

Asistencia técnica en geología ambiental para la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) de la CDMB, con enfoque en la evaluación de condiciones de amenaza por procesos de movimientos en masa en el área de jurisdicción.

Cristian Felipe Cáceres Vargas

Trabajo de Grado Modalidad Práctica Empresarial

Para Optar al Título de Geólogo

Director

Juan Diego Colegial Gutiérrez

Doctor en Ciencias Geológicas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Geología

Geología

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Llegar al final de este camino es el resultado de un esfuerzo compartido, por lo que quiero dedicar este logro a todas las personas que, de una u otra forma, dejaron una huella positiva en mi vida y me ayudaron a crecer. Gracias a mis profesores por su dedicación en las aulas y a mis amigos por acompañarme en cada momento de esta etapa.

En el centro de este logro está mi familia, mi apoyo incondicional y el motor que me impulsó a seguir adelante. Sin embargo, este título también representa un premio a mi propia constancia, a esos días difíciles en los que elegí no rendirme, mantuve la disciplina y me demostré a mí mismo de qué soy capaz. Finalmente, y por encima de todo, se lo dedico a Dios, porque su bendición cuidó mis pasos, mantuvo viva mi fe en los momentos de duda y me dio la oportunidad de cumplir este gran propósito.

Agradecimientos

Esta etapa de formación profesional se consolidó gracias al respaldo de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), institución a la cual agradezco profundamente por abrirme las puertas y permitirme ser parte de su equipo de trabajo. De manera especial, resalto la acogida de la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) y la mentoría de los geólogos Leonardo Villalobos y Daniel Ayala; su constante guía técnica en campo y oficina, sumada a su disposición para compartir conocimientos, constituyeron piezas clave en mi aprendizaje práctico de la geología aplicada.

En el ámbito académico, extiendo mi gratitud a la Universidad Industrial de Santander por brindarme un espacio de crecimiento intelectual de alto nivel y otorgarme las herramientas conceptuales necesarias para ejercer la profesión. Asimismo, reconozco la valiosa labor del profesor Juan Diego Colegial, director de este trabajo de grado, cuya asesoría oportuna fue indispensable para el desarrollo de este proyecto.

De igual forma, agradezco de manera especial a mi pareja por su apoyo constante y por enseñarme a valorar mis propios triunfos, así como a mi grupo de amigos, por convertirse en el impulso anímico que me acompañó durante todo este trayecto universitario.

Finalmente, el logro más grande de este camino encuentra su base en el amor y el respaldo permanente de mi familia, quienes han sido mi soporte incondicional en cada proyecto de vida.

Tabla de contenido

Introducción	14
1. Objetivos.....	18
1.1. Objetivo general.....	18
1.2. Objetivos específicos	18
2. Justificación	19
3. Marco corporativo de la entidad de la práctica	20
3.1.1. Misión	21
3.1.2. Visión	21
3.2. Organigrama	21
3.3. Área de jurisdicción de la cdmb.....	22
4. Marco legal	24
5. Marco geológico y estructural de la jurisdicción de la cdmb	24
5.1. Geología local y litoestratigrafía.....	25
5.2. Tectónica y configuración estructural	30
6. Actividades ejecutadas	33
6.1. Visitas técnicas	33
6.1.1. Visita técnica n° 1: sector la elvira, vereda galápagos	33
6.1.2. Visita técnica n° 2: barrio juan xxiii, comuna 14.....	37
6.1.3. Visita técnica n° 3: pr6+0630 vía nacional bucaramanga - cuestaboba.....	41
6.1.4.visita técnica n° 4: barrio el pando, sector calle 100	46
6.1.5. Visita técnica n.° 5: finca el cedral, veredas el palchal y san francisco	50
6.2. Otras actividades realizadas.....	54

6.3. Actividades de apoyo a estudios	60
6.4. Elaboración de informes técnicos	64
7. Aportes a la cdmb en el desarrollo de la práctica profesional.....	66
8. Aprendizaje como futuro profesional de geología	67
9. Fortalezas demostradas en la práctica profesional.....	68
10. Debilidades identificadas en la práctica profesional.....	69
11. Recomendaciones para futuros practicantes y profesionales	70
12. Conclusiones.....	70
Referencias bibliográficas.....	72

Lista de tablas

Tabla 1. Normativa que rige a la CDMB. 24

Tabla 2. Listado de mapas realizados a profesionales para SURYT en la CDMB. 56

Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional de la CDMB	22
Figura 2. Área de jurisdicción de la CDMB	23
Figura 3. Perfil típico y espesores promedio de la Formación Bucaramanga	27
Figura 4. Mapa general de la geología superficial del área metropolitana de Bucaramanga	32
Figura 5. Imagen de corona del deslizamiento en la Vía Rio Negro - Vereda Galápagos	34
Figura 6. Zonas de anegamiento en la Vía Rio Negro - Vereda Galápagos.....	35
Figura 7. Viviendas afectadas por agrietamientos severos en la parte interna.....	38
Figura 8. Evidencias de talud afectado por procesos erosivos y de remoción en masa.....	39
Figura 9. Colapso operativo por colmatación en la infraestructura de drenaje transversal	43
Figura 10. Vía nacional donde se observan afectaciones a la capa asfáltica	45
Figura 11. Deslizamiento rotacional de velocidad muy lenta en el talud evaluado	47
Figura 12. Muro perimetral inclinado con grietas asociadas a la distensión del terreno	48
Figura 13. Movimiento en masa complejo	52
Figura 14. Ejemplo de recursos cartográficos realizados en la práctica empresarial	55
Figura 15. Elementos morfodinámicos	60
Figura 16. Afloramiento representativo de la unidad de suelo residual.....	61
Figura 17. Elementos geomorfológicos en corona de movimiento en masa	62
Figura 18. Mapa de Pendientes.....	63

Glosario

Amenaza por movimientos en masa: se define como la *“probabilidad de que ocurra un movimiento de masa (deslizamiento, flujo, caída, etc.) de una magnitud dada, en un sitio específico y dentro de un período de tiempo determinado”* (Servicio Geológico Colombiano [SGC] y Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2015, p. 19).

Análisis geotécnico: consiste en la *“aplicación de principios científicos, geológicos y de mecánica de suelos y rocas para investigar las condiciones del subsuelo, evaluar la estabilidad de taludes o laderas, determinar propiedades ingenieriles de los materiales y diseñar obras geotécnicas de estabilización”* (Asociación Internacional de Geología de la Ingeniería y el Entorno [IAEG], 2018, párr. 4).

Clasificación de movimientos en masa: es la categorización de los procesos de remoción en masa con base en el tipo de movimiento (caída, volcamiento, deslizamiento, expansión lateral, flujo) y el tipo de material involucrado (roca, detritos, suelo) (Varnes, 1984, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 32).

Erosión: proceso físico mediante el cual se presenta el *“desgaste y modelado de la corteza terrestre causado por la acción del agua, el viento, el hielo o las actividades humanas, lo que resulta en la remoción, transporte y depósito de fragmentos de roca y suelo”* (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2021, p. 12).

Estabilidad del terreno: se refiere a la *“condición de equilibrio mecánico en la que se encuentra una ladera, talud o sector del subsuelo frente a las fuerzas que tienden a desestabilizarlo, donde el factor de seguridad que relaciona la resistencia al corte del material con los esfuerzos actuantes es mayor a la unidad”* (Asociación Española de Ingeniería Geológica [AEIG], 2019, párr. 7).

Geología ambiental: desde una perspectiva disciplinar, la geología ambiental es la *“rama de la geología que aplica los conocimientos geológicos a la planificación territorial, el aprovechamiento sostenible de recursos y la mitigación de riesgos geológicos, con el fin de resolver problemas derivados de la interacción entre las actividades humanas y el medio físico”* (Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos [ASGMI], 2020, p. 8).

Gestión del riesgo de desastres: bajo este marco, la gestión del riesgo de desastres se asume como un *“proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres”* (Congreso de la República de Colombia, 2012, p. 3).

Modelamiento geoespacial de susceptibilidad: corresponde al *“uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y algoritmos matemáticos para correlacionar espacialmente factores condicionantes (pendiente, geología, uso del suelo) con el inventario de movimientos en masa históricos, con el fin de predecir las zonas propensas a la ocurrencia de futuros fenómenos”* (Guzmán, R. A., 2022, p. 45).

Movimiento en masa: en términos técnicos, un movimiento en masa consiste en el *“desplazamiento ladero abajo de una masa de roca, detritos o suelo, bajo la influencia directa de la gravedad, el cual puede ser desencadenado por factores hidrológicos, sísmicos o antrópicos”* (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR], 2020, párr. 14).

Riesgo geológico: finalmente, el riesgo se define como *“la estimación matemática de las pérdidas o daños potenciales (humanos, económicos, de infraestructura y ambientales) que pueden producirse en un área y período determinados, como resultado de la interacción entre un proceso*

geológico activo de determinada intensidad y las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos" (Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos [ASGMI], 2018, p. 15).

Resumen

Título: Asistencia técnica en geología ambiental para la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) de la CDMB, con enfoque en la evaluación de condiciones de amenaza por procesos de movimientos en masa en el área de jurisdicción*

Autor: Cristian Felipe Cáceres Vargas**

Palabras clave: Amenaza geológica, Procesos geomorfológicos, Movimientos en masa, Gestión del riesgo, Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Descripción:

Como resultado del trabajo de grado realizado bajo la modalidad de práctica empresarial en la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) de la CDMB, se estructuró este informe final en el cual se documentan las actividades de asistencia técnica enfocadas en la evaluación de condiciones de amenaza por movimientos en masa.

El desarrollo metodológico contempló, en primer lugar, la intervención directa en campo mediante visitas de inspección geológica y geomorfológica orientadas al diagnóstico de inestabilidades del terreno en laderas y taludes. Posteriormente, la información recolectada se procesó y transformó en herramientas de planificación territorial mediante la estructuración de cartografía temática en plataformas SIG. El alcance de la práctica se extendió de igual forma al soporte interdisciplinario en el análisis de procesos erosivos fluviales y viales, en conjunto con otros profesionales del área.

Finalmente, la ejecución del plan de trabajo permitió potenciar capacidades clave en la interpretación de datos geológicos aplicados, logrando complementar el rigor técnico con un criterio social e interpersonal óptimo para la formulación de recomendaciones técnicas viables.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas - Escuela de Geología - Director Juan Diego Colegial Gutiérrez.

Abstract

Title: Technical Assistance in Environmental Geology for the Department of Risk Management and Territorial Safety (SURYT) of the CDMB, focusing on the Assessment of Threat Conditions Caused by Mass Movement Processes within Its Jurisdiction*

Author(s): Cristian Felipe Cáceres Vargas**

Keywords: Geographic Information Systems (GIS), Geological hazard, Geomorphological processes, Landslides and Risk management

Description:

As a result of the undergraduate degree work carried out under the business internship modality at the Assistant Directorate of Risk Management and Territorial Safety (SURYT) of the CDMB, this final report was structured to document the technical assistance activities focused on the evaluation of landslide hazard conditions.

The methodological development involved, first, direct field intervention through geological and geomorphological inspection visits aimed at diagnosing terrain instabilities on slopes and hillsides. Subsequently, the collected data was processed and converted into territorial planning tools through the design of thematic cartography using GIS platforms. The scope of the internship also extended to providing interdisciplinary support in the analysis of fluvial and road erosive processes, in coordination with other professionals in the department.

Finally, the execution of the work plan enhanced key capabilities in interpreting applied geological data, successfully complementing technical rigor with optimal social and interpersonal criteria for the formulation of viable technical recommendations.

*Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas - Escuela de Geología - Director Juan Diego Colegial Gutiérrez.

Introducción

Se presentan los resultados de las actividades realizadas en el marco del trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial en la cual los estudiantes que finalizan el programa académico de geología, aplican y fortalecen competencias personales y profesionales, además de entrar en contacto e interactuar a través de proyectos específicos con la realidad en contextos empresariales o institucionales.

Este informe compila la experiencia adquirida durante la práctica profesional en la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), labor que constituye el cierre del proceso académico para optar al título de Geólogo.

La CDMB, como máxima autoridad ambiental en su territorio, asume la responsabilidad de liderar el desarrollo sostenible y la gestión integral del riesgo frente a fenómenos naturales. La práctica empresarial realizada se centró en la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT), unidad que funciona como el eje articulador para monitorear y atender los desafíos derivados de la inestabilidad del terreno, alineando siempre sus acciones con el marco normativo nacional.

Ahora bien, la dinámica territorial bajo la jurisdicción de la CDMB, en la provincia de Soto y particularmente los escarpes de la Meseta de Bucaramanga, presentan constantes desafíos geológicos. Esta problemática no es casual, sino el resultado de un complejo equilibrio donde convergen materiales de comportamiento geotécnico crítico, pendientes pronunciadas y periodos de alta pluviosidad. A esto se suma, inevitablemente, la presión antrópica, donde los cortes de taludes para infraestructura vial y la expansión urbanística informal actúan como catalizadores de la inestabilidad.

El desarrollo socioeconómico de la región crea vulnerabilidades y el papel de la SURYT trasciende lo administrativo, su labor de inspección técnica resulta vital. Cuando se presentan deslizamientos, flujos de tierra o desprendimientos de roca, la integridad de los ecosistemas, la infraestructura vial y, sobre todo, la vida de las comunidades se hace vulnerables y sujetas a riesgos naturales de diferente intensidad, quedando comprometidas. Por tanto, la respuesta oportuna a las constantes solicitudes de inspección que recibe la corporación se ha convertido en una prioridad institucional.

Es importante destacar que, bajo este escenario, la gestión del riesgo experimenta una evolución necesaria. Se deja atrás el modelo tradicional, centrado exclusivamente en la respuesta ante emergencias, para transitar hacia un enfoque mucho más preventivo. Hoy en día, la prioridad radica en profundizar en el conocimiento del territorio antes de que ocurran los eventos, lo cual permite anticipar escenarios de amenaza geológica y mejorar la capacidad de mitigación institucional. Con respecto a esto, se establece que el conocimiento y la reducción del riesgo requieren de un soporte técnico detallado y de cartografía a escala de detalle para la toma de decisiones oportunas, preceptos conceptuales adoptados originalmente en los marcos internacionales de reducción de desastres (Naciones Unidas [ONU], 2004, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 18). Este enfoque preventivo resulta clave para la CDMB, ya que los conceptos técnicos emitidos sirven como base para que los municipios ejecuten la planificación y el ordenamiento seguro de sus territorios.

