



**Análisis urbanístico, geomorfológico y de riesgos en el predio colegio integrado
Rafael Uribe en el municipio de Tona, Santander en 2025**

Proyecto de Investigación

Sebastian Rodriguez Carreño
CC 1098821708
Álvaro David Peinado Hernández
CC: 1064114429

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Ingeniería en Topografía
Bucaramanga (25/09/2025)



Análisis urbanístico, geomorfológico y de riesgos en el predio colegio integrado Rafael
Uribe en el municipio de Tona, Santander en 2025

Proyecto de Investigación

Sebastián Rodríguez Carreño

CC: 1098821708

Álvaro David Peinado Hernández

CC: 1064114429

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Topógrafo

DIRECTOR

Clara Inés Torres Vásquez

Grupo de investigación – GRIMAT

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías

Ingeniería en Topografía

Bucaramanga (25/09/2025)

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por
Las Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título
de Ingeniero Topógrafo

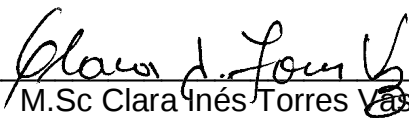
Según acta #26 del Comité de Proyectos de Grado
Del 03-10-2025

Docente evaluador: Ing. Germán Alberto Suárez Arias
Docente directora: M.Sc Clara Inés Torres Vásquez



Ing. Germán Alberto Suárez Arias
Firma del Evaluador

Scanned by CamScanner



M.Sc Clara Inés Torres Vásquez
Firma del Director

DEDICATORIA

Este trabajo se dedica, con gratitud y aprecio, a nuestras familias, quienes con su apoyo incondicional y confianza nos motivaron a culminar esta meta académica. También lo dedicamos a la comunidad del municipio de Tona, con la esperanza de que los resultados de esta investigación contribuyan al bienestar colectivo y al fortalecimiento de su infraestructura social. Finalmente, expresamos esta dedicatoria a las Unidades Tecnológicas de Santander, institución que nos brindó la formación, el acompañamiento y las herramientas necesarias para alcanzar este logro académico y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concedernos la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar con éxito este proyecto de grado. A nuestras familias, por su apoyo incondicional, por acompañarnos en cada etapa del proceso y por ser el motor que nos impulsó a no desfallecer.

Expresamos nuestra gratitud a las Unidades Tecnológicas de Santander, en especial al programa de Ingeniería en Topografía, por brindarnos la formación académica y las herramientas necesarias para nuestro desarrollo profesional. Un reconocimiento muy especial a nuestra directora de trabajo de grado, Clara Inés Torres Vásquez, por su orientación, compromiso y dedicación durante todas las etapas de esta investigación.

De igual manera, agradecemos al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), que a través de su equipo técnico facilitó la cartografía base y lineamientos normativos fundamentales para el análisis del territorio. Así mismo, a la Alcaldía Municipal de Tona, Santander, por el suministro de información urbanística y normativa, y por su disposición para apoyar procesos de investigación que contribuyen al desarrollo del municipio.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros y amigos, quienes con sus aportes, motivación y compañía hicieron de este camino académico una experiencia enriquecedora y memorable.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2. JUSTIFICACIÓN	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. ESTADO DEL ARTE	16
2. MARCO REFERENCIAL	19
2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.2. MARCO HISTÓRICO	20
2.3. MARCO LEGAL	21
2.4. MARCO CONCEPTUAL	21
2.5. MARCO AMBIENTAL	22
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	24
4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....	27
4.1. PREPARACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS	27
4.2. LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON	28
4.3. PROCESAMIENTO SIG Y ANÁLISIS ESPACIAL.....	29
4.4. INTEGRACIÓN DE RESULTADOS TOPOGRÁFICOS Y FOTOGRAMÉTRICOS.....	29
4.5. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO:	30
4.5.1. REVISIÓN NORMATIVA	30
4.5.2. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO	32
4.6. FASE 2: ANÁLISIS GEOESPACIAL Y NORMATIVO.....	33
4.6.1. OBTENCIÓN Y PREPARACIÓN DE INSUMOS GEOESPACIALES.....	33
4.6.2. ANÁLISIS DE PENDIENTES Y CURVAS DE NIVEL	34
4.6.3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO:	36
4.6.4. ANÁLISIS DE COBERTURAS TERRESTRES	37
4.6.5. ANÁLISIS CARTOGRÁFICO DEL CASCO URBANO	38

<u>5.</u>	<u>RESULTADOS.....</u>	<u>40</u>
5.1.	CONDICIONES NORMATIVAS Y DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.	40
5.2.	EVALUAR LAS CONDICIONES FÍSICAS Y GEOMORFOLÓGICAS DEL TERRENO	42
5.3.	COBERTURAS Y USOS DEL SUELO EN LA VEREDA PALMAR	44
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>47</u>
<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES.....</u>	<u>48</u>
<u>8.</u>	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>49</u>
<u>9.</u>	<u>ANEXOS.....</u>	<u>50</u>

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Ubicación del área de estudio sobre MDE ALOS PALSAR (2011).....	34
Ilustración 2 Mapa de pendientes con curvas de nivel superpuestas para la vereda Palmar. Fuente: ASF EarthData (2011), IGAC, edición propia en QGIS 3.34.9.	36
Ilustración 3 Mapa geomorfológico de la vereda Palmar. Fuente: IGAC, edición propia en QGIS 3.34.9.....	37
Ilustración 4 Cobertura terrestre de la vereda Palmar. Fuente: Esri Living Atlas, edición propia en QGIS 3.34.9.	38
Ilustración 5 Cartografía del casco urbano de la vereda Palmar. Fuente: IGAC, edición propia en QGIS 3.34.9.	39
Ilustración 6 Mapa de pendientes de la vereda Palmar.	43
Ilustración 7 Mapa geomorfológico de la vereda Palmar.	44
Ilustración 8 Distribución de coberturas por tipo. Fuente: Autores	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 2 Clasificación de pendientes según criterios IGAC. Fuente: Autores	35
Tabla 1 Matriz diagnóstica urbanística. Fuente: Autores	40

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de este trabajo es evaluar la viabilidad urbanística, geomorfológica y la gestión del riesgo de un terreno destinado a la construcción de una obra institucional de servicio público en el municipio de Tona, Santander. Esta evaluación surge de la necesidad de proporcionar al municipio espacios adecuados para una Estación de Policía y un Centro de Vida para adultos mayores, dado que actualmente carece de instalaciones adecuadas para estos servicios esenciales.

Para llevar a cabo el estudio, se utilizó una metodología cuantitativa y descriptiva, con un enfoque territorial y técnico. Se realizaron análisis cartográficos, trabajo de campo, procesamiento de información geoespacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), y se revisó la normativa basada en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), así como las regulaciones urbanísticas y los lineamientos para la gestión del riesgo establecidos por la Ley 1523 de 2012. Además, se incluyó un análisis geomorfológico del terreno y se identificaron amenazas naturales y restricciones físicas del predio.

PALABRAS CLAVE. Ordenamiento territorial, geomorfología, SIG, gestión del riesgo, infraestructura social.

INTRODUCCIÓN

La planificación del territorio y el diseño de infraestructuras sociales en áreas rurales requieren un análisis técnico exhaustivo que tenga en cuenta tanto las características físicas del terreno como la normativa vigente. En el contexto del municipio de Tona (Santander), la necesidad de contar con una sede propia para la Estación de Policía y un Centro de Vida para adultos mayores presenta un reto en cuanto a la localización, adecuación del suelo y cumplimiento de las regulaciones legales.

En la actualidad, estas instituciones funcionan en condiciones subóptimas, lo que repercute negativamente en la eficiencia de los servicios que ofrecen y en el bienestar de la población beneficiaria. Ante esta problemática, el municipio ha destinado un terreno público para la posible construcción de estas instalaciones. Sin embargo, es necesaria una evaluación previa que determine la idoneidad del terreno, considerando criterios geomorfológicos, hidrológicos, urbanísticos, catastrales y de riesgo.

Este trabajo de grado se origina como respuesta a esta necesidad, llevando a cabo un análisis integral que combina herramientas de geoinformación, trabajo de campo y revisión normativa. La metodología adoptada permite identificar posibles limitaciones del terreno y ofrecer recomendaciones técnicas para su adecuada planificación.

La investigación se alinea con los principios del desarrollo urbano sostenible, el ordenamiento territorial y la gestión del riesgo, buscando contribuir al fortalecimiento de la infraestructura pública del municipio. Además, apoya el ejercicio profesional de la ingeniería en topografía mediante la aplicación de métodos científicos y tecnológicos orientados a facilitar decisiones espaciales fundamentadas.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Tona, Santander, se encuentra actualmente en una situación crítica frente a la disponibilidad de infraestructura adecuada para la prestación de servicios institucionales esenciales. En este contexto, la Estación de Policía funciona en un inmueble arrendado que limita su capacidad operativa y compromete las condiciones de seguridad tanto para el personal como para la comunidad. De igual manera, la ausencia de un Centro de Vida para el adulto mayor ha dejado a esta población en situación de vulnerabilidad sin un espacio idóneo para su atención integral, lo cual impacta negativamente su calidad de vida.

