

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.



**Análisis multitemporal de precipitación que incide en la vulnerabilidad al riesgo por
remoción en masa en el centro poblado de Abasticos del municipio de Chipaque
Cundinamarca**

Laura Camila Rodríguez Díaz, Heidy Garzón, Stiven Alejandro Valderrama Lizarazo

**Documento de investigación presentado como requisito para la obtención del título
de Especialista en Gestión Territorial y Avalúos**

Asesor o director

MSc. Gerardo I Urrea C

Par evaluador

Carlos Alberto González Camargo

Universidad Santo Tomás, Bogotá

Facultad de Ingeniería Civil

Especialización Gestión Territorial y Avalúos

CONTENIDO

1. Introducción	10
2. Justificación	11
3. Objetivos	13
3.1 Objetivo general	13
3.2 Objetivos específicos:	13
4. Alcance	14
4.1 Localización y delimitación	15
5. Insumos básicos	16
5.1 Cartografía básica.....	16
5.1.1 Cartografía básica 1:25.000	16
5.1.2 Cartografía básica 1:2.000	17
6. Marco teórico.....	18
6.1 Marco conceptual	18
6.2 Revisión de la literatura relevante	21
6.3 Fundamentos teóricos	23
Cambio Climático y Variabilidad Climática.....	23
Procesos de Remoción en Masa: Tipologías y Factores Condicionantes	23
Vulnerabilidad Territorial y Riesgo Geológico.....	23

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Análisis Multitemporal y Sistemas de Información Geográfica (SIG)	24
Gestión del Riesgo y Ordenamiento Territorial	24
Teorías y modelos previos relacionados con el tema de investigación.....	25
7. Marco Legal	26
7.1 Análisis de la norma y su implementación en el centro poblado de Abasticos, revisión del EOT y del PMGRD.....	27
8. Metodología	31
8.1 Análisis multitemporal del riesgo	31
Caracterización Climatológica	37
<i>Tratamiento preliminar de datos</i>	39
<i>Caracterización del régimen de precipitación</i>	40
8.2 Metodología para la identificación y análisis del conflicto de usos del suelo	41
9. Análisis y resultados.....	42
9.1 Análisis multitemporal del riesgo	42
Precipitación.....	44
9.2 Análisis del riesgo por remoción en masa con herramientas SIG.....	46
Análisis de Pendientes del municipio de Chipaque	46
Análisis de pendientes del centro poblado de Abasticos y usos recomendados	48
Análisis de Precipitación del municipio de Chipaque.....	50
Análisis por remoción en Masa para el municipio de Chipaque.....	51

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Análisis por remoción en Masa del centro poblado Abasticos	53
Zonas de protección ambiental definidas por el Pomca Guayuriba.	54
Zonas de protección ambiental definidas por el Pomca Guayuriba en el centro poblado de Abasticos.	55
Unidades Geomorfológicas del centro poblado de Abastico	56
12. Conclusiones	60
Referencias	65

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tabla comparativa EOT – PMGRD</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 2. Reporte de eventos por movimiento en masa e inundaciones</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3. Cantidad de eventos críticos por año</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4. Cantidad de eventos críticos por mes</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5. Eventos críticos años 2011,2017 y 2022</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 6. Cantidad de anomalías por años</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 7. Familias afectadas por año</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 8. Afectaciones por eventos de inundación y movimientos en masa</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 9. Estaciones Cercanas.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 10. Precipitación promedio mensual de los últimos 30 años.</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11. Análisis de pendientes del municipio de Chipaque.</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 12. Análisis de pendientes del centro poblado.</i>	<i>50</i>

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Chipaque.....	17
<i>Figura 2. Ubicación geográfica del centro poblado de Abasticos.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3. Metodología caracterización Climatológica</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4. Histogramas de precipitación mensual para las diferentes estaciones.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5. Pendientes del municipio de Chipaque.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 6. Pendientes y usos recomendados del centro poblado de Abasticos.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 7. Precipitación del municipio de Chipaque.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 8. Riesgo por remoción en masa del municipio de Chipaque.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 9. Riesgo por remoción en masa del centro poblado Abasticos.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 10. Áreas de impacto ambiental del municipio de Chipaque.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 11. Manejo ambiental definido por el POMCA centro poblado de Abasticos.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 12. Geomorfología del centro poblado de Abasticos.....</i>	<i>58</i>

Resumen

El análisis multitemporal del clima en el municipio de Chipaque, específicamente en el centro poblado de Abasticos, representa un insumo crítico para el entendimiento de las dinámicas territoriales en un entorno donde la interacción entre factores geo climáticos, antrópicos y geomorfológicos configura un escenario de alta tendencia a la inestabilidad del terreno. Esta zona, ubicada a una determinada altitud, superior a los 2.200 msnm y caracterizada por pendientes que superan el 35%, se asienta sobre formaciones geológicas inestables constituidas por materiales sedimentarios de baja resistencia mecánica, como lutitas y arcillas de alta plasticidad. Estas condiciones, junto con el deterioro progresivo de la cobertura vegetal, la expansión agropecuaria sin planificación técnica y la ocupación informal del territorio, configuran un entorno con elevada inestabilidad del terreno y propensión a eventos de deslizamiento desencadenados por precipitaciones intensas.

En este contexto, las dinámicas climáticas han presentado cambios significativos en las últimas décadas, se ha observado un aumento en la cantidad y fuerza de las lluvias torrenciales, y una variabilidad térmica acentuada atribuida a fenómenos como El Niño y La Niña. Estos cambios, según datos del IDEAM y estudios regionales, han generado condiciones más propensas a la saturación crítica en suelos al igual que la activación de deslizamientos, en ausencia de una infraestructura técnica de monitoreo continuo y modelos predictivos locales. Ante esta realidad, el proyecto se plantea como una intervención técnico-científica orientada a establecer correlaciones robustas entre las variables climáticas multitemporales y los patrones espaciales de susceptibilidad al riesgo geodinámico.

El objetivo general se centra en evaluar la incidencia de las variaciones de precipitación sobre la vulnerabilidad territorial, integrando análisis estadístico multitemporal, modelamiento de amenazas y geoprocésamiento de información espacial mediante SIG. Entre los objetivos específicos, se incluyen la identificación y zonificación de áreas críticas a partir de la convergencia de variables morfodinámicas, climáticas y socioeconómicas; la propuesta de reorganización del uso del suelo bajo criterios de mitigación del riesgo; y la formulación de estrategias de adaptación que incorporen escenarios climáticos proyectados y recomendaciones para el ordenamiento territorial. La metodología contempla el uso de bases de datos históricos, imágenes satelitales,

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

modelos digitales de elevación, análisis de series temporales, y construcción de mapas de susceptibilidad validados mediante registros empíricos y consultas a expertos locales.

La importancia clave del proyecto reside en su potencial para influir en la creación de políticas públicas y en la planificación territorial de forma fundamentada, brindando herramientas técnicas para una toma de decisiones informada, preventiva y alineada con los principios de sostenibilidad ambiental y resiliencia climática. A través del fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias, la implementación de estrategias de monitoreo geotécnico y climático, y la generación de insumos geoespaciales de libre acceso, el estudio busca fomentar un enfoque proactivo de gestión del riesgo, disminuyendo la vulnerabilidad de la población a amenazas naturales promoviendo el desarrollo territorial seguro. Además, su diseño metodológico replicable abre la posibilidad de ser aplicado en otros municipios con características similares, convirtiéndose en un referente para la evaluación técnica del riesgo en regiones de montaña afectadas por el cambio climático.

Palabras clave: Vulnerabilidad, Evaluación, Riesgo, Análisis, Multitemporalidad, Remoción en masa, Mitigación, Prevención, Desastre.

Abstract

Chipaque is located in a mountainous area and has geological and geomorphological conditions prone to landslides, especially in the context of climate change. According to IDEAM, the increase in extreme events, such as intense rainfall, has led to a rise in the frequency of landslides in various regions of Colombia. This phenomenon puts both the lives of residents and critical infrastructure at risk, making it imperative to conduct a detailed analysis that links climatic factors with land vulnerability.

Secondly, the region has experienced population growth and uncontrolled urbanization, which intensifies pressure on land use. The lack of adequate planning and risk management tools contributes to many communities settling in high-risk areas without proper information about the threats they face. A multitemporal analysis of climate variability will allow the identification of patterns that can help predict future mass removal events, providing authorities with the necessary information to implement sustainable urban development policies.

Additionally, the project will contribute to the creation of susceptibility maps that will be essential for informed decision-making in territorial planning. These maps will not only identify high-risk areas but also integrate climatic and geospatial data, thereby facilitating a more holistic approach to risk management based on easily accessible geographic information.

Keywords: Vulnerability, Assessment, Risk, Analysis, Multitemporality, Mass movement, Mitigation, Prevention, Disaster.

1. Introducción

Las remociones en masa constituyen una de las principales amenazas naturales que azotan las áreas montañosas, por su frecuencia y poder destructivo, especialmente en zonas con condiciones climáticas variables y suelos inestables. En el ámbito de Colombia, con especial atención al departamento de Cundinamarca, estos fenómenos han afectado de manera recurrente la vida, infraestructura y actividades productivas de comunidades asentadas en laderas y terrenos de alta pendiente. El centro poblado de Abasticos, ubicado en el municipio de Chipaque, presenta características topográficas y climáticas que lo hacen especialmente vulnerable a este tipo de eventos.

La dinámica de las remociones en masa depende en gran medida de factores climáticos como la temperatura y la lluvia, cuya variabilidad y cambios en el tiempo pueden influir directamente en la estabilidad del terreno. Por ello, comprender la evolución temporal de estas variables meteorológicas permite identificar patrones de riesgo y fortalecer las estrategias de prevención y mitigación.

Este trabajo propone analizar la evolución a lo largo del tiempo de la precipitación en Abasticos. El objetivo es determinar cómo estos cambios climáticos inciden en la vulnerabilidad de la zona ante los movimientos en masa. Con esta investigación, buscamos ofrecer herramientas prácticas para la gestión del riesgo y la planificación territorial en Chipaque, promoviendo un enfoque preventivo y adaptable a los efectos del cambio y la variabilidad climática

2. Justificación

El municipio de Chipaque, situado en una zona montañosa de Cundinamarca, enfrenta una problemática creciente relacionada con la ocurrencia de remociones en masa, especialmente en sectores como el centro poblado de Abasticos. La combinación de condiciones geológicas y geomorfológicas, sumada al incremento de eventos climáticos extremos asociados al cambio climático, ha generado una mayor frecuencia e intensidad de deslizamientos de tierra, situación que pone en riesgo inmediato la integridad de las personas, la infraestructura crítica y el desarrollo territorial sostenible.

De acuerdo con informes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la variabilidad del clima particularmente el incremento de lluvias intensas en lapsos breves ha exacerbado los fenómenos de inestabilidad en laderas en distintas zonas del país. Esta situación es particularmente preocupante en contextos rurales como Abasticos, donde la planificación territorial ha sido limitada, y el crecimiento urbano se ha dado de forma desorganizada, muchas veces sobre zonas de alta susceptibilidad sin una adecuada evaluación del riesgo.

A esta problemática se suma la escasa disponibilidad de herramientas técnicas para evaluar el riesgo asociado a movimientos en masa y la limitada comprensión de los factores que influyen en la vulnerabilidad del terreno. La ocupación inadecuada del suelo, sin considerar criterios de aptitud o sostenibilidad ambiental, ha llevado a una mayor exposición de la población ante estos fenómenos. Por tanto, se hace imperativo fortalecer la gestión del riesgo a través de estudios integrales que vinculen la información climática con el análisis del territorio.

En este sentido, el análisis multitemporal de la variación de temperatura y precipitación se presenta como una herramienta clave para identificar tendencias climáticas que inciden en la dinámica de los movimientos en masa. La implementación de herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG)) permite integrar variables climáticas, topográficas y geológicas en la elaboración de mapas de susceptibilidad, proporcionando datos clave que respaldan la toma de decisiones estratégicas, la ordenación territorial y las acciones preventivas frente a desastres.

De igual manera, estos estudios constituyen una base técnica esencial para diseñar políticas públicas que promuevan ciudades sostenibles y resilientes. La delimitación de zonas seguras, la

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

reforestación de áreas críticas, la estabilización de laderas, y la formación comunitaria en gestión del riesgo se posiciona como una acción clave para disminuir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad de respuesta de las poblaciones frente a eventos de remoción en masa.

Así, esta investigación no solo busca caracterizar la relación entre la variación climática y los deslizamientos en Abasticos, sino también contribuir al fortalecimiento de la gobernanza ambiental y territorial, con el objetivo de elevar el bienestar de la población y conservar los recursos naturales del municipio de Chipaque.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar las variaciones temporales de precipitación y su incidencia en la vulnerabilidad por riesgo de remoción en masa en el municipio de Chipaque, a fin de que se incorpore en los diferentes mecanismos de ordenamiento territorial.

3.2 Objetivos específicos:

- Identificar y zonificar las áreas de Chipaque con alta susceptibilidad a remociones en masa, vinculando los cambios climáticos a nivel local.
- Proponer una reorganización del uso del suelo que minimice la ocupación de áreas de alto riesgo y fomente prácticas sostenibles.
- Generar estrategias de adaptación que reduzcan la exposición de la población a riesgos geológicos, tomando en cuenta los patrones climáticos actuales y proyectados.

4. Alcance

El alcance del proyecto es poder realizar de forma integral un estudio de carácter técnico, científico y aplicado, que articule herramientas de análisis estadístico, geoespacial y climático para evaluar la susceptibilidad territorial frente a fenómenos de remoción en masa. El presente estudio tiene como propósito generar información estratégica que sirva de base para la formulación de políticas públicas en gestión del riesgo y ordenamiento territorial sostenible en Chipaque, mediante la articulación de factores físicos, climáticos y sociales.

En primera instancia, el proyecto contempla una revisión multitemporal de condiciones climáticas, incluyendo la variación de temperatura y las lluvias, utilizando datos históricos de un mínimo de 30 años provenientes de fuentes oficiales como IDEAM. Este estudio permitirá identificar tendencias, patrones y posibles anomalías climáticas, así como analizar la frecuencia e intensidad de eventos extremos. Estos resultados serán comparados con registros históricos de deslizamientos en el área de estudio, con especial atención al centro poblado de Abasticos.

El proyecto también se enfoca en la identificación, zonificación y modelado de áreas con alta susceptibilidad al riesgo de remoción en masa, mediante la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica. Se integrarán variables como pendientes, tipos de suelo, cobertura vegetal, uso del suelo y características geológicas, generando mapas temáticos e interactivos de susceptibilidad y riesgo. Estos mapas constituirán herramientas técnicas fundamentales para la gestión territorial, facilitando la priorización de intervenciones estructurales y no estructurales en los sectores más vulnerables.

Asimismo, el proyecto contempla la elaboración de modelos de correlación entre las variables climáticas y los eventos de remoción en masa, mediante técnicas estadísticas como análisis de regresión, series temporales y modelos predictivos, con el fin de establecer umbrales críticos de precipitación acumulada que disparan la ocurrencia de deslizamientos. Esta aproximación permitirá mejorar la precisión en la evaluación del riesgo y en la formulación de estrategias de mitigación.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

A partir de los resultados obtenidos, se desarrollarán propuestas de reorganización del uso del suelo y estrategias de adaptación al cambio climático, orientadas a minimizar la exposición de la población y los activos críticos a riesgos geológicos. Estas propuestas estarán alineadas con los lineamientos del ordenamiento territorial y las políticas públicas de desarrollo sostenible, incorporando principios de resiliencia climática, equidad territorial y participación comunitaria.

En términos de aplicabilidad, el proyecto tiene un alcance local centrado en el municipio de Chipaque, sin embargo, la transferibilidad metodológica permite que los procedimientos, herramientas y modelos desarrollados puedan ser replicables en otras regiones con condiciones geográficas y climáticas similares. Esta escalabilidad metodológica amplía el impacto del proyecto, al establecer una base técnica replicable en otros contextos vulnerables del altiplano andino colombiano.

4.1 Localización y delimitación

El centro poblado de Abasticos se ubica en la jurisdicción suroriental del municipio de Chipaque, departamento de Cundinamarca, Colombia, aproximadamente en las coordenadas geográficas 4°25'30"N de latitud y 74°02'00"O de longitud, con una altitud que varía entre los 2.200 y 2.600 metros sobre el nivel del mar (msnm), según la topografía local registrada por modelos digitales de elevación (DEM).

Este sector se encuentra en un entorno de alta montaña, con una morfología fuertemente disectada, pendientes abruptas que superan el 35% en sectores críticos, y una red hidrográfica densa de carácter dendrítico. Esta configuración geomorfológica favorece el escurrimiento superficial concentrado y la acumulación de esfuerzos erosivos, condiciones que incrementan la propensión a la remoción en masa en escenarios de alta saturación del suelo.

En cuanto a sus aspectos geológicos, Abasticos se localiza sobre materiales sedimentarios del Grupo Guadalupe, caracterizados por niveles de lutitas, areniscas meteorizadas y arcillas expansivas. Dichas litologías presentan una elevada susceptibilidad a procesos de licuefacción local y deslizamiento superficial cuando alcanzan niveles de saturación críticos. El índice de

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

plasticidad de estos suelos supera comúnmente el 35%, lo cual, combinado con la pendiente natural del terreno, genera condiciones propensas a fallas planas y rotacionales.

En términos climáticos, el centro poblado de Abasticos se encuentra en la zona de vida bosque húmedo montano bajo (bh-MB), con una precipitación anual promedio entre 1.800 y 2.200 mm, distribuida en un régimen bimodal. La mayor concentración de lluvias se presenta entre abril-junio y septiembre-noviembre, con eventos extremos que han alcanzado valores superiores a 160 mm en 24 horas, según registros del IDEAM, siendo estos umbrales gatillantes de procesos de remoción en masa históricos documentados por el Sistema de Alerta Temprana de Cundinamarca (SATD).

5. Insumos básicos

Para la determinación y análisis multitemporal, factores y condiciones de las amenazas por movimientos en masa, se requieren de una serie de insumos básicos necesarios que permiten realizar la caracterización del centro poblado de Abasticos en el municipio de Chipaque en diferentes temáticas, con el objetivo de identificar la susceptibilidad que presenta y así evaluar la probabilidad que un evento de movimiento en masa se presente en el territorio.

Con respecto a lo anterior, se presentan los insumos básicos para el análisis multitemporal.

5.1 Cartografía básica

5.1.1 Cartografía básica 1:25.000

Para el área rural, se utilizó la información de la cartografía básica generada por la entidad oficial con respecto a la producción de información cartográfica base, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

Tomando como punto de referencia la información obtenida de las planchas del IGAC se realizó un proceso de actualización de las capas geográficas con base en imágenes satelitales. Las capas incluyen esta cartografía básica van desde los límites, departamentales, municipales y otros elementos que se encuentren en la GDB de cartografía básica oficial del IGAC, donde se anexa la base de datos para la consulta, a escala 1:25.000 que es la que corresponde para la zona rural del municipio.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

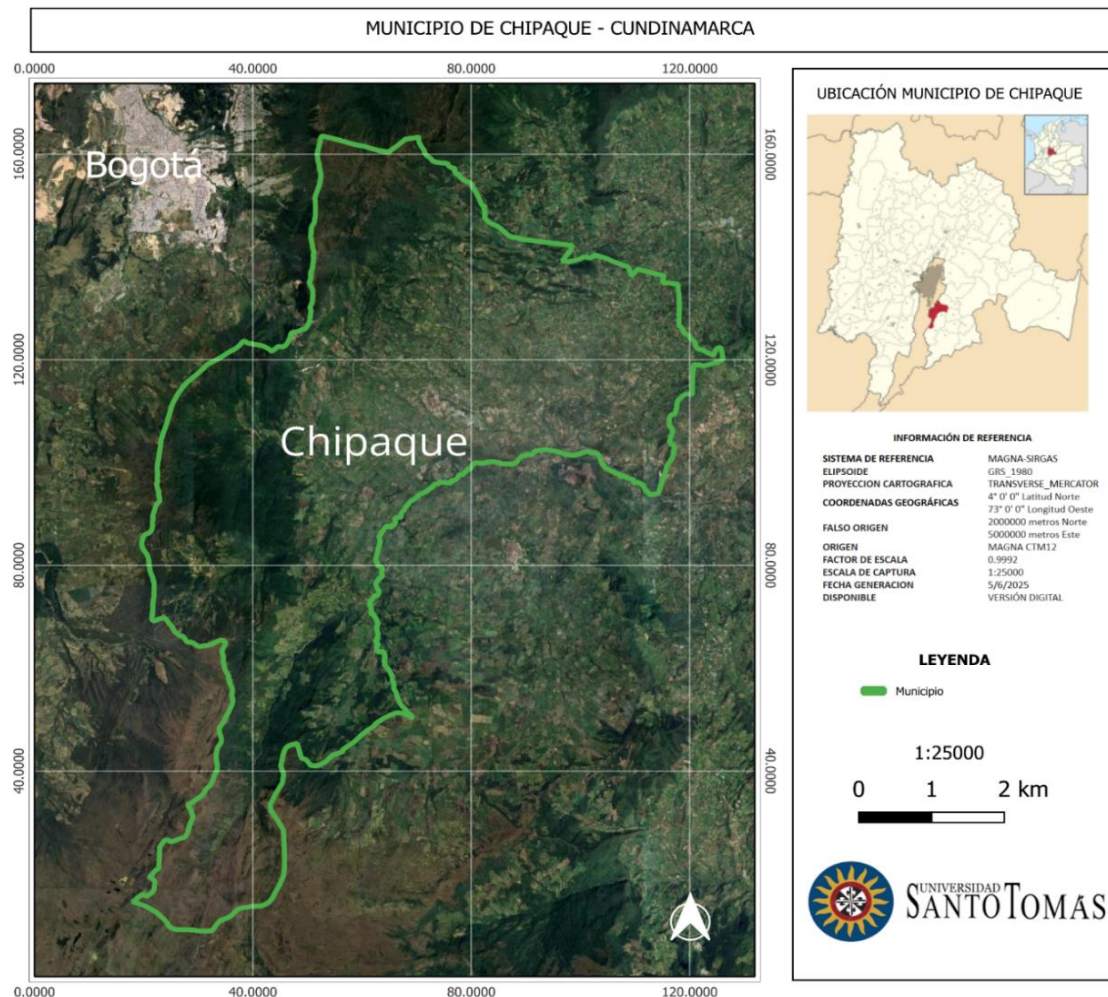


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Chipaque

Fuente: Propia.

Datos: Colombia en mapas

5.1.2 Cartografía básica 1:2.000

Se realizó el análisis de la cartografía básica a escala 1:2.000 del centro poblado de Abasticos, ubicado en el municipio de Chipaque, con base en la información disponible en la base de datos de la Unidad Administrativa Especial para la Gestión del Riesgo de Desastres de Cundinamarca. A partir de esta cartografía, se llevó a cabo la interpretación de elementos relevantes como la red vial y la infraestructura clave presente en el área, con el fin de aportar insumos fundamentales para el análisis de vulnerabilidad frente a movimientos en masa. Esta interpretación permitió identificar sectores estratégicos cuya exposición a amenazas geodinámicas puede comprometer la funcionalidad del territorio y la seguridad de sus habitantes.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.



Figura 2. Ubicación geográfica del centro poblado de Abásticos.

Fuente: Propia.

Datos: Colombia en mapas

6. Marco teórico

6.1 Marco conceptual

Amenaza: peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], s.f.).

Precipitación: La precipitación se entiende como la forma del agua en estado Líquido o sólido que caen directamente sobre la superficie terrestre o de otro planeta. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve (Astromía, s.f.).

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (UNGRD, s.f.).

Desastre: es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción (UNGRD, s.f.).

Humedad: La humedad es la cantidad de vapor de agua que se encuentra en la atmósfera, si llegan a zonas frías se forman las nubes, ya sea de gotas de agua o de cristales de hielo, las cuales una vez se unen son atraídas hacia el suelo por la fuerza de la gravedad de la Tierra, de modo que caen en forma de lluvia o de nieve. La humedad se expresa de forma absoluta mediante la humedad absoluta, de forma específica o bien de forma relativa mediante la humedad relativa (Meteorología en red, s.f.).

Nubosidad: Una nube es un conjunto de diminutas gotas de agua o partículas de hielo, que se encuentran suspendidas en la atmosfera. Estas gotas pueden permanecer en estado Líquido a

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

temperatura muy bajas al tal punto de la congelación, esta condensación puede estar provocada por cualquier proceso atmosférico que produzca enfriamiento: (Andrades & Muñoz, 2012).

Análisis y evaluación del riesgo: implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación.

Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia de este, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entendiéndose: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (UNGRD, s.f.).

Prevención de riesgo: Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible.

Análisis Multitemporal: Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el análisis multitemporal se refiere al proceso técnico que permite identificar cambios en las coberturas de la tierra entre dos o más periodos de tiempo, utilizando la misma escala, metodología de interpretación y fuentes de información comparables. Este análisis se basa en técnicas de detección de cambios, fotointerpretación y percepción remota, y es fundamental para entender la

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

dinámica del territorio y apoyar procesos de ordenamiento y planificación.

6.2 Revisión de la literatura relevante

El análisis multitemporal de la precipitación y su relación con los procesos de remoción en masa representa una línea de investigación clave para la gestión del riesgo de desastres en regiones andinas como el municipio de Chipaque, donde la geomorfología compleja y las condiciones climáticas variables configuran un escenario de alta susceptibilidad. En este contexto, estudios como el de Cahueño Rincón y Lobo Jaimes (2024), desarrollado en la Universidad Católica de Manizales, ofrecen un precedente técnico importante. Su investigación se centró en la zona noroccidental del área urbana de Chipaque, donde se identificaron niveles diferenciados de amenaza y vulnerabilidad social frente a movimientos en masa, mediante una metodología mixta que integró datos físicos (pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal) y datos sociales (percepción comunitaria del riesgo, nivel socioeconómico). Este estudio enfatiza la necesidad de considerar tanto los factores naturales como los sociales para una gestión integral del riesgo, y constituye un referente obligado para trabajos que, como el presente, buscan establecer relaciones causales entre la precipitación acumulada y la ocurrencia de eventos de remoción.

Complementando este enfoque local, el estudio realizado por Chipatecua Gaona y Montaña Roa (2021), desde la Universidad de La Salle, evaluó el riesgo de deslizamientos sobre la línea de conducción del acueducto municipal, otro componente crítico de la infraestructura de Chipaque. Este análisis utilizó herramientas de simulación probabilística como el método de Monte Carlo para calcular el factor de seguridad de los taludes en áreas específicas, lo cual permitió establecer umbrales de estabilidad del terreno frente a distintos escenarios de humedad. La inclusión de modelos hidrometeorológicos en su análisis resalta la importancia de correlacionar los patrones de precipitación con la respuesta mecánica de los suelos. Este trabajo respalda la hipótesis de que eventos pluviométricos intensos o sostenidos son el principal detonante de movimientos en masa en la región, lo que refuerza la necesidad de integrar series temporales de precipitación en cualquier estudio predictivo.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Aunque no circunscrito exclusivamente a Chipaque, el análisis multitemporal realizado por Tobar Rojas (2023) en el municipio de La Peña, también en Cundinamarca, constituye una valiosa referencia metodológica. A través de la comparación de imágenes aéreas e imágenes satelitales de diferentes épocas (1940–2020), la autora logró identificar patrones espaciales de cambio en la cobertura del suelo y su relación con procesos de remoción en masa. Su trabajo demuestra la utilidad de técnicas de teledetección y análisis multitemporal en la identificación de tendencias de susceptibilidad en el tiempo, permitiendo establecer líneas base histórica para evaluar la progresiva vulnerabilidad del territorio frente a cambios en el régimen hidrometeorológico. Esta aproximación es particularmente útil en contextos como el de Chipaque, donde el aumento de la variabilidad climática ha intensificado la recurrencia de eventos de remoción en sectores rurales y periurbanos.

Desde un enfoque institucional, la Gobernación de Cundinamarca, en convenio con la Unidad de Gestión del Riesgo (2019), desarrolló intervenciones específicas para mitigar la amenaza por remoción en masa en sectores críticos de Chipaque, como el barrio Vista Hermosa. Este proyecto incluyó obras de control de aguas superficiales y freáticas, evidenciando el vínculo entre el manejo deficiente de escorrentías y la activación de procesos de inestabilidad. Estas acciones, si bien de carácter correctivo, reflejan una creciente preocupación por parte del ente territorial ante el impacto que la precipitación extrema genera en la seguridad estructural del municipio. Sin embargo, estas intervenciones carecen en muchos casos de un componente analítico multitemporal que permita anticipar escenarios de riesgo basados en datos climáticos históricos.

Desde una perspectiva de gobernanza y sostenibilidad, Beltrán Cárdenas y Castañeda Arévalo (2021), en su propuesta ambiental para el plan de desarrollo municipal 2020–2024, identificaron como uno de los principales factores de vulnerabilidad ambiental la ocupación informal del suelo en zonas de ladera con alta exposición a deslizamientos. Estas investigadoras recomiendan integrar herramientas de monitoreo climático y modelos de predicción geotécnica en el diseño de políticas públicas municipales, subrayando la necesidad de una planificación urbana que reconozca los límites ecológicos y físicos del territorio.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

6.3 Fundamentos teóricos

Cambio Climático y Variabilidad Climática

El cambio climático se refiere a las alteraciones significativas y duraderas en los patrones del clima global o regional, atribuibles tanto a procesos naturales como a actividades humanas. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), existe una alta probabilidad de que el aumento observado en las temperaturas globales desde mediados del siglo XX se deba principalmente a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.

En Colombia, la variabilidad climática se manifiesta a través de fenómenos como El Niño y La Niña, que alteran los patrones de precipitación y temperatura, afectando la estabilidad de los ecosistemas y aumentando la frecuencia de eventos extremos como deslizamientos e inundaciones. Estos cambios climáticos tienen implicaciones directas en la gestión del riesgo de desastres, especialmente en regiones montañosas como Chipaque, donde las condiciones geográficas y climáticas incrementan la susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

Procesos de Remoción en Masa: Tipologías y Factores Condicionantes

Los procesos de remoción en masa comprenden movimientos de suelo y roca ladera abajo, impulsados por la gravedad, y pueden clasificarse en deslizamientos, flujos, caídas y expansiones laterales. La susceptibilidad a estos procesos está determinada por factores condicionantes como la pendiente del terreno, la composición litológica, la cobertura vegetal y las características hidrológicas.

En áreas como Abasticos, la combinación de pendientes pronunciadas, suelos de baja cohesión y precipitaciones intensas aumenta la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos. Además, las actividades humanas, como la deforestación y la expansión urbana no planificada, alteran el equilibrio natural del terreno, exacerbando la vulnerabilidad a estos eventos.

Vulnerabilidad Territorial y Riesgo Geológico

La vulnerabilidad territorial se refiere al grado en que un sistema o comunidad es susceptible a sufrir daños ante la ocurrencia de un evento adverso. Esta vulnerabilidad es función de factores físicos, sociales, económicos y ambientales. En el contexto de riesgos geológicos, como los

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

deslizamientos, la vulnerabilidad se incrementa en comunidades asentadas en zonas de alta pendiente, con infraestructuras precarias y limitada capacidad de respuesta.

El riesgo geológico se define como la probabilidad de que se produzcan pérdidas o daños debido a eventos geológicos peligrosos. Este riesgo es una función de la amenaza (probabilidad de ocurrencia de un evento), la vulnerabilidad (susceptibilidad al daño) y la exposición (presencia de personas o bienes en áreas de peligro).

Análisis Multitemporal y Sistemas de Información Geográfica (SIG)

El análisis multitemporal implica el estudio de datos recopilados en diferentes momentos para identificar cambios y tendencias a lo largo del tiempo. En el ámbito de la gestión del riesgo, esta técnica permite evaluar la evolución de variables como la cobertura del suelo, la deforestación y los patrones de precipitación, facilitando la identificación de áreas con creciente susceptibilidad a desastres.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas fundamentales en este análisis, ya que permiten la integración, visualización y análisis espacial de datos geográficos. Mediante el uso de SIG, es posible generar mapas de susceptibilidad, modelar escenarios de riesgo y apoyar la toma de decisiones en planificación territorial y gestión del riesgo.

Gestión del Riesgo y Ordenamiento Territorial

La gestión del riesgo de desastres es un proceso integral que incluye la identificación, análisis y reducción de riesgos, así como la preparación y respuesta ante eventos adversos. En Colombia, la Ley 1523 de 2012 establece la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, promoviendo un enfoque preventivo y articulado entre diferentes niveles de gobierno y sectores.

El ordenamiento territorial es una herramienta clave en la gestión del riesgo, ya que permite planificar el uso del suelo de manera que se minimicen las exposiciones a amenazas naturales. Integrar la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial contribuye a la construcción de comunidades más resilientes y sostenibles.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Teorías y modelos previos relacionados con el tema de investigación

La presente investigación se sustenta en diversas teorías, modelos conceptuales y metodológicos que permiten comprender y analizar de forma integral la relación entre la variabilidad climática y el riesgo por remoción en masa en territorios de montaña como el centro poblado de Abasticos. Estos modelos han sido aplicados y validados tanto a nivel internacional como en estudios nacionales y regionales.

En primer lugar, se retoma el enfoque de análisis multitemporal, el cual permite estudiar la evolución de variables climáticas —particularmente temperatura y precipitación— a lo largo del tiempo. Este tipo de análisis ha sido ampliamente utilizado por entidades como el IDEAM, para identificar tendencias y anomalías climáticas asociadas a la intensificación de fenómenos de remoción en masa, especialmente en contextos influenciados por eventos extremos como El Niño y La Niña.

El estudio también se apoya en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y modelos de geoprocesamiento, herramientas que permiten integrar variables espaciales (pendiente, litología, cobertura vegetal, uso del suelo, etc.) con información climática para generar mapas de susceptibilidad. Esta metodología ha sido promovida en Colombia por la CAR, el IGAC y la UAEGRD, y ha sido empleada para la zonificación de áreas en riesgo y la toma de decisiones en ordenamiento territorial.

De manera complementaria, el análisis de remociones en masa se fundamenta en las tipologías y factores condicionantes descritos en estudios como los de Cruden y Varnes (1996), quienes clasifican los movimientos del terreno de acuerdo con sus características dinámicas y el tipo de material involucrado. Esta clasificación permite comprender que la ocurrencia de deslizamientos no depende de un solo factor, sino de una interacción entre la geología local, la pendiente del terreno, el grado de saturación del suelo y las actividades humanas.

Desde el enfoque territorial, se toma como referente el marco legal colombiano vigente, que reconoce la gestión del riesgo como una política transversal al ordenamiento territorial. Documentos como la Ley 1523 de 2012, el Decreto 1807 de 2014 y el reciente EOT de Chipaque (2023) promueven la incorporación de estudios técnicos sobre amenazas y vulnerabilidades como

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

base para reglamentar el uso del suelo. En este sentido, la zonificación realizada en el estudio — que identifica un 18,13% del área de Abasticos en condición de amenaza alta— responde a estos lineamientos técnicos y normativos.

7. Marco Legal

En Colombia, el manejo integral del riesgo y la implementación de medidas para ajustarse a las transformaciones climáticas han ido tomando fuerza dentro de las políticas públicas y el ordenamiento territorial. Estas temáticas ya no son asuntos aislados o únicamente técnicos: son parte fundamental del cuidado de la vida, de la protección del territorio y del bienestar de las comunidades, especialmente en zonas que, como Chipaque, presentan vulnerabilidades frente a fenómenos como las remociones en masa.

Uno de los pilares legales en este tema es la Ley 1523 de 2012, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Esta ley determina que todas las instituciones del Estado deben incorporar la gestión del riesgo en sus planes y decisiones. No se trata solo de actuar después de un desastre, sino de conocer los riesgos, reducirlos desde antes y saber cómo actuar si ocurren.

A esta ley se suma la Ley 388 de 1997, que regula cómo se debe ordenar el territorio. Establece que los municipios deben tener en cuenta las amenazas naturales para definir qué se puede hacer y dónde. En otras palabras, que el uso del suelo esté en armonía con su vocación y sus condiciones físicas.

El Decreto 1077 de 2015, por su parte, reúne las normas relacionadas con vivienda, ciudad y territorio, y exige que los planes de ordenamiento territorial incluyan análisis detallados sobre las amenazas y el riesgo, tanto en zonas rurales como urbanas.

Además, el Decreto 1807 de 2014 orienta a los municipios a identificar las zonas donde hay riesgo no mitigable, es decir, lugares donde no se puede construir ni vivir de manera segura, y promueve su delimitación y control. También exige que los planes de gestión del riesgo estén en sintonía con el ordenamiento del territorio.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Desde el enfoque ambiental, la Ley 99 de 1993 es otra base importante. Esta norma reconoce que el suelo tiene una función ecológica y que su protección es clave para el desarrollo sostenible.

En los últimos años, frente al desafío del cambio climático, el país adoptó la Ley 1931 de 2018, que establece el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) y exige a todas las entidades territoriales y sectoriales incluir respuestas adaptativas al clima cambiante en su planificación. Esto es crucial en municipios que enfrentan lluvias más intensas, sequías o deslizamientos más frecuentes.

La Política Nacional de Gestión del Riesgo, actualizada mediante el CONPES 3990 de 2020, refuerza la idea de que debemos desarrollar el país de manera resiliente al clima.

Finalmente, el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, aprobado por la Ley 2294 de 2023, pone en el centro de su visión la protección de la vida y de los ecosistemas. Bajo el lema “Colombia, potencia mundial de la vida”, este plan promueve un nuevo ordenamiento del territorio basado en justicia ambiental, acción climática local y seguridad hídrica. Reconoce se debe armonizar las decisiones de planificación con la realidad ambiental y social de los territorios.

7.1 Análisis de la norma y su implementación en el centro poblado de Abasticos, revisión del EOT y del PMGRD

El centro poblado de Abasticos, ubicado en una zona de ladera del municipio de Chipaque, presenta una alta vulnerabilidad frente a fenómenos como las remociones en masa. Su topografía irregular, la intensidad de las lluvias y la presencia de suelos susceptibles hacen que este territorio requiera una atención especial en términos de planificación y gestión del riesgo.

Durante años, el instrumento que ha orientado el desarrollo territorial ha sido el EOT adoptado mediante el Acuerdo 011 de 2000, el cual, si bien reconoce la existencia de Abasticos como un centro poblado rural de vocación agropecuaria y minera, no delimita sus áreas de riesgo ni formula medidas específicas de prevención o adaptación, lo que deja a esta población en condición de desprotección frente a amenazas geológicas.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Por su parte, el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), aunque incorpora el diagnóstico de amenazas como remociones en masa, no contempla intervenciones concretas dirigidas exclusivamente a Abasticos. Esto significa que, a pesar de que el riesgo ha sido técnicamente identificado, no se han desarrollado estrategias de mitigación ni de seguimiento territorializadas en este centro poblado.

Frente a esta brecha histórica, en 2023 se dio inicio al proceso de revisión y ajuste del EOT, incluyendo una evaluación detallada de los factores de amenaza en el municipio. En este contexto, se incorporó como insumo técnico el documento “Estudios básicos de riesgo para la zonificación de la amenaza y riesgo por procesos de movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales e incendios forestales” concertado y aprobado por la CAR. Este estudio asigna a Abasticos una distribución de amenaza donde el 18,13 % de su área está en condición de amenaza alta, el 7,37 % en amenaza media y solo el 74,5 % en amenaza baja, identificando claramente la existencia de zonas críticas con pendientes moderadas a altas y evidencias de inestabilidad del terreno.

Además, en el contexto del nuevo Esquema de Ordenamiento Territorial - EOT aprobado el 23 de diciembre de 2023, se establece un conjunto de objetivos y estrategias para garantizar la ocupación segura del territorio y mejorar la capacidad institucional para gestionar el riesgo. Entre ellos se encuentran la reforestación con especies nativas en áreas inestables, la delimitación de zonas no mitigables, la formulación de planes sectoriales (como para instituciones educativas y de salud), y la adecuación del paisaje en zonas degradadas. Sin embargo, ninguna de estas acciones ha sido formulada específicamente para Abasticos, lo que refleja que persiste una mirada generalista, sin suficiente focalización.

Seguidamente, se expone una tabla comparativa que resume los principales aspectos encontrados entre el EOT de 2000, el PMGRD vigente y el nuevo EOT aprobado en el 2023 respecto al manejo del riesgo en Abasticos:

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Criterio analizado	EOT 2000 (Acuerdo 011)	PMGRD – Chipaque	EOT 2023	Análisis
Enfoque territorial	Reconoce a Abasticos como centro poblado rural.	Identifica amenazas generales, sin enfoque local.	Reconoce amenaza por remoción en masa, sin especificidad por centro poblado.	Se requiere enfoque diferencial y territorial para Abasticos, con lineamientos específicos.
Delimitación del riesgo	No se delimita ni zonifica el riesgo en Abasticos.	No se territorializa el riesgo en Abasticos.	Usa estudios de 2022, pero no formula acciones específicas para Abasticos.	Deben delimitarse áreas de riesgo en el centro poblado y reglamentar su uso.
Estrategias de mitigación	Ausentes.	Plantea acciones generales (drenajes, monitoreo).	Acciones estructurales y ambientales, pero sin localización directa.	Es urgente definir intervenciones directas con priorización técnica.
Participación comunitaria	No mencionada.	Promueve la articulación interinstitucional.	Enfoque participativo en general, pero no documentado en Abasticos.	Es clave implementar espacios de participación local en zonas rurales.
Incorporación del riesgo al uso del suelo	No se condicionan usos del suelo por amenaza.	No aplica.	Requiere reglamentación detallada por zonas, aún en proceso.	Se recomienda vincular los estudios recientes en la reglamentación del uso del suelo.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Perspectiva de cambio climático	No incluida.	Incluye amenazas climáticas de forma general.	Incluye lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.	Es necesario fortalecer la perspectiva de adaptación en zonas rurales críticas.
Articulación con estudios de riesgo	No incorpora estudios técnicos recientes.	Utiliza estudios técnicos, pero sin enfoque territorial específico en Abasticos.	Incorpora estudios 2022 aprobados por la UAEGRD, pero no traduce sus hallazgos en acciones focalizadas.	Se deben traducir los estudios técnicos en acciones concretas por núcleo poblado.
Estrategias de intervención directa	No plantea intervenciones específicas ni prioriza zonas de alto riesgo.	Propuesta de acciones a nivel municipal, sin identificación de zonas prioritarias.	Incluye medidas como reforestación, drenaje y estabilización, pero sin mención específica de Abasticos.	Formular intervenciones estructurales en zonas priorizadas como Abasticos.
Seguimiento y monitoreo del riesgo	No se establecen mecanismos de monitoreo o seguimiento técnico.	Incluye necesidad de monitoreo, pero no define protocolos específicos ni responsables por zona.	Recomienda estudios de detalle y monitoreo en áreas críticas, sin zonificación detallada en Abasticos.	Diseñar sistema de monitoreo por sectores, con responsables definidos y participación comunitaria.

Tabla 1. Tabla comparativa EOT – PMGRD

Fuente: Propia.

Datos: EOT - PMGRD

Este análisis muestra que, si bien ha habido un avance significativo a nivel normativo y técnico importante con respecto al nuevo Esquema de Ordenamiento Territorial - EOT, aún persiste la necesidad de territorializar de forma más precisa las acciones, especialmente en centros poblados como Abasticos, donde el riesgo es evidente y la vulnerabilidad social también juega un papel clave.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Es indispensable que en la fase de implementación del EOT actualizado se contemplen acciones diferenciadas para zonas como Abasticos, y que el PMGRD sea ajustado en paralelo para incorporar rutas de actuación específicas en sectores rurales dispersos. Solo así será posible garantizar un desarrollo rural seguro, resiliente y con justicia territorial.

8. Metodología

8.1 Análisis multitemporal del riesgo

La comprensión del riesgo territorial no puede limitarse a una fotografía estática del presente, sino que requiere un análisis dinámico que permita identificar patrones, recurrencias e impactos a lo largo del tiempo. Este capítulo presenta un análisis multitemporal de los eventos asociados a movimientos en masa e inundaciones en el municipio de Chipaque (Cundinamarca), con el objetivo de identificar las tendencias históricas de ocurrencia, los momentos de mayor afectación y los sectores del territorio más vulnerables.

A través de la revisión de diferentes gráficos y tablas, se analizan tanto la frecuencia de los eventos como sus consecuencias sociales, infraestructurales y climáticas. Este enfoque permite no solo evidenciar los años y meses más críticos, sino también identificar las zonas y comunidades más afectadas. En este sentido, se resalta de manera especial la situación del centro poblado de Abasticos, un territorio históricamente vulnerable a fenómenos naturales por su ubicación geográfica, condiciones de pendiente y cercanía a zonas de escorrentía superficial.

Este capítulo, entonces, aporta una base sólida para la toma de decisiones informadas desde una perspectiva territorial, climática y social, que contribuya a la construcción de un modelo de desarrollo más seguro, sostenible e inclusivo para Chipaque.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

1. Municipios de Cundinamarca con más reporte de eventos por movimiento en masa.

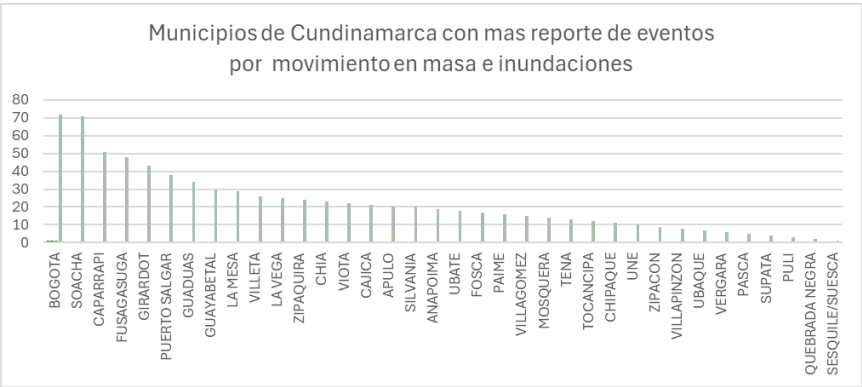


Tabla 2. Reporte de eventos por movimiento en masa e inundaciones
Fuente: Propia.
Datos: EOT - PMGRD

Esta gráfica presenta un panorama general de los municipios con mayor número de reportes de eventos por remoción en masa. Bogotá, Soacha, Caparrapí y Fusagasugá lideran el listado. Chipaque aparece con un número reducido de eventos, lo cual podría interpretarse como baja frecuencia, aunque también es posible que exista subregistro debido a la escasa capacidad técnica o de monitoreo local.

Pese a su posición intermedia, este dato debe leerse con precaución. En municipios como Chipaque, y en particular en zonas como Abasticos, donde existen condiciones topográficas críticas y suelos susceptibles a saturación, la baja frecuencia registrada no refleja la real exposición al riesgo. De ahí la importancia de complementar este tipo de datos con información cualitativa y análisis comunitario.

2. Cantidad de eventos por año

La distribución temporal de los eventos muestra que años como 2017 y 2022 fueron especialmente críticos, lo cual coincide con períodos de intensas lluvias y anomalías climáticas asociadas a fenómenos como La Niña. Esta variabilidad resalta la necesidad de planificar con base en el comportamiento climático multianual, integrando estas tendencias a los instrumentos de ordenamiento territorial.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

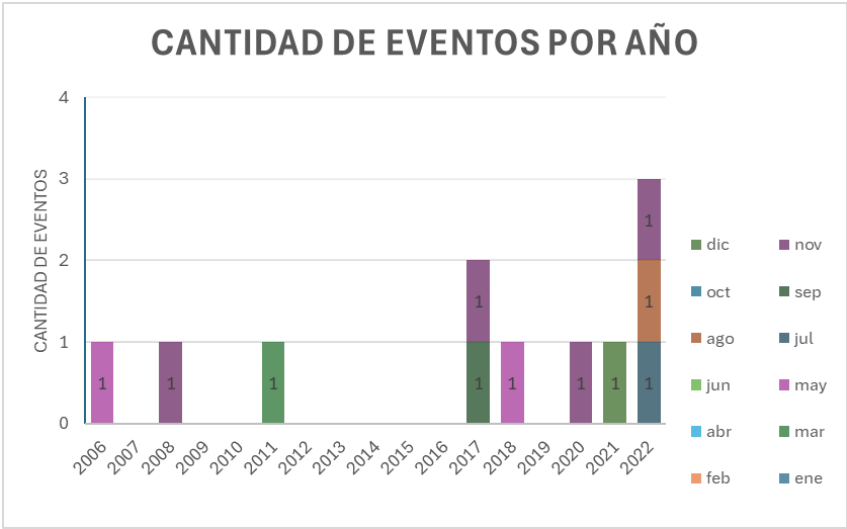


Tabla 3. Cantidad de eventos críticos por año
Fuente: Propia.
Datos: EOT - PMGRD

La preparación institucional debe anticiparse a estas ventanas de mayor riesgo, fortaleciendo capacidades de respuesta comunitaria y medidas preventivas de bajo costo, como drenajes y estabilización de taludes.

3. Cantidad de eventos por meses

La región Andina de Colombia, donde se ubica el municipio de Chipaque, presenta un régimen bimodal de lluvias, caracterizado por dos periodos lluviosos al año:

- Primera temporada de lluvias: marzo a mayo
- Segunda temporada de lluvias: septiembre a noviembre

Estos periodos son propensos a lluvias intensas, por lo que cualquier anomalía climática que refuerce dichas precipitaciones —como el fenómeno de La Niña— incrementa significativamente el riesgo de desastres naturales, especialmente en zonas vulnerables.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

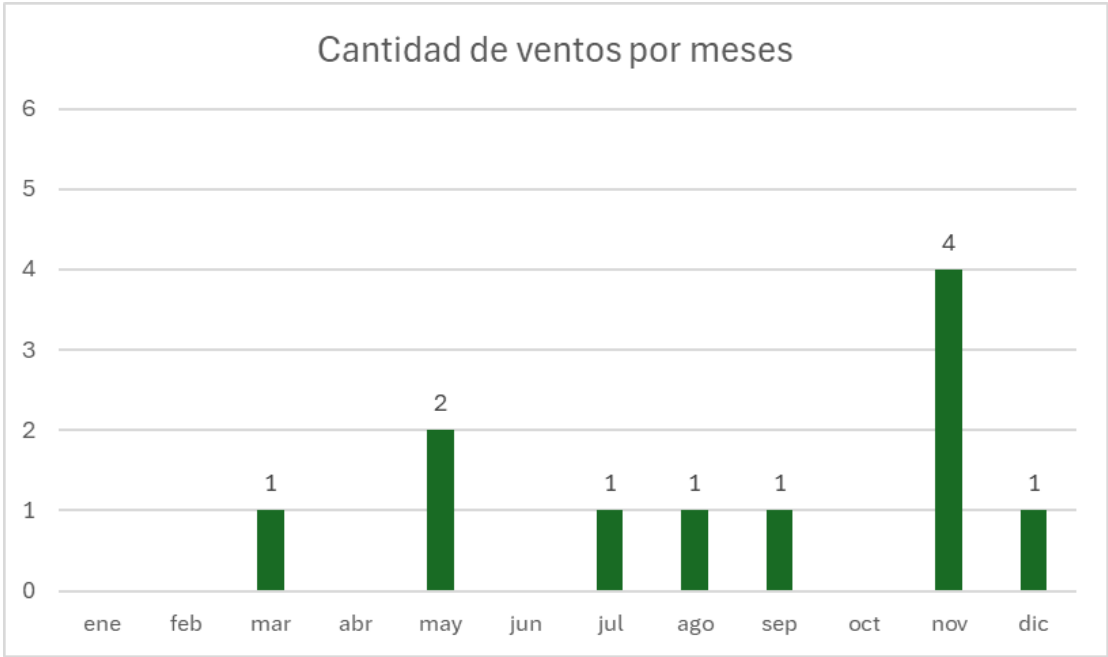


Tabla 4. Cantidad de eventos críticos por mes
Fuente: Propia.
Datos: EOT - PMGRD

Año	DJF	JFM	FMA	Mamá	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	HIJO	OND	NDJ
2010	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Año	DJF	JFM	FMA	Mamá	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	HIJO	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0
2022	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8
2023	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.8	1.9	2.0
2024	1.8	1.5	1.1	0.7	0.4	0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5
2025	-0.6	-0.4	-0.2									

Tabla 5. Eventos críticos años 2011,2017 y 2022
Fuente: Propia.
Datos: EOT - PMGRD

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

A partir de la tabla de anomalías y los gráficos de eventos, se identifican años con mayor cantidad de eventos como:

Año	Evento	Evidencia de La Niña	Coincidencia con temporada lluvia
2011	1	Fuertes anomalías frías en todas las temporadas	Evento registrado en el mes de Marzo, coincide con intensificación de lluvias en la primera temporada de lluvias
2017	2	Anomalías frías moderadas (especialmente Sep-Oct-Nov y en Nov-Dic-Ene)	Eventos registrados en meses lluviosos (sep y nov)
2022	3	Anomalías negativas persistentes durante todo el año	Eventos en ago, oct y nov coincide con el segundo pico de lluvias

Tabla 6. Cantidad de anomalías por años

Fuente: Propia.

Datos: EOT - PMGRD

En todos estos años, se evidencia una **coincidencia entre las fases frías del ENSO (La Niña)** y los **meses de mayor lluvia en el régimen bimodal**, lo que agrava el impacto de las precipitaciones.

4. Cantidad de familias afectadas por año

Este gráfico presenta la dimensión social del riesgo. El año 2011 destaca por registrar 95 familias afectadas, seguido por 2017 con 60 familias afectadas. Aunque Chipaque no figura con cifras tan altas en esta base de datos, el impacto potencial en un municipio de menor población puede ser proporcionalmente igual o mayor.

Es importante resaltar que una sola emergencia en una zona como Abasticos puede afectar la conectividad, la provisión de agua, y generar desplazamientos temporales, debido a su alta dependencia de redes frágiles de servicios.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

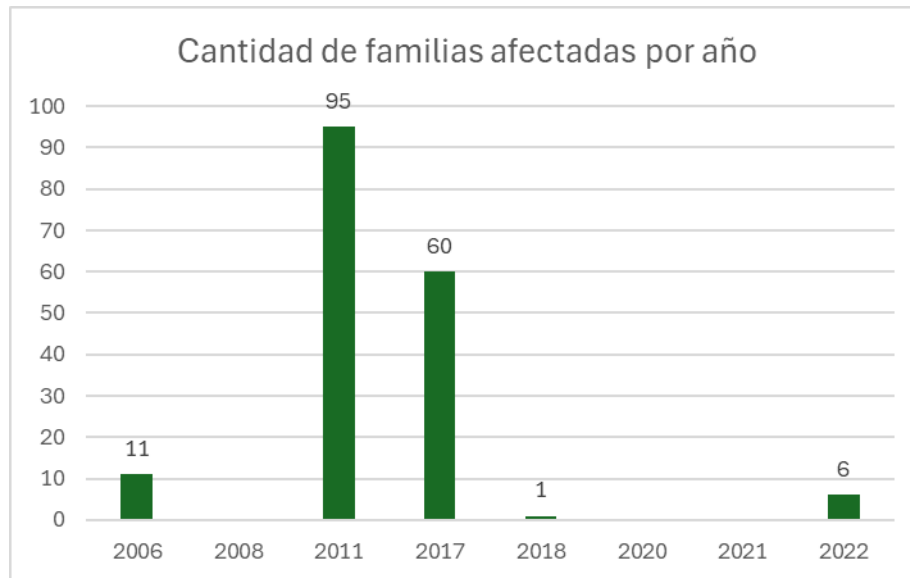


Tabla 7. Familias afectadas por año
Fuente: Propia.
Datos: EOT - PMGRD

5. Afectaciones en Chipaque por eventos de remoción en masa

Esta gráfica específica para el municipio muestra que:

- 12 viviendas han sido destruidas, reflejando un alto nivel de vulnerabilidad habitacional.
- Se registran más de 20 afectaciones en vías, lo que compromete gravemente la movilidad de veredas como Abasticos, donde los accesos son limitados.
- Existen afectaciones a infraestructura de centros educativos lo que demuestra que el riesgo trasciende lo físico y afecta directamente las condiciones de vida y acceso a derechos básicos.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

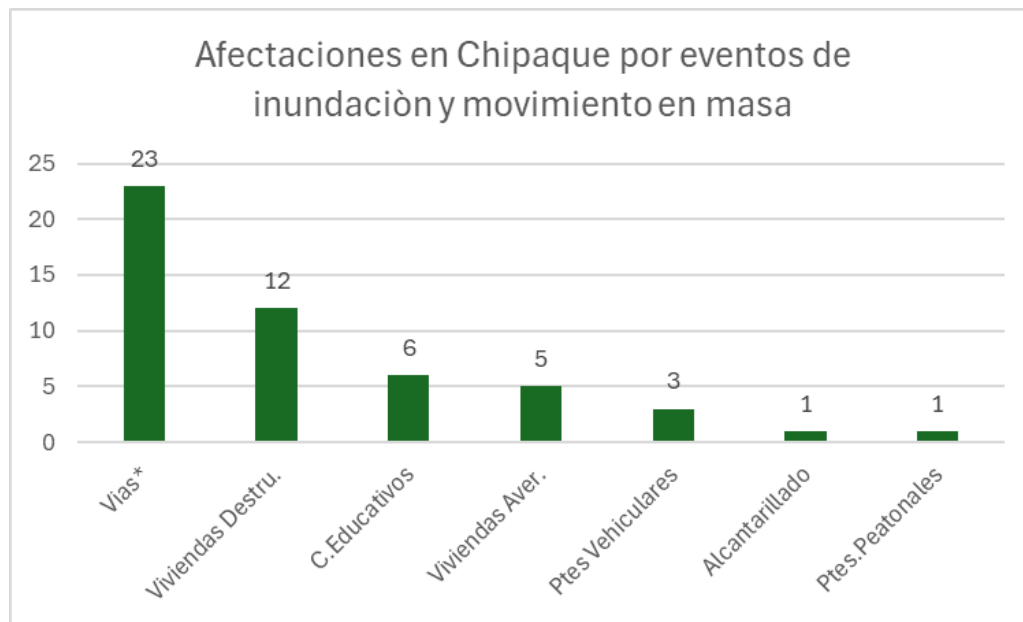


Tabla 8. Afectaciones por eventos de inundación y movimientos en masa

Fuente: Propia.

Datos: EOT – PMGRD

Caracterización Climatológica

Para llevar a cabo la caracterización climatológica en el municipio de Chipaque, se deben realizar dos procesos principales:

1. Un tratamiento preliminar de la información estadística y el análisis temporal y especial de las variables meteorológicas, cada uno de estos procesos cuenta con subprocesos asociados.
2. Análisis climatológico donde se analiza espacial y temporalmente los datos obtenidos del tratamiento de los datos.

A continuación, se presenta esquemáticamente la metodología para la caracterización climatológica.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

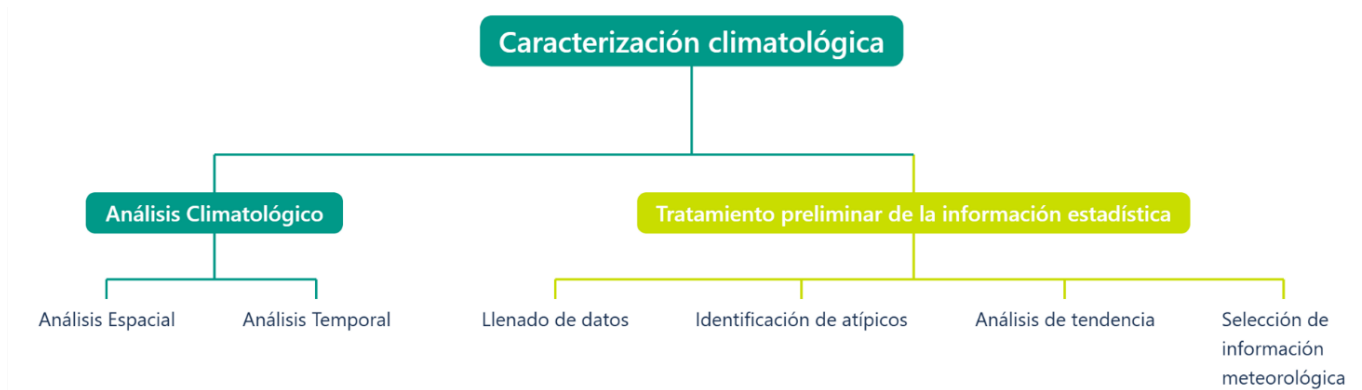


Figura 3. Metodología caracterización Climatológica
Fuente: Propia.

Tipos de estaciones

Para el análisis y caracterización climatológica se utilizó información meteorológica suministrada por el instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, de las cuales se la adquirió información en cada una de las estaciones según la disponibilidad de la información. Se debe tener en cuenta las diferentes estaciones que se encuentran en la zona donde se describen a continuación:

1. Estaciones climatológicas principales (CP), es aquella en la cual se hacen observaciones de precipitación, temperatura del aire, temperaturas máxima y mínima a 2 metros, humedad, viento, radiación, brillo solar, evaporación, temperaturas extremas del tanque de evaporación, cantidad de nubes y fenómenos especiales.
2. Estación Pluviométricas (PM), es una estación meteorológica dotada de un pluviómetro o recipiente que permite medir la cantidad de lluvia caída entre dos observaciones consecutivas.
3. Estación Pluviograficas (PG) es aquella que registra en forma mecánica y continua la precipitación, en una gráfica que permite conocer la cantidad, duración, intensidad y periodo en que ha ocurrido la lluvia. Actualmente se utilizan los pluviógrafos de registro diario.
4. Estaciones climatológicas ordinarias (CO), es aquella en la cual se hacen observaciones de precipitación, temperatura del aire, temperaturas máximas y mínima a 2 metros y humedad

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

primordialmente. Poseen muy poco instrumental registrador. Algunas llevan instrumentos adicionales tales como tanque de evaporación, heliógrafo y anemómetro.

Caracterización de la precipitación

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las características de las estaciones hidrométricas seleccionadas para el análisis de precipitaciones del municipio de Chipaque-Cundinamarca, donde se tomaron de referencia para el análisis seis (6) estaciones, donde se encuentra un registro consistente de datos de más de 30 años.

INFORMACIÓN GENERAL ESTACIONES								
CODIGO	CATEGORIA	ESTACIÓN	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	AO	ALTITUD	LONGITUD	LATITUD
35020280	PM	Choachí 2	Choachí	Cundinamarca	11	1950	-73,93	4,52
35025060	CO	La Bolsa	Choachí	Cundinamarca	11	3195	-73,98	4,58
35020290	PM	Fómeque	Fómeque	Cundinamarca	11	1900	-73,89	4,49
35020010	PM	Monter redondo	Guayabetal	Cundinamarca	3	1467	-73,82	4,25
35020020	PG	Susumuco	Guayabetal	Cundinamarca	3	¹ 039	-73,77	4,20
35020300	CP	Gutiérrez	Gutiérrez	Cundinamarca	11	² 300	-74,00	4,25

Tabla 9. Estaciones Cercanas.
Fuente: Propia
Datos: IDEAM

Siendo así, se presenta la distribución espacial de las estaciones seleccionadas para el análisis de precipitación del centro poblado de Abasticos en el municipio de Chipaque Cundinamarca.

Tratamiento preliminar de datos

A partir de la información suministrada por el IDEAM se conformaron series de precipitación total mensual para cada una de las estaciones con registros desde 1991. Considerando lo vacíos de registros y la necesidad de un periodo común de análisis se seleccionó un periodo de 33 años comprendido entre 1991 y 2024 para realizar la caracterización de la precipitación en el Centro poblado de Abasticos en el municipio de Chipaque Cundinamarca.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Caracterización del régimen de precipitación

Una vez completados los vacíos de precipitación total mensual se calcula la precipitación media mensual con la respectiva desviación estándar y coeficiente de asimetría, como parámetros estadísticos básicos que describen la estructura de la serie de datos.

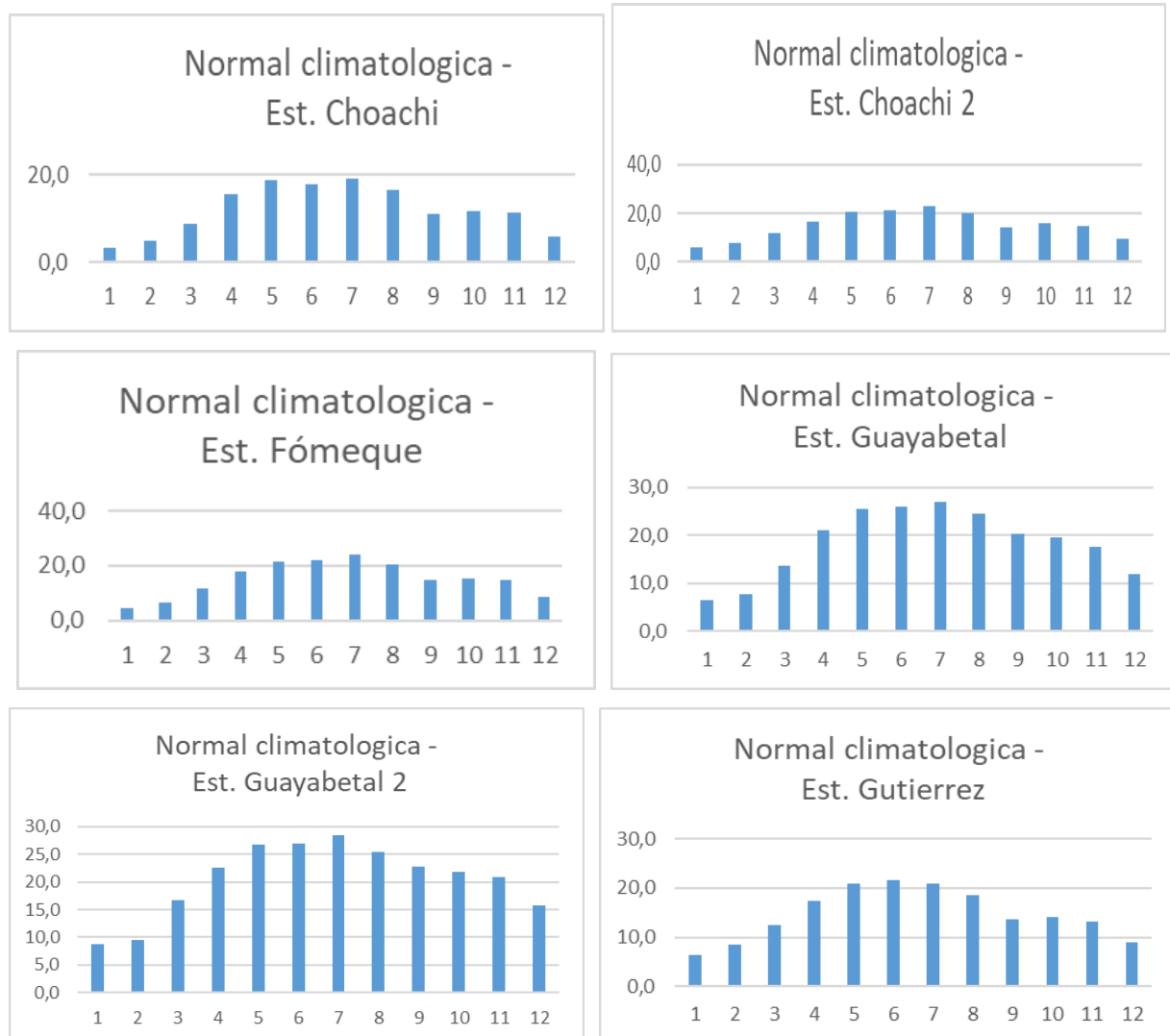


Figura 4. Histogramas de precipitación mensual para las diferentes estaciones
Fuente: Propia

8.2 Metodología para la identificación y análisis del conflicto de usos del suelo

Etapas 1: Recolección de Datos

Se inicia con la obtención de insumos geoespaciales fundamentales. Esto incluye un Modelo de Elevación Digital (DEM), información geológica, cobertura del suelo y datos climáticos como precipitación. Estos datos se recopilaban de fuentes oficiales como el IGAC, IDEAM o plataformas internacionales como SRTM.

Etapas 2: Análisis de Pendientes

Con la capa básica de pendientes establecidas en el EOT del 2023 se proyectaron los datos de la pendiente del municipio y del centro poblado objeto de estudio mediante herramientas SIG.

Etapas 3: Clasificación de Pendientes

La capa de pendiente se reclasifica para categorizar los valores según rangos de estabilidad (ej. 0–15°: baja pendiente, 15–30°: media, >30°: alta). Esta reclasificación permite identificar áreas con mayor susceptibilidad a remociones en masa.

Etapas 4: Análisis de Factores de Riesgo (Movimiento en Masa)

Se analizan otros factores que influyen en la inestabilidad del terreno, como el tipo de roca o suelo, la cobertura vegetal y la precipitación. Cada factor se convierte en una capa temática que se normaliza o reclasifica para su análisis conjunto.

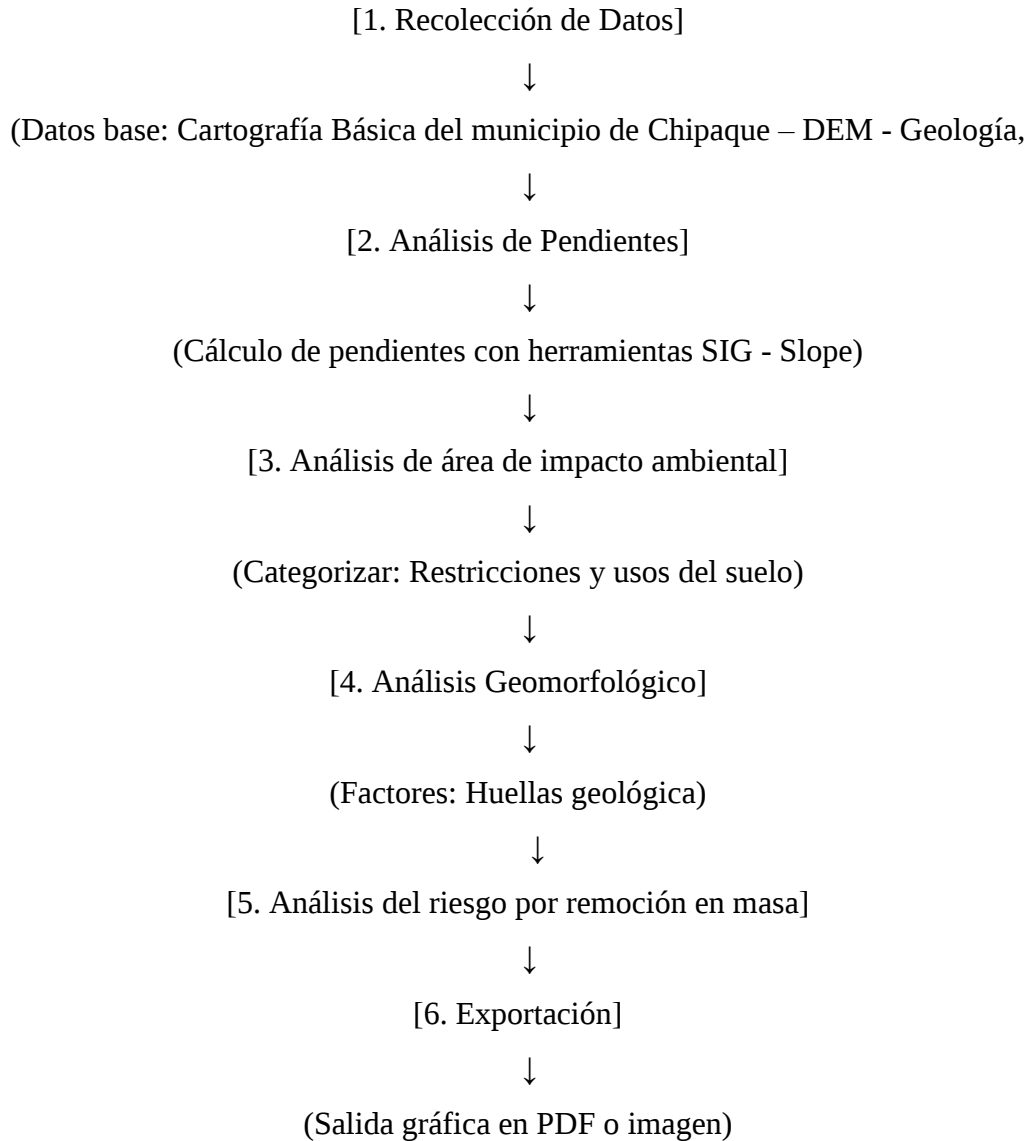
Etapas 5: Diseño Cartográfico

El resultado se representa en un mapa temático. Se aplican simbologías adecuadas para mostrar los niveles de riesgo (bajo, medio, alto), se incluye una leyenda, escala, norte, y se organiza el diseño en una plantilla de salida.

Etapas 6: Exportación Gráfica

Finalmente, el mapa se exporta en un formato gráfico como PDF o PNG para su uso en informes, presentaciones o como insumo para la planificación territorial en Chipaque.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.



9. Análisis y resultados

9.1 Análisis multitemporal del riesgo

Este trabajo permite identificar de manera clara la presencia de amenazas naturales que afectan al municipio de Chipaque, en especial los movimientos en masa y, en menor medida, las inundaciones. Aunque Chipaque no se encuentra entre los municipios con mayor número de eventos registrados en Cundinamarca, su aparición en los registros de riesgo evidencia una

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

exposición real y activa a fenómenos naturales, lo cual resulta de gran relevancia para los procesos de planificación territorial.

Desde el enfoque de la gestión del riesgo, estos datos tienen un alto valor estratégico. Permiten identificar zonas vulnerables, apoyar la toma de decisiones técnicas y políticas, y justificar la incorporación de criterios de riesgo en los instrumentos de ordenamiento territorial, como el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio. Además, ofrecen una base sólida para diseñar medidas de prevención y mitigación orientadas a salvaguardar la vida, la infraestructura y los ecosistemas locales.

En cuanto a la interpretación de los datos, se puede destacar que el municipio de Chipaque aparece con al menos un evento por movimiento en masa registrado en el análisis multitemporal. Aunque la frecuencia es baja, este dato no debe subestimarse, especialmente considerando que la topografía del municipio presenta pendientes pronunciadas y zonas rurales con suelos susceptibles a la inestabilidad. Sumado a ello, la variabilidad climática y las anomalías en la precipitación, especialmente en años como 2011, 2017 y 2022 (asociados al fenómeno de La Niña), refuerzan el riesgo latente en el territorio.

Además, se observa que la mayor cantidad de eventos en la región ocurre entre los meses de abril, mayo, octubre y noviembre, lo cual coincide con las temporadas de lluvias en la región andina. Esto permite identificar ventanas temporales críticas para la vigilancia y la activación de protocolos de gestión del riesgo.

A partir del análisis realizado, se concluye que:

- Existe una amenaza real por movimientos en masa en el municipio de Chipaque, que debe ser atendida mediante una gestión preventiva e integral del territorio.
- La baja frecuencia de eventos registrados puede responder más a un registro incompleto que a una ausencia de riesgo, especialmente en territorios con menor presencia institucional.
- La expansión agrícola en zonas de ladera, la construcción informal, la infraestructura vial rural y el limitado manejo de aguas lluvias pueden aumentar la vulnerabilidad del territorio.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

- La falta de un monitoreo constante y de sistemas de alerta temprana limita la capacidad de respuesta ante eventos naturales.

Este análisis demuestra que, incluso en municipios con registros moderados de eventos, como Chipaque, es fundamental incorporar la gestión del riesgo en todas las dimensiones del ordenamiento territorial. Solo así será posible avanzar hacia un desarrollo más seguro, equitativo y sostenible.

Precipitación

En Chipaque la precipitación promedio mensual varía entre 54 y 268 mm, siendo enero el mes menos lluvioso y mayo el de más altas precipitaciones.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1981	38,4	137,2	98,1	270,3	452,4	224,4	218,4	238,8	169,5	238,5	182,4	115,2	2383,6
1982	99,9	101,36	99,6	319,2	240,9	109,2	99,3	82,2	108,3	280,2	120,9	70,2	1731,26
1983	35,4	57,68	103,8	239,7	211,5	105,9	94,8	60,6	61,5	211,5	117	159	1458,38
1984	150,3	155,96	105,3	232,2	243,3	164,1	62,4	87,3	116,4	201	156	69,9	1744,16
1985	45,3	55,44	123,3	117,9	147,3	72,6	129,3	151,2	233,7	230,4	158,7	44,4	1509,54
1986	81,9	163,52	130,5	244,8	210	174,3	70,5	122,1	163,2	269,4	175,8	58,2	1864,22
1987	50,4	63	108,9	143,4	176,1	85,8	148,2	159	191,7	290,4	195,3	82,8	1695
1988	47,4	81,48	52,2	205,2	146,7	193,5	118,8	205,2	238,5	185,7	305,7	168,6	1948,98
1989	85,5	147,28	179,7	108	302,1	163,5	124,5	151,5	231,6	238,5	218,4	133,5	2084,08
1990	111,9	119,28	126	321,6	253,8	111,9	136,8	111,3	135,9	277,8	187,8	196,2	2090,28
1991	34,8	47,32	177	279,3	231,6	127,8	109,2	133,8	177,3	163,8	180,9	88,2	1751,02
1992	56,4	89,6	126	215,7	206,1	106,5	86,1	163,5	196,2	206,1	219	168,6	1839,8
1993	105,9	88,48	221,4	413,7	253,5	148,2	211,5	168	274,2	218,4	259,2	136,2	2498,68
1994	80,7	192,92	204,3	351,6	291	187,5	166,2	106,5	296,4	283,2	301,5	68,7	2530,52
1995	40,8	46,76	162,9	291,3	306,3	254,4	189,3	240,9	203,1	325,2	160,8	111	2332,76
1996	54,6	80,08	151,5	300,9	307,5	241,2	212,7	182,4	192,9	287,1	298,5	156	2465,38

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

1997	86,7	122,36	78	246,3	305,7	239,1	175,5	132,6	267,9	114,9	120,9	18,9	1908,86
1998	32,1	74,2	129,6	318	333,6	171,9	205,5	266,4	185,1	233,1	229,5	133,2	2312,2
1999	88,5	148,4	115,8	358,2	217,5	342,9	189,9	156	236,4	336	195	129,6	2514,2
2000	48,9	139,44	118,2	214,2	503,4	185,4	158,7	197,4	177,3	125,1	150	91,8	2109,84
2001	25,5	39,2	104,7	241,5	346,2	148,8	179,1	152,7	170,1	292,2	206,1	171,3	2077,4
2002	23,7	26,32	182,7	296,4	380,1	329,7	272,4	145,2	119,1	363,6	114,9	123	2377,12
2003	5,7	28	91,8	321,9	160,5	271,5	92,1	198	187,5	205,8	285,3	102,3	1950,4
2004	18,9	112,84	55,8	249	234,6	234,6	171	85,8	28,5	218,1	129,3	127,5	1665,94
2005	58,2	136,36	37,2	178,2	245,1	160,2	171	139,5	118,5	175,8	123,3	130,2	1673,56
2006	64,2	34,16	123,3	149,7	362,7	208,5	90	72,9	113,7	221,7	101,7	70,5	1613,06
2007	18,9	17,92	128,7	189	219,6	194,1	122,7	149,4	84,3	166,8	69	33,3	1393,72
2008	27	11,2	37,8	63,9	71,4	42,6	69,3	80,1	37,2	141	151,2	64,8	797,5
2009	48,6	62,16	150,9	183,3	110,7	262,5	180,6	124,2	95,7	184,2	99,6	41,7	1544,16
2010	7,8	58,24	140,7	304,2	299,7	207,6	364,5	150	183,9	215,1	195	183,6	2310,34
2011	56,7	116,48	147,3	309,3	311,1	220,2	175,8	173,7	198,3	222,3	327,9	200,1	2459,18
2012	68,1	66,92	301,2	352,2	275,7	188,4	236,1	190,5	142,5	261,6	154,5	164,7	2402,42
2013	14,1	141,12	142,5	345,6	378,9	206,1	267,3	158,4	129,6	179,4	323,7	141,9	2428,62
2014	60,3	90,44	107,4	310,5	246	264,6	157,2	98,1	136,2	201,9	243,6	150	2066,24
2015	93,6	45,64	174	269,7	178,8	282	256,2	149,4	124,5	180,9	273	65,7	2093,44
2016	6	43,12	156,9	407,1	294,6	195,3	206,1	302,7	258,3	254,4	343,2	179,7	2647,42
2017	38,4	57,4	287,7	193,5	458,1	328,2	193,8	234,6	176,4	330	340,5	58,8	2697,4
2018	70,8	21,84	111,6	356,4	384	338,4	304,8	287,4	176,7	272,4	190,2	37,2	2551,74
2019	27	42	229,2	312	435,3	304,8	294,6	225,3	222,3	287,1	303,6	85,5	2768,7
2020	23,4	90,44	125,7	238,5	270,9	457,5	334,2	166,8	205,2	47,4	49,5	93,9	2103,44
2021	102	105,56	127,5	181,5	14,1	150,6	45	46,5	122,4	114	81,6	34,5	1125,26
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPIT	54,5	84,37	136,02	259,63	268,74	205,03	172,96	157,27	168	225,66	196,1	108,79	2037,07

Tabla 10. Precipitación promedio mensual de los últimos 30 años.

Fuente: Estudio de riesgos básicos Chipaque.

Datos: IDEAM.

Se observa el comportamiento de la precipitación mensual para el municipio de Chipaque, se observa una tendencia bimodal con dos picos en los meses de mayo y Octubre; el periodo seco

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

se extiende de diciembre a febrero, como se observa en la figura, las lluvias comienzan a incrementarse en el mes de marzo y a partir de abril hay un incremento importante en la precipitación hasta el mes de mayo.

Este comportamiento se asocia con el desplazamiento de la Zona de Confluencia Inter Tropical (ZCIT) hacia el norte, a pesar de que se reducen las precipitaciones en los meses de junio a septiembre, marcándose para el mes de octubre el segundo pico de precipitaciones. Para los dos últimos meses del año se observa una reducción importante en el volumen de lluvia.

Es de esperar que, entre las dos temporadas lluviosas definidas en Colombia por la ZCIT, ocurra un período seco. Dando un total de 9 meses lluvias marcadas y 3 meses más secos, diciembre, enero y febrero que es cuando la ZCIT se encuentra en el sur y no ejerce influencia condicionante al municipio.

9.2 Análisis del riesgo por remoción en masa con herramientas SIG

Análisis de Pendientes del municipio de Chipaque

El municipio de Chipaque, ubicado en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de los Andes en Cundinamarca, presenta un relieve fuertemente montañoso con predominancia de pendientes medias a escarpadas, siendo más del 65% del territorio clasificado con pendientes superiores al 25%. Estas condiciones topográficas generan limitaciones significativas para el desarrollo urbano y agrícola intensivo, debido a la presencia de suelos delgados, baja fertilidad natural, escasa retención hídrica y alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa, especialmente en épocas de lluvias intensas.

Las pendientes influyen directamente en la capacidad de uso del suelo, recomendándose para el ordenamiento territorial una zonificación que restrinja las actividades constructivas en zonas con gradientes elevados (>50%) y fomenta prácticas de conservación y regeneración vegetal. Esta configuración geomorfológica exige una planificación territorial con enfoque en sostenibilidad ambiental, gestión del riesgo y adaptación de las actividades humanas al medio físico.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

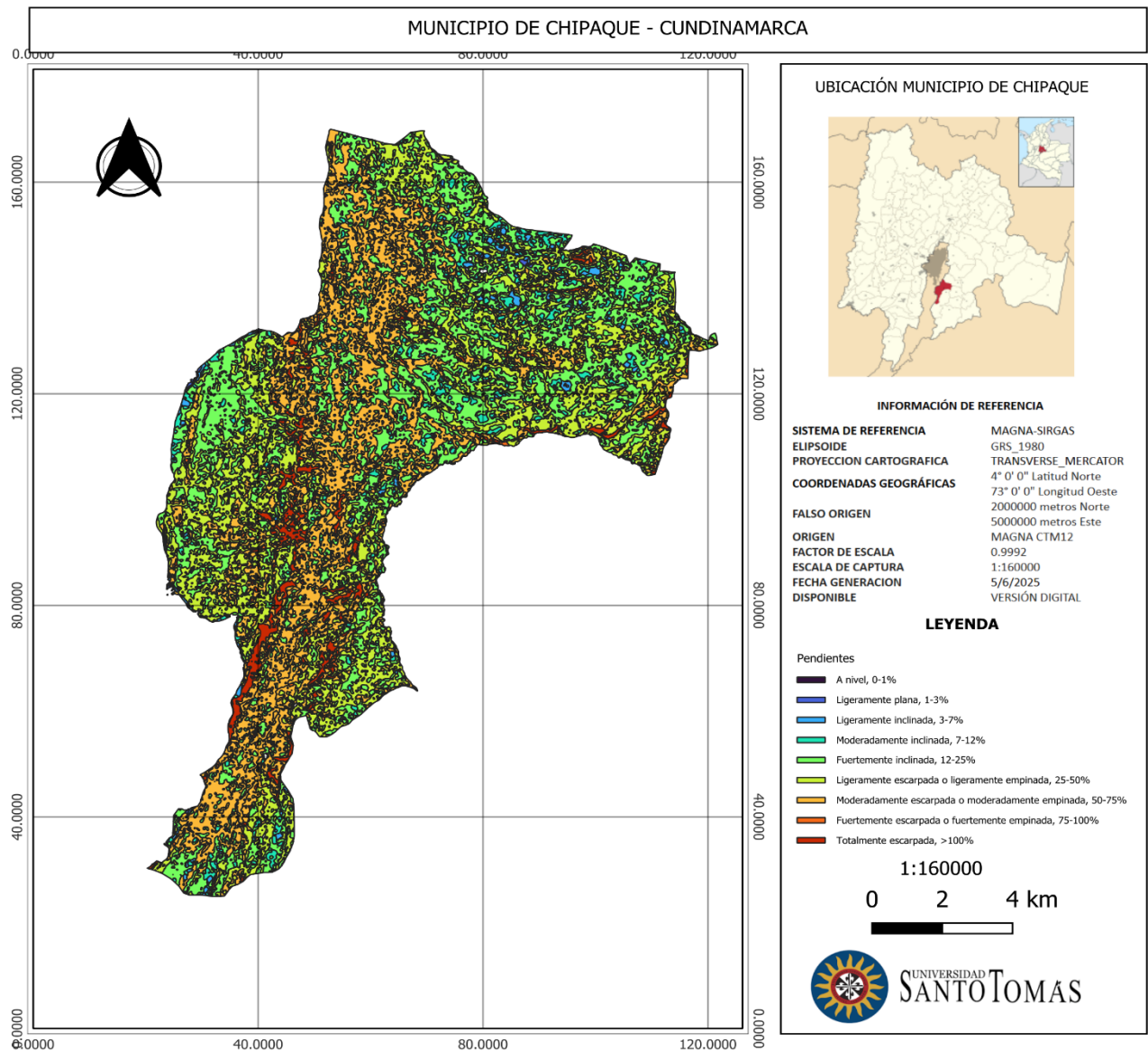


Figura 5. Pendientes del municipio de Chipaque.
Fuente: Propia.
Datos: Colombia en mapas

Categoría de Pendiente	Área (en píxeles)	Porcentaje del total
0–1% (A nivel)	3,161,274	98.00%
1–3% (Ligeramente plana)	56	0.002%
3–7% (Ligeramente inclinada)	0	0.00%

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

7–12% (Moderadamente inclinada)	548	0.017%
12–25% (Fuertemente inclinada)	13,338	0.41%
25–50% (Ligeramente escarpada o empinada)	46,132	1.43%
50–75% (Moderadamente escarpada o empinada)	414	0.013%
75–100% (Fuertemente escarpada o empinada)	1,081	0.034%
>100% (Totalmente escarpada)	2,903	0.090%

Tabla 11. Análisis de pendientes del municipio de Chipaque.

Fuente: Propia.

Análisis de pendientes del centro poblado de Abasticos y usos recomendados

El centro poblado de Abasticos, localizado en la zona media del municipio de Chipaque (Cundinamarca), se asienta sobre una topografía altamente restrictiva dominada por pendientes medias a escarpadas, con gradientes que superan el 25% en más del 70% de su extensión visible. En particular, se identifican sectores críticos con pendientes mayores al 75%, lo que implica condiciones de alta inestabilidad geotécnica, suelos delgados y una marcada susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Las zonas edificadas se superponen de manera significativa sobre áreas no aptas para urbanización, muchas de ellas clasificadas como de conservación o regeneración ecológica, generando una ocupación del suelo contraria a su capacidad de uso. Esta configuración geomorfológica condiciona severamente la infraestructura, limita el acceso seguro y compromete la sostenibilidad del asentamiento frente a fenómenos naturales como deslizamientos, erosión acelerada y escorrentía superficial. En este contexto, el ordenamiento del centro poblado de Abasticos debe incorporar medidas de restricción al crecimiento físico, estabilización de laderas, reubicación de viviendas en riesgo y zonificación del uso del suelo con enfoque en mitigación del riesgo y restauración ecológica.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

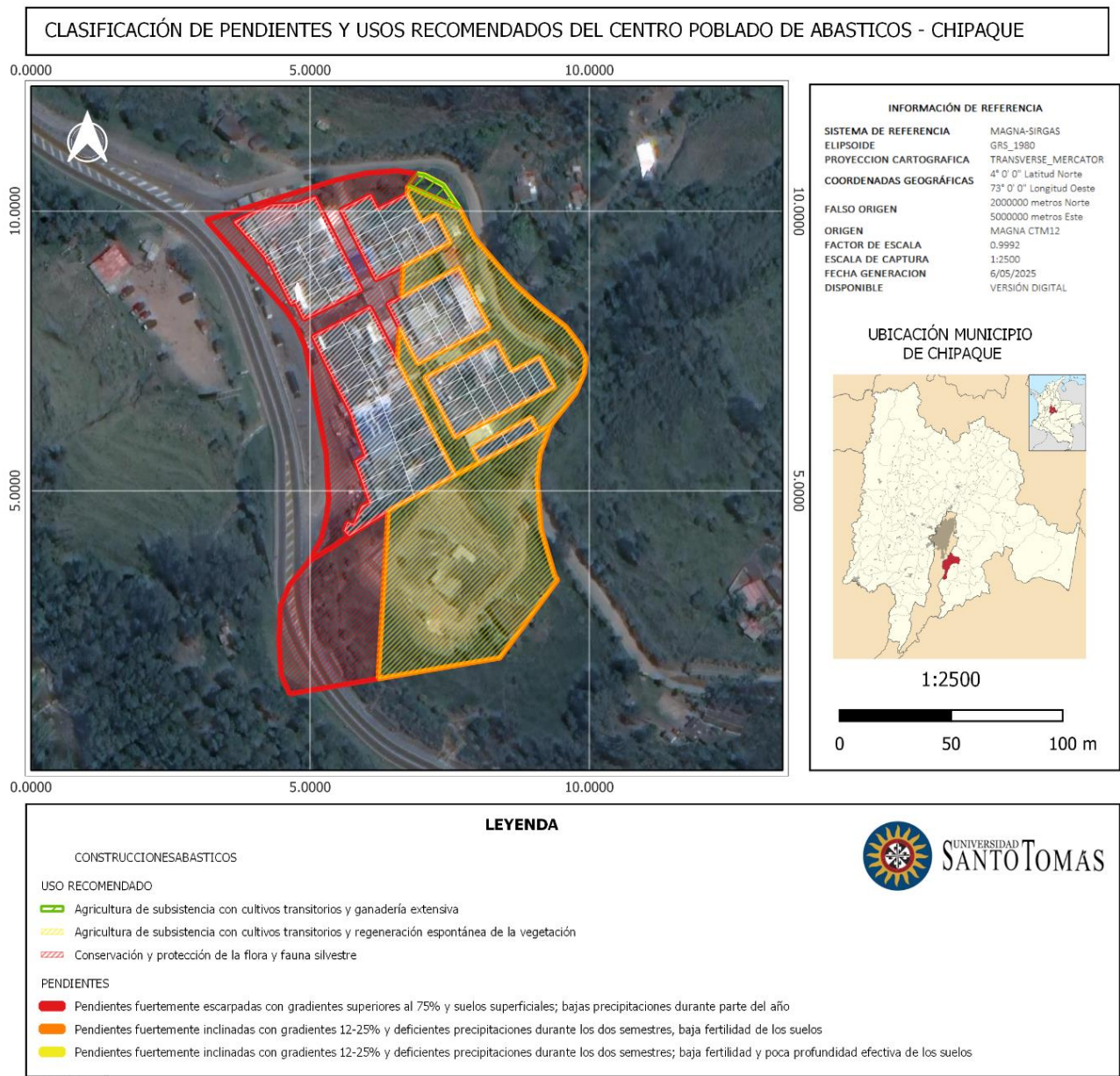


Figura 6. Pendientes y usos recomendados del centro poblado de Abasticos.

Fuente: Propia.
Datos: Colombia en mapas.

Clase de pendiente	Color	Descripción	Porcentaje estimado (%)	Área estimada (m ²)
> 75%	Rojo	Fuerte pendiente escarpada	40%	10.240 m ²
12–25%	Naranja	Inclinada, baja profundidad y fertilidad	35%	8.960 m ²

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

12-25%	Amarillo	Limitada para agricultura, con precipitación deficiente	25%	6.400 m ²
--------	----------	---	-----	----------------------

*Tabla 12. Análisis de pendientes del centro poblado.
Fuente: Propia.*

Análisis de Precipitación del municipio de Chipaque

Chipaque, ubicado en la región andina del departamento de Cundinamarca, presenta un régimen de precipitación característico de zonas de montaña influenciadas por la humedad proveniente de la Amazonía y el relieve escarpado de la cordillera Oriental. En general, el municipio experimenta un clima húmedo a subhúmedo, con una distribución bimodal de lluvias, concentradas principalmente entre los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre.

En el siguiente mapa se revela una variabilidad espacial moderada en los niveles de lluvia anual, distribuidos en tres rangos principales: la mayor parte del territorio se encuentra en la categoría de 1.000 a 1.250 mm (azul medio), indicando una precipitación intermedia adecuada para actividades agrícolas de subsistencia; una franja central presenta precipitaciones más altas, entre 1.250 y 1.500 mm (cian), lo que sugiere una zona con mayor disponibilidad hídrica y potencial para cultivos más exigentes; y un área reducida al sur del municipio se ubica por debajo de los 1.000 mm anuales (azul oscuro), lo que representa condiciones más secas y posibles restricciones para el desarrollo agropecuario. Esta diferenciación pluviométrica debe considerarse al formular planes de ordenamiento territorial y gestión ambiental.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

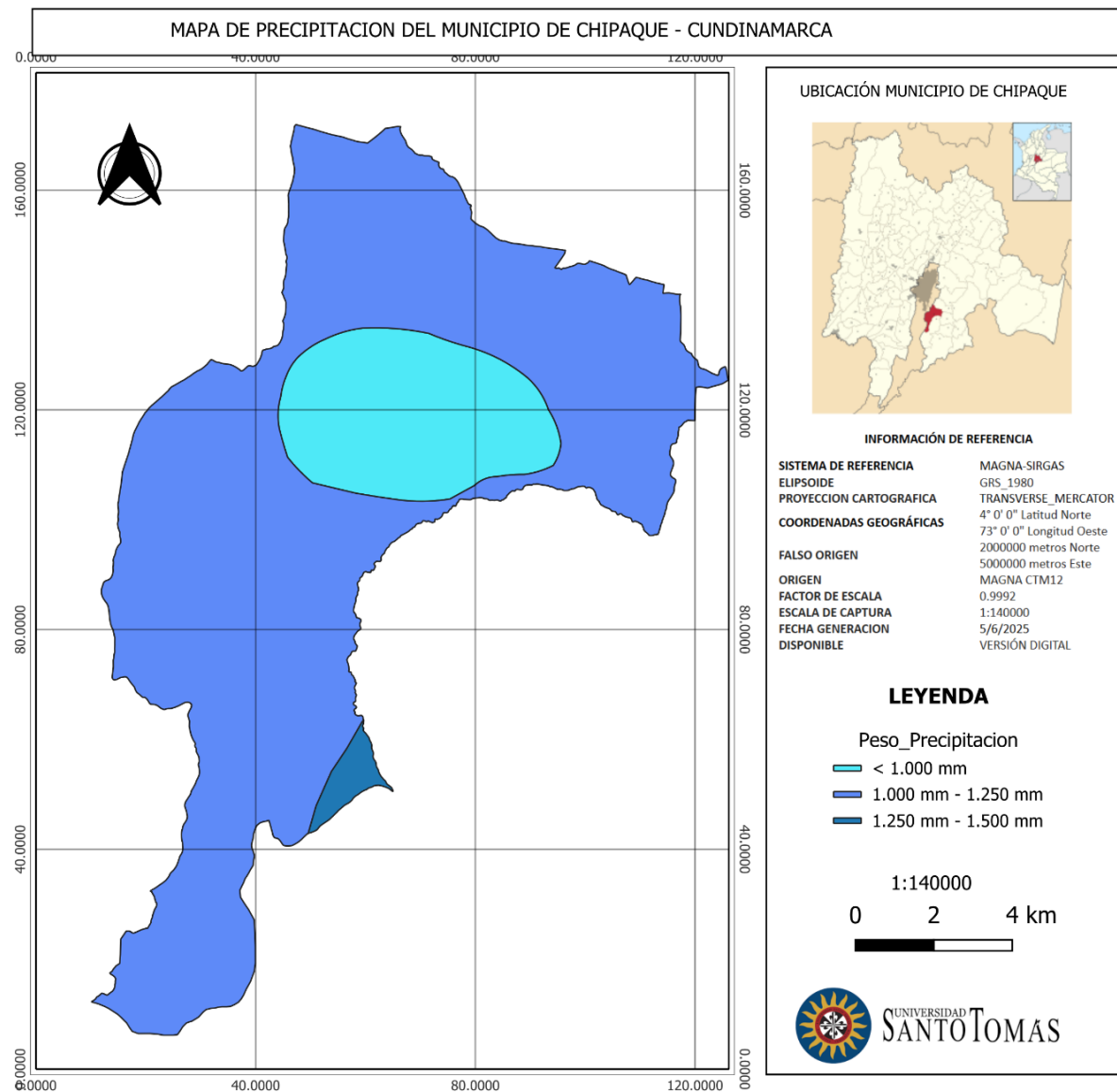


Figura 7. Precipitación del municipio de Chipaque.

Fuente: Propia.

Datos: Colombia en mapas.

Análisis por remoción en Masa para el municipio de Chipaque

En el siguiente mapa se puede apreciar cómo un 60–65% aproximadamente del territorio presenta un nivel de riesgo **crítico** (color rojo), especialmente concentrado en el centro, norte y oriente del municipio, lo cual indica alta susceptibilidad a deslizamientos por factores como pendientes pronunciadas, suelos inestables y condiciones climáticas. Un 25–30% del área se clasifica como **inestable** (color naranja), distribuyéndose en franjas del occidente y sur-centro,

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

mientras que solo entre el 5–10% del territorio se considera **estable** (color verde), localizado en el extremo suroccidental, lo que sugiere zonas más aptas para el desarrollo urbano o rural seguro. Esta distribución evidencia una **alta vulnerabilidad territorial**, particularmente para la infraestructura rural y asentamientos humanos ubicados en zonas críticas como lo es el centro poblado de abasticos, por lo que se recomienda implementar medidas urgentes como monitoreo geotécnico, obras de estabilización, reubicación preventiva y una planificación territorial basada en gestión del riesgo.

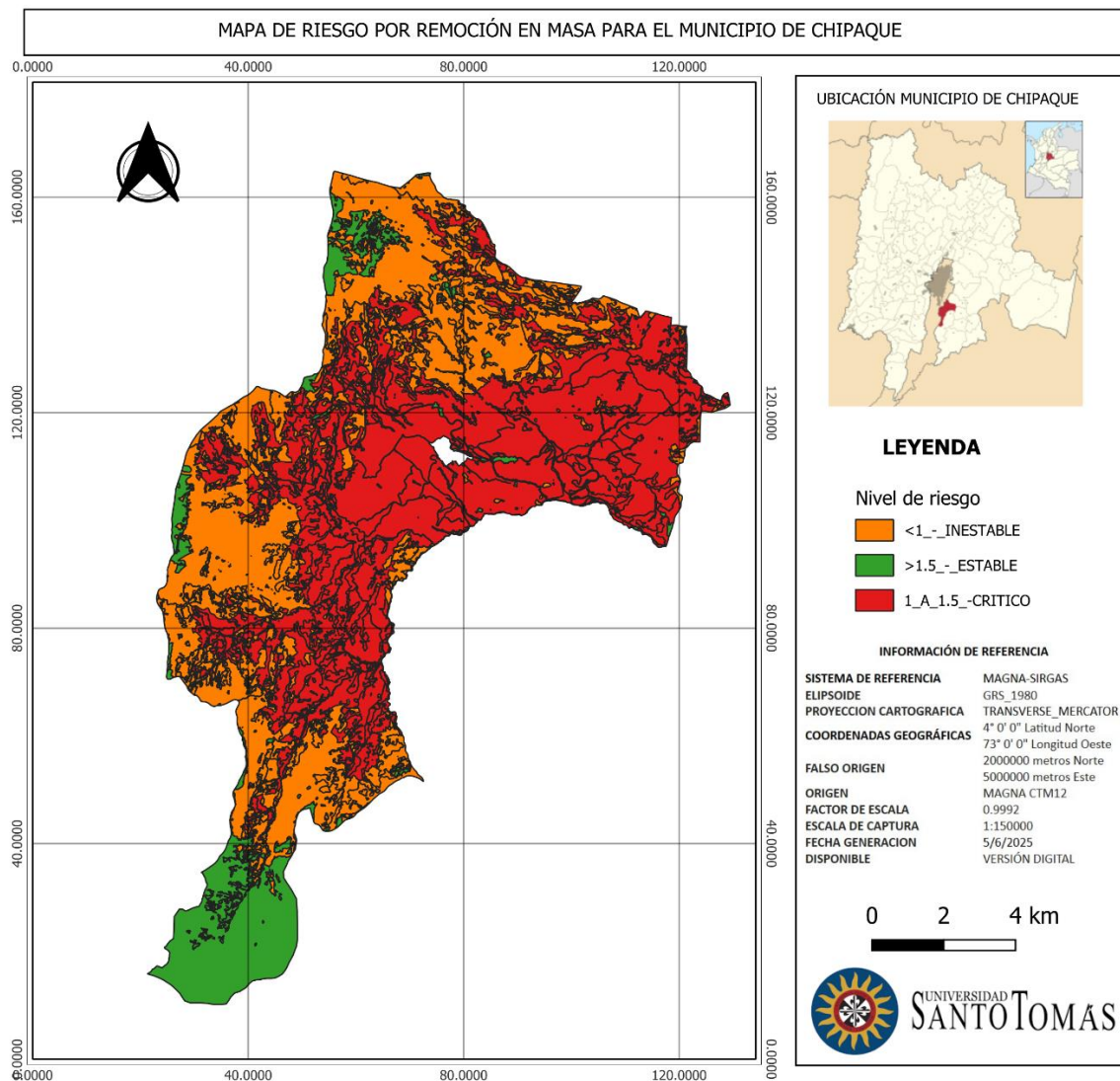


Figura 8. Riesgo por remoción en masa del municipio de Chipaque.

Fuente: Propia.

Datos: Idiger.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Análisis por remoción en Masa del centro poblado Abasticos

En el siguiente mapa de riesgo por remoción en masa del centro poblado Abasticos se puede apreciar como aproximadamente el 60 % del área se encuentra en condiciones estables (>1.5), mientras que un 25 % corresponde a zonas críticas (índice de estabilidad entre 1.0 y 1.5) y un 15 % a zonas inestables (<1.0), lo que implica que cerca del 40 % del territorio presenta algún nivel de amenaza por movimientos en masa. La concentración de áreas críticas en el centro y sureste del polígono indica una alta susceptibilidad geodinámica que compromete la seguridad de infraestructuras y población, por lo que se recomienda priorizar estudios geotécnicos, restricciones en el uso del suelo y estrategias de mitigación para una planificación territorial segura y resiliente.

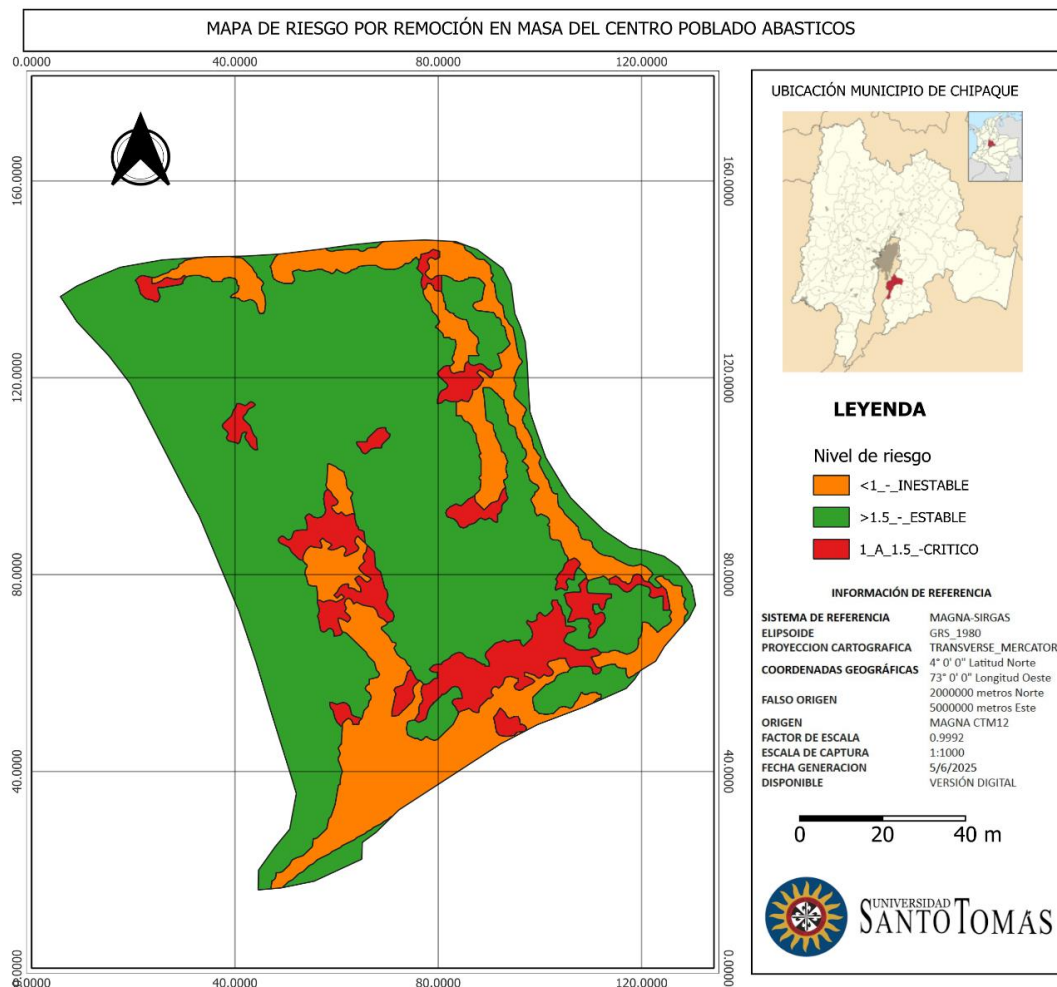


Figura 9. Riesgo por remoción en masa del centro poblado Abasticos.

Fuente: Propia.

Datos: Idiger.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Zonas de protección ambiental definidas por el Pomca Guayuriba.

El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del río Guayuriba fue adoptado oficialmente mediante la Resolución CAR 3415 del 23 de octubre de 2019. Este POMCA se formuló conforme al Decreto 1076 de 2015 del Ministerio del Medio Ambiente y regula gran parte del suelo rural del municipio en la siguiente proporción.

- **Zonas de Muy Alta Importancia Ambiental:** Estas áreas comprenden un total de 3.800,74 hectáreas (30,65%) dentro de la Estructura Ecológica Principal del municipio
- **Zonas de Alta Importancia Ambiental:** Estas abarcan 1.044,20 hectáreas (8,42%) dentro de la misma estructura ecológica.

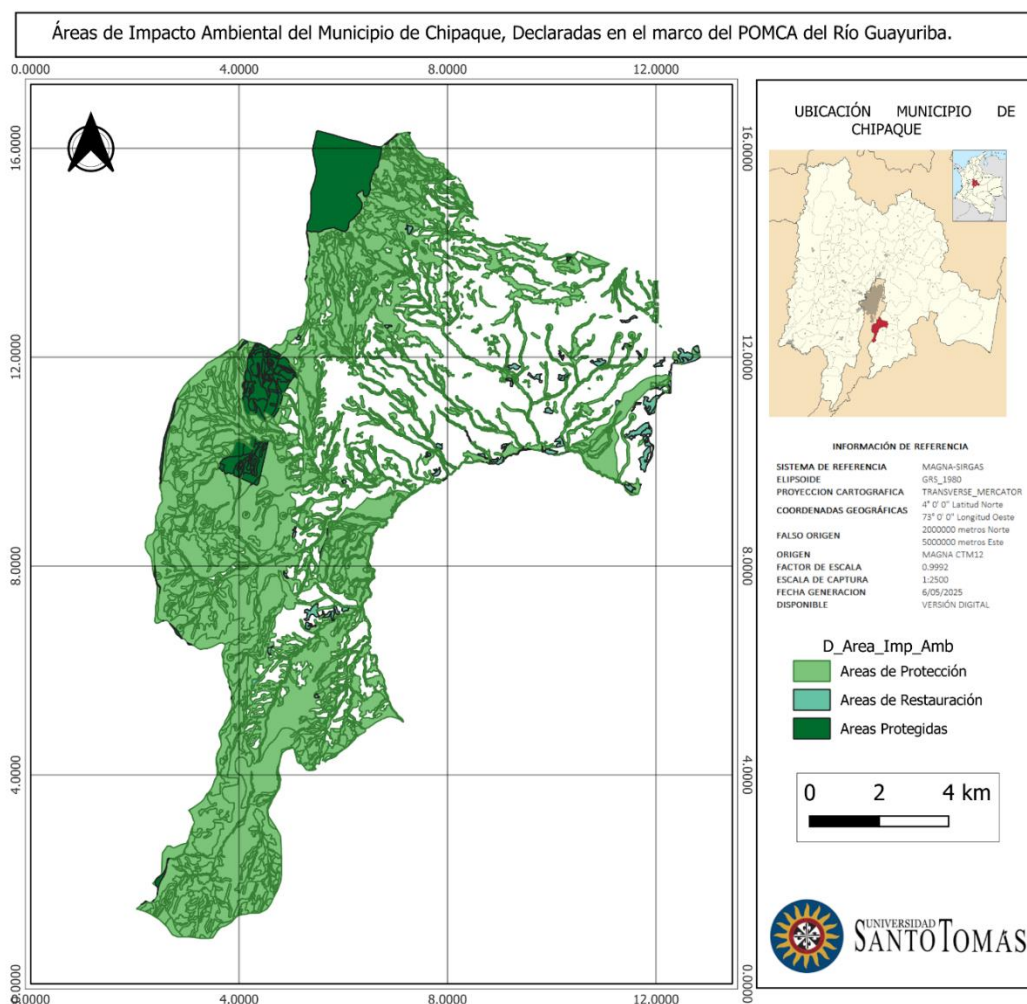


Figura 10. Áreas de impacto ambiental del municipio de Chipaque.

Fuente: Propia.

Datos: Pomca Guayuriba.

Zonas de protección ambiental definidas por el Pomca Guayuriba en el centro poblado de Abasticos.

En el marco del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Guayuriba (POMCA Guayuriba), aprobado en el año 2019, se establecieron diversas restricciones en áreas rurales y urbanas, orientadas a la conservación y protección integral de dicha cuenca. A partir del proceso de especialización y zonificación del POMCA, se identificó que aproximadamente el 80% del área total del centro poblado de Abasticos se encuentra urbanizada dentro de una zona catalogada como ambientalmente sensible. Esta clasificación responde a la presencia de amenazas medias y altas por procesos de remoción en masa, intensificados por las pronunciadas pendientes topográficas del sector, lo cual evidencia una presión antrópica considerable sobre un territorio que debería tener un manejo ambiental restrictivo.

El crecimiento urbano desordenado en zonas de alta vulnerabilidad refleja una histórica falta de articulación entre la planificación del uso del suelo y la gestión del riesgo, situación que se agrava debido a la corta vigencia del POMCA y la persistencia de conflictos entre la expansión urbana y los lineamientos ambientales establecidos. A pesar de su reciente adopción, este instrumento de planificación ha permitido identificar focos críticos como el centro poblado de Abasticos, el cual ha sido objeto de especial atención por su alta susceptibilidad a movimientos en masa, convirtiéndose en una zona prioritaria para la intervención institucional.

En este contexto, se recomienda la delimitación de zonas de exclusión y amortiguamiento alrededor de las áreas de mayor riesgo, así como la formulación e implementación de estrategias de restauración ecológica, estabilización de taludes y, de ser necesario, la reubicación progresiva de asentamientos humanos localizados en sectores de amenaza alta. Estas acciones deben estar respaldadas por estudios técnicos detallados y procesos participativos que garanticen tanto la sostenibilidad ambiental como la protección de las comunidades locales. Además, se requiere una actualización constante del POMCA a la luz de nuevas dinámicas socioambientales, con el fin de corregir desviaciones, reducir conflictos de uso del suelo y fortalecer la gobernanza ambiental a nivel local.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

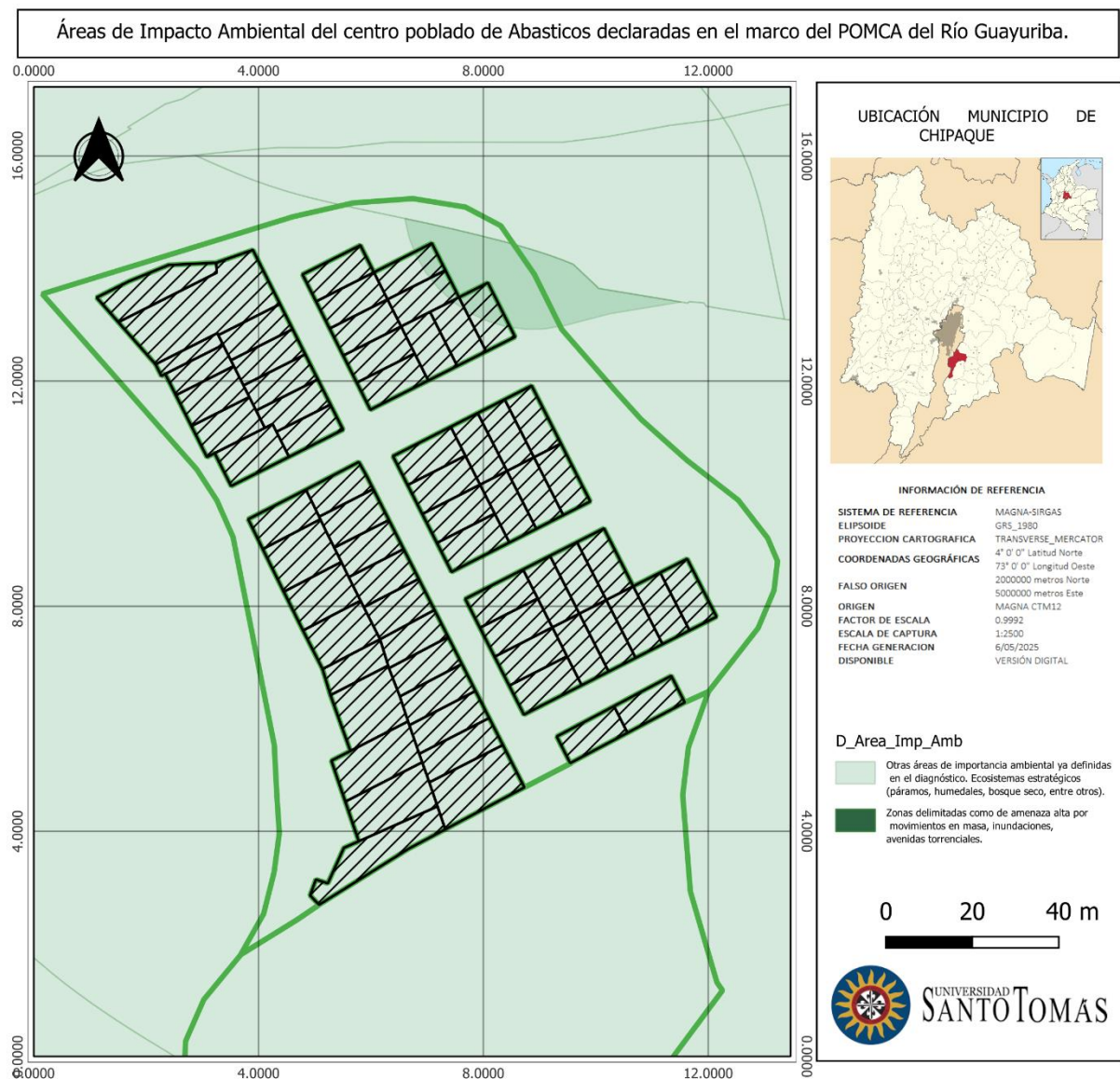


Figura 11. Manejo ambiental definido por el POMCA centro poblado de Abasticos.

Fuente: Propia.

Datos: Pomca Guayuriba.

Unidades Geomorfológicas del centro poblado de Abastico

Del análisis geomorfológico realizado en el centro poblado de Abasticos, se determinó que gran parte de su área se encuentra clasificada dentro de la unidad denominada Procesos de Remoción en Masa Antiguos (DAPMA), sigla que hace referencia a Deslizamientos Antiguos (DA) asociados a Procesos de Movimiento en Masa (PMA). Esta clasificación corresponde a

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

sectores donde han ocurrido eventos de remoción en masa en el pasado —como deslizamientos, flujos de detritos o caídas de rocas— los cuales han dejado evidencias morfológicas claras en el terreno, tales como cicatrices erosivas, lóbulos de desplazamiento, acumulaciones coluviales y superficies irregulares. Aunque estos procesos no presentan actividad reciente, mantienen un potencial latente de reactivación, especialmente ante factores detonantes como precipitaciones intensas, sismos o intervenciones antrópicas (como deforestación, cortes en ladera o urbanización no planificada).

Su identificación en la cartografía geomorfológica es fundamental para la delimitación de zonas con antecedentes de inestabilidad, lo que permite sustentar técnicamente la zonificación por amenaza (en categorías media o alta) y orientar medidas de gestión del riesgo, tales como restricciones al uso del suelo, estrategias de conservación, obras de estabilización o, en casos necesarios, la reubicación de asentamientos expuestos.

Asimismo, la presencia de estas unidades representa un insumo crítico para los instrumentos de planificación territorial, como los POMCA y los POT, y debe ser tomada en cuenta en estudios geotécnicos y de viabilidad para cualquier tipo de intervención sobre el territorio, dada su alta susceptibilidad a procesos gravitacionales, especialmente en contextos de pendientes pronunciadas, materiales no consolidados y cobertura vegetal intervenida.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

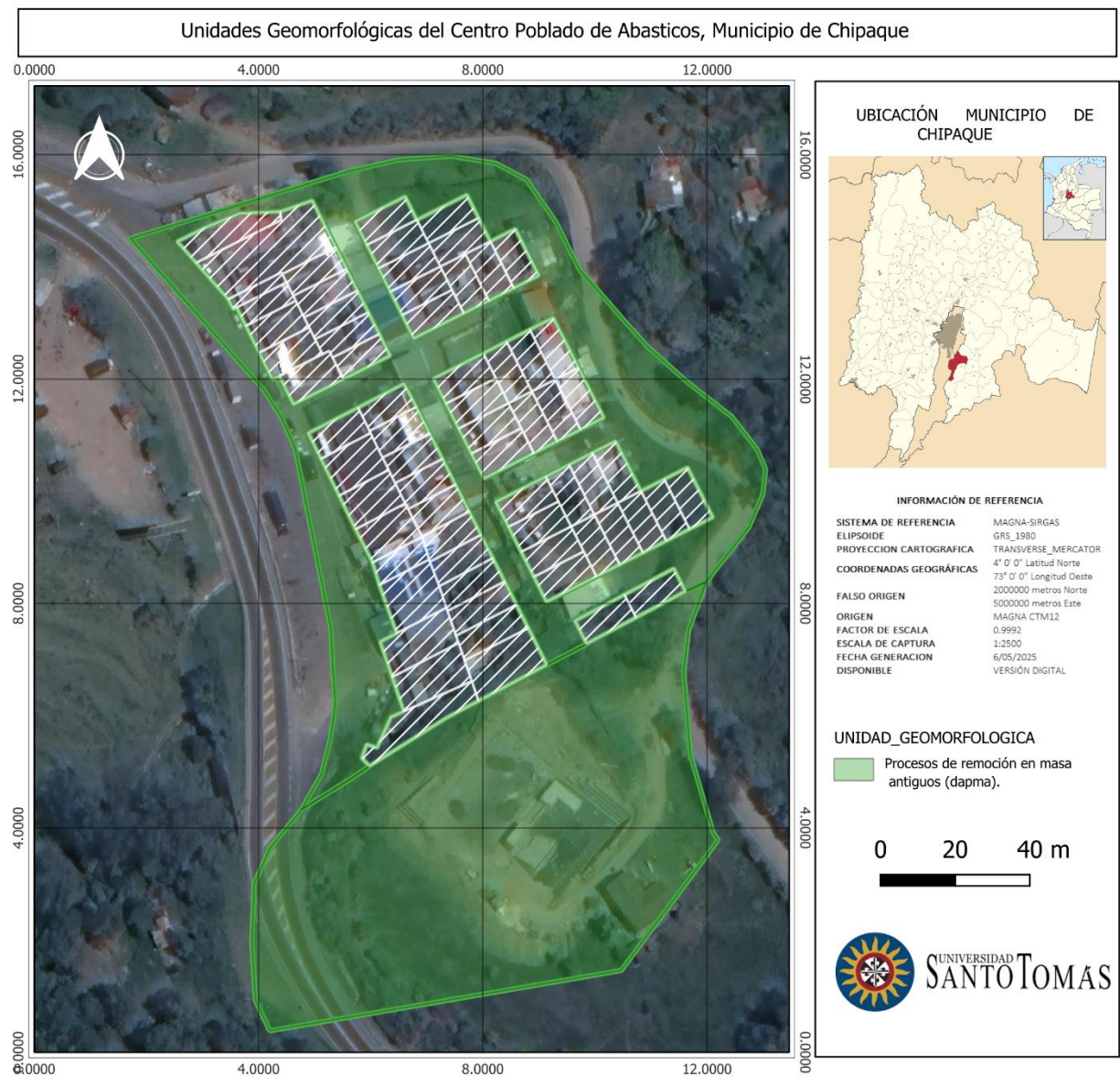


Figura 12. Geomorfología del centro poblado de Abasticos.

Fuente: Propia.

Fuente: Idiger.

11. Discusión de los resultados

El análisis multitemporal de las variables climáticas en el centro poblado de Abasticos, municipio de Chipaque, revela una clara correlación entre el incremento de la precipitación y la intensificación de los procesos de remoción en masa. La tendencia bimodal de lluvias, con picos en los meses de mayo y octubre, coincide con los periodos de mayor ocurrencia de deslizamientos,

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

lo cual refuerza la hipótesis de que la saturación del suelo es un factor detonante clave en la inestabilidad del terreno.

La temperatura, aunque relativamente estable, muestra una ligera tendencia al alza en las últimas décadas, lo que puede contribuir a la modificación de los ciclos hidrológicos y a la pérdida de cobertura vegetal, exacerbando la vulnerabilidad del suelo. La velocidad del viento, por su parte, se mantiene constante, sin representar un factor crítico en la dinámica de remoción en masa, pero sí relevante en la dispersión de humedad y en la erosión superficial.

Desde el análisis espacial mediante SIG, se identificó que más del 70% del área de Abasticos presenta pendientes superiores al 25%, y un 40% supera el 75%, lo que, combinado con suelos de baja cohesión y uso inadecuado del suelo, configura un escenario de alta susceptibilidad. La superposición de zonas urbanizadas sobre áreas no aptas para construcción evidencia una ocupación territorial desarticulada del ordenamiento ambiental y técnico.

La zonificación de riesgo muestra que un 40% del centro poblado se encuentra en condiciones críticas o inestables, lo cual, sumado a la presencia de unidades geomorfológicas asociadas a deslizamientos antiguos, indica un riesgo latente de reactivación de eventos. Esta situación se agrava por la falta de implementación efectiva de los lineamientos del POMCA y del EOT, que, si bien reconocen la amenaza, no han sido territorializados con acciones concretas en Abasticos.

En conjunto, los resultados evidencian una necesidad urgente de integrar el análisis climático multitemporal con la planificación territorial, priorizando intervenciones estructurales, monitoreo geotécnico y estrategias de adaptación que consideren tanto las condiciones físicas como las dinámicas sociales del territorio.

12. Conclusiones

El presente estudio abordó la susceptibilidad por remoción en masa en el centro poblado de Abasticos, municipio de Chipaque, a través de un enfoque multitemporal, espacial y técnico que integró análisis estadísticos de datos climáticos, modelación geoespacial y lectura morfodinámica del territorio. A partir de la información analizada, se establece que existe una correlación directa entre los patrones de precipitación —especialmente su intensidad acumulada mensual— y los eventos de remoción en masa registrados en el área de estudio.

La caracterización pluviométrica realizada sobre una serie histórica de 33 años evidenció una clara tendencia a la intensificación de lluvias durante los picos bimodales de mayo y octubre, con eventos extremos que superan umbrales críticos de 160 mm en 24 horas, según registros de estaciones regionales (IDEAM). Esta recurrencia estacional coincide con los periodos históricamente reportados de deslizamientos, lo que reafirma que la saturación progresiva del perfil edáfico es uno de los principales factores detonantes de la inestabilidad en laderas. Esta condición se agrava por la estructura mineralógica del suelo del municipio, compuesta por lutitas y arcillas expansivas con plasticidades superiores al 35%, que pierden su capacidad portante bajo condiciones de humedad excesiva.

Desde un enfoque técnico, se concluye que más del 70% del centro poblado de Abasticos presenta pendientes superiores al 25%, y un 40% del total territorial supera el 35% de inclinación, ubicándose en rangos críticos de estabilidad cuando se combina con suelos de baja cohesión y cobertura vegetal reducida. La modelación de pendientes y el cruce con usos actuales del suelo permitió identificar múltiples conflictos de aptitud, particularmente en zonas que han sido urbanizadas o utilizadas para agricultura en terrazas sin criterios técnicos de conservación ni medidas de estabilización.

La zonificación de susceptibilidad y amenaza geodinámica generada mediante SIG, con base en variables climáticas, topográficas, edáficas y de cobertura, evidenció que al menos un 40% del área habitada de Abasticos se encuentra en condiciones de riesgo alto o muy alto. Esta situación no es solo consecuencia de la naturaleza física del entorno, sino también del patrón de ocupación territorial desarticulado, donde la ausencia de planificación, la informalidad en la construcción y

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

la carencia de normas locales adaptadas a la realidad geomorfológica han favorecido una exposición acumulada al riesgo.

En términos normativos y de gestión institucional, el estudio revela que si bien el nuevo Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT, 2023) reconoce de forma general las amenazas por movimientos en masa, su implementación aún presenta vacíos críticos. La no territorialización de medidas específicas para Abasticos, la carencia de un sistema de monitoreo técnico local, y la falta de planes sectoriales aplicados (educación, salud, vías, etc.) constituyen factores que incrementan la vulnerabilidad y limitan la capacidad adaptativa institucional. El Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), por su parte, si bien incorpora el diagnóstico de amenaza, no ofrece rutas de acción para contextos rurales dispersos como Abasticos, reproduciendo un enfoque centralizado poco sensible a las dinámicas de ladera.

Desde una perspectiva reflexiva, este proyecto subraya la importancia de superar el enfoque reactivo frente a los desastres y avanzar hacia una gobernanza territorial del riesgo, centrada en la prevención, la planificación adaptativa y la justicia espacial. Las evidencias climáticas y geológicas recolectadas demuestran que los procesos de remoción en masa no son “eventos fortuitos”, sino expresiones esperadas de una geodinámica intensificada por el cambio climático y las decisiones humanas mal adaptadas al entorno. La presencia de unidades geomorfológicas asociadas a paleo-deslizamientos, identificadas en los mapas de amenaza, refuerza la tesis de que existen zonas de reactivación potencial que no han sido estabilizadas ni monitoreadas, lo que expone a la población a escenarios de pérdida súbita y alta magnitud.

Es crucial mencionar que la variabilidad climática regional, exacerbada por fenómenos de gran escala como El Niño y La Niña, ha modificado los regímenes hidrometeorológicos de la zona, ampliando la ventana temporal de vulnerabilidad más allá de los periodos tradicionales. El incremento de lluvias torrenciales en épocas atípicas y el ascenso gradual de la temperatura media están generando efectos acumulativos sobre el balance hídrico del suelo, el ciclo de evapotranspiración, y la resiliencia del paisaje vegetal. Estos efectos son amplificados por la intervención antrópica, particularmente la sustitución de coberturas naturales por monocultivos, potreros y urbanismo informal.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

De acuerdo con los modelos de correlación climática-estabilidad generados, se propone considerar el umbral de 230 mm de precipitación acumulada mensual como valor de referencia para activar alertas tempranas de monitoreo geotécnico en Abasticos. Asimismo, se recomienda establecer estaciones locales automatizadas de medición meteorológica y sensores de humedad en zonas críticas, como parte de un sistema de alerta temprana descentralizado y gestionado con participación comunitaria.

Finalmente, se concluye que este estudio representa una contribución metodológica básica al análisis del riesgo geológico en zonas rurales de montaña, combinando ciencia climática, geotecnología, y análisis territorial. Su replicabilidad en otros municipios andinos lo convierte en una herramienta de referencia para políticas de adaptación local al cambio climático. Los mapas de riesgo, las recomendaciones de reordenamiento del suelo, y la interpretación técnico-ambiental del sistema ladera, conforman un insumo estratégico para la toma de decisiones desde el nivel municipal hasta el nacional.

Solo mediante la articulación efectiva entre información científica, instrumentos de ordenamiento y acciones de base comunitaria será posible transformar territorios como Abasticos en modelos de resiliencia ante amenazas naturales, anticipando las crisis en lugar de responder a ellas, y reconociendo en la prevención no un costo, sino una inversión en vida, sostenibilidad y equidad.

Recomendaciones para investigaciones futuras:

A partir de los resultados obtenidos se identifican diversas oportunidades para futuras investigaciones que podrían enriquecer el conocimiento sobre el riesgo por remoción en masa en contextos rurales de alta pendiente. Estas recomendaciones se proponen con el objetivo de profundizar en el análisis de las causas, consecuencias y soluciones asociadas a la inestabilidad del terreno en territorios similares.

Estudiar con mayor detalle el comportamiento del suelo frente a la lluvia

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Se recomienda realizar estudios específicos sobre cómo responden los suelos locales ante eventos de lluvias intensas. Esto ayudaría a definir con mayor claridad cuándo un terreno puede volverse inestable, y serviría como base para diseñar medidas preventivas más precisas.

Ampliar el análisis del uso del suelo y sus cambios en el tiempo

Futuras investigaciones podrían enfocarse en cómo ha cambiado el uso del suelo en Abasticos durante los últimos años (por ejemplo, aumento de zonas construidas, pérdida de vegetación), y cómo esos cambios han afectado la estabilidad del terreno. Esto sería útil para planear mejor el crecimiento urbano o agrícola en la zona.

Explorar la percepción de la comunidad frente al riesgo

Sería valioso conocer cómo las personas que viven en Abasticos entienden el riesgo, qué tanto lo reconocen y cómo lo enfrentan. Este tipo de estudios sociales puede ayudar a diseñar estrategias de comunicación más efectivas y fortalecer la participación comunitaria en la gestión del riesgo.

Evaluar intervenciones realizadas en otros municipios similares

Investigar experiencias de éxito en municipios con condiciones parecidas —donde se hayan implementado obras de mitigación, campañas de reforestación o cambios en el uso del suelo— podría aportar ideas prácticas que se adapten a la realidad de Abasticos.

Incluir escenarios futuros de cambio climático

Las investigaciones futuras pueden incorporar proyecciones sobre cómo podría cambiar el clima en los próximos 20 o 30 años, y qué impacto tendrían esos cambios sobre la estabilidad del terreno. Esto permitiría anticiparse a nuevas amenazas y preparar al territorio para responder mejor.

Diseñar estrategias educativas y de formación local

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Es recomendable que futuros estudios también analicen cómo fortalecer el conocimiento técnico de las comunidades y autoridades locales, a través de herramientas sencillas como cartillas, talleres o simulacros, que les permitan tomar decisiones más informadas frente al riesgo.

Monitorear con tecnología sencilla y local

Otra línea de investigación puede centrarse en la instalación y evaluación de sistemas de monitoreo simples (como pluviómetros o sensores básicos de humedad), que sean económicos y fáciles de operar por la misma comunidad, para detectar señales tempranas de deslizamientos.

Profundizar en el análisis de políticas públicas locales

Es importante revisar cómo se están aplicando las normas y planes municipales relacionados con el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo, y qué barreras existen para su cumplimiento, especialmente en zonas rurales como Abasticos.

Relacionar el riesgo con otros factores del bienestar

Sería útil investigar cómo el riesgo por remoción en masa afecta otras dimensiones de la vida en Abasticos, como el acceso a servicios básicos, la movilidad o la economía local, para entender el problema de forma más integral.

Replicar esta metodología en otros sectores del municipio

Finalmente, se recomienda aplicar el enfoque de este estudio en otras veredas o centros poblados del municipio de Chipaque, o incluso en municipios vecinos con características similares, para ampliar la base de información sobre amenazas y vulnerabilidades.

Referencias

Cahueño Rincón, D. F., & Lobo Jaimes, R. (2024). *Análisis de la amenaza y estimación del riesgo físico y social por remoción en masa en la zona noroccidental del área urbana de Chipaque*. Universidad Católica de Manizales. <https://repositorio.ucm.edu.co>

Chipatecua Gaona, D. A., & Montaña Roa, Y. D. (2021). *Análisis de riesgo por remoción en masa sobre la línea de conducción del acueducto de Chipaque*. Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co>

Tobar Rojas, C. A. (2023). *Análisis multitemporal de zonas con amenaza de remoción en masa en el municipio de La Peña, Cundinamarca*. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co>

Gobernación de Cundinamarca. (2019). *Obras de mitigación del riesgo en Chipaque – convenio con la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres*. <https://www.cundinamarca.gov.co>

Beltrán Cárdenas, M. F., & Castañeda Arévalo, Y. K. (2021). *Propuesta ambiental para el plan de desarrollo del municipio de Chipaque*. Universidad Piloto de Colombia. <https://repository.unipiloto.edu.co>.

Aristizábal, E., Martínez, H., & Vélez, J. I. (2023). Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(131). <https://doi.org/10.18257/raccefyn.2413>.

Mayorga-Márquez, M. (2003). Datos de precipitación con el modelo HSB para pronóstico de deslizamiento de suelos superficiales. *Revista Facultad de Ingeniería*, (28), 45–54. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349651525003>.

González, H., & Rodríguez, J. (2015). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa en áreas contrastantes de la región Andina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 113–131. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/50211>.

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Aristizábal, E., Gamboa, D., & Leoz, A. (2010). Evaluación del riesgo por movimientos de remoción en masa activados por procesos de precipitación, estudio de caso vía Chagualá - Quindío. *Revista de Ingeniería*, (32), 13–25. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/517/5172268001/>.

Rojas Gamba, N. I., Medina Sierra, W. A., & Soto Monroy, J. A. (2016). Sistemas de información geográfica en evaluación de susceptibilidad de fenómenos de remoción en masa y sistemas estructurales. Recuperado de <https://revistas.uan.edu.co/index.php/ingeuan/article/view/409>

Martínez López, A. C., Moscote Bracho, M. L., Moscote Bracho, R. E., Tapia Vela, L. C., Quintero López, L. A., Rojas Martínez, E. E. & Manco Jaraba, D. C. (2025). Caracterización geofísica y zonificación de amenaza por remoción en las laderas entre los km 21 a 23 de la vía Zanjón-Pueblo Bello, Cesar. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 35(1), 47–69.

Soto-Monroy, J. A., & Rojas-Gamba, N. I. (2015). Evaluación de susceptibilidad de fenómenos de remoción en masa y uso de sistemas de información geográfica. *Ingenio Magno*, 6(1), 45–60. Recuperado de <https://revistas.santototunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1090revistas.santototunja.edu.co>.

González, H., & Rodríguez, J. (2015). Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa en áreas contrastantes de la región Andina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 113–131. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/50211>.

Ortiz-Maestre, V., Polo-Mendoza, C., Giraes-Puerta, D., & Manco-Jaraba, D. (2022). Análisis de susceptibilidad por movimientos en masa implementando el método Mora-Vahrson modificado para el corregimiento de Chemesquemena (Cesar, Colombia). *Tecnura*, 27(77), 1–21. <https://doi.org/10.14483/22487638.19951>.

Investigaciones Geotécnicas Ltda. (1998). Zonificación de riesgo por movimientos de remoción en masa en 101 barrios de la Localidad de Usme. IDIGER. Recuperado de <https://bibliotecadigital.sire.gov.co/handle/idiger/62468bibliotecadigital.sire.gov.co>

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

González-Lozano, F. A. (2015). El ciclo de las manchas solares y la precipitación en la región del Eje Cafetero - Colombia. <https://arxiv.org/abs/1512.05412arxiv.org>

Aristizábal, E., López, S., Sánchez, O., Vásquez, M., Rincón, F., Ruiz-Vásquez, D., Restrepo, S., & Valencia, J. (2019). Evaluación de la amenaza por movimientos en masa detonados por lluvias para una región de los Andes colombianos, estimando la probabilidad espacial, temporal y magnitud. *Boletín de Geología*, 41(3), 85–105. <https://doi.org/10.18273/revbol.v41n3-2019004>.

Restrepo Torres, G. D. (2023). Zonificación de susceptibilidad por inundaciones y remoción en masa para el esquema de ordenamiento territorial en Usiacurí – Atlántico. Universidad del Norte. Recuperado de <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/12828manglar.uninorte.edu.co>

Chogó Nieto, K. T., Morales García, S., & Guerrero León, O. E. (2018). Zonificación de fenómenos de remoción en masa con fines de estabilidad de taludes y definición de áreas de riesgo: sector Rincón de las Lomas – La Nohora en el municipio de Villavicencio Meta. Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado de <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/566d26cb-39e8-4e57-b7f8-3c35354bebe0>

Rodríguez Castiblanco, E. A., Sandoval Ramírez, J. H., Chaparro Cordón, J. L., Trejos González, G. A., Medina Bello, E., Ramírez Hernández, K. C., Castro Marín, E., Castro Guerra, J. A., & Ruiz Peña, G. L. (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. Servicio Geológico Colombiano. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/34>

Legorreta Paulín, G., Bursik, M., Pouget, S., Lugo Hubp, J., Paredes Mejía, L. M., & Aceves Quesada, F. (2014). Inventario multitemporal, análisis de susceptibilidad y estimación de volumen de deslizamientos en el flanco suroeste del volcán Pico de Orizaba, Puebla-Veracruz. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66(2), 343–354. <https://www.redalyc.org/pdf/943/94331762009.pdf>

VARIACIÓN CLIMÁTICA Y RIESGO EN ABASTICOS, CHIPAQUE.

Cortés Ortiz, M. A., Hernández Santana, J. R., & Aguilar Martínez, A. G. (2021). Susceptibilidad a procesos de remoción en masa: Aproximación metodológica para la construcción de un índice de amenaza en Álvaro Obregón–Ciudad de México. *Entorno Geográfico*, (21), 47–76.

<https://entornogeografico.univalle.edu.co/index.php/entornogeografico/article/download/11291/13621>

García-Delgado, H., Medina Bello, E., & Machuca, S. (2018). Caracterización del movimiento en masa tipo flujo del 31 de marzo de 2017 en Mocoa–Putumayo. Informe Técnico. https://www.researchgate.net/figure/Figura-14-Analisis-multitemporal-con-imagenes-satelitales-de-las-cuencas-de-las_fig5_323705515

Veloza-Torres, J. P. (2015). Análisis multitemporal de las coberturas y usos del suelo de una de las áreas protegidas de Colombia. CIAF – IGAC. https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Veloza-Torres-Jenny-Patricia.pdf

Rivera Carmona, L. F. (2017). Zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en el municipio de Girardota, Antioquia. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.umng.edu.co/bitstreams/e7d36653-3bce-4318-9a57-8eb4c2e7b49b/download>

López López, J. R. (2018). Análisis multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal del municipio de Quito. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29419/4/UPS-CT011884.pdf>