En este contexto, el objetivo principal de la práctica profesional consistió en brindar asistencia técnica especializada en geología ambiental a la SURYT, enfocándose en la evaluación cualitativa de amenazas por movimientos en masa. Durante este periodo, las labores abarcaron tanto actividades de oficina como de campo, integrándose plenamente al equipo técnico con el fin

de generar información útil para el diagnóstico de los sectores afectados. Este ejercicio permitió la aplicación directa de los conocimientos teóricos universitarios en la resolución de problemas reales atendidos diariamente por la corporación.

El desarrollo de las actividades contempló, en primer lugar, el acompañamiento a las visitas técnicas de campo prioritarias solicitadas por la comunidad o por las administraciones municipales. Estas salidas permitieron contrastar los conceptos geológicos con el comportamiento real del terreno, identificando los factores detonantes y condicionantes de la inestabilidad en cada sector. Tal como se menciona en antecedentes institucionales de la entidad (García, 2019; Martínez, 2021), el apoyo de los pasantes en la SURYT agiliza la capacidad de respuesta institucional, logrando el procesamiento eficiente de los datos recolectados en el sitio de la afectación.

Por otra parte, se ejecutó una fase de gabinete orientada a la gestión y procesamiento de la información. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se elaboró cartografía temática que permitió espacializar los datos de campo para facilitar la interpretación de los puntos críticos evaluados. Asimismo, se apoyó el proceso de depuración y actualización de la base de datos interna de fenómenos naturales de la subdirección. Esta labor contribuyó a optimizar el registro histórico de la entidad, permitiendo que la información de inspecciones previas y afectaciones antiguas se encuentre organizada para consultas rápidas y seguimientos técnicos futuros.

La experiencia adquirida en la práctica empresarial representó un proceso de aprendizaje integral para la formación profesional. La inmersión en la dinámica diaria de la CDMB facilitó por una parte integrarse en las actividades de un equipo de trabajo, cumplir roles y funcionalidades específicas, y, por otra parte, el desarrollo de un mejor criterio geológico, basado en la responsabilidad y el rigor técnico aplicados a la evaluación del territorio. El trabajo conjunto entre

el levantamiento de información en campo, el manejo de herramientas SIG y la estructuración de bases de datos cumplió un doble propósito: fortaleció los procesos internos de la subdirección y, al mismo tiempo, generó un aporte técnico directo para la gestión del riesgo regional.

Finalmente, el presente informe se estructuró de manera lógica en tres secciones principales para facilitar su lectura. Inicialmente, se expone una fase de fundamentación donde se describe el funcionamiento de la CDMB, sus objetivos institucionales y el marco conceptual general sobre la gestión del riesgo. En la sección central, se desglosa el componente práctico, detallando el desarrollo de las visitas técnicas, los criterios geológicos e ingenieriles aplicados para evaluar las laderas y los productos cartográficos generados. El documento concluye con la evaluación del impacto de la práctica, las conclusiones derivadas del ejercicio y una serie de recomendaciones enfocadas en el mejoramiento técnico de futuras pasantías en la entidad.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Brindar asistencia técnica en el ámbito de la geología ambiental a la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT), mediante el desarrollo de actividades de campo, captura y análisis de información y aportes en la elaboración de conceptos técnicos locales, orientados a la evaluación de condiciones de amenaza y el análisis de procesos de movimientos en masa en el ámbito jurisdiccional de la CDMB.

1.2. Objetivos específicos

Apoyar la ejecución de visitas técnicas de campo para la identificación y seguimiento de movimientos en masa, con énfasis en las condiciones de amenaza en la jurisdicción de la CDMB.

Diligenciar y organizar las fichas de inspección con la información geológica, geomorfológica y de geología ambiental recolectada durante las salidas de campo, con el fin de alimentar una base de datos preexistente de antecedentes.

Contribuir al análisis técnico de zonas con amenaza por movimientos en masa, a partir de la interpretación de evidencias en terreno y del uso de información secundaria. Así mismo, participar en la elaboración de informes de visita técnica, formatos de recolección de información, mapas temáticos y oficios de respuesta, como apoyo a las actividades de SURYT y a la toma de decisiones en la gestión del riesgo por parte de entidades competentes (alcaldías, gobernaciones y demás entes públicos o privados).

2. Justificación

La geología ambiental es, sin duda, la columna vertebral del ordenamiento territorial, pues proporciona los criterios técnicos necesarios para zonificar y mitigar los fenómenos naturales, concretamente los geológicos y en particular los de inestabilidad que amenazan tanto la infraestructura como la integridad de las comunidades. Bajo la jurisdicción de la CDMB, este desafío cobra una relevancia especial; la compleja configuración del territorio, donde convergen núcleos urbanos de alta densidad, zonas rurales productivas y relieves montañosos escarpados, crea un escenario de riesgo geológico latente que exige una intervención técnica constante.

Dentro de esta dinámica, los movimientos en masa, particularmente los deslizamientos y flujos de detritos, se posicionan como la amenaza geológica más persistente en la jurisdicción. Como bien se consagra en los diagnósticos de la política nacional de tierras y vulnerabilidad, la intrínseca susceptibilidad de los materiales geológicos de la región, aunada a la agresividad de las pendientes y la estacionalidad de las precipitaciones, configura un entorno propenso a las fallas mecánicas; dicho escenario se ve agravado por la persistente ocupación informal del territorio mediante viviendas e infraestructura que carecen de estudios técnicos de soporte (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2020, p. 74). Esta realidad socio-ambiental exige que corporaciones como la CDMB generen evaluaciones periciales rigurosas a escala local, garantizando que el conocimiento científico sirva como el insumo primario para frenar los niveles de riesgo acumulado en las laderas.

Ante esta coyuntura, las actividades en el marco de la práctica empresarial realizada en la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) se consolidó como una pieza clave para optimizar la capacidad operativa de la corporación. Las actividades realizadas en las visitas de campo y el levantamiento de datos geológicos primarios, permitió robustecer la

evaluación de los puntos críticos que la subdirección monitorea. No obstante, el valor de este ejercicio no se agotó en la simple toma de datos; el esfuerzo se volcó en la generación de insumos prácticos, tales como cartografía temática desarrollada en Sistemas de Información Geográfica (SIG), fichas de inspección técnica y reportes detallados de vulnerabilidad. Con estas herramientas, la SURYT dispone ahora de bases de datos más precisas y recursos visuales que agilizan, desde una óptica técnica, la toma de decisiones administrativas dentro de la corporación.

En sintonía con lo expuesto por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015), los movimientos en masa representan uno de los obstáculos más significativos para la estabilidad socioeconómica del país, dado su impacto recurrente sobre la red vial y los servicios públicos esenciales. Por esta razón, el presente trabajo trasciende el requisito académico, cobrando un sentido de responsabilidad social al materializar el conocimiento geológico en soluciones tangibles para la salvaguarda de las comunidades locales.

Esta experiencia fue el escenario ideal para poner en práctica los fundamentos teóricos adquiridos en la Universidad Industrial de Santander (UIS), contrastándolos con la realidad del ejercicio profesional. Al vincular el rigor de la academia con el quehacer de la institución pública, no solo logran afianzar criterios técnicos en la evaluación del territorio, sino que se pudieron realizar aportes concretos orientados a la protección del entorno y la vida de los habitantes del área de jurisdicción de la unidad operativa de la CDMB.

3. Marco corporativo de la entidad de la práctica

Las actividades de la práctica empresarial se llevaron a cabo en la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).

3.1. Propósito organizacional

La CDMB es una entidad pública de carácter corporativo, creada a partir de las disposiciones establecidas en la Ley 99 de 1993 (Art. 23). Cuenta con autonomía administrativa y financiera, además de patrimonio propio y personería jurídica. Su misión central consiste en gestionar, proteger y regular el ambiente y los recursos naturales renovables dentro de su jurisdicción, impulsando estrategias de sostenibilidad regional y la implementación coordinada de políticas ambientales (CDMB, 2024).

3.1.1. Misión

“La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, es un ente corporativo de carácter público, creada por ley, encargada de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos en materia de ambiente, recursos naturales renovables y cambio climático, aplicando las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento” (CDMB, 2025).

3.1.2. Visión

“En el año 2031, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB, será una entidad de referencia por su gestión ambiental eficiente y eficaz en su jurisdicción, contribuyendo a la protección de la vida de hoy y garantizando la del mañana” (CDMB, 2025).

3.2. Organigrama

La estructura organizacional de la CDMB se compone de órganos de dirección y subdirecciones técnicas, entre las cuales se encuentra la Subdirección de Gestión del Riesgo y

Seguridad Territorial (SURYT), encargada de coordinar acciones de seguimiento, análisis y prevención frente a amenazas naturales y tecnológicas.

Figura 1.

Estructura organizacional de la CDMB.



Nota. Se resalta a la Subdirección de gestión de Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT). Modificado de CDMB, (2025).

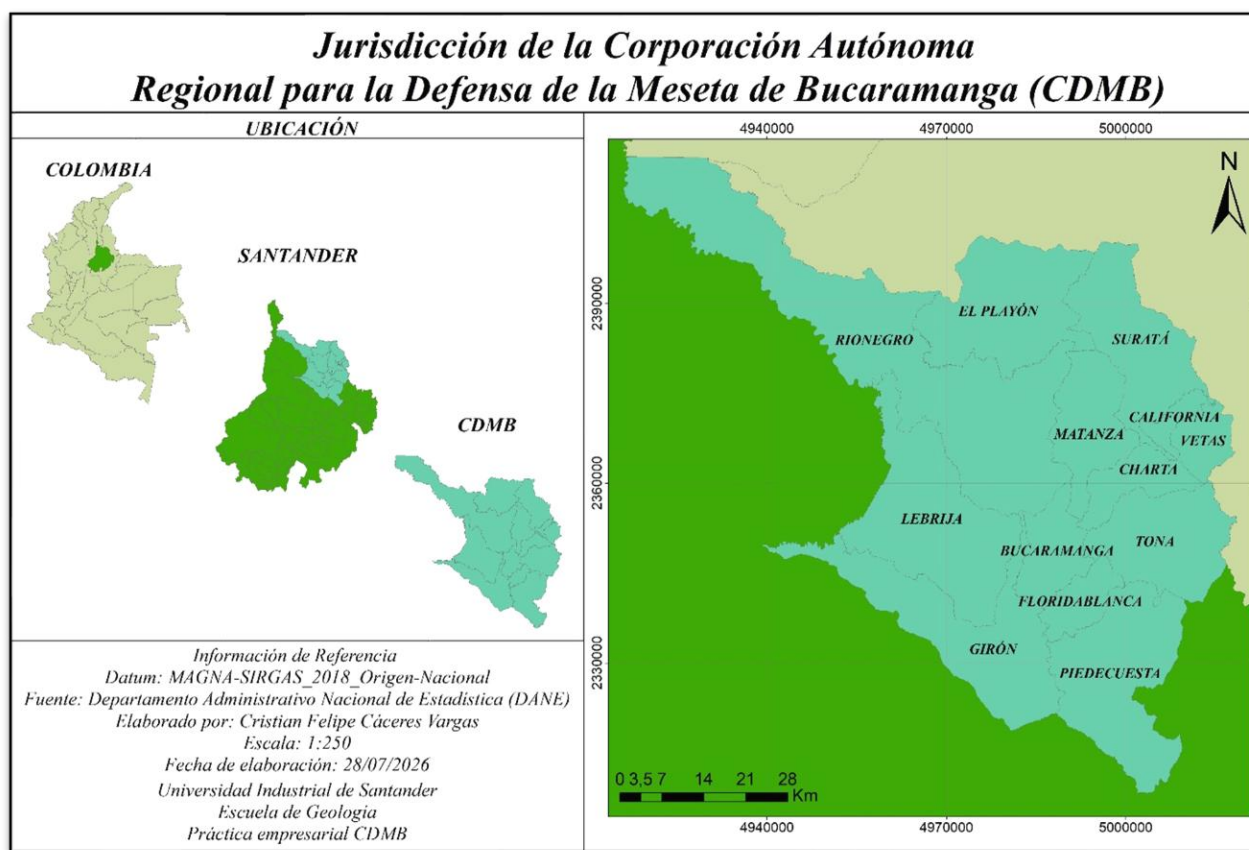
3.3. Área de jurisdicción de la CDMB

La jurisdicción de la CDMB comprende trece (13) municipios del nororiente de Santander: Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro, El Playón, Matanza, Charta, Tona, Suratá, Vetás y California. Su extensión territorial es de 486.360 hectáreas, equivalentes al 15,9 % del departamento de Santander (CDMB, 2025).

La gestión ambiental se realiza con base en las cuencas hidrográficas, a través de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA): Alto Lebrija, Lebrija Medio, Cachira Sur y Río Sogamoso.

Figura 2.

Área de jurisdicción de la CDMB.



Para la gestión regional de su territorio, la CDMB utiliza las cuencas hidrográficas como "unidades básicas de planificación" (Decreto-Ley 2811 de 1974, Art. 312). Estas áreas se intervienen mediante los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas [POMCA], instrumentos formulados bajo las directrices del Decreto 1076 de 2015. En la actualidad, la corporación cuenta con los planes vigentes y adoptados para las cuencas de Alto Lebrija, Lebrija Medio, Cáchira Sur y el Río Sogamoso, articulando las políticas de conservación con el desarrollo

socioeconómico local (Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga [CDMB], 2019, p. 45).

4. Marco legal

La práctica se enmarca en la normativa nacional e institucional que regula la gestión del riesgo y la administración ambiental:

Tabla 1.

Normativa que rige a la CDMB.

Norma	Entidad	Descripción
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Crea el Ministerio de Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA).
Ley 1523 de 2012	Congreso de la República	Adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y establece el SNGRD.
Resolución 1294 de 2009	CDMB	Adopta normas técnicas para el control de erosión y la realización de estudios geológicos e hidrológicos en la jurisdicción.
Decreto 2157 de 2017	Presidencia de la República	Regula los instrumentos de gestión del riesgo en los municipios y departamentos.
Ley 2327 de 2023	Congreso de la República	Fortalece el Sistema Nacional Ambiental y promueve la gestión integral del territorio frente al cambio climático.

Nota. Revisión de normatividad legal colombiana.

5. Marco Geológico y Estructural de la Jurisdicción de la CDMB

A partir de la compilación de datos litoestratigráficos regionales y el análisis de la información recopilada durante las comisiones técnicas de inspección, se definieron las unidades geológicas y los rasgos estructurales que ejercen un control directo sobre la estabilidad de las laderas en el área de jurisdicción.

“La interacción mecánica entre el basamento cristalino meteorizado, las cubiertas sedimentarias fracturadas y los depósitos de vertiente cuaternarios configura el escenario condicionante para el desarrollo de procesos denudacionales en entornos viales, rurales y urbanos” (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2015).

A continuación, se caracterizan las unidades de mayor trascendencia geomecánica de acuerdo con los sectores evaluados en terreno.

5.1. Geología local y Litoestratigrafía

Neis de Bucaramanga (pEnb): Corresponde a la unidad metamórfica de alto grado de mayor extensión en la Cordillera Oriental, la cual constituye el núcleo cristalino del Macizo de Santander (Ward et al., 1973, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2015, p. 38). Esta secuencia metamórfica agrupa un conjunto litológico que experimentó un metamorfismo regional bajo las condiciones de la facies anfibolita. Durante las inspecciones técnicas de campo adelantadas, especialmente en los cortes de taludes viales expuestos, la unidad fue identificada de manera macroscópica mediante la observación de *“neises cuarzo-feldespáticos, esquistos micáceos y anfibolitas que exhiben foliación tectónica y bandeamiento composicional bien definidos”* (Royero & Clavijo, 2001, p. 14). Desde una perspectiva geotécnica, esta unidad desarrolla perfiles de meteorización avanzados, caracterizados por la presencia de horizontes saprolíticos y suelos residuales correspondientes a los grados de alteración V y VI (Geological Society of London [GSL], 1995, p. 345), condicionados por la intensa degradación físico-química bajo condiciones tropicales de alta humedad. Este sustrato alterado pierde su cohesión intrínseca, transformándose en un regolito limo-arenoso propenso a procesos de erosión hídrica superficial, cárcavas y deslizamientos traslacionales de detritos.

Formación Girón (Jg): Representa una potente secuencia sedimentaria de origen continental-aluvial depositada durante el Jurásico en un contexto tectónico de tipo rift (Cediel et al., 2003, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2015, p. 52). Esta unidad está constituida por una alternancia de “areniscas cuarcíticas de grano medio a grueso y litoarenitas de tonalidades grisáceas a verdosas, intercaladas con niveles delgados de limolitas y lodolitas rojizas” (Royero & Clavijo, 2001, p. 28). En las vertientes escarpadas evaluadas en los sectores rurales de la jurisdicción, la Formación Girón se caracterizó por exhibir un comportamiento geomecánico competente a nivel de matriz rocosa, pero altamente discontinuo a nivel de macizo.

Los planos de estratificación, combinados con familias de diaclasas asociadas a esfuerzos tectónicos regionales, fragmentan la roca en bloques prismáticos bien definidos. Bajo este escenario, la infiltración de agua pluvial y el avance de la meteorización física reducen drásticamente la resistencia al corte en las discontinuidades, lo que degrada la fricción interbloque y detona fenómenos de caída de rocas y desprendimientos sobre los elementos vulnerables localizados al pie de los taludes.

Formación Bucaramanga (Qfba): Representa una potente secuencia sedimentaria de naturaleza inconsolidada depositada durante el Pleistoceno, cuya presencia define la morfofunción y el modelado de la fosa tectónica sobre la cual se asienta el casco urbano de Bucaramanga (De Porta, 1958, como se citó en INGEOMINAS, 2001, p. 15). Morfológicamente, corresponde a un mega-abanico aluvial asociado a la “dinámica torrencial de alta energía de los ríos Suratá y Tona en su salida del Macizo de Santander” (INGEOMINAS, 2001, p. 42). Los espesores de la unidad evidencian una marcada subsidencia paleotectónica, alcanzando registros que promedian los 250 metros en los sectores más deprimidos del área metropolitana.

Litológicamente, se compone de un arreglo complejo de facies fluviales y de planicie que varían vertical y horizontalmente, caracterizadas por flujos de escombros, depósitos de canales trenzados, lentes lagunares y mantos de desbordamiento. De acuerdo con la zonificación estratigráfica formalizada por INGEOMINAS (2001, p. 56), la Formación Bucaramanga se subdivide en cuatro miembros diferenciados de base a techo (*Figura 4*), los cuales controlan la respuesta morfológica del escarpe y la estabilidad de las laderas locales:

Figura 3.

Perfil típico y espesores promedio de la Formación Bucaramanga.



Nota: (Tomado de INGEOMINAS, 2001)

Miembro Órganos (Qbo): Definido inicialmente por Hubach (1952, como se citó en INGEOMINAS, 2001, p. 57), constituye la sección basal de mayor potencia de la unidad, con espesores que superan de forma continua los 180 metros. Aflora en los flancos occidentales de la

meseta de Bucaramanga, así como en las vertientes erosivas periféricas del municipio de Girón y la Mesa de Ruitoque (INGEOMINAS, 2001, p. 58). Esta subdivisión se identificó litoestructuralmente por la presencia de “*depósitos gravosos masivos y bloques polimícticos poco cohesionados, donde se intercalan lentes y estratos irregulares limo-arenosos*” (INGEOMINAS, 2001, p. 60). Los clastos, predominantemente de areniscas, rocas metamórficas e ígneas regionales, se hallan inmersos en una matriz arcillo-limosa de color pardo-amarillento. Mecánicamente, exhibe una susceptibilidad alta a la degradación hídrica ante la ausencia de obras de manejo de esorrentía, erosionándose con facilidad mediante cárcavas profundas, surcos y morfologías ruiformes de tipo estoraques (badlands).

Miembro Finos (Qbf): Corresponde a una unidad de geometría lenticular y disposición horizontal definida inicialmente por Hubach (1952, como se citó en INGEOMINAS, 2001, p. 57), posicionada estratigráficamente mediante contactos netos y plano-paralelos entre el Miembro Órganos en la base y el Miembro Gravoso hacia el techo. Posee un espesor promedio estimado de 15 metros y se caracterizó litoestratigráficamente por una “*alternancia rítmica de capas arcillosas, limo-arenosas y areno-limosas de tonalidades gris-verdosas*” (INGEOMINAS, 2001, p. 62). Sus estructuras sedimentarias dominantes varían entre estratificación plana-paralela, cruzada y ondulosa en estratos delgados de 5 a 40 cm. Hacia su porción basal predominaron materiales arcillo-limosos masivos, mientras que en el techo se observó un incremento en los niveles areno-limosos arcósicos pardo-amarillentos. Geomorfológicamente, esta subdivisión da origen a escarpes verticales donde la matriz arcillosa exhibe una consistencia plástica y una susceptibilidad moderada a la alteración hidromecánica, lo cual denota un ambiente depositacional de baja energía de tipo intercanal (INGEOMINAS, 2001, p. 63).

Miembro Gravoso (Qbg): Introducido inicialmente en la nomenclatura estratigráfica por Niño y Vargas (1992, como se citó en INGEOMINAS, 2001, p. 57), esta sección de la formación aflora de forma continua sobre los sectores septentrionales y en los escarpes orientales y occidentales de la meseta urbana. Con espesores que oscilan entre los 8 y los 30 metros, está constituido de manera característica por “*depósitos granulares gruesos de tipo gravoso, gravo-arenoso y gravo-lodoso*” (INGEOMINAS, 2001, p. 64). Sus fragmentos corresponden a cantos y bloques subangulares a redondeados derivados de las rocas metamórficas e ígneas del Macizo de Santander, inmersos en una matriz areno-arcillo-limosa de coloración ocre a rojiza. Geotécnicamente, el Miembro Gravoso exhibe un estado de meteorización moderado a avanzado y una porosidad efectiva elevada condicionada por su baja compactación primaria, propiedad que le confiere una alta permeabilidad hidráulica superficial y facilita procesos de infiltración acelerada hacia los horizontes inferiores (INGEOMINAS, 2001, p. 65). Su origen genético se asocia a eventos torrenciales y flujos de escombros de gran magnitud.

Miembro Limos Rojos (Qblr): Corresponde a la sección cuspidal de la Formación Bucaramanga, definida originalmente por Julivert (1963, como se citó en INGEOMINAS, 2001, p. 57). Se distribuye de forma discontinua coronando la topografía de la meseta urbana y extendiéndose longitudinalmente hacia las planicies del norte del municipio de Floridablanca. Litológicamente, está compuesto por una “*sucesión informal de limos y arenas arcillo-gravosas que exhiben tonalidades vivas rojizas, naranjas y amarillentas*” (INGEOMINAS, 2001, p. 66). En diversos sectores evaluados dentro de la jurisdicción, se aprecian bloques angulares de areniscas intensamente meteorizados embebidos dentro de la porción limosa superior. Este depósito suprayace al Miembro Gravoso mediante un contacto de tipo transicional-gradacional y se

caracteriza geotécnicamente por presentar un horizonte de oxidación severo y un avanzado grado de meteorización química superficial (INGEOMINAS, 2001, p. 67).

Depósitos Coluviales y de Vertiente (Qc): Corresponden a acumulaciones sedimentarias superficiales e inconsolidadas de edad Cuaternaria, originadas por el desmantelamiento gravitacional y morfológico de las unidades litoestratigráficas suprayacentes en la región (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2015, p. 45). Estos depósitos se localizan de manera irregular tapizando las laderas de pendiente moderada a fuerte en los sectores urbanos y suburbanos de la jurisdicción. Litológicamente, se definen como “*materiales heterogéneos y mal clasificados, compuestos por fragmentos y bloques angulares de areniscas*” o rocas metamórficas inmersos en una matriz fina limo-arcillosa de baja compactación y consistencia plástica variable (INGEOMINAS, 2001, p. 112). Geotécnicamente, los depósitos coluviales representan zonas de alta susceptibilidad a la inestabilidad debido a su porosidad elevada y comportamiento mecánico no consolidado. Al verse expuestos a la infiltración somera y paulatina de aguas de escorrentía o flujos de aguas servidas concentradas, la matriz fina experimenta un ablandamiento hidromecánico que reduce la resistencia al corte. Esta condición genera deslizamientos rotacionales de velocidad muy lenta o asentamientos diferenciales locales, procesos explicados bajo la dinámica de presiones de poros por Varnes (1978, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 84) que comprometen las áreas de patio y cimentaciones de viviendas.

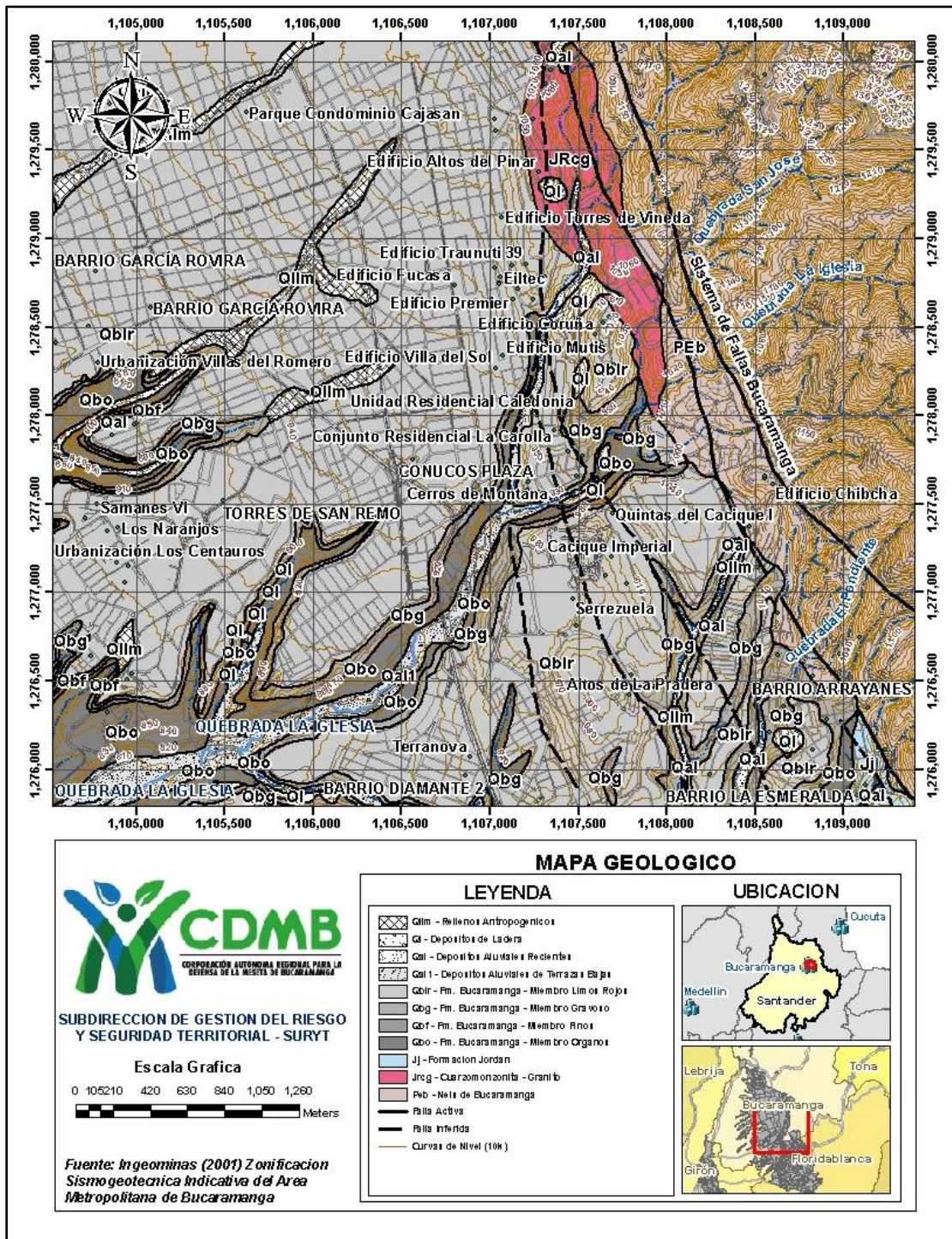
5.2. Tectónica y Configuración Estructural

Sistema de Fallas de Bucaramanga: El contexto estructural de la jurisdicción se encontró gobernado de forma dominante por la Falla de Bucaramanga, un rasgo tectónico de primer orden que controla la morfología, el lineamiento hidrográfico y la sismicidad regional (Cediel et al., 2003). Descrita como una estructura de rumbo con desplazamiento sinistral e inclinación

subvertical, este accidente geológico generó zonas de cizallamiento intensas que trituraron, fracturaron y diaclasaron las rocas del basamento metamórfico y las secuencias sedimentarias mesozoicas (Royero & Clavijo, 2001). La actividad neotectónica de este sistema propició el desarrollo de fallas satélites locales, zonas de deformación frágil y fracturamientos multifamiliares en los macizos rocosos evaluados. Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, se determinó que la influencia tectónica actúa como un factor condicionante crítico, debido a que las zonas de cizalla disminuyen drásticamente la calidad geomecánica de las rocas; esta condición facilita la infiltración de agua, el desarrollo de presiones de poros y acelera la degradación geomorfológica del terreno ante eventos detonantes de origen hidrometeorológico.

Figura 4.

Mapa general (1:25.000) de la geología superficial del área metropolitana de Bucaramanga.



6. Actividades ejecutadas

6.1. Visitas técnicas

Se brindó apoyo técnico especializado en la ejecución de visitas de campo orientadas a la identificación, caracterización y seguimiento de movimientos en masa, con especial énfasis en la evaluación cualitativa de escenarios de amenaza dentro de la jurisdicción de la CDMB. Durante las comisiones, se recopilaron datos morfodinámicos preliminares mediante el diligenciamiento de formatos institucionales de inspección de riesgo. Este proceso permitió registrar variables litoestratigráficas, estructurales y antrópicas condicionantes en taludes y laderas inestables, sirviendo como insumo primario para la emisión de conceptos técnicos de seguridad territorial por parte de la subdirección (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2015).

6.1.1. Visita Técnica N° 1: Sector La Elvira, Vereda Galápagos (Rionegro, Santander)

La primera inspección técnica de campo se llevó a cabo el 14 de octubre de 2025 en el sector La Elvira, perteneciente a la vereda Galápagos del municipio de Rionegro, Santander. La comisión se localizó geográficamente en las coordenadas 7°22'36.51"N y 73°12'50.28"W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), y se ejecutó en atención al oficio con radicado de entrada CDMB N° 23728-2025. Mediante este radicado, la administración municipal solicitó el acompañamiento técnico de la SURYT debido a las afectaciones viales y estructurales causadas por la actividad morfodinámica asociada a la segunda temporada de lluvias del año. El reconocimiento del área se realizó a través de un reconocimiento de campo detallado y un levantamiento de datos superficiales, con el objetivo de caracterizar los mecanismos de falla y evaluar cualitativamente el nivel de amenaza sobre los elementos vulnerables de la zona.

Durante el recorrido por el sector, se identificó un movimiento en masa principal clasificado como un deslizamiento rotacional activo (*Figura 6*). De acuerdo con los criterios del Proyecto Multinacional Andino (PMA: GEMS, 2007), este fenómeno involucró el desplazamiento de una masa de suelo y cobertura vegetal, generando un escarpe principal definido y agrietamientos longitudinales en la porción de la corona del talud.

Figura 5.

Imagen de corona del deslizamiento en la Vía Rio Negro - Vereda Galápagos.



Nota: Afectada al margen izquierdo (Figura 6.A) y margen derecho (Figura 6.B) por deslizamiento rotacional ubicado en las coordenadas 7°22'36.51"N y 73°12'50.28"W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), del municipio de Rionegro, Santander.

Complementariamente, en la cara expuesta de la vertiente se evidenciaron procesos denudacionales severos, manifestados a través de la formación de surcos profundos y cárcavas debido a la escorrentía pluvial no controlada. El material desplazado descendió por la ladera afectando de forma directa la vía de acceso veredal, lo que provocó la pérdida parcial de la banca y la restricción del tránsito local. Asimismo, el retroceso del escarpe principal configuró una condición de riesgo para la estabilidad estructural de las viviendas campesinas asentadas en la cima de la vertiente (*Figura 6*).

Figura 6.

Zonas de anegamiento en la Vía Rio Negro - Vereda Galápagos.



Nota: Ubicada en las coordenadas 7°22'36.51"N y 73°12'50.28"W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), del municipio de Rionegro, Santander.

El talud evaluado presenta una geometría irregular, con laderas circundantes que exhiben pendientes fuertes cuyos rangos oscilan de manera general entre 28° y 45°. En el componente geológico local, según la cartografía regional del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015, p. 45), los materiales afectados corresponden a un depósito coluvial y de vertiente cuaternario. Este depósito se caracteriza por presentar bloques y fragmentos angulares de areniscas inmersos en una matriz fina limo-arcillosa de baja consolidación y alta permeabilidad superficial. Como este material subyace a una capa de roca de menor permeabilidad, el agua libre se acumula en la interfaz generando un incremento paulatino en la presión de poros; este fenómeno reduce el esfuerzo cortante efectivo y anula la cohesión del depósito al alcanzar condiciones de saturación crítica (PMA: GEMS, 2007, p. 114).

Al momento de la evaluación técnica, el sector no cuenta con infraestructura orientada a la mitigación de procesos denudacionales ni estructuras para el control de flujos de agua. La intervención de la ladera para el trazado vial no cumple con estándares de estabilización geotécnica, lo que altera de forma desfavorable la configuración morfológica natural del terreno. Siguiendo los lineamientos de la entidad, determinamos que la falta de cunetas y el exceso de agua lluvia durante octubre de 2025 saturaron el terreno, lo que concluyó activando el deslizamiento rotacional que observamos en el sitio.

Con base en el diagnóstico geológico y geotécnico realizado, se define que la ladera del sector La Elvira requiere una intervención correctiva y preventiva de carácter prioritario. Se recomienda a la alcaldía municipal de Rionegro, en su rol de primer respondiente del riesgo según las responsabilidades legales consagradas en la Ley 1523 de 2012 (Art. 14), el diseño y construcción de obras de drenaje superficial, específicamente una zanja de coronación impermeabilizada para desviar las aguas de escorrentía. Adicionalmente, se plantea la

reconformación del talud para suavizar su pendiente, la instalación de biotextiles para el control de la erosión en cárcavas, y el mantenimiento de la restricción total al paso de vehículos de carga pesada sobre la banca afectada hasta la ejecución de las obras definitivas de estabilización.

6.1.2. Visita Técnica N° 2: Barrio Juan XXIII, Comuna 14 (Bucaramanga, Santander)

La segunda inspección técnica de campo se desarrolló el 22 de octubre de 2025 en la ladera occidental del barrio Juan XXIII, perteneciente a la Comuna 14 del municipio de Bucaramanga. La comisión técnica de la SURYT se localizó geográficamente en las coordenadas 7°07'33.15"N y 73°06'44.20"W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), y se realizó en atención al derecho de petición radicado bajo el consecutivo de entrada CDMB N° 24004 de 2025. Mediante este documento, la comunidad afectada solicitó la intervención prioritaria de la autoridad ambiental debido a un proceso de inestabilidad activa en el talud posterior de las viviendas de la Calle 69. El reconocimiento del área se ejecutó a través de un reconocimiento de campo detallado y un levantamiento de datos estructurales y geométricos superficiales, con el objetivo de caracterizar la naturaleza de las fallas, identificar los factores detonantes y evaluar cualitativamente el nivel de amenaza sobre la infraestructura habitacional del sector.

Durante el recorrido por la zona de afectación, se identificó un movimiento en masa principal clasificado como un deslizamiento traslacional menor de carácter activo, el cual coasoció procesos de erosión regresiva y desprendimientos menores en el frente libre. De acuerdo con los criterios de clasificación del Proyecto Multinacional Andino (PMA: GEMS, 2007), el fenómeno se manifestó como un movimiento progresivo de tierra a favor de la pendiente, facilitado porque el suelo perdió su estabilidad natural y quedó desprotegido en su parte inferior. Complementariamente, en la cara expuesta de la vertiente se evidenciaron procesos denudacionales severos manifestados a través de un escarpe subvertical inestable, cuyo retroceso

progresivo generó una condición de vulnerabilidad física alta al situarse a una distancia menor a 2.0 metros de los sistemas de cimentación de las viviendas construidas en la corona del talud.

Figura 7.

Viviendas afectadas por agrietamientos severos en la parte interna.



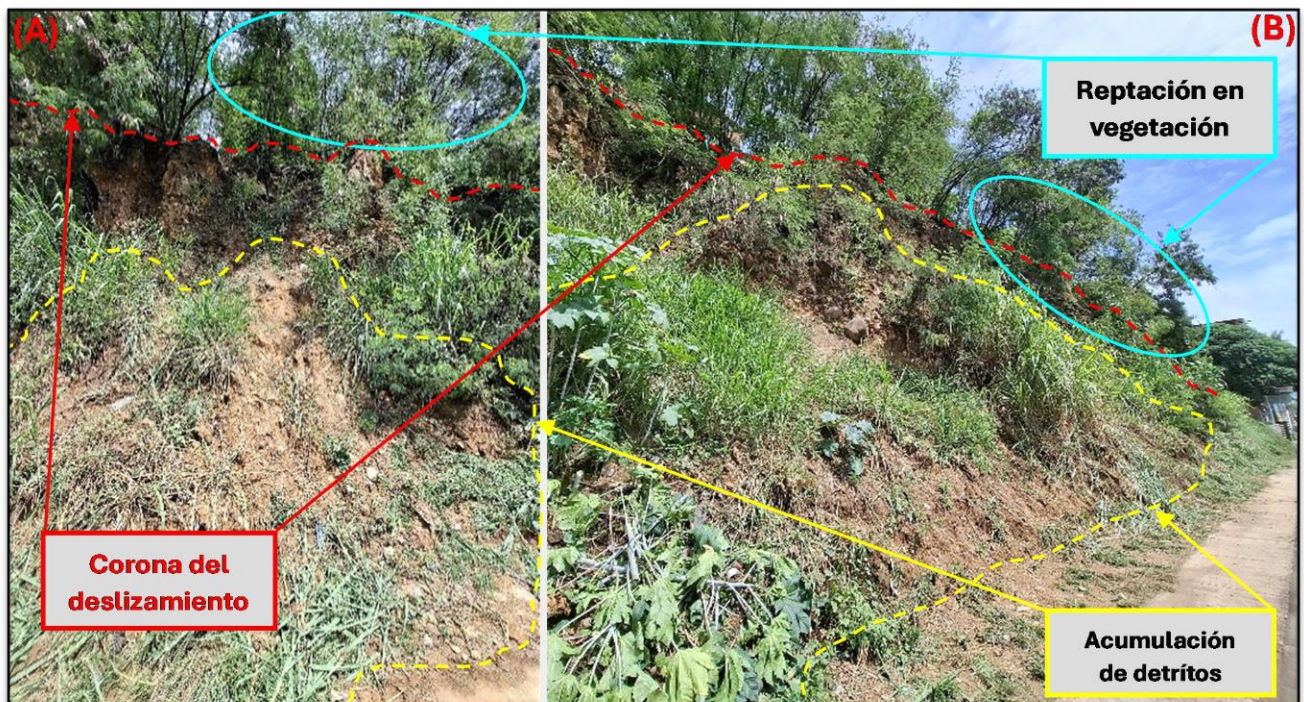
Nota: (Figura 8.A y 8.B). Ubicadas en la parte superior del talud del Barrio Juan XXIII y localizadas en las coordenadas 7°07'33.15"N y 73°06'44.20"W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), de la ciudad de Bucaramanga, Santander.

El talud evaluado presenta una geometría irregular con una altura vertical expuesta estimada en 8.0 metros y laderas circundantes que exhiben pendientes fuertemente inclinadas a escarpadas, situadas de manera predominante en un intervalo angular de entre 35° y 55°. En el componente geológico local, según la cartografía regional del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015, p. 52), la cobertura regolítica y las unidades superficiales involucradas en la falla corresponden a los niveles superiores de la Formación Bucaramanga (Qfba). Esta unidad se caracteriza localmente por una secuencia detrítica no consolidada de arenas limosas con

intercalaciones lenticulares de gravas finas a medias, las cuales presentan una susceptibilidad intrínseca alta a la degradación mecánica. Al verse expuesto este paquete de materiales de baja compacidad a procesos de infiltración, se desencadena una reducción en los parámetros geotécnicos de resistencia al corte, específicamente afectando la cohesión efectiva y el ángulo de fricción interna del suelo; esta degradación geomecánica por incremento en la presión de poros responde de forma directa a los principios de inestabilidad de vertientes analizados originalmente por Terzaghi (1943, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 91).

Figura 8.

Evidencias de talud afectado por procesos erosivos y de remoción en masa.



Nota: En la Figura 9.A y 9.B, notamos diferentes elementos morfodinámicos, en azul, visible reptación de la vegetación, en color rojo, se delimita la corona del deslizamiento y en color amarillo, la acumulación de detritos en la base del talud. Este talud se encuentra ubicado en la parte superior del Barrio Juan XXIII y localizado en las coordenadas 7°07'33.15"N y 73°06'44.20"W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), de la ciudad de Bucaramanga,

Santander.

Al momento de la evaluación técnica, el sector no cuenta con infraestructura orientada a la mitigación de procesos denudacionales ni estructuras técnicas para el control de flujos de agua pluvial o escorrentía superficial. El análisis del entorno evidencia que el factor detonante principal es de origen antrópico, asociado directamente a la falta de canalización y al vertimiento inadecuado de las aguas residuales domiciliarias por parte de la comunidad de la zona alta.

Durante la inspección se constata que las viviendas realizan el vertimiento descontrolado de aguas lluvias y residuales directamente sobre el cuerpo y la corona del talud a través de tuberías artesanales expuestas; esta descarga continua actúa como el detonante hidrológico que incrementa la sobresaturación de la matriz arenosa de la Formación Bucaramanga, generando presiones de poro elevadas que activan el mecanismo de falla traslacional registrado en el sitio.

Con base en el diagnóstico geológico y geotécnico realizado, se determina que la ladera del barrio Juan XXIII requiere una intervención correctiva y preventiva de carácter urgente. En concordancia con las responsabilidades legales y competencias asignadas por la Ley 1523 de 2012 (Art. 14), se recomienda a la Alcaldía Municipal de Bucaramanga y a la Oficina de Gestión del Riesgo el diseño e implementación de un sistema técnico de captación y conducción impermeabilizada de aguas residuales y pluviales para conectarlas al alcantarillado formal. Adicionalmente, se plantea ejecutar el reperfilado y la estabilización geométrica del talud para eliminar los bloques sueltos colgados, realizar la impermeabilización temporal de la corona mediante coberturas plásticas de polietileno de alta densidad para mitigar la infiltración hídrica transitoria, e instalar sistemas perimetrales de manejo de escorrentías superficiales.

6.1.3. Visita Técnica N° 3: PR6+0630 Vía Nacional Bucaramanga - Cuestaboba, Sector Tres Balcones

La tercera inspección técnica de campo se lleva a cabo el 22 de octubre de 2025 en el punto de referencia PR6+0630 de la vía nacional Bucaramanga - Cuestaboba (Ruta Nacional 6603), específicamente en el sector conocido como Tres Balcones de la vereda Santa Bárbara, en el municipio de Bucaramanga. La comisión técnica de la SURYT se localiza geográficamente en las coordenadas 7°08'42.10" N y 73°04'55.40" W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), actividad que se atiende en respuesta al oficio con radicado de entrada CDMB N° 23782-2025. Mediante esta comunicación, el Consorcio SG Vial 25 solicita la evaluación urgente de la autoridad ambiental debido a las afectaciones registradas en la red de drenaje transversal y en el terreno de soporte del corredor vial. El reconocimiento del área se ejecuta mediante una inspección ocular detallada y un levantamiento de datos geomorfológicos en superficie, con el propósito de caracterizar la naturaleza de las fallas, identificar los daños en la estructura hidráulica y evaluar el nivel de amenaza y vulnerabilidad física sobre la infraestructura vial.

Durante el recorrido por el sector, se identifica un proceso de inestabilidad activa clasificado taxonómicamente como un fenómeno de erosión regresiva severa, asociado al colapso estructural de una obra de drenaje transversal (alcantarilla de tubería de concreto). De acuerdo con los criterios del Proyecto Multinacional Andino (PMA: GEMS, 2007, p. 132), este evento se manifiesta a través de una socavación hidrodinámica interna en el cuerpo del talud de terraplén, lo que genera un socavón subsuperficial y el desmoronamiento progresivo del material que sirve de soporte basal a la calzada.

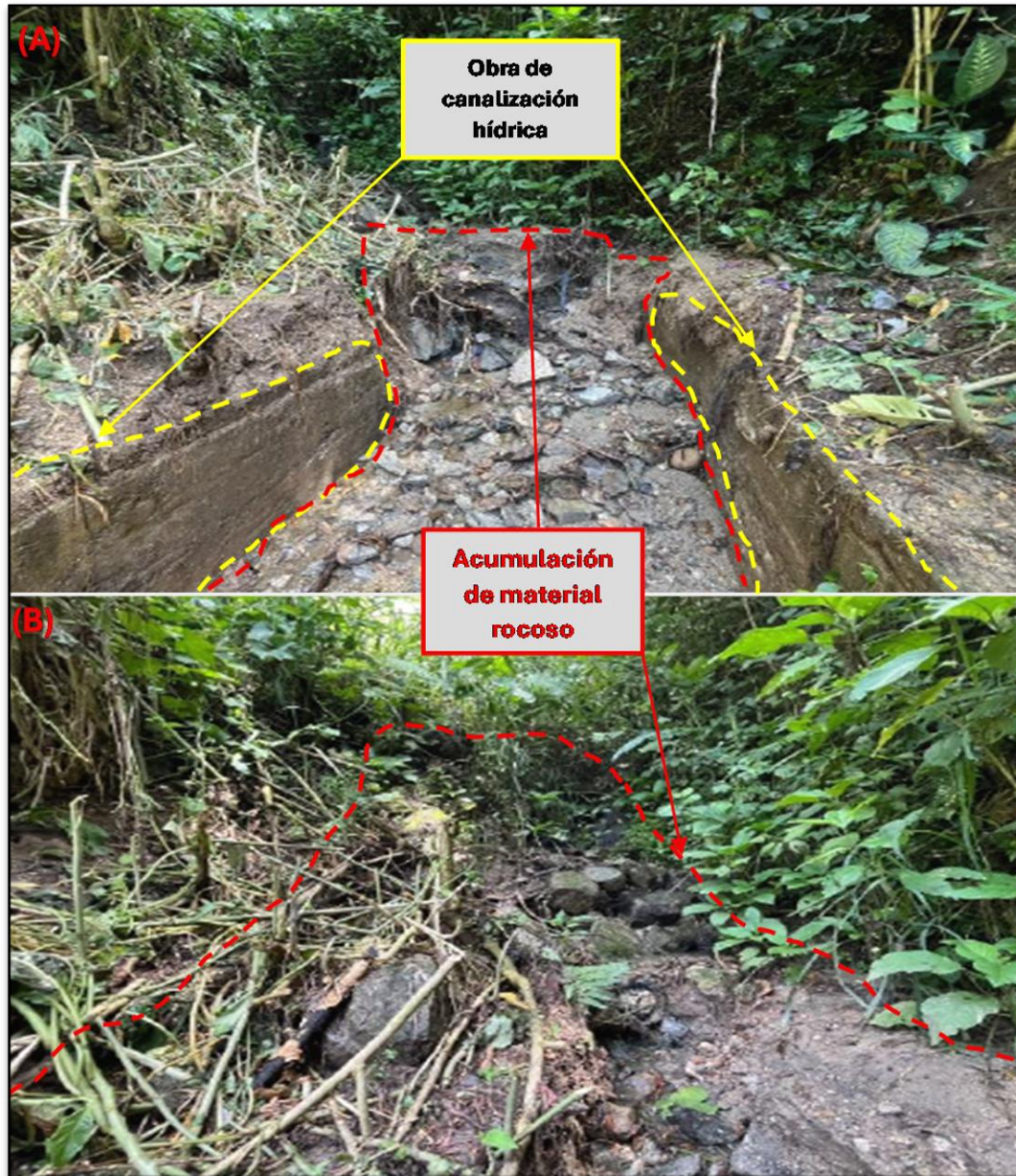
Complementariamente, en la zona de descarga de la estructura hidráulica se evidencian procesos denudacionales severos provocados por flujos concentrados, manifestados mediante la

formación de cárcavas profundas que avanzan de forma ascendente hacia el eje vial. El arrastre continuo de material desestabiliza el talud de corte inferior, provocando asentamientos diferenciales visibles en la berma y una pérdida parcial de soporte en la estructura del pavimento, configurando un escenario de riesgo ante la posibilidad latente de una pérdida total de la banca.

El talud de terraplén evaluado presenta una geometría alterada por los procesos de socavación y lavado, con una altura vertical estimada en 6.0 metros y pendientes originales propensas a la inestabilidad que se sitúan de manera predominante en un intervalo angular de entre 32° y 50°. En el componente geológico local, según la cartografía compilada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015, p. 58), la cobertura regolítica y el sustrato alterado involucrados en el proceso denudacional corresponden al contacto de depósitos coluviales cuaternarios con las rocas metamórficas del Neis de Bucaramanga (pEbn). El material de vertiente se caracteriza por presentar bloques heterométricos inmersos en una matriz saprolítica limo-arenosa de baja consolidación y alta erodabilidad intrínseca. Esta configuración litológica, al verse expuesta a flujos de agua concentrados debido a la pérdida de hermeticidad en las juntas de la tubería, sufre un lavado selectivo de finos; este arrastre mecánico de partículas subsuperficiales disminuye la presión de confinamiento y reduce la resistencia al corte del suelo, respondiendo al mecanismo físico de sufusión y tubificación originalmente analizado por Terzaghi (1943, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 98).

Figura 9.

Colapso operativo por colmatación en la infraestructura de drenaje transversal.



Nota: Figura A. Obstrucción de la caja de salida por la acumulación crítica de material rocoso y detritos que anulan el flujo; Figura B. Estructura de entrada y aletas de la tubería bajo condiciones de saturación total por sedimentos compactos y material rocoso acumulado. Coordenadas: 7°08'42.10" N, 73°04'55.40" W (MAGNA-SIRGAS), Bucaramanga, Santander.

El talud de terraplén evaluado presenta una geometría alterada por los procesos de socavación y lavado, con una altura vertical estimada en 6.0 metros y pendientes originales propensas a la inestabilidad que se sitúan de manera predominante en un intervalo angular de entre 32° y 50°. En el componente geológico local, según la cartografía compilada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015, p. 58), la cobertura regolítica y el sustrato alterado involucrados en el proceso denudacional corresponden al contacto de depósitos coluviales cuaternarios con las rocas metamórficas del Neis de Bucaramanga (pEbn). El material de vertiente se caracteriza por presentar bloques heterométricos inmersos en una matriz saprolítica limo-arenosa de baja consolidación y alta erodabilidad intrínseca. Esta configuración litológica, al verse expuesta a flujos de agua concentrados debido a la pérdida de hermeticidad en las juntas de la tubería, sufre un lavado selectivo de finos; este arrastre mecánico de partículas subsuperficiales disminuye la presión de confinamiento y reduce la resistencia al corte del suelo, respondiendo al mecanismo físico de sufusión y tubificación originalmente analizado por Terzaghi (1943, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 98).

Al momento de la evaluación técnica, se constata que la infraestructura hidráulica presenta fallas operacionales severas por fracturamiento y desalineación de la tubería de concreto, lo cual impide el libre flujo del agua y propicia la infiltración directa en el cuerpo del terraplén. La conformación de la entrega de la alcantarilla evidencia un colapso total, denotando la ausencia de un cabezal de salida, aletas protectoras y elementos disipadores de energía que resguarden el pie del talud frente a la acción erosiva del caudal desalojado. De acuerdo con el diagnóstico institucional, las deficiencias acumuladas en el mantenimiento preventivo del sistema de drenaje vial, sumadas a la escorrentía superficial extraordinaria originada por las lluvias de la segunda temporada invernal de 2025, actúan como el factor detonante que dispara la socavación y el lavado

hidrodinámico de la matriz limo-arenosa, activando el mecanismo de "subsistencia local" observado debajo de la carpeta asfáltica.

Figura 10.

Vía nacional donde se observan afectaciones a la capa asfáltica.



Con base en el diagnóstico geológico y geotécnico realizado, se determina que el sector del PR6+0630 requiere una intervención correctiva y de estabilización de carácter prioritario para garantizar la transitabilidad y la seguridad vial de la Ruta Nacional 6603. Se recomienda al consorcio contratista y a las autoridades viales competentes, bajo el marco de responsabilidades y la articulación técnica que dicta la Ley 1523 de 2012 (Art. 42), realizar la sustitución y

reconstrucción de la alcantarilla colapsada utilizando dimensiones técnicas adecuadas para el caudal de diseño.

Adicionalmente, se sugiere ejecutar la reconformación geométrica y el reperfilado técnico del talud de terraplén mediante el reemplazo y compactación mecánica del material erosionado, el diseño e instalación de un nuevo cabezal de entrega con sus respectivas aletas, la construcción de obras de descarga con estructuras disipadoras de energía para mitigar la erosión regresiva, e implementar sistemas de subdrenaje para el control de niveles freáticos, manteniendo un monitoreo continuo sobre las grietas de la capa de rodadura.

6.1.4. Visita Técnica N° 4: Barrio El Pando, Sector Calle 100 (Bucaramanga)

La cuarta inspección técnica de campo se lleva a cabo el 24 de octubre de 2025 en la vertiente oriental del barrio El Pando, específicamente en el sector de la Calle 100 del municipio de Bucaramanga, Santander. La comisión técnica de la SURYT se localiza geográficamente en las coordenadas 7°06'12.40" N y 73°07'15.10" W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS), actividad ejecutada en atención al oficio con radicado de entrada CDMB N° 23992-2025. Mediante esta solicitud, la junta de acción comunal y los habitantes del sector requieren la evaluación técnica de la autoridad ambiental debido a un proceso de inestabilidad que afecta de manera paulatina las áreas de patio posterior de las viviendas. El reconocimiento del área se realiza a través de una inspección ocular detallada y un levantamiento de datos morfométricos en superficie, con el objetivo de caracterizar el fenómeno, identificar los factores condicionantes o detonantes y proponer medidas de mitigación acordes a la escala local del evento.

Durante el recorrido por el sector, se identifica un movimiento en masa de baja velocidad, clasificado taxonómicamente como un deslizamiento rotacional de velocidad muy lenta. De acuerdo con los criterios del Proyecto Multinacional Andino (PMA: GEMS, 2007, p. 86), este

fenómeno involucra el desprendimiento y asentamiento gradual de un bloque menor de suelo regolítico, el cual interactúa directamente con una estructura de contención artesanal construida con neumáticos usados en la zona del patio.

Figura 11.

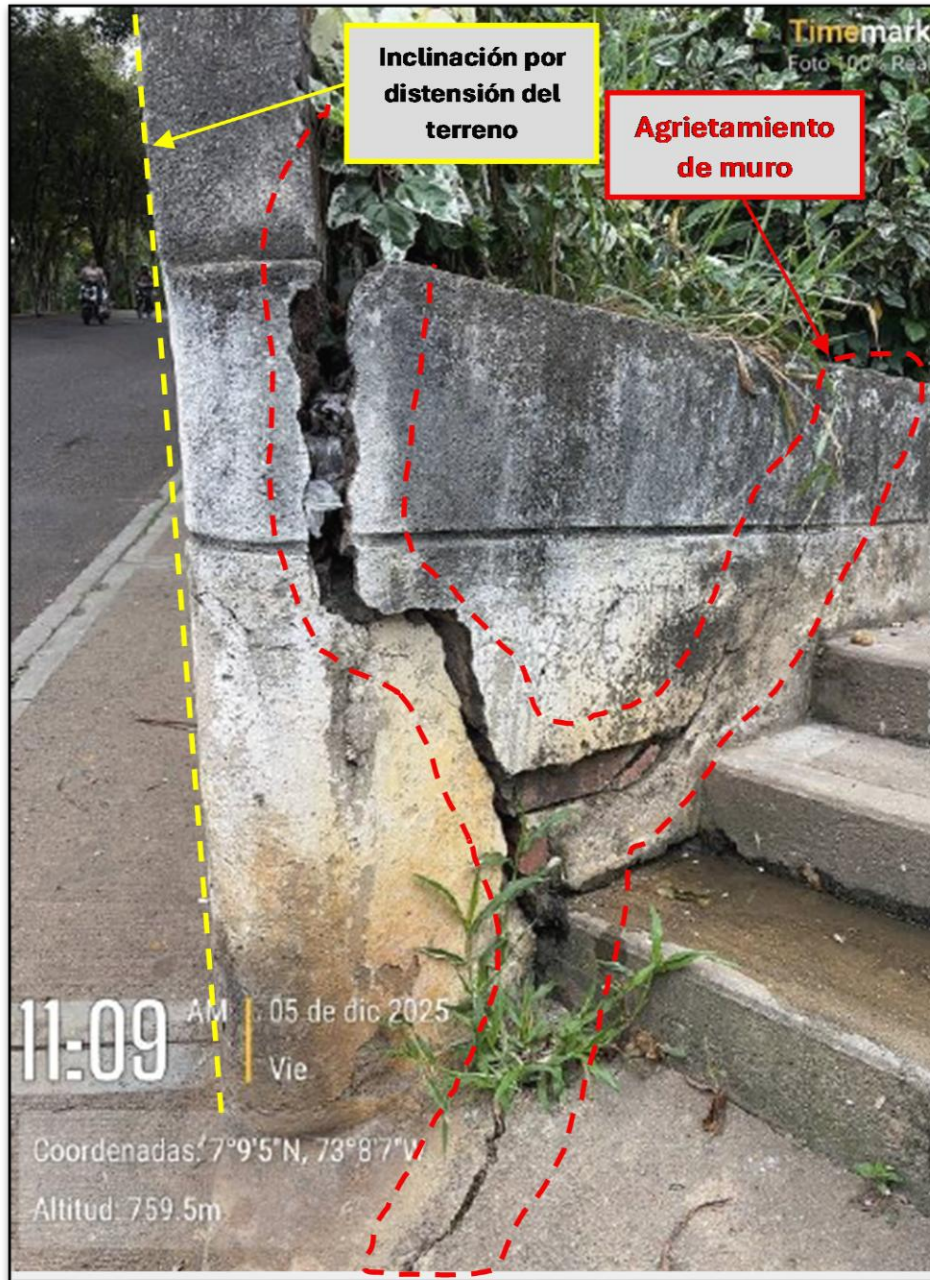
Deslizamiento rotacional de velocidad muy lenta en el talud evaluado.



El desplazamiento lento de la masa genera agrietamientos superficiales y un escarpe de tracción de dimensiones reducidas que ejerce una presión constante contra los cerramientos posteriores de los inmuebles, incrementando la vulnerabilidad de estos elementos no estructurales ante la falta de un confinamiento técnico adecuado en la base de la vertiente.

Figura 12.

Muro perimetral inclinado con grietas asociadas a la distensión del terreno.



La morfología local se caracteriza por una geometría de talud baja e irregular, con una altura vertical estimada en 2.0 metros en la zona afectada y pendientes que exhiben configuraciones de moderadas a fuertes, las cuales se sitúan de manera predominante en un

intervalo angular de entre 25° y 38°. En el componente geológico local, según la cartografía regional compilada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015, p. 62), los materiales involucrados en la falla corresponden a depósitos coluviales cuaternarios de espesor limitado.

Esta secuencia se encuentra constituida por arenas limosas y arcillo-arenosas que registran una susceptibilidad moderada a los procesos denudacionales al verse expuestas a la intemperie; los ciclos continuos de humedecimiento y secado provocan una reducción gradual de la cohesión efectiva del suelo, fenómeno físico que facilita el reasentamiento lento del paquete regolítico por gravedad, respondiendo a la degradación geomecánica de vertientes analizada originalmente por Varnes (1978, como se citó en Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016, p. 104).

El análisis de las condiciones del entorno permite establecer que el factor desencadenante del proceso es de carácter antrópico y ambiental, derivado de la desprotección superficial de la cobertura vegetal y el manejo informal de las escorrentías en la corona de la vertiente afectada. La remoción de la vegetación nativa en el sector posterior de los lotes, facilita el desarrollo de procesos de erosión hídrica superficial, manifestados mediante un lavado continuo de la matriz fina durante los días de precipitación. Esta infiltración somera y gradual, combinada con la concentración de caudales sin canalizar provenientes de los techos y patios durante el mes de octubre de 2025, humedece de forma constante el suelo, lo que incrementa el peso de la masa y activa el mecanismo de deformación lenta observado en el perfil.

Con base en el diagnóstico geológico y geotécnico establecido, se determina que la vertiente requiere la implementación de medidas correctivas y preventivas de escala local para estabilizar el terreno y controlar los procesos erosivos graduales. En concordancia con las responsabilidades institucionales que dicta la Ley 1523 de 2012 (Art. 14), se recomienda remitir el dictamen a la Oficina de Gestión del Riesgo municipal para coordinar el apoyo con los

propietarios en su rol de primeros respondientes. Las acciones indispensables contempladas incluyen la adecuación geométrica superficial mediante un reperfilado manual del talud para suavizar su inclinación, el retiro de la estructura artesanal inoperante, la construcción de un muro bajo de contención diseñado en concreto ciclópeo para el sostenimiento basal del patio, y la instalación de canales perimetrales impermeabilizados para la correcta conducción de las aguas lluvias.

6.1.5. Visita Técnica N.º 5: Finca El Cedral, veredas El Palchal y San Francisco (Suratá, Santander)

La quinta inspección técnica de campo se llevó a cabo el 9 de diciembre de 2025 en la Finca El Cedral, localizada entre las veredas El Palchal y San Francisco del municipio de Suratá, Santander. La comisión se ubicó geográficamente en las coordenadas 7°22'31,7" N y 72°56'28,6" W (sistema de referencia MAGNA-SIRGAS) y se ejecutó en atención al oficio con radicado de entrada CDMB N.º 28385 del 2 de diciembre de 2025. Mediante este radicado, el propietario del predio solicitó el acompañamiento técnico de la SURYT debido a la ocurrencia de un movimiento en masa que comprometió la estabilidad de una ladera localizada al interior de la finca. El reconocimiento del área se realizó mediante una inspección detallada de campo y la recopilación de información geológica, geomorfológica y ambiental, con el objetivo de caracterizar el mecanismo de falla, identificar los factores condicionantes y detonantes del fenómeno, y evaluar cualitativamente el nivel de amenaza presente sobre el terreno inspeccionado.

Durante el recorrido por el sector se identificó un movimiento en masa complejo, clasificado como un deslizamiento rotacional con evolución a flujo de tierra (*Figura 14*). De acuerdo con la clasificación propuesta por Cruden y Varnes (1996), este tipo de fenómeno corresponde a un movimiento compuesto en el que la masa inicialmente se desplaza sobre una

superficie curva de rotación y posteriormente evoluciona hacia un flujo debido a la pérdida progresiva de resistencia del material movilizado. Complementariamente, se evidenciaron escarpes de desprendimiento, deformaciones superficiales y acumulación de material removido en la parte baja de la ladera, el cual alcanzó el valle de una corriente innominada sin generar represamiento del cauce. Asimismo, durante la inspección se observó que el proceso continúa activo, presentando evidencias de retroceso del escarpe principal y deformación progresiva del terreno, lo que indica una condición de inestabilidad persistente en el sector inspeccionado.

El talud evaluado presenta una geometría irregular, con laderas circundantes que exhiben pendientes fuertes cuyos rangos oscilan aproximadamente entre 30° y 46° . En el componente geológico local, la zona corresponde a un ambiente montañoso de la Cordillera Oriental conformado por depósitos coluviales apoyados sobre un macizo rocoso intensamente fracturado, asociados a geoformas denudacionales con alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Según la cartografía temática consultada por la CDMB, el sector se encuentra influenciado por estructuras tectónicas regionales como la Falla de Surata y la Falla del río Cucutilla, las cuales favorecen el fracturamiento del macizo rocoso y disminuyen su resistencia mecánica. Como estos depósitos presentan baja consolidación y elevada capacidad de infiltración, el agua proveniente de las precipitaciones incrementa gradualmente la presión de poros y reduce la resistencia al corte del material, favoreciendo la ocurrencia de deslizamientos y flujos de tierra bajo condiciones de saturación (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas [PMA: GEMS], 2007; Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2015).

Figura 13.

Movimiento en masa complejo.



Nota: Caracterizado como un flujo de detritos, con evidente deformación de ladera y reptación visible en la vegetación aledaña.

Al momento de la evaluación técnica, el sector no presenta obras orientadas a la estabilización de la ladera ni infraestructura para el control de la escorrentía superficial. Durante la inspección se evidenció que parte de la cobertura boscosa original ha sido reemplazada por pastizales destinados a actividades pecuarias, condición que disminuye la protección natural del suelo frente a los procesos erosivos y favorece la infiltración de agua en los materiales superficiales. Adicionalmente, se identificó la presencia de un nacimiento de agua y procesos erosivos activos asociados al drenaje natural, los cuales incrementan la humedad del terreno y aceleran la degradación de la ladera. Siguiendo los lineamientos de la entidad, se determinó que la combinación entre las fuertes precipitaciones registradas durante noviembre de 2025, la naturaleza poco consolidada de los depósitos coluviales, la pendiente del terreno y la ausencia de medidas de manejo de aguas constituyeron los principales factores que desencadenaron la activación del movimiento en masa observado durante la visita técnica.

Con base en el diagnóstico geológico realizado, se definió que la ladera evaluada presenta una condición de alta susceptibilidad a la ocurrencia de nuevos movimientos en masa, por lo que requiere la implementación de medidas preventivas orientadas a reducir la evolución del proceso de inestabilidad. Se recomendó a la Alcaldía Municipal de Suratá, en su calidad de primera responsable de la gestión del riesgo conforme a las competencias establecidas en el artículo 14 de la Ley 1523 de 2012, realizar el seguimiento permanente al sector y promover estudios geotécnicos detallados que permitan diseñar las obras de estabilización requeridas.

Adicionalmente, se planteó conservar y restaurar la cobertura vegetal protectora, implementar obras para el manejo adecuado de las aguas superficiales y subterráneas, restringir excavaciones o modificaciones en la geometría de la ladera y evitar actividades que favorezcan el

incremento de la saturación del terreno, con el fin de reducir la probabilidad de reactivación del proceso de remoción en masa.

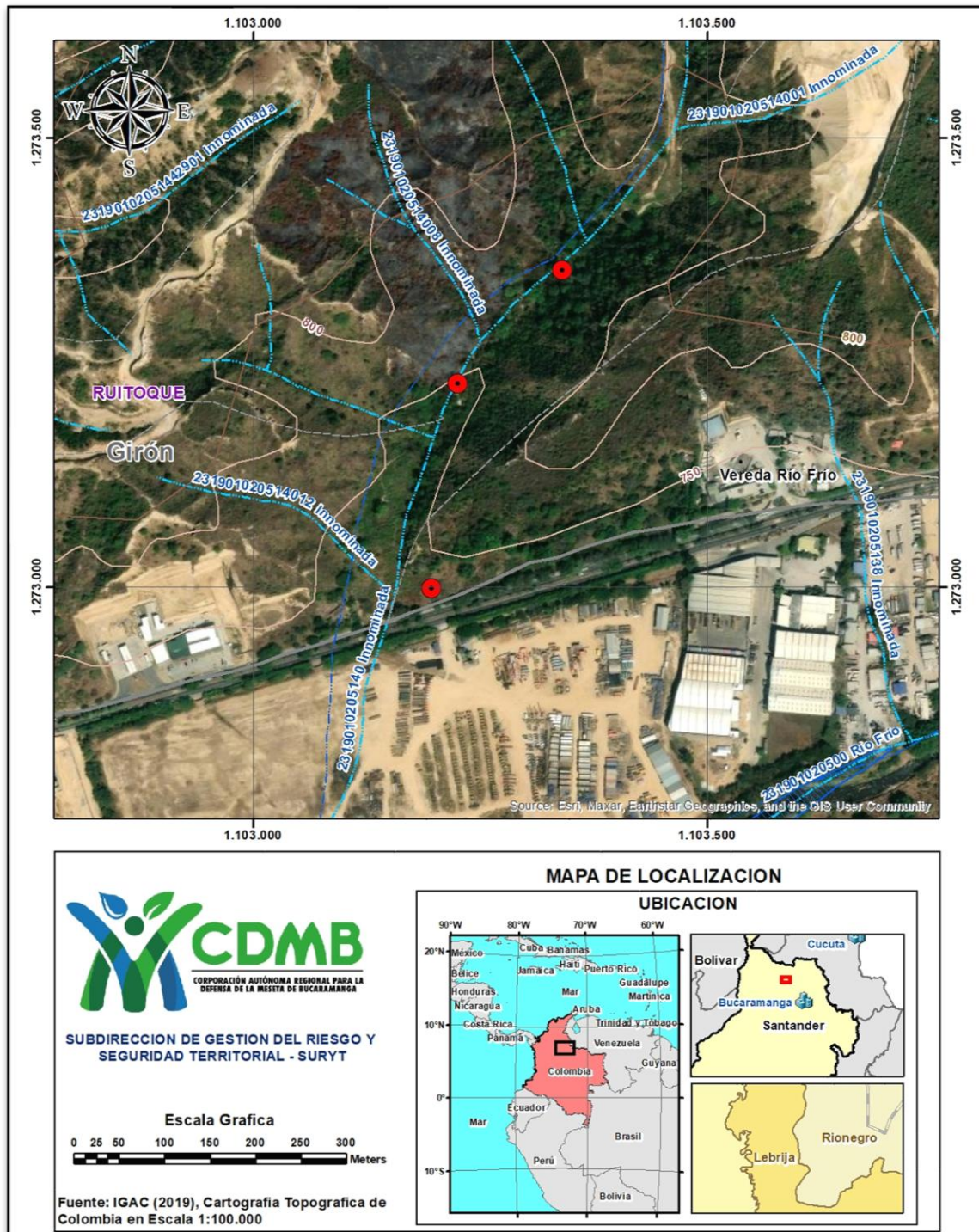
6.2. Otras actividades realizadas

Durante el periodo de la práctica empresarial, se ejecutó una fase enfocada en la gestión de gabinetes mediante la estructuración y el procesamiento de salidas gráficas en el software ArcMap 10.8. Esta labor cartográfica permitió espacializar y representar los datos temáticos recopilados en campo, sirviendo como soporte fundamental para el diagnóstico de los movimientos en masa y procesos erosivos evaluados en las inspecciones técnicas. De manera complementaria, se brindó apoyo a la subdirección en la elaboración de cartografía específica para requerimientos institucionales asociados a la ocurrencia de incendios, inundaciones y proyectos de obras civiles (*Ver Tabla 2*), atendiendo las necesidades analíticas planteadas por los profesionales encargados de cada caso.

La generación de estos productos geoespaciales se realizó bajo los estándares de las plantillas institucionales de la CDMB, incorporando información georreferenciada en formato de puntos y polígonos según el evento analizado. El conjunto de productos finales abarcó mapas de localización, geología, geomorfología, coberturas de la tierra, así como escenarios de zonificación de amenaza y ambiental; estos insumos fueron utilizados para enriquecer la interpretación morfodinámica y técnica de los sectores críticos estudiados. Como modelo del componente SIG desarrollado en la corporación, en la *Figura 16* se expone la salida cartográfica de localización y la distribución de los puntos de control correspondientes al seguimiento técnico del sector Anillo Vial.

Figura 14.

Ejemplo de recursos cartográficos realizados en la práctica empresarial.



Nota: Mapa de Localización Sector Anillo vial, apoyo técnico a profesional de SURYT.

A continuación, se enuncian y enlistan los apoyos realizados en la elaboración de productos cartográficos a profesionales de la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT) de la CDMB, cada uno con sus problemáticas particulares:

Tabla 2.

Listado de mapas realizados a profesionales para SURYT en la CDMB.

Fecha	Lugar	Problemática a apoyar	Mapas realizados
29/29/2025	Chocoíta, Girón	Incendio	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental y zonificación de la amenaza por incendio del POMCA del Río de Oro.
15/10/2025	Morrórico, Bucaramanga	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa e inundación.
17/10/2025	Galápagos, Río Negro	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
5/11/2025	Barrio África, Bucaramanga	Obra de mitigación, caída de rocas	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra y zonificación ambiental del POMCA Alto Lebrija. Mapa de amenaza por movimiento en masa del SGC escala 1:100.000

5/11/2025	Vereda El Progreso, Lebrija	Incendio	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra y zonificación de la amenaza por incendio del POMCA Alto Lebrija.
7/11/2025	Malpaso, Bucaramanga	Obra de mitigación, saturación hídrica	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Mapa de amenaza por movimiento en masa del SGC escala 1:100.000
7/11/2025	Anillo vial, Bucaramanga	Incendio	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental y zonificación de la amenaza por incendio del POMCA Alto Lebrija.
10/11/2025	Cuesta rica, Rionegro	Obra de mitigación, socavación lateral	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
14/11/2025	Laureles II, Bucaramanga	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
14/11/2025	Brisas II, Piedecuesta	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra y zonificación ambiental del POMCA Alto Lebrija. Mapa de amenaza por movimiento en masa del SGC escala 1:100.000
5/12/2025	Ferrocarril, Café Madrid	Obra de mitigación, Inundación	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en

			masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
10/12/2025	Villa Alegría, Bucaramanga	Obra de mitigación, Inundación	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
10/12/2025	Villa Carmelo, Vijagual	Obra de mitigación, Inundación	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
10/12/2025	Villa Helena II, Bucaramanga	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
10/12/2025	Albania, Bucaramanga	Obra de mitigación, Inundación	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
12/12/2025	Barrio El Diviso, Bucaramanga	Obra de mitigación, Inundación	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.

12/12/2025	Barrio Cracovia II, Floridablanca	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
5/01/2026	Curos, Piedecuesta	Incendio	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental y zonificación de la amenaza por incendio del POMCA Alto Lebrija.
5/01/2026	Cantalta, Giron	Incendio	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental y zonificación de la amenaza por incendio del POMCA Alto Lebrija.
14/01/2026	El gallego, Lebrija	Inundación	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
19/01/2026	Nuevo Girón, Girón	Obra de mitigación, deslizamiento	Geológico y geomorfológico a escala 1:25.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental, zonificación de la amenaza y amenaza por movimiento en masa, inundación y avenida torrencial del POMCA Alto Lebrija.
22/01/2026	Mortiño, Bucaramanga	Incendio	Geológico y geomorfológico a escala 1:100.000. Localización e imagen satelital. Cobertura de la tierra, uso de suelo y zonificación ambiental y zonificación de la amenaza por incendio del POMCA Alto Lebrija.

6.3. Actividades de apoyo a estudios

Figura 15.

Elementos morfodinámicos.



Nota: Denominados Corona del deslizamiento y Acumulación de detritos.

Localización y Contexto: Atendiendo las solicitudes de asistencia técnica recibidas en la SURYT para la gestión del riesgo y el ordenamiento de zonas críticas en la meseta, se desarrolló una caracterización geo ambiental integral en la ladera noroccidental del escarpe, asociada al barrio Bucaramanga (Bucaramanga, Santander). Con el propósito de evaluar la evolución espacio-temporal y la susceptibilidad del terreno a la ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa, particularmente asociados a procesos de inestabilidad de laderas en materiales de tipo coluvial y suelos residuales derivados de la Formación Bucaramanga, se ejecutó un análisis multitemporal mediante la interpretación de sensores remotos, ortofotos e imágenes satelitales correspondientes

a los años 2015, 2020 y 2025. Este proceso facilitó la identificación de variaciones geométricas en la ladera y permitió consolidar un inventario cartográfico especializado de los procesos morfodinámicos activos, delimitando los sectores con reactivaciones históricas de inestabilidad.

Geología Local y Propiedades: El marco litoestratigráfico del área de influencia se definió mediante la cartografía geológica a escala de detalle de las unidades superficiales y los depósitos asociados a los miembros de la Formación Bucaramanga. A partir de la delimitación de estas unidades geológicas para ingeniería, se efectuó una evaluación cualitativa y una caracterización de sus propiedades geomecánicas preliminares frente a esfuerzos de corte. Se analizaron variables como el grado de meteorización de la matriz, la presencia de discontinuidades estructurales en el frente del escarpe y la pérdida de cohesión de los materiales, determinando la alta susceptibilidad del sustrato ante fenómenos de falla de talud, desprendimientos de bloques y flujos locales.

Figura 16.

Afloramiento representativo de la unidad de suelo residual.



Nota: asociada a la Formación Bucaramanga del Miembro Gravoso (Sft2).

Geomorfología y Morfometría: El sector se encontró condicionado por procesos del ambiente denudacional vinculados directamente a la dinámica de retroceso del escarpe de la meseta. De forma complementaria a la clasificación de geoformas, se generó un modelamiento morfométrico detallado para la zonificación de pendientes, identificando los rangos críticos de inclinación que favorecieron el desarrollo de movimientos de remoción en masa o desprendimientos de suelos y bloques rocosos.

Figura 17.

Elementos geomorfológicos en corona de movimiento en masa.



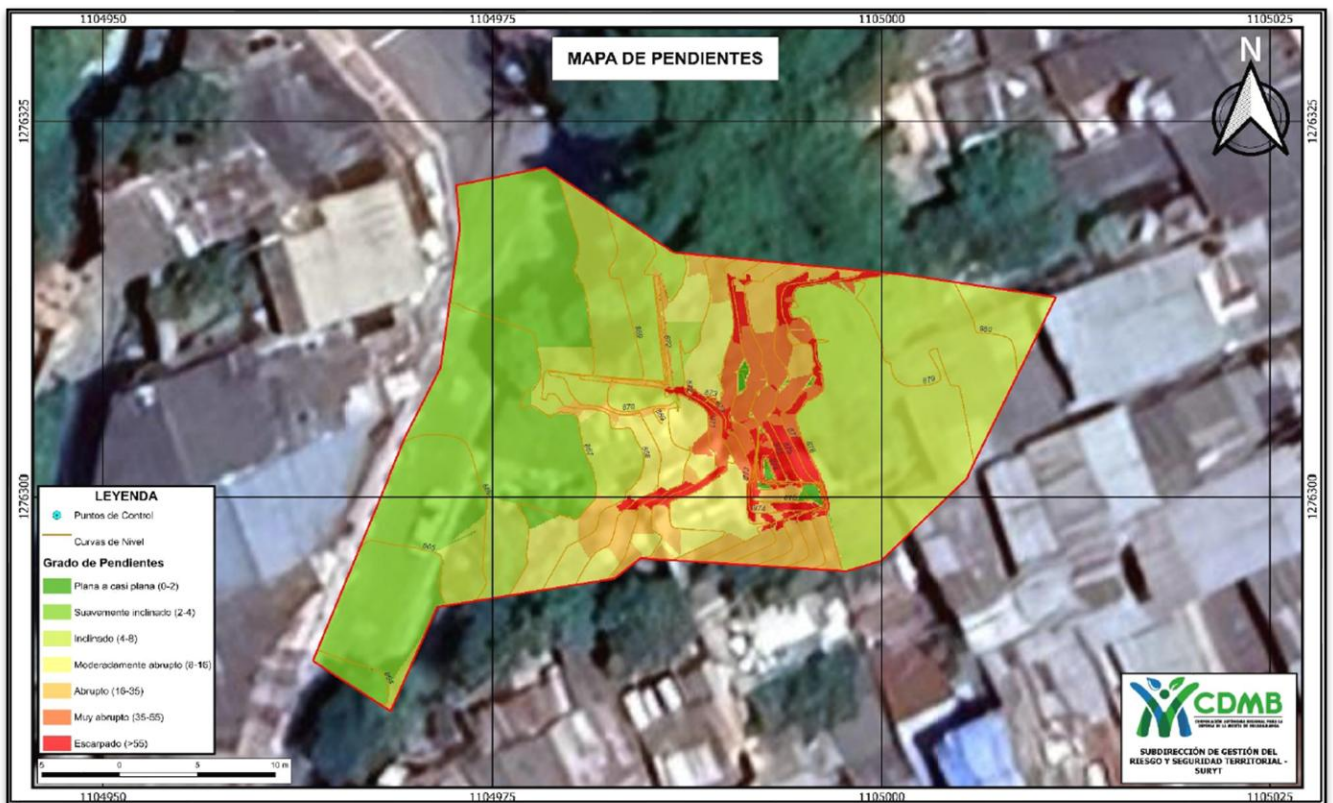
Nota: Denominados Escarpe de corona principal de Movimiento en Masa (D14), Cuerpo o

depósito de Movimiento en Masa (D15) y Laderas erosionadas (D20).

Uso y Cobertura de la Tierra: Bajo metodologías institucionales, se cartografiaron las unidades de cobertura de la tierra y las zonas intervenidas en el sector. El análisis permitió correlacionar cómo la expansión de asentamientos humanos no planificados y la pérdida de la vegetación nativa degradaron la corona y el cuerpo del escarpe; esta condición aceleró los procesos erosivos, disminuyó la cohesión de los materiales superficiales y facilitó la infiltración de agua lluvia hacia los niveles críticos de falla.

Figura 18.

Mapa de Pendientes.



Conclusiones y Aporte Técnico: La integración de estos componentes geológicos y geoespaciales consolidó un documento de diagnóstico preventivo y soporte técnico para el ordenamiento territorial del sector estudiado. Los productos cartográficos generados sirvieron como insumos fundamentales para que la CDMB coordine el diseño de futuras obras de estabilización, la mitigación del riesgo y el monitoreo preventivo en esta franja crítica de la meseta de Bucaramanga.

6.4. Elaboración de informes técnicos

Durante el desarrollo de la práctica empresarial, se participó activamente en la formulación y redacción de los informes técnicos derivados de los reconocimientos de campo. Estos documentos constituyeron el soporte analítico fundamental para emitir respuestas oficiales a los usuarios a través de los radicados de salida de la CDMB. El protocolo estructural adoptado para la organización de la información técnica se consolidó bajo los siguientes apartados:

Generalidades:

Personal técnico asignado: Registró los nombres y cargos de los funcionarios, contratistas o pasantes de la corporación que atendieron la inspección en el sitio.

Fecha: Indicó el día exacto en el que se ejecutó el levantamiento de información en campo y la posterior generación del reporte técnico en oficina.

Localización: Contempló la georreferenciación mediante la inserción de coordenadas geográficas o UTM, la dirección del predio y la descripción detallada de las rutas de acceso al sector evaluado.

Motivo de la inspección: Detalló la justificación legal y técnica que dio origen a la solicitud de acompañamiento, vinculada directamente a un radicado de entrada institucional.

Antecedentes: Consistió en la revisión exhaustiva de información previa almacenada en el Sistema de Información Corporativo (SIC), con el propósito de identificar evaluaciones e históricos de inestabilidad reportados anteriormente en el mismo sector.

Registro fotográfico: Incluyó el catálogo visual capturado durante el recorrido, sirviendo como evidencia física del estado de la problemática.

Descripción de la problemática evidenciada:

Expuso de manera detallada las condiciones morfodinámicas y físicas observadas en el terreno, integrando los testimonios y datos recopilados a partir de las entrevistas con los peticionarios o la comunidad afectada.

Características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas:

Compiló los datos físicos del sector obtenidos mediante la superposición del punto inspeccionado sobre la cartografía temática institucional, caracterizando las unidades litoestratigráficas, las geoformas y los rasgos ambientales predominantes.

Zonificación de la amenaza:

Definió la distribución espacial del nivel de amenaza potencial en el área de influencia directa, empleando las categorías de baja, media o alta según los mapas de susceptibilidad del territorio.

Análisis de estabilidad y amenaza:

Consistió en la fase analítica e interpretativa donde se relacionaron las evidencias recolectadas en campo con las variables cartográficas y geotécnicas evaluadas, con el fin de comprender los mecanismos de falla del terreno y los factores detonantes que influyeron en la inestabilidad.

Conclusiones y recomendaciones:

Sintetizó los hallazgos principales del diagnóstico geológico y planteó las medidas de mitigación o prevención prioritarias. Estas acciones se estructuraron bajo el marco normativo nacional, respetando las competencias institucionales de los municipios y la corporación como autoridad ambiental.

7. Aportes a la CDMB en el desarrollo de la práctica profesional

Se brindó un soporte técnico oportuno durante las comisiones de campo, lo cual agilizó el reconocimiento cualitativo de la estabilidad de las vertientes críticas. Esto facilitó la captura eficiente de datos geomorfológicos georreferenciados y la identificación sistemática de amenazas físicas directamente en el terreno afectado.

Se estructuró y generó cartografía temática detallada que sirvió como insumo predictivo y de diagnóstico para complementar el análisis morfodinámica de los sectores visitados. Estos productos optimizaron la interpretación espacial de los fenómenos para los especialistas de la subdirección.

Se colaboró activamente con el personal técnico y profesional del área en la redacción y estructuración de los conceptos técnicos institucionales. Con esto se garantizaron diagnósticos fundamentados desde la perspectiva de la geología aplicada y las ciencias de la Tierra para los radicados de respuesta ambiental y administrativa de salida.

Se acompañó de manera proactiva a equipos multidisciplinarios en la evaluación de procesos erosivos y dinámicas fluviales que comprometían la infraestructura vial o los canales naturales. Esto permitió integrar los principios de la geología ambiental en la formulación de medidas de mitigación y en la resolución de problemáticas territoriales complejas.

8. Aprendizaje como futuro profesional de Geología

Se trascendió la mera descripción litoestratigráfica de los afloramientos, logrando articular la observación de rasgos estructurales (grietas, escarpes y discontinuidades) con la evolución dinámica del relieve y los procesos de inestabilidad activa en laderas.

Se fortaleció la habilidad para estructurar informes técnicos bajo estándares institucionales, empleando un lenguaje preciso, claro y con rigurosidad científica, orientado a facilitar la toma de decisiones por parte de actores no técnicos, sin sacrificar la exactitud geológica.

Se consolidó la capacidad para proponer alternativas de estabilización viables, fundamentadas en el análisis mecánico de los materiales del subsuelo. Este enfoque permitió evaluar el comportamiento de los taludes antes de formular cualquier intervención correctiva o preventiva.

Se integró la interacción entre el régimen climático regional, la degradación de las coberturas vegetales y la respuesta mecánica de los taludes. Se reconoció que la erosión acelerada por la actividad humana representa un factor crítico en la desestabilización de la infraestructura vial y la seguridad territorial.

Se profundizó en el conocimiento del funcionamiento legal del ordenamiento territorial en Colombia, comprendiendo el rol esencial de la geología aplicada como instrumento técnico que guía el cumplimiento de la política nacional de gestión del riesgo de desastres (Ley 1523 de 2012).

Se comprendió la importancia del trabajo colaborativo dentro de equipos multidisciplinarios, reconociendo que el cumplimiento oportuno de las actividades, el seguimiento de los procedimientos institucionales y la articulación entre dependencias constituyen elementos fundamentales para una gestión eficiente del riesgo.

Se valoró la relevancia del análisis de datos históricos georreferenciados para agilizar los diagnósticos en gabinete. Se reconoció que la consulta del Sistema de Información Corporativo es una herramienta indispensable para proyectar el comportamiento futuro de una zona inestable.

Se fomentó una interacción fluida con ingenieros y especialistas de diversas ramas. Esta dinámica permitió ampliar la perspectiva profesional, entendiendo que la solución a las problemáticas ambientales complejas requiere un enfoque multidisciplinario colaborativo.

9. Fortalezas demostradas en la práctica profesional

Se evidenció una alta capacidad de adaptación frente a los cambios de entorno, manteniendo un rendimiento sostenido tanto en la rigurosidad física de las comisiones de campo como en la exigencia técnica de la gestión de gabinete.

Se demostró solvencia al aplicar el conocimiento académico en la resolución de problemas reales, formulando conceptos técnicos fundamentados sobre el comportamiento mecánico y geológico del terreno ante eventos de inestabilidad.

Se destacó la capacidad para liderar y estructurar proyectos independientes de geología ambiental, demostrando iniciativa en la identificación de sectores críticos y en la propuesta de soluciones técnicas coherentes con la problemática observada.

Se demostró destreza en el procesamiento e interpretación de datos técnicos, logrando traducir las observaciones cualitativas de campo en informes organizados y cartografía temática de alta precisión, facilitando la toma de decisiones institucionales.

Se mantuvo una disciplina rigurosa en el cumplimiento de las tareas asignadas, garantizando la entrega oportuna de los productos finales bajo los cronogramas establecidos por la corporación y bajo un marco de integridad técnica.

Se destacó la capacidad para participar activamente en equipos multidisciplinarios, logrando articular los conocimientos geológicos con otras ramas de la ingeniería. Esto permitió mantener una comunicación fluida, necesaria para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la SURYT.

10. Debilidades identificadas en la práctica profesional

Se requirió un tiempo de acoplamiento para integrar las dinámicas institucionales, lo cual implicó un proceso de aprendizaje sobre los canales de comunicación, el cumplimiento de horarios y la gestión de la rutina diaria en una oficina de carácter público.

Se identificaron dificultades iniciales respecto a la normativa y los conductos regulares para la gestión de documentos. Durante las primeras semanas, fue necesario un esfuerzo adicional para comprender la trazabilidad administrativa y los límites institucionales que rigen la entrega de informes técnicos.

Se evidenció la necesidad de dedicar tiempo extra al estudio de resoluciones y leyes de control ambiental que no fueron abordadas a profundidad en el currículo universitario. Este proceso fue indispensable para garantizar que las restricciones y conceptos técnicos emitidos en los informes contaran con el sustento legal requerido.

Se presentaron limitaciones derivadas de registros históricos incompletos o desactualizados en las plataformas internas. Esta situación complicó inicialmente la verificación de antecedentes de los sitios visitados, lo cual se superó mediante la sistematización de la información disponible y el fortalecimiento de los criterios de búsqueda en los archivos de la entidad.

11. Recomendaciones para futuros practicantes y profesionales

Se sugiere fortalecer el control de calidad en el cargue de información a los sistemas institucionales. Es fundamental asegurar que los archivos cuenten con la información completa, evitando registros duplicados o la ausencia de coordenadas precisas, ya que estos datos son la base para que cualquier profesional pueda revisar antecedentes de manera rápida y eficiente en proyectos futuros.

Se recomienda mantener una organización rigurosa de las bases de datos georreferenciadas en formatos de fácil consulta. Disponer de registros históricos depurados y bien estructurados resulta clave para agilizar los análisis de oficina, optimizando los tiempos de respuesta y facilitando la toma de decisiones técnicas en los retos que plantea la geología aplicada.

Se invita a los estudiantes de geología a considerar la práctica empresarial como una modalidad de grado enriquecedora. Esta experiencia permite contrastar la teoría académica con la realidad de los problemas del entorno, lo cual resulta decisivo para madurar el criterio profesional, comprender la dinámica de los trámites institucionales y desarrollar la capacidad de trabajar de manera interdisciplinaria, competencias que difícilmente se logran solo en el aula.

12. Conclusiones

Se caracterizaron morfológicamente cinco sectores críticos de la jurisdicción, determinando que la amenaza geológica está dominada por deslizamientos rotacionales activos (Galápagos y El Pando), deslizamientos traslacionales (Juan XXIII), flujos de tierra (Suratá) y erosión regresiva por sufusión (PR6+0630). Estos fenómenos se encuentran condicionados por el comportamiento geotécnico desfavorable y la alta permeabilidad de los depósitos coluviales y los

miembros de la Formación Bucaramanga, los cuales pierden su resistencia al corte ante la saturación por lluvias y vertimientos informales de aguas servidas.

Se dio cumplimiento al componente cartográfico mediante la elaboración de 22 salidas gráficas multiescala (1:25.000 y 1:100.000) en ArcMap 10.8. El modelamiento de variables críticas como pendientes, geología superficial y geomorfología de los escarpes permitió zonificar con precisión la susceptibilidad territorial ante remoción en masa, inundaciones e incendios en las cuencas de Alto Lebrija, Lebrija Medio, Cáchira Sur y Río Sogamoso, sirviendo como insumo técnico para el ordenamiento territorial de la CDMB.

El diligenciamiento sistemático de las fichas de inspección técnica permitió la depuración y actualización del Sistema de Información Corporativo (SIC) de la subdirección. Esta organización de la información primaria optimizó la trazabilidad de los antecedentes de inestabilidad y agilizó la capacidad de respuesta institucional de la SURYT ante los requerimientos prioritarios de las comunidades y los municipios afectados.

La formulación de conceptos técnicos locales facilitó el diseño de alternativas de mitigación estructurales (obras de drenaje, zanjas de coronación, muros en concreto ciclópeo y biotextiles) orientadas a la reducción del riesgo en laderas. Estas propuestas brindan un soporte pericial directo a los entes territoriales para el cumplimiento de sus responsabilidades legales como primeros respondientes según la Ley 1523 de 2012.

Referencias Bibliográficas

- Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos. (2018). *Manual de evaluación de riesgos geológicos y mapas de vulnerabilidad en entornos urbanos* [Guía técnica]. ASGMI. <https://asgmi.org/publicaciones/manual-riesgos-geologicos-2018.pdf>
- Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos. (2020). *La geología ambiental como eje articulador del ordenamiento territorial sustentable en Iberoamérica* [Documento de posición institucional]. ASGMI. <https://asgmi.org/publicaciones/geologia-ambiental-2020.pdf>
- Asociación Española de Ingeniería Geológica. (2019). *Criterios geotécnicos fundamentales para el análisis de estabilidad de taludes y laderas complejas* [Declaración técnica]. AEIG. <https://www.aeig.es/publicaciones/criterios-estabilidad-2019.pdf>
- Asociación Internacional de Geología de la Ingeniería y el Entorno. (2018). *Lineamientos internacionales para la práctica del análisis geotécnico y la caracterización de laderas estables* [Declaración técnica de principios]. IAEG. <https://www.iaeg.info/publications/guidelines-geotechnical-analysis-2018.pdf>
- British Geological Survey. (s. f.). *How to classify a landslide* [Figura]. Natural Environment Research Council. <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/earth-hazards/landslides/how-to-classify-a-landslide/>
- Cediel, F., Shaw, R. P., y Cáceres, C. (2003). Tectonic assembly of the Northern Andean Block. En C. Bartolini, R. T. Buffler, y J. Blickwede (Eds.), *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics* (AAPG Memoir 79, pp. 815-848). American Association of Petroleum Geologists.

- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. (2019). *Plan de Gestión Ambiental Regional — PGAR 2020-2031: Un acuerdo regional por la sustentabilidad ambiental* [Documento técnico de planificación]. CDMB. <https://www.cdm.gov.co/transparencia/planeacion/pgar/PGAR-CDMB-2020-2031.pdf>
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. (2024). *Plan de Action Institucional PAI 2024-2027: Sostenibilidad ambiental e inclusión social en la jurisdicción de la CDMB* [Informe técnico institucional]. CDMB. <https://www.cdm.gov.co/transparencia/planeacion/pai/PAI-CDMB-2024-2027.pdf>
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. (2025). *Informe de gestión institucional vigencia 2024: Compromiso ambiental por nuestro territory* [Informe técnico]. CDMB. <https://www.cdm.gov.co/transparencia/planeacion/informes-gestion/Informe-Gestion-CDMB-2024.pdf>
- Cruden, D. M., y Varnes, D. J. (1996). Landslide types and processes. En A. K. Turner y R. L. Schuster (Eds.), *Landslides: Investigation and mitigation* (pp. 36–75). Transportation Research Board, National Academy Press.
- Decreto 1076 de 2015. (2015, 26 de mayo). Por el medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Diario Oficial*, (49.523). http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_1076_2015.html
- Decreto-Ley 2811 de 1974. (1974, 18 de diciembre). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. *Diario Oficial*, (34.243).

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/codigo_recursos_naturales_renovables_1974.html

García, M. A. (2019). *Evaluación del impacto técnico de las pasantías de ingeniería y geociencias en la Subdirección de Gestión del Riesgo y Seguridad Territorial (SURYT)* [Informe técnico de gestión]. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. <https://www.cdm-b.gov.co/transparencia/informes/gestion-suryt-2019.pdf>

Geological Society of London. (1995). The description and classification of weathered rocks for engineering purposes [Informe técnico]. *Geological Society Engineering Group Working Party*. <https://www.geolsoc.org.uk/special-publications/weathered-rocks-engineering>

Guzmán, R. A. (2022). *Modelamiento geoespacial predictivo de susceptibilidad por movimientos en masa mediante algoritmos de aprendizaje automático a escala local* [Trabajo de grado de maestría, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS. <http://tangara.uis.edu.co/bibliocentral/tesis/2022/190244.pdf>

INGEOMINAS. (2001). *Estudio geológico, geomorfológico y geotécnico del área metropolitana de Bucaramanga* [Informe técnico]. INGEOMINAS - Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. <https://recordspublic.sgc.gov.co/vufind/Record/SGC.A140200.015>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2021). *Guía metodológica para el monitoreo y evaluación de la degradación de suelos por erosión en Colombia* [Guía técnica]. IDEAM. http://www.ideam.gov.co/documents/10182/112345/Guia_Erosion_Suelos_2021.pdf

Ley 99 de 1993. (1993, 22 de diciembre). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, (41.146).
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Ley 1523 de 2012. (2012, 24 de abril). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, (48.411).
http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html

Martínez, J. E. (2021). *Metodología de respuesta inmediata para la atención de contingencias por movimientos en masa en la jurisdicción CDMB* [Trabajo de grado de pregrado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS.
<http://tangara.uis.edu.co/bibliocentral/tesis/2021/184652.pdf>

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2020). *Terminología oficial para la reducción del riesgo de desastres: Movimientos en masa y amenazas conexas* [Glosario técnico digital]. UNDRR.
<https://www.undrr.org/es/terminologia/movimientos-en-masa-2020>

PMA: GEMS. (2007). *Movimientos en masa en la región andina: Guía para el reconocimiento, análisis y mitigación* [Guía técnica]. Publicación Geológica Multinacional No. 4, Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.
<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/59>

Royero, G., y Clavijo, J. (2001). *Mapa geológico del departamento de Santander* [Escala 1:300.000]. Ingeominas.

<https://recordspublic.sgc.gov.co/vufind/Record/SGC.A130300.003>

Servicio Geológico Colombiano. (2015). *Memoria explicativa del Mapa Geológico de Colombia* [Informe técnico]. Servicio Geológico Colombiano.

https://www.sgc.gov.co/sgc/mapas/MapaGeologicoColombia/Memoria_Explicativa_MG C2015.pdf

Servicio Geológico Colombiano. (2016). *Guía metodológica para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa* [Guía técnica]. Servicio Geológico Colombiano.

<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/182>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2020). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2025: Una estrategia de desarrollo de país* [Documento técnico]. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Plan-Nacional-Gestion-Riesgo-2020.pdf>