coloraciones grisáceas, corresponde a alteración de material volcánico in situ,	Árboles esparcidos Monte bajo
FC7	597494	951335	621	Flujo de detritos	10°	Depósitos de flujos de detritos en una matriz de textura arcillosa, con clastos de diferentes tamaños, heterogéneos.	Bosque y rastrojos
FC8	598768	952794	770	Traslacional	45°	Antiguos flujos volcánicos, le sobreyace capa de suelo de 60cm.	Bosque y rastrojos
FC9	598802	952788	782	Traslacional + flujo	39°	Alterita, depósitos de flujos de pómez, vidrio volcánico.	Bosque y rastrojos
FC10	594954	953721	747	Socavamiento	45°	Matriz de ceniza con clastos angulosos de roca volcánica.	Bosque y rastrojos

FC11	594674	953914	772	Traslacional	43°	Formación superficial matriz arcillosa, no hay afloramiento de roca.	Bosque y rastrojos
FC12	594898	954094	811	Derrumbe + cárcavas	28°	Matriz arcillosa con presencia de clastos heterogéneos de diferentes tamaños.	Bosque y rastrojos Más casitas.
FC13	594723	954005	777	Rotacional	33°	Clastos heterogéneos de diferentes tamaños en una matriz arcillosa.	Bosque y rastrojos
FC14	597844	949920	658	Complejo Separación Lateral del suelo.	21°	Material areno- arcilloso Con clastos de diferentes tamaños. Con alto grado de humedad.	Bosque y rastrojos Talud de Carretera.
FC15	594092	952005	641	Caída de rocas	20°	Grandes Bloques de Andesitas.	Bosque y rastrojos, Ecoturismo
FC16	593795	952059	651	Caída de rocas	32°	Bloques de grandes dimensiones (8m diam) Flujo de lava andesítica.	Bosque y rastrojos
FC17	597919	952475	695	Abanico coluvio aluvial	32°	Abanico coluvio aluvial. Con formación superficial de textura arcillosa y numerosos clastos de diferentes tamaños.	Bosque y Monte bajo
FC18	598758	952771	769	Cárcava	38°	Diferentes clastos, con presencia de cuarzo, piróclastos abundantes pómez en una matriz de ceniza volcánica.	Monte bajo, árboles esparcidos
FC19	594873	950088	604	Caída de rocas	23°	Clastos angulosos de diferentes tamaños y presencia de aglomerados en ambiente volcánico el cual presenta clastos redondeados a subredondeados de diferente litología volcánica	Bosque
FC20	593361	950117	693	Traslacional antiguo	21°	Zona de acumulación de antiguo deslizamiento y desprendimiento de rocas de grandes dimensiones.	Bosque asentamientos esponta- neos.
FC21	593295	950067	766	Afloramiento	42°	Afloramiento de roca intrusiva intemperizada, se aprecia cuarzo.	Monte bajo
FC22	593158	950155	804	Rotacional + flujo	37°	Formación superficial formada por clastos heterogéneos con fragmentos de pómez en una matriz fina de roca alterada, no hay afloramiento de roca.	Árboles esparcidos, Monte bajo

FC23	593188	950125	792	Afloramiento inestable	33°	Deposito de flujo de pómez en una matriz de ceniza volcánica, altamente intemperizados.	Árboles esparcidos, Monte bajo
FC24	593820	951026	590	Terreno inestable	32°	Formación superficial, suelo arcillosa color marrón, con algunos clastos angulosos y sub redondeados. No afloramiento de roca.	Árboles esparcidos, Monte bajo
FC25	593703	952129	654	Caída de rocas	35°	Bloques de grande dimensiones, con diámetros de 5 a 9 metros.	Bosque y rastrojos
FC26	593437	952687	850	Caída de rocas	42°	Afloramiento de lavas andesíticas, fuertemente diaclasada por erosión hídrica.	Bosque
FC27	59621	952100	605	Abanico coluvio aluvial	5° a 10°	Formación superficial de textura arcillosa, con abundantes clastos de diferentes tamaños, entre 13cm y 150cm de diámetro.	Bosque y cultivos.
FC28	596994	952410	691	Abanico coluvio aluvial	15°	Depósito de antiguos deslizamientos y flujos, abanico coluvio aluvial. Formación superficial de textura arcillosa, con abundantes clastos.	Bosque
FC29	598251	952215	800	Rotacional + flujo	43°	Formación superficial de suelo (0.5 a 1m), roca totalmente alterada, formada por una matriz fina de color grisáceo claro y clastos bien pequeños.	Árboles esparcidos, monte bajo
FC30	598375	951128	700	Reptación	15°	Suelo alterado, con presencia de clastos heterogéneos de diferentes tamaños.	Monte bajo Potreros
FC31	597870	949906	662	Traslacional	42°	Formación superficial, formada por suelo arcillosos con presencia de pequeños clastos.	Bosque
FC32	596481	952857	937	Flujo de detritos	39°	Formación superficial formada por una potencia de 0.5 a 1m, con clastos angulosos a subredondeados en una matriz arcillosa. Presencia de material volcánico alterado.	Bosque Zona Protegida.
FC33	596590	952772	816	Flujo de detritos	36°	Formación superficial formada por una potencia de 0.5 a 1m, con clastos angulosos a subredondeados en una matriz arcillosa. Presencia de material volcánico alterado.	Bosque Zona Protegida

Trabajo de campo / Compendio fotográfico

Lugar: El Valle de Antón – Camino hacia las galeras	
2025	Venta o Alquiler de Terreno
Coordenada: E 594922 – N 954843	Coordenadas: E 594924 – N 953852
N° Foto: 143934	N° Foto: 143917
	