Ante esta realidad, las autoridades locales han destinado un predio de propiedad municipal para la posible construcción de estas infraestructuras sociales. No obstante, antes de proceder con su desarrollo, es fundamental realizar una evaluación integral que determine la viabilidad del terreno. Dicha evaluación debe contemplar aspectos normativos, físicos, geomorfológicos y ambientales que garanticen una adecuada planificación del proyecto y prevengan futuros conflictos jurídicos, sobrecostos o deficiencias estructurales.

Entre las principales causas que generan incertidumbre sobre la aptitud del lote se encuentra la carencia de estudios técnicos previos y la limitada articulación del análisis territorial con el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). Además, deben contemplarse posibles amenazas naturales, como movimientos en masa,

pendientes inestables o escorrentías superficiales, que podrían representar riesgos significativos para la ejecución y operación de las obras proyectadas.

La ausencia de este análisis riguroso podría llevar a decisiones inadecuadas que comprometan no solo la legalidad y funcionalidad del proyecto, sino también la eficiencia en el uso de recursos públicos y el impacto social positivo que se espera lograr.

En este sentido, resulta imperativo desarrollar un estudio técnico que permita identificar las condiciones óptimas para la localización y diseño de la infraestructura social requerida, mediante el análisis de variables geomorfológicas, hidrológicas, urbanísticas, catastrales y de gestión del riesgo. Solo así será posible asegurar que el proyecto cumpla con las disposiciones normativas vigentes y contribuya efectivamente al bienestar de los habitantes del municipio.

Pregunta de investigación:

¿Cuáles son las condiciones óptimas para la localización y diseño de infraestructura social en el municipio de Tona, considerando factores geomorfológicos, hidrológicos, urbanísticos, catastrales y de gestión del riesgo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La creación de un proyecto social en el municipio de Tona es una necesidad reconocida debido a la carencia de infraestructura adecuada para estos servicios en el centro urbano. Disponer de espacios propios permitirá aumentar la seguridad, asegurar un servicio policial más efectivo y ofrecer a la población adulta mayor un lugar digno para su bienestar y atención. Esto ayudará a fortalecer la infraestructura social del municipio y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Sin embargo, antes de llevar a cabo este proyecto, es esencial evaluar la viabilidad del terreno destinado para tal fin, garantizando que cumpla con la normativa urbanística vigente y que sus condiciones sean apropiadas para la construcción. Este análisis permitirá verificar si el lote satisface los requisitos establecidos en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y otras regulaciones pertinentes, evitando así futuras limitaciones legales o problemas estructurales.

Además, la evaluación del terreno incluirá un estudio sobre la gestión del riesgo, considerando aspectos como la estabilidad del suelo, la vulnerabilidad a amenazas naturales y la accesibilidad del área. Esto asegurará que la ubicación seleccionada sea segura y adecuada para ofrecer estos servicios esenciales.

Desde una perspectiva territorial, este análisis contribuirá a una planificación adecuada del municipio, garantizando un uso eficiente del suelo y promoviendo un desarrollo urbano organizado y sostenible.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la viabilidad urbanística, geomorfológica y la gestión del riesgo del terreno destinado a la construcción de una infraestructura social en el municipio de Tona, a través de un estudio normativo y territorial, para determinar si se cumplen las condiciones requeridas para su desarrollo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar el marco normativo actual, que incluye el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y otras regulaciones relevantes, para evaluar la viabilidad urbanística del terreno destinado al proyecto.
- Analizar las condiciones geomorfológicas y los riesgos naturales y antrópicos del sitio, identificando posibles restricciones o limitaciones que puedan influir en la estabilidad y seguridad de la construcción.
- Establecer la idoneidad del lote para una infraestructura social, formulando recomendaciones que faciliten su correcta planificación y ejecución.

1.4. ESTADO DEL ARTE

Para evaluar de forma completa terrenos destinados a proyectos de infraestructura social, es necesario un enfoque que combine diferentes áreas del conocimiento. Esto incluye aspectos legales y normativos, las características del terreno (su forma, cómo se mueve el agua en él), información sobre la propiedad y cómo se maneja el riesgo.

En este sentido, varios estudios e informes técnicos han sido muy útiles para guiar investigaciones sobre cómo organizar el territorio en zonas rurales, como es el caso del municipio de Tona en Santander.

Un documento clave es el Manual de Especificaciones Técnicas para la Formación, Actualización y Conservación del Catastro del IGAC (2018). Este manual detalla los requisitos técnicos y legales para definir las características de los predios, lo cual es fundamental para saber quién es el dueño, qué se puede construir en ellos y cómo se relacionan con el plan de ordenamiento territorial del municipio.

Además, el Decreto 1077 de 2015 (actualizado en 2020 por el Ministerio de Vivienda) establece las normas técnicas para edificios, incluyendo dónde se pueden ubicar, qué tan accesibles deben ser y el cumplimiento de las regulaciones urbanísticas y de construcción. Estos son puntos esenciales al evaluar terrenos para infraestructura pública.

Respecto al análisis de peligros naturales, Ramírez y Ospina (2021) sugieren usar Sistemas de Información Geográfica (SIG) para evaluar los riesgos relacionados con el agua. Su estudio en el Tolima muestra cómo los SIG ayudan a juntar información del terreno y factores físicos que afectan la exposición y la vulnerabilidad de un lugar.

Por otro lado, Hernández y Torres (2019) unieron el análisis de la forma del terreno y el comportamiento del agua en laderas para mejorar la planificación territorial. Al delimitar diferentes tipos de relieve y estudiar cómo el agua fluye, demostraron lo importantes que son estos elementos para la estabilidad del suelo y la viabilidad de proyectos en áreas montañosas.

De manera similar, Torres y Castillo (2021) utilizaron metodologías SIG para evaluar peligros de origen geológico e hídrico en zonas montañosas de Ecuador, creando mapas que indican la aptitud del terreno y los riesgos. Este método se puede aplicar en zonas rurales con características geográficas parecidas a las de Tona.

En cuanto a la sostenibilidad urbana y la gestión del suelo, el CONPES 3859 (2017) propone directrices para una política general de uso del suelo en Colombia. Este documento subraya la necesidad de vincular los análisis técnicos con los planes locales, como el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), para lograr un desarrollo territorial sostenible.

Gómez y Sánchez (2020) revisaron la legislación urbana en Latinoamérica y destacaron cómo el cumplimiento de las normas y una planificación cuidadosa afectan directamente la viabilidad legal y técnica de los proyectos.

En la práctica, Fernández y López (2019) presentaron un estudio en Argentina donde analizaron la viabilidad de infraestructuras públicas en zonas de riesgo, combinando el análisis hidrológico y el marco legal. Su trabajo resalta la importancia de hacer un diagnóstico técnico antes de construir obras públicas en áreas propensas a sufrir desastres.

Finalmente, la investigación de Rojas y Quispe (2023) sobre cómo modelar la geomorfología en el altiplano boliviano, demuestra que los SIG son útiles para identificar áreas adecuadas para el desarrollo urbano y para prevenir problemas causados por las condiciones físicas del terreno.

En resumen, todos estos antecedentes apoyan la idea de que es necesario realizar un análisis técnico detallado del terreno en Tona. Este análisis debe incluir el uso de SIG, considerar la geomorfología, la normativa vigente y la evaluación de riesgos, todo con el objetivo de asegurar que el proyecto de infraestructura social sea viable y beneficie a la comunidad.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco Teórico

El análisis de viabilidad de terrenos para la localización de infraestructura social requiere la articulación de diversos enfoques disciplinares.

En la ingeniería en topografía, la caracterización física del terreno constituye un aspecto esencial para garantizar la seguridad, funcionalidad y sostenibilidad de las obras proyectadas. De acuerdo con Lillesand, Kiefer y Chipman (2015), la teledetección y el análisis geoespacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten obtener información detallada de variables físicas como la altimetría, pendientes, drenajes y coberturas del suelo, aspectos que son determinantes en la planificación territorial.

En este contexto, la geomorfología se constituye en una herramienta clave. Según Summerfield (2014), el estudio geomorfológico permite identificar procesos de origen natural, como deslizamientos, erosión y escorrentías, que pueden condicionar la aptitud de un terreno para la construcción. De igual forma, la incorporación de información catastral y normativa urbanística favorece la toma de decisiones integrales, al vincular lo físico con lo legal y territorial.

En el caso del municipio de Tona, la integración de estas herramientas permite no solo evaluar la idoneidad del predio de estudio, sino también sentar las bases para un ordenamiento territorial que minimice riesgos, optimice recursos y favorezca el bienestar de la población.

2.2. Marco Histórico

En Colombia, los procesos de planificación territorial han evolucionado en el marco de la legislación moderna, particularmente desde la promulgación de la Ley 388 de 1997, que sentó las bases para los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) como instrumentos de gestión del suelo urbano y rural. A partir de esta normativa, se han implementado diferentes mecanismos de integración de la gestión del riesgo y la planificación urbana, en concordancia con la Ley 1523 de 2012, que establece la política nacional de gestión del riesgo de desastres.

En el departamento de Santander, y particularmente en el municipio de Tona, se han identificado antecedentes relacionados con la vulnerabilidad a procesos geodinámicos como deslizamientos y avenidas torrenciales, que han afectado tanto la conectividad vial como la seguridad de los asentamientos rurales. Un ejemplo de ello ocurrió en septiembre de 2012, cuando un evento de remoción en masa obligó al cierre de la vía entre Bucaramanga y Tona (Vanguardia, 2012). Estos antecedentes evidencian la importancia de considerar criterios geomorfológicos y de riesgo en los procesos de localización de infraestructura social.

En términos académicos, investigaciones recientes han destacado el uso de información satelital y modelos digitales de elevación como herramientas eficaces para caracterizar el territorio y orientar la planificación. El acceso a productos como el MDE ALOS PALSAR (Alaska Satellite Facility, 2011), con resolución de 10 metros, permite realizar análisis detallados de pendientes, drenajes y relieve, aspectos que resultan clave para evaluar la aptitud de los terrenos en zonas con alto riesgo geomorfológico.

2.3. Marco Legal

El desarrollo de infraestructura social en Colombia debe ceñirse a la normatividad vigente en materia de ordenamiento territorial, urbanismo y gestión del riesgo. La Ley 388 de 1997 establece los instrumentos para la planificación y el desarrollo territorial, definiendo los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) como marco orientador de las intervenciones urbanísticas.

Por su parte, la Ley 1523 de 2012 adopta la política nacional de gestión del riesgo, obligando a que los proyectos de infraestructura incorporen análisis de amenazas y vulnerabilidades. Asimismo, la Ley 99 de 1993 organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), definiendo competencias en materia de protección de recursos naturales y licenciamiento ambiental.

El Decreto 1077 de 2015, compila la normativa del sector vivienda, ciudad y territorio, estableciendo directrices para los procesos de urbanismo y construcción, mientras que la Norma Sismo Resistente NSR-10 (República de Colombia, 2010) establece los parámetros técnicos para el diseño y construcción de edificaciones en el país.

En el caso particular de Tona, la aplicación de estas normas resulta fundamental para garantizar que los proyectos de infraestructura sean seguros, sostenibles y acordes con la legislación nacional.

2.4. Marco Conceptual

Aptitud del suelo: Capacidad que presenta un terreno para soportar determinados usos o actividades, considerando variables físicas, normativas y ambientales (IGAC, 2012).

Zonificación de riesgos: Proceso de delimitación territorial que identifica áreas expuestas a amenazas naturales o antrópicas, con el fin de orientar el uso del suelo y la gestión del riesgo (UNGRD, 2015).

Cobertura del suelo: Clasificación temática de la superficie terrestre, que describe el uso actual y la ocupación del territorio, permitiendo analizar dinámicas de cambio y sus impactos ambientales (Esri, 2023).

Geomorfología: Ciencia que estudia las formas del relieve terrestre, sus procesos de formación y evolución, y su relación con la actividad humana (Summerfield, 2014).

Teledetección: Técnica que permite adquirir información de la superficie terrestre a través de sensores remotos, sin necesidad de contacto directo, empleada en estudios ambientales, urbanos y topográficos (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2015).

2.5. Marco Ambiental

El componente ambiental resulta esencial en la evaluación de la viabilidad de proyectos de infraestructura social. La Ley 99 de 1993 establece el marco general de protección ambiental en Colombia, creando el Ministerio de Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA). En el ámbito regional, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) es la autoridad ambiental competente, y su Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR 2020–2031) establece lineamientos de conservación, restauración y uso sostenible del territorio.

En el municipio de Tona, es prioritario considerar la afectación potencial de recursos como el agua, el suelo y la biodiversidad, dado que la zona presenta ecosistemas estratégicos que cumplen funciones de regulación hídrica y estabilidad de laderas. La incorporación de criterios ambientales en la planificación de infraestructura permite no solo mitigar impactos negativos, sino también fortalecer la resiliencia socio ecológica del territorio.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación adopta un enfoque mixto, integrando metodologías cuantitativas y cualitativas para la caracterización y evaluación de las condiciones físicas, normativas, urbanas y geoespaciales de un predio en el municipio de Tona, Santander, destinado a la construcción de infraestructura social.

El componente cuantitativo se centró en la medición de variables topográficas (pendientes, altimetría, curvas de nivel, distancias) mediante herramientas cartográficas y geoespaciales. El enfoque cualitativo se aplicó para interpretar el contexto normativo, las restricciones urbanas, la clasificación del suelo y los escenarios geomorfológicos inherentes al predio.

En cuanto al tipo de investigación, esta se clasifica como exploratoria, correlacional y explicativa:

Exploratoria: Por el análisis de una situación territorial específica no documentada previamente con profundidad.

Correlacional: Al identificar relaciones entre variables físicas del terreno (ej. pendiente, relieve) y restricciones normativas (ej. uso del suelo, retiros).

Explicativa: Por la búsqueda de las causas determinantes de la aptitud del terreno, basadas en criterios geotécnicos, normativos y de riesgo.

El método empleado fue la observación directa y el análisis técnico, sustentado en trabajo de campo, revisión documental, procesamiento geoespacial y diagnóstico cartográfico. Las técnicas principales fueron geoespaciales, utilizando herramientas como QGIS y ArcGIS, modelos digitales de elevación (MDT), imágenes satelitales y cartografía base del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

El proceso metodológico se estructuró en dos fases:

Fase 1: Recolección de información y diagnóstico

Revisión normativa: Análisis documental del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), Ley 388 de 1997, Ley 1523 de 2012, Decreto 1077 de 2015 y lineamientos del IGAC.

Identificación del predio: Verificación de coordenadas, clasificación del suelo, estado catastral y delimitación física mediante cartografía oficial.

Trabajo de campo: Reconocimiento visual, levantamiento topográfico y observación de condiciones superficiales del área de estudio.

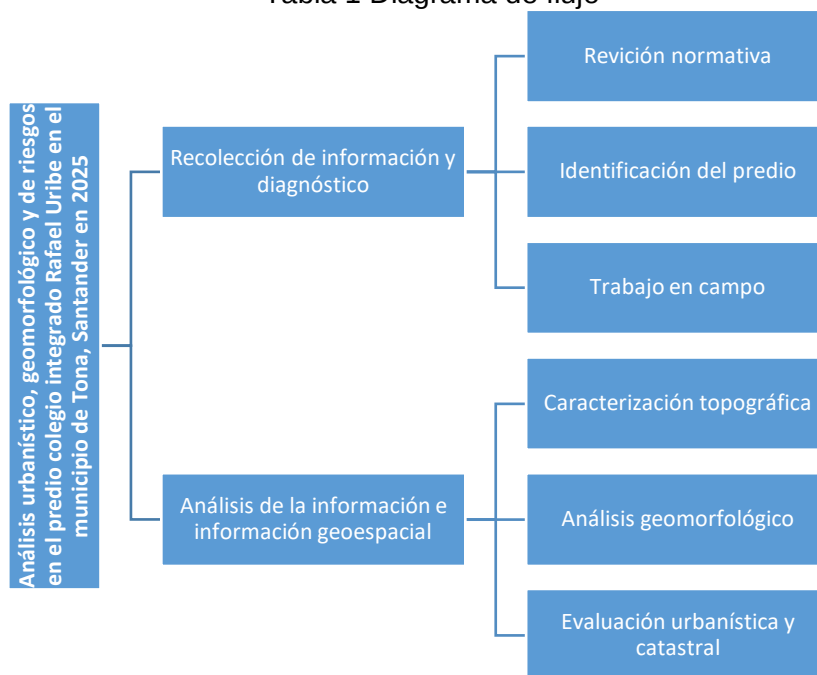
Fase 2: Análisis de la información e información geoespacial

Caracterización topográfica: Cálculo de pendientes, alturas, curvas de nivel y perfiles del terreno a partir de MDT.

Análisis geomorfológico: Identificación de unidades de relieve, procesos erosivos, escorrentías superficiales y riesgo de inestabilidad.

Evaluación urbanística y catastral: Análisis de uso del suelo, accesibilidad vial, disponibilidad de servicios públicos y retiros normativos.

Tabla 1 Diagrama de flujo



4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Preparación y Recolección de Datos

Se ejecutó un levantamiento GNSS en modo RTK y estático con receptores ALLYNAB R26L, estableciendo puntos de control GPS-ST-138 y GPS-01 para garantizar precisión centimétrica.

Se obtuvieron 385 puntos georreferenciados para modelado 3D. Además, se revisaron coberturas de uso del suelo, cartografía del IGAC y normativa local (EOT de Tona, Ley 388/97, Ley 1523/12).

Imagen	Descripción
	Operador preparando el equipo GNSS sobre un punto de control para el levantamiento.
	Vista cercana del jalón y la base utilizada para materializar un punto de control GNSS realizando estáticos.
	Base armada sobre el GPS-ST-138

			Estructura urbana. Ubicación específica del proyecto.
			Operador fijando los puntos de control terrestre para vuelo fotogramétrico.

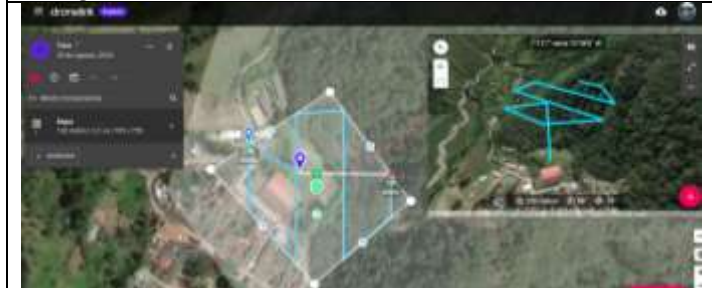
4.2. Levantamiento Fotogramétrico con Dron

Se utilizó un dron Mavic Air 2S (sensor FC3411 de 20 MP) siguiendo un patrón de cuadrícula aérea para cubrir 4,177 ha con un GSD promedio de 2.46 cm.

El procesamiento de las 34 imágenes en Pix4D v4.4.12 logró calibrar el 100% de los fotogramas utilizando cinco puntos de control terrestre (GCPs),

Obteniendo un error RMS medio de 0.038 m que garantiza alta precisión en el ortomosaico.

Se generaron un modelo 3D texturizado, un DSM y una ortofoto georreferenciada a una resolución de 2 cm/píxel para el análisis de pendientes y validación del terreno.

Imagen	Descripción
	Planificación de vuelo fotogramétrico con el software Dronelink.

	Ortomosaico generada a partir de levantamiento fotogramétrico con dron Mavic Air 2S (resolución 2cm/pixel)
---	---

4.3. Procesamiento SIG y Análisis Espacial

A partir del ortomosaico y el modelo digital de elevación se elaboraron curvas de nivel, mapas de pendientes, coberturas de uso del suelo y la delimitación de unidades geomorfológicas.

Las pendientes se clasificaron según el IGAC: <6 % como áreas aptas para edificación, 6–12 % como aptas con restricciones moderadas y >25 % como zonas de riesgo y protección ambiental.

El análisis de riesgos identificó taludes susceptibles a erosión y deslizamiento en laderas adyacentes, recomendando obras de drenaje y manejo de escorrentía.

4.4. Integración de Resultados Topográficos y Fotogramétricos

El modelo 3D terrestre se validó con el ortomosaico obtenido con dron, coincidiendo en ± 4 cm de precisión.

Se generó un plano final a escala 1:500 que integró las capas de red vial, pendientes, usos del suelo y puntos de control GNSS.

Las zonas de menor pendiente (<12 %) se consideraron aptas para infraestructura educativa y social, cumpliendo con la normativa local de uso de suelo.

4.5. Recolección de información y diagnóstico:

4.5.1. Revisión normativa

La sección 2.3.4 del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Tona (2002) describe las características de la cabecera municipal, aspectos que resultan fundamentales para evaluar la viabilidad del predio de estudio en la vereda Palmar. Dicho documento establece que el casco urbano concentra los usos residenciales, institucionales y de servicios, lo cual valida la pertinencia de proyectar en este sector equipamientos sociales como una Estación de Policía o un Centro de Vida para el adulto mayor.

El EOT también advierte que la expansión urbana se encuentra condicionada por la topografía montañosa y las pendientes pronunciadas que rodean el núcleo urbano. Esta restricción hace evidente la necesidad de realizar un análisis geomorfológico detallado, con el fin de garantizar la estabilidad y seguridad de las futuras construcciones.

En cuanto a los servicios públicos, se señala que la cabecera municipal dispone de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica, condiciones básicas necesarias para la localización de equipamientos institucionales. Sin embargo, la continuidad y capacidad de estos servicios deben verificarse frente a la demanda que generará la nueva infraestructura.

Adicionalmente, el EOT define como nodo de referencia institucional al Colegio Integrado Rafael Uribe, ubicado en la Calle 9 entre Carreras 3 y 4 del casco urbano. Este equipamiento educativo, situado en una zona estratégica, constituye un ejemplo de cómo se articula la actividad institucional con dinámicas sociales,

culturales y de servicios, lo cual resulta pertinente como marco de análisis comparativo respecto al predio de la vereda Palmar.

Zona de Actividad Institucional (ZAI)

Definición y localización: Corresponde a áreas identificadas por el tipo de actividades que en ellas se desarrollan y por el impacto que generan en su entorno, incluyendo la administración municipal, centros educativos, edificaciones de salud y otros servicios. En Tona, esta zona se estructura desde el parque principal hasta el Colegio Integrado Rafael Uribe, en un sector de topografía plana, con servicios básicos y vías pavimentadas.

Usos específicos del suelo: Para las áreas de actividad institucional se reconocen usos principales, complementarios, compatibles y restringidos, definidos en el marco del EOT.

Usos Principales:	Instituciones, grupo1 (Colegios y escuelas, iglesia, dispensario de salud); Recreativos, grupo 1 (Parques y zonas verdes);
Usos Compatibles:	Vivienda unifamiliar, bifamiliar, Comercio tipo A, grupo 1 y 2 (Alimentos y bebidas de consumo diario, farmacéuticos, artículos variados, librería y papelería); Comercio tipo B (Salón de Belleza, cafeterías, fuentes de soda, floristerías). Pequeña industria, grupo 1; Comercio Tipo A, grupo 3); Recreativos, grupos 2 (centros deportivos, parques).
Usos Condicionados:	Pequeña industria, grupo 2; Mediana industria, grupo 1.
Usos Prohibidos:	Industria, minería.

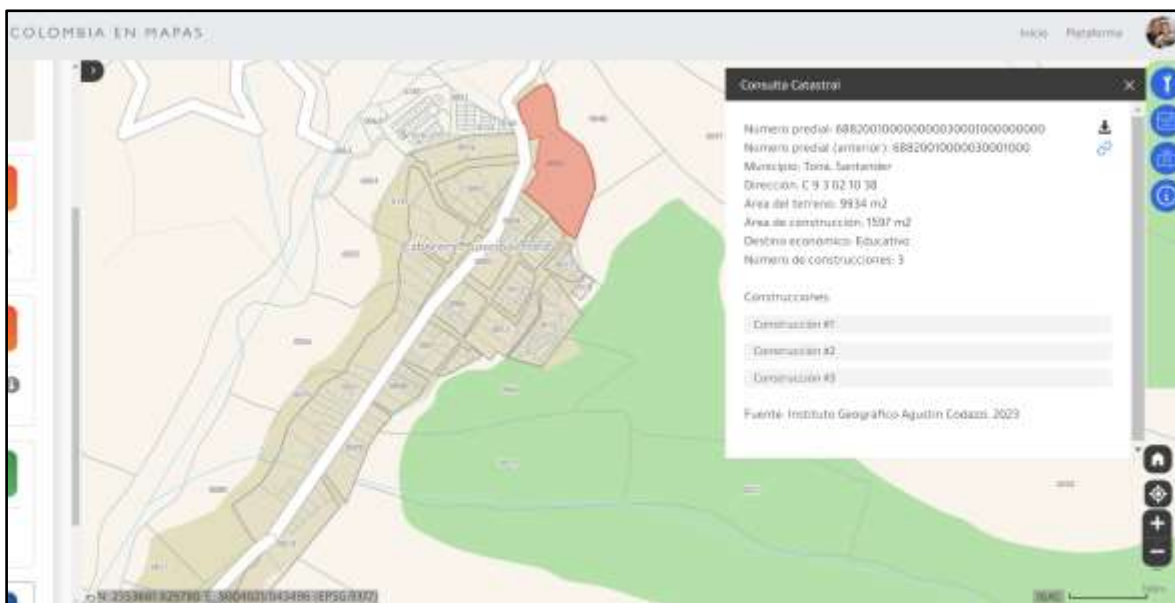
4.5.1.1 Tratamientos urbanísticos en áreas desarrolladas

El EOT establece tres tratamientos para áreas urbanas consolidadas: conservación, rehabilitación y redesarrollo. En el caso del Colegio Integrado Rafael Uribe y su entorno inmediato (ZAI), aplica el Tratamiento de Conservación, lo que implica:

- Mantener el uso actual de carácter institucional educativo.
- Preservar la infraestructura existente en armonía con la estructura urbana.

- Garantizar compatibilidad y articulación con otros equipamientos institucionales cercanos, como la Casa de la Cultura, el centro de salud y la iglesia.

4.5.2. Identificación del predio



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), consulta catastral 2023

El predio objeto de estudio corresponde al lote registrado bajo los siguientes datos catastrales:

- Número predial: 68820010000030001000 (anterior: 688200100000300011000)
- Municipio: Tona, Santander
- Dirección: Calle 9 # 3-02, Barrio Centro
- Área del terreno: 9.934 m²
- Área construida: 1.597 m²
- Destino económico: Educativo
- Número de construcciones registradas: 3

4.6. Fase 2: Análisis geoespacial y normativo

4.6.1. Obtención y preparación de insumos geoespaciales.

Para el análisis de la vereda Palmar se emplearon modelos digitales de elevación (MDE) descargados desde el portal EarthData de la Alaska Satellite Facility (ASF), correspondientes al satélite ALOS PALSAR (2011). Este sistema de radar de apertura sintética (SAR) permite obtener imágenes de alta resolución espacial (10 m) independientemente de la iluminación solar, lo que facilita la detección precisa de la morfología del terreno.

La información fue procesada en QGIS 3.34.9, recortando el área de estudio según los límites oficiales de la vereda Palmar, establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Todo el material cartográfico fue proyectado en el sistema MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste (EPSG: 3115) para garantizar precisión métrica.

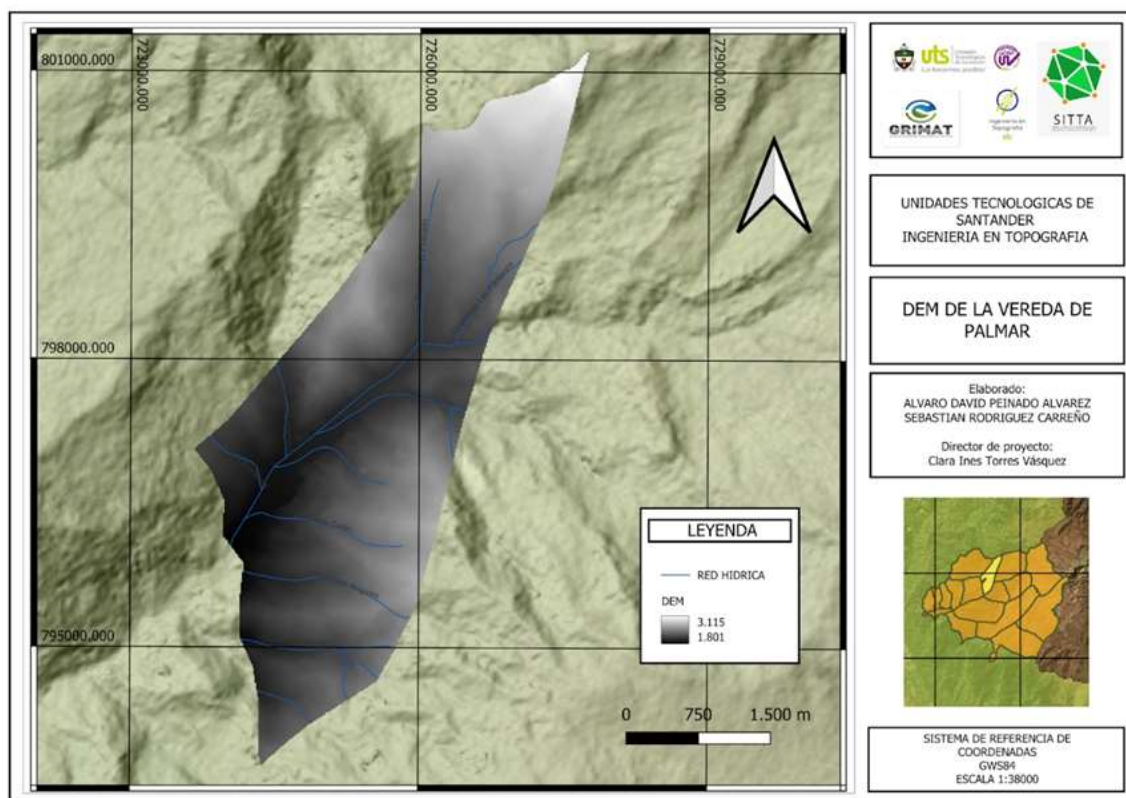


Ilustración 1 Ubicación del área de estudio sobre MDE ALOS PALSAR (2011).

4.6.2. Análisis de pendientes y curvas de nivel.

A partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) del satélite ALOS PALSAR (2011), con resolución espacial de 10 metros y procesado mediante radar de apertura sintética (SAR), se generaron las pendientes y las curvas de nivel para la vereda Palmar. El procesamiento se realizó en QGIS 3.34.9, recortando la información a los límites oficiales de la vereda según el IGAC.

Las curvas de nivel se generaron con un intervalo equidistante de 30 metros, sirviendo como referencia altimétrica para interpretar el relieve y validar el cálculo de pendientes.

El mapa de pendientes se clasificó según los rangos establecidos por el IGAC para estudios de aptitud constructiva:

Tabla 2 Clasificación de pendientes según criterios IGAC. Fuente: Autores

Rango de pendiente	Clase
0–2%	Muy plana
2–6%	Plana
6–12%	Moderada
12–25%:	Inclinada
>25%	Muy inclinda

El análisis evidencia que las zonas de menor pendiente (<6%) se concentran principalmente en el sector del casco urbano, mientras que las áreas de alta pendiente (>25%) corresponden a laderas y espinazos, con alta susceptibilidad a procesos erosivos.

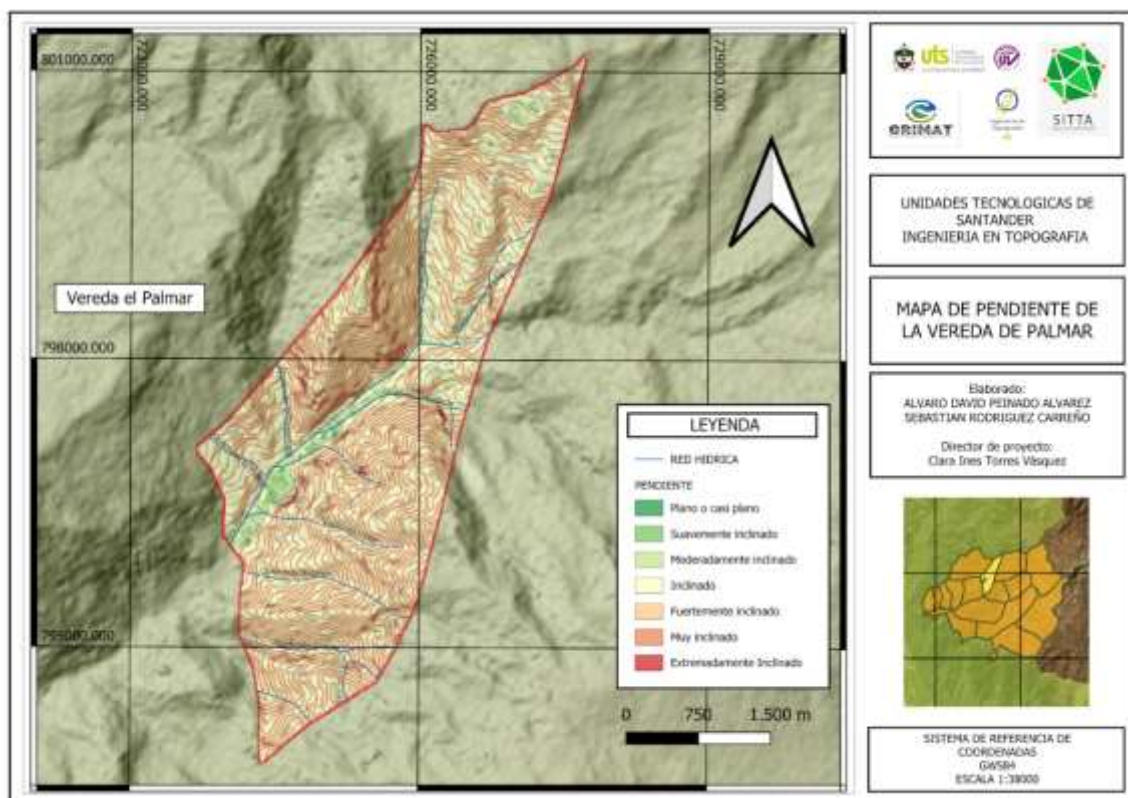


Ilustración 2 Mapa de pendientes con curvas de nivel superpuestas para la vereda Palmar.
Fuente: ASF EarthData (2011), IGAC, edición propia en QGIS 3.34.9.

4.6.3. Análisis geomorfológico:

La cartografía geomorfológica se obtuvo del portal Colombia en Mapas del IGAC, recortada a la zona de interés. Se identificaron las siguientes unidades: espinazos y escarpes, filas y vigas, filas con crestones y escarpes, glacís y lomas/colinas.

Las zonas de espinazos y escarpes presentan mayor susceptibilidad a procesos erosivos y desprendimientos, mientras que los glacís y zonas adyacentes a la red hídrica muestran un riesgo moderado de acumulación de agua y erosión por escorrentía.

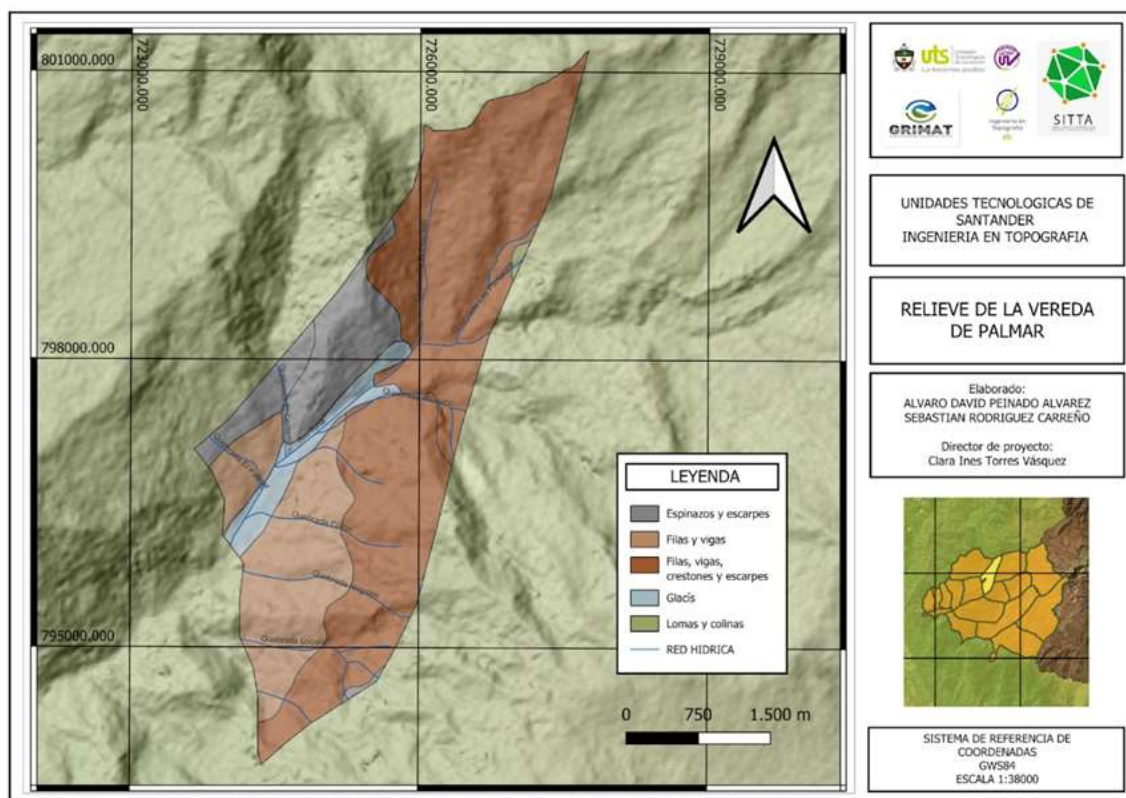


Ilustración 3 Mapa geomorfológico de la vereda Palmar. Fuente: IGAC, edición propia en QGIS 3.34.9.

4.6.4. Análisis de coberturas terrestres.

Se descargaron coberturas del portal ArcGIS Living Atlas, mosaico 18N, correspondientes a la “Cobertura Terrestre de Esri”. La información fue procesada y recortada en QGIS 3.34.9 para la vereda Palmar.

Se identificaron seis categorías principales: agua, cobertura arbórea, áreas construidas, nieve/hielo, vegetación inundada y cultivos. La mayor cobertura corresponde a vegetación arbórea y cultivos, evidenciando un uso agroforestal predominante.

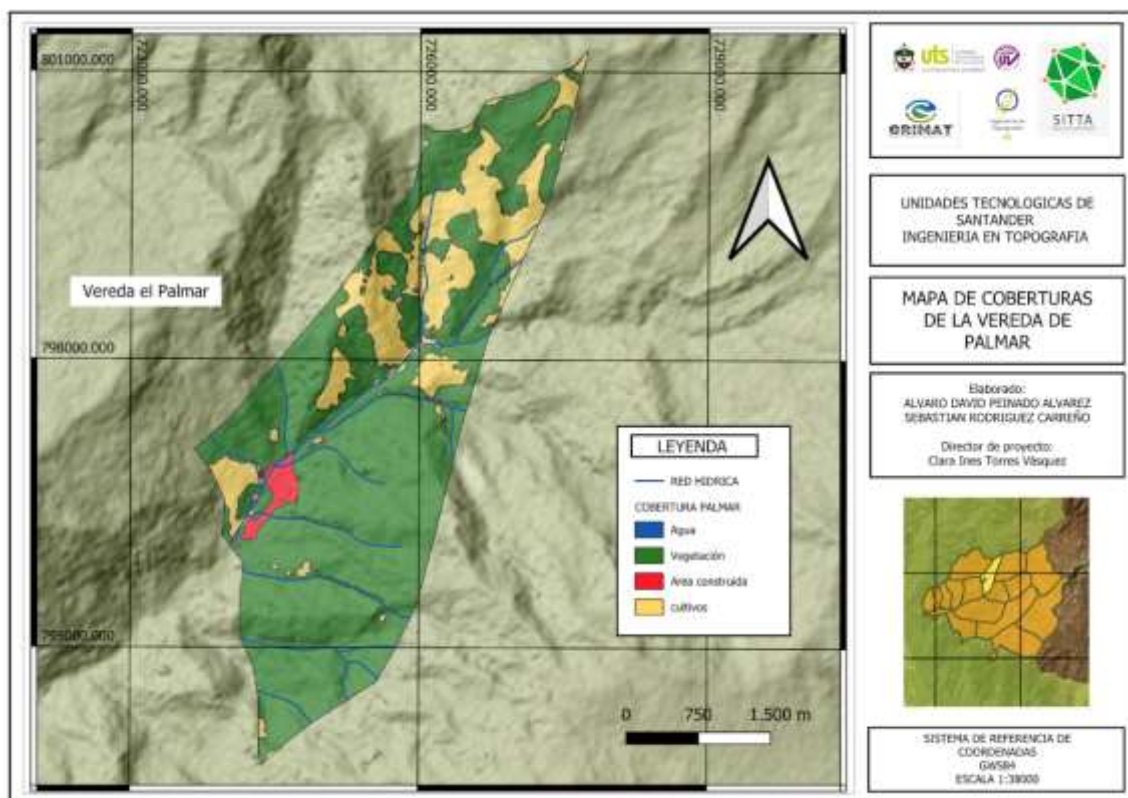


Ilustración 4 Cobertura terrestre de la vereda Palmar. Fuente: Esri Living Atlas, edición propia en QGIS 3.34.9.

4.6.5. Análisis cartográfico del casco urbano.

La cartografía base del casco urbano fue obtenida desde el portal Colombia en Mapas del IGAC, recortada al área de estudio. El mapa detalla manzanas, edificaciones, red vial y red hídrica, permitiendo observar un patrón de ocupación lineal adaptado a la topografía.

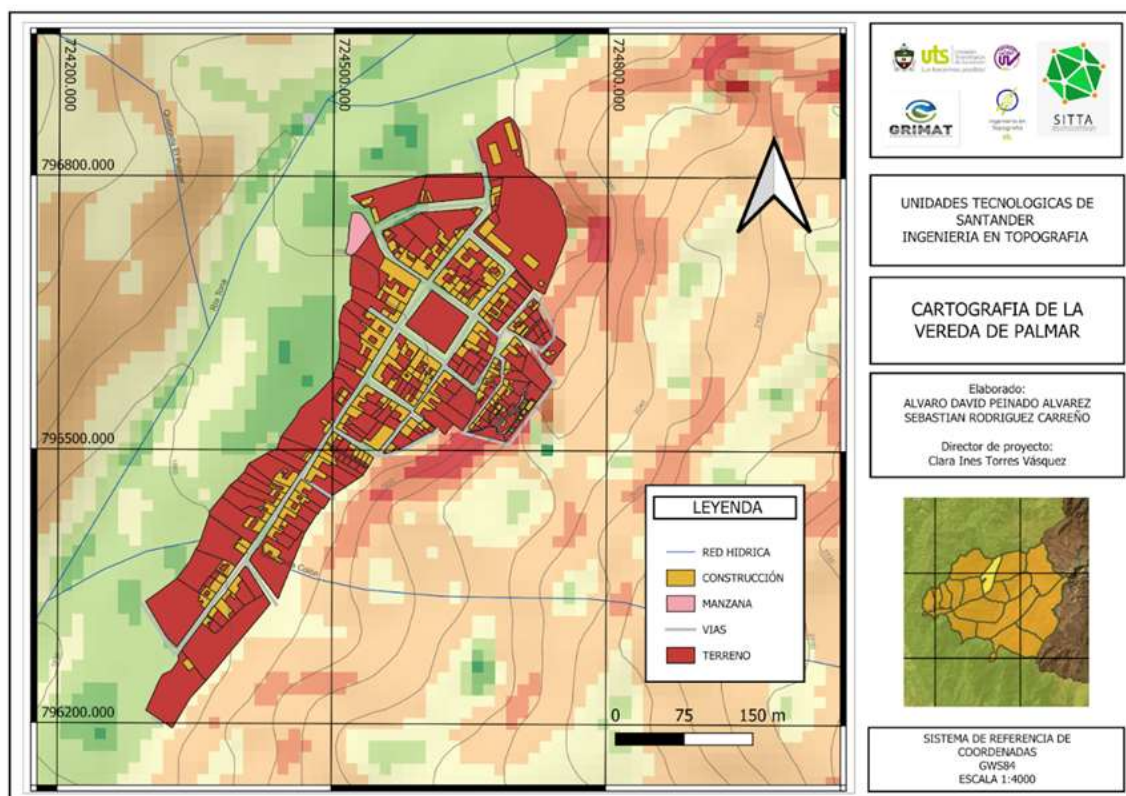


Ilustración 5 Cartografía del casco urbano de la vereda Palmar. Fuente: IGAC, edición propia en QGIS 3.34.9.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación corresponden al análisis normativo, geomorfológico, geoespacial y cartográfico realizado en la vereda Palmar del municipio de Tona, Santander. Dichos hallazgos permiten evaluar la viabilidad del predio destinado a infraestructura social, considerando tanto las condiciones físicas como las normativas y de riesgo.

5.1. Condiciones normativas y de planificación territorial.

El análisis normativo, basado en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Tona (2002), permitió identificar que la cabecera municipal concentra los usos residenciales, institucionales y de servicios, lo que respalda la localización de equipamientos sociales en este sector.

La siguiente matriz fue elaborada a partir de la normativa urbanística vigente (EOT de Tona) y observaciones directas en campo, con el fin de diagnosticar las condiciones actuales del Colegio Integrado Rafael Uribe y proponer lineamientos de mejora alineados con los objetivos del proyecto.

Tabla 3 Matriz diagnóstica urbanística. Fuente: Autores

Eje de análisis	Situación actual	Problemas identificados	Norma aplicable (EOT)	Propuesta urbanística / Responsable
Tratamiento urbanístico	Zona de Actividad Institucional (ZAI). Uso principal educativo. Tratamiento: Conservación.	Posible presión de usos no compatibles (comercio informal, talleres).	Art. 38 y 40 EOT – ZAI. Usos principales y compatibles.	Mantener uso educativo y permitir solo compatibles (papelerías, librerías, cafetería escolar). Control municipal sobre actividades de

				alto impacto. / Alcaldía – Secretaría de Planeación.
Usos del suelo circundante	Mezcla de residencial, comercio de bajo impacto y servicios institucionales.	Riesgo de saturación de usos mixtos: ruido e invasión de espacio público.	Art. 40 EOT – Compatibilida des de ZAI.	Ordenar el comercio menor y promover uso complementario regulado. Incentivar vivienda compatible para docentes/estudia ntes. / Inspección de Policía – Planeación.
Espacio público	Cercanía al parque principal pero déficit de andenes amplios y zonas verdes inmediatas.	Andenes angostos y ocupación por estacionamien to y comercio.	Art. 64 EOT – Definición de espacio público.	Ampliación de andenes, arborización y señalización. Crear microparque escolar como amortiguación. / Alcaldía – Planeación – Secretaría de Obras.
Movilidad y accesibilid ad	Acceso por Carrera 4 (principal), Carrera 3 y Calle 9.	Congestión en horas pico. Falta de bahías de ascenso/desce nso y poca señalización.	Art. 56 EOT – Sistema vial. Jerarquizació n vial.	Implementar Plan de Movilidad Escolar: bahías, rutas seguras, reductores de velocidad, señalización peatonal. / Tránsito Municipal – Secretaría de Educación.
Integració n urbana	Núcleo institucional junto a Casa de la Cultura, iglesia y centro de salud.	Débil articulación con corredores peatonales y culturales.	Art. 40 EOT – Zona de Actividad Institucional.	Consolidar corredor educativo– cultural (colegio – Casa de la Cultura – parque

				principal). / Alcaldía – Secretaría de Cultura y Educación.
Estado físico–urbanístico	Infraestructura en uso pero con carencias en accesibilidad universal y espacios recreativos internos.	Déficit de rampas, señalética y zonas verdes internas.	Ley 361 de 1997 y normas de accesibilidad.	Incorporar adecuaciones de accesibilidad y más áreas verdes escolares. / Secretaría de Educación – Rectoría.
Proyección urbana (visión 2025–2035)	Colegio como equipamiento central del municipio.	El crecimiento poblacional puede saturar la capacidad actual.	Art. 13 EOT – Objetivos del ordenamiento territorial.	Ampliar progresivamente la infraestructura educativa e incluirla en el Plan Maestro de Equipamientos Educativos. / Alcaldía – Gobernación – Ministerio de Educación.

La articulación entre el marco normativo y las condiciones territoriales identificadas valida la pertinencia de desarrollar infraestructura de carácter social, particularmente la Estación de Policía y el Centro de Vida para el adulto mayor. Esta orientación no solo responde a las demandas actuales de seguridad y bienestar de la población, sino que también contribuye al cumplimiento de los objetivos de planificación y desarrollo urbano sostenible del municipio.

5.2. Evaluar las condiciones físicas y geomorfológicas del terreno

El análisis de pendientes evidenció que el área del casco urbano presenta condiciones favorables, con valores inferiores al 12%. Sin embargo, en las laderas

adyacentes se registran pendientes superiores al 25%, lo cual incrementa la susceptibilidad a procesos erosivos, de remoción en masa y escorrentía.

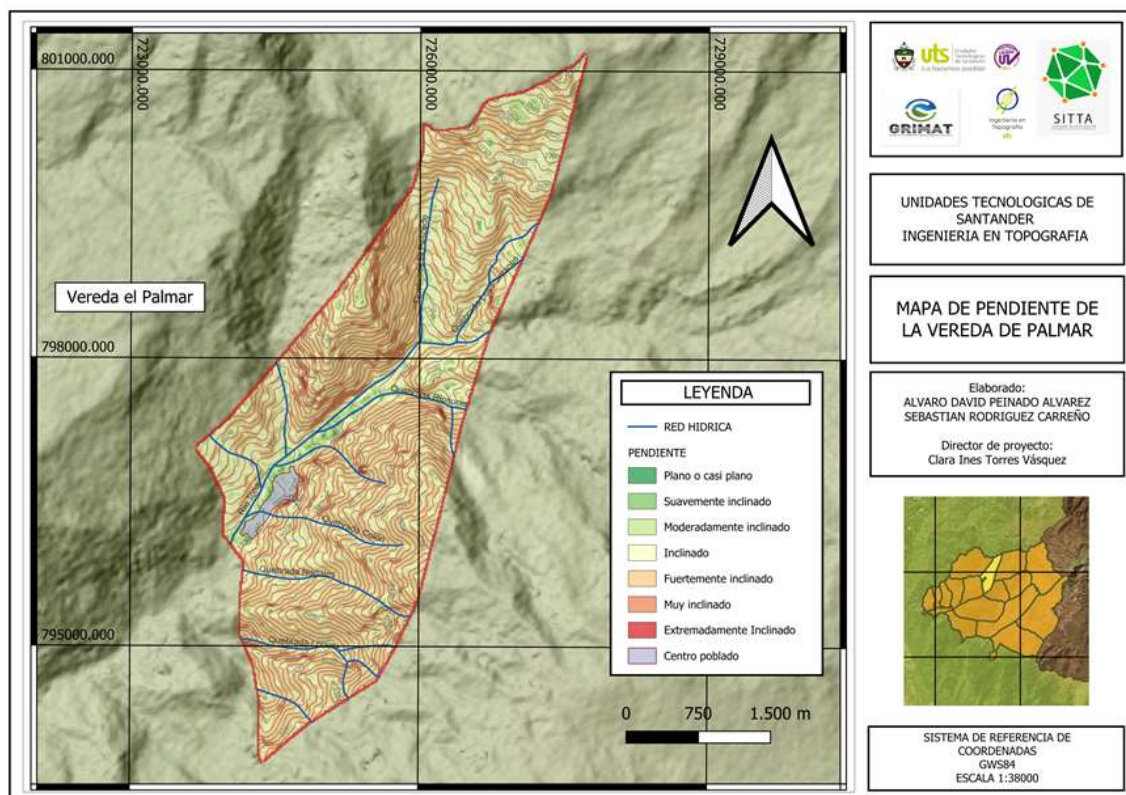


Ilustración 6 Mapa de pendientes de la vereda Palmar.

Asimismo, El análisis geomorfológico evidenció que el casco urbano de la vereda Palmar se encuentra principalmente sobre unidades de filas y vigas y en sectores de glacés coluviales. Estas unidades se caracterizan por presentar pendientes moderadas a fuertes y procesos de acumulación superficial que, aunque permiten cierto grado de urbanización, generan riesgo medio a alto de inestabilidad y escorrentía.

La ubicación del casco urbano sobre estas unidades geomorfológicas implica que, si bien el predio de estudio presenta áreas potencialmente aptas para la construcción, será necesario incorporar en la planificación estrategias de manejo de aguas lluvias y control de erosión. Estas medidas resultan fundamentales para

reducir la vulnerabilidad del terreno frente a procesos de remoción en masa y garantizar la seguridad de la infraestructura social proyectada.

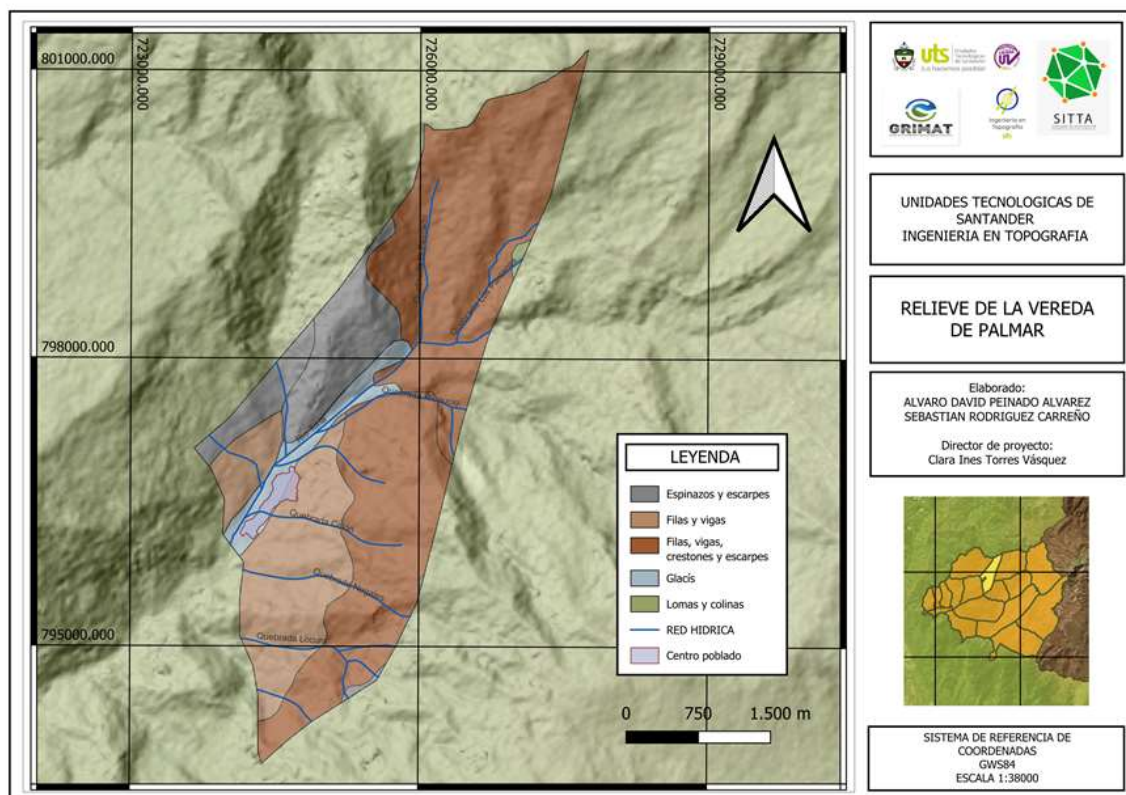


Ilustración 7 Mapa geomorfológico de la vereda Palmar.

5.3. Coberturas y usos del suelo en la vereda Palmar

El análisis de coberturas de la vereda Palmar evidencia un claro predominio de la vegetación arbórea, que ocupa más de 928 hectáreas, seguida de los cultivos con aproximadamente 250 hectáreas. Estas cifras confirman la vocación rural y agropecuaria del territorio, donde los ecosistemas naturales aún mantienen un peso significativo en la estructura ambiental de la zona. La importancia de conservar la vegetación existente, que actúa como regulador hídrico y protector de laderas.

En contraste, las áreas construidas representan apenas 19 hectáreas, concentradas en el casco urbano de la vereda, lo que demuestra una expansión urbana reducida

y localizada, principalmente en sectores de menor pendiente y con acceso a servicios básicos. Por su parte, la cobertura de cuerpos de agua es mínima (0.71 ha), reflejando la presencia de pequeños afloramientos hídricos y quebradas de carácter local.

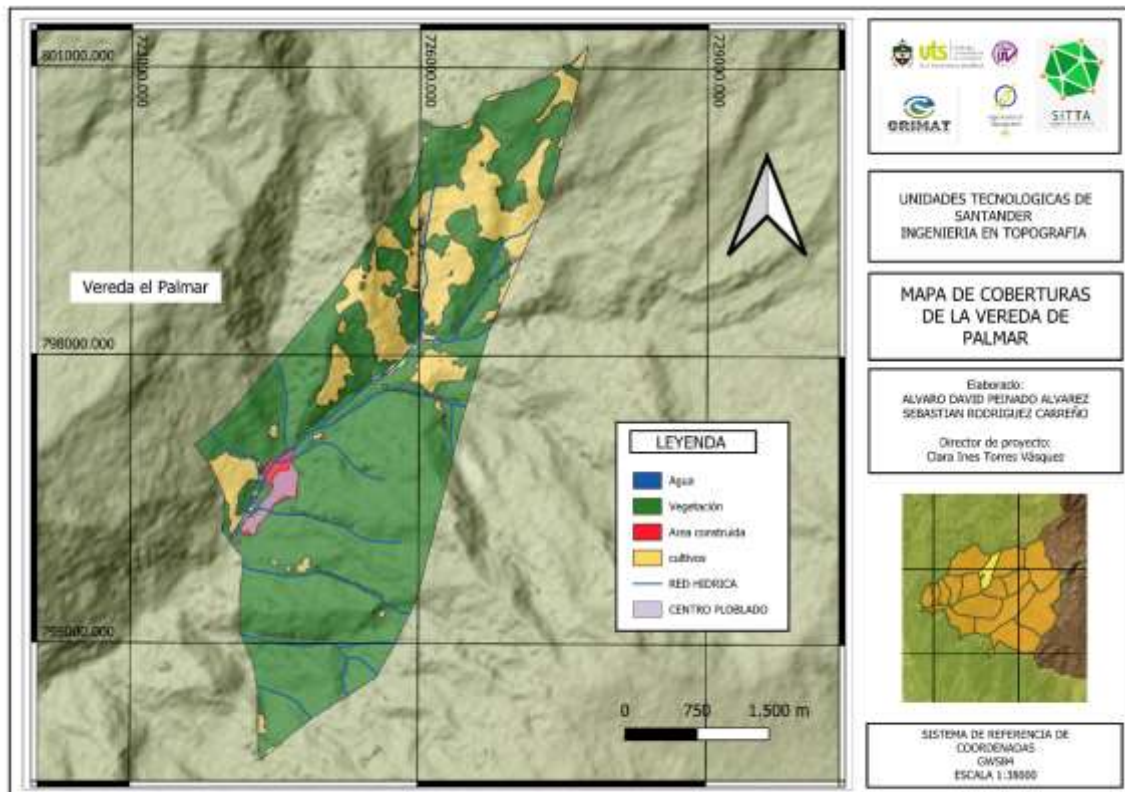


Ilustración 8 Mapa de cobertura de la vereda Palmar.

Cobertura	Área (ha)	% Aproximado
Agua	0.71	0.05%
Vegetación	928.538	76.9%
Área construida	19.342	1.6%
Cultivos	249.823	20.7%

Ilustración 9 Distribución de coberturas por tipo. Fuente: Autores

y tabulando o graficando si es necesario, los datos obtenidos como respuesta a la solución de la problemática. Además de documentar los resultados, se debe realizar un análisis de los mismos planteando cualitativa o cuantitativamente el éxito del trabajo realizado.

6. CONCLUSIONES

- Se determinó que el predio objeto de estudio se encuentra dentro de una zona de actividad institucional (ZAI) definida por el Esquema de Ordenamiento Territorial de Tona, lo cual permite legalmente la construcción de infraestructura social como una Estación de Policía o un Centro de Vida. No obstante, el EOT plantea restricciones frente al tratamiento de conservación, por lo que las intervenciones deberán ajustarse a la preservación del uso institucional y a la compatibilidad con los equipamientos existentes.
- En el componente geomorfológico y de riesgo, se evidenció que el área presenta pendientes moderadas (menores al 12%) en el casco urbano, aptas para edificación, mientras que las laderas cercanas con pendientes superiores al 25% requieren manejo especial de drenajes y control de erosión. Se concluye que el terreno es viable para uso institucional, siempre que se implementen medidas de estabilización y gestión de escorrentías.
- En relación con la idoneidad general del terreno, la integración de resultados topográficos, fotogramétricos y normativos permitió establecer que el lote cumple con los criterios de aptitud urbanística y técnica exigidos para proyectos públicos. No se identifican restricciones de carácter legal o físico que impidan el desarrollo del equipamiento, aunque se recomienda realizar estudios geotécnicos detallados antes del diseño estructural definitivos.
- En síntesis, el terreno evaluado es apto para la localización de infraestructura social bajo condiciones de manejo ambiental y técnico adecuadas. Su localización estratégica, accesibilidad y disponibilidad de servicios básicos respaldan la decisión municipal, siempre que se atiendan las salvedades constructivas y ambientales identificadas durante la investigación.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda complementar este estudio con investigaciones geotécnicas de detalle, que permitan confirmar la capacidad portante del suelo y garantizar la estabilidad estructural en el área seleccionada.
- Es necesario diseñar un sistema de manejo de aguas lluvias y control de escorrentía que minimice los riesgos de inestabilidad y erosión identificados en el predio.
- La planificación de los futuros equipamientos debe articularse con un Plan Maestro de Infraestructura Social, con el fin de lograr coherencia entre las necesidades de la población y la oferta institucional existente en Tona.
- Se sugiere que la administración municipal priorice la ejecución de proyectos en áreas ya transformadas, evitando la ocupación de zonas con alta pendiente o cobertura boscosa, lo que contribuirá a la sostenibilidad territorial.
- Finalmente, se recomienda realizar un monitoreo continuo de la dinámica urbana y ambiental del municipio, de manera que se ajusten oportunamente las decisiones de planificación frente a nuevas presiones de crecimiento y riesgos naturales.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2016). Metodología para la elaboración de estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. IGAC.

Lillesand, T., Kiefer, R., & Chipman, J. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation (7a ed.). John Wiley & Sons.

Municipio de Tona. (2002). Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). Alcaldía Municipal de Tona.

Presidencia de la República de Colombia. (1997). Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989 y la Ley 2ª de 1991.

Presidencia de la República de Colombia. (2012). Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). Decreto 1077 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

Ramírez, J., & Ospina, D. (2016). Análisis del riesgo y gestión del territorio en áreas de montaña. Revista de Geografía, 48(2), 67-82.

Summerfield, M. A. (1991). Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms. Routledge.

Esri. (2023). Cobertura terrestre de ArcGIS Living Atlas. Recuperado de