	
Observación: venta de Terreno con problema de drenaje, suelo saturado	Observación: Venta o Alquiler de Terrenos con graves problemas de deslizamiento

Lugar: El Valle de Antón – Camino hacia las galeras	
2025	Depósito de Ceniza
Coordenada: E 594983 – N 953907	Coordenadas: E 594983 – N 953907
N° Foto: 143540	N° Foto: 143618
	
Observación: Pared de Ceniza,	Observación: Depósito de ceniza

Lugar: El Valle de Antón – Avenida Central	
2025	Iluminación Nocturna área urbana
Coordenada: E 295317 – N 951347	Coordenadas: E 595317 – N 951342
N° Foto: 143934	N° Foto: 143917
	
	
Observación: venta de Terreno con problema de drenaje, suelo saturado	Observación: venta o Alquiler de Terrenos con graves problemas de deslizamiento

Lugar: El Valle de Antón – Centro	
2025	Estación electrolinera o estación de recarga para vehículos eléctricos
Coordenada: E – N	Coordenadas: E – N
N° Foto: 151251	N° Foto: 185452
	
Observación: Pared de Ceniza,	Observación: Deposito de ceniza

Caída de Rocas Cerro la India Dormida



Camino hacía la India dormida



Áreas turísticas



Monumento Cerro Gaital



El Nispero Zoológico

La India dormida



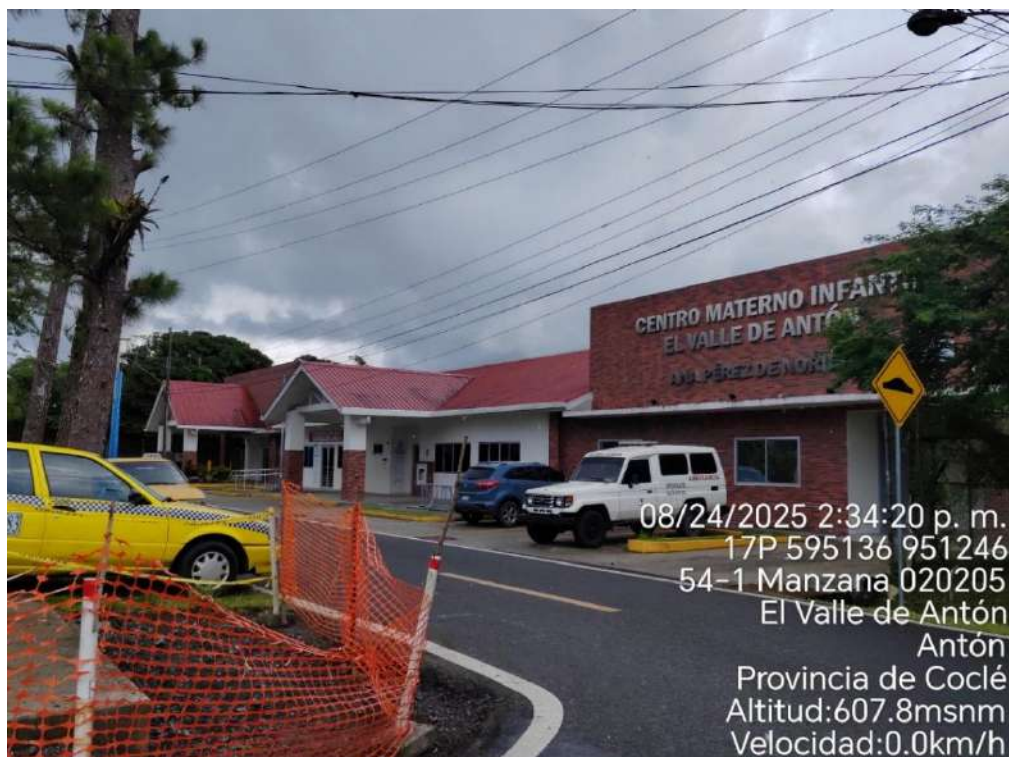
Centro de Visitantes El Valle



Proyectos de Urbanización



Centro de
atención
hospitalaria



Entrada al Sendero turístico
La Piedra Pintada

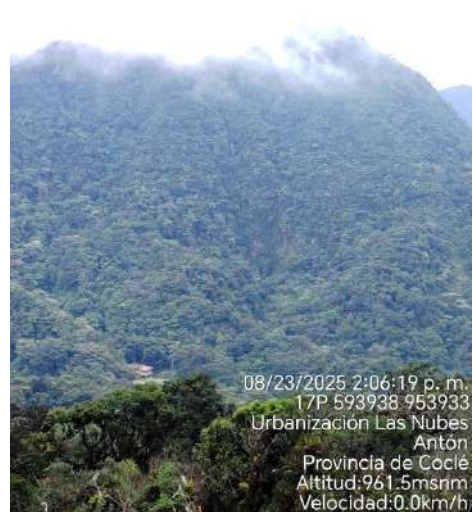




Intervención Antropica



Urbanización Las Nubes



Imágenes del paisaje natural



Panamá, 21 de noviembre de 2025

Señores

Facultad de Humanidades

E. S. D.

Estimados Señores:

Yo, **Yimi Heros Villamil Quiroz** con cédula de identidad personal N° 8-711-606, Licenciado (a) idóneo (a) de Español, certifico que el Trabajo Final de Graduación del (la) estudiante **Natalia Ruiz Jaramillo**, con cédula de identidad personal 8-512-625, cumple con los requisitos de Ortografía, Redacción y Sintaxis, que debe reunir el mismo.

Atentamente,



Yimi Heros Villamil

Céd N° 8-711-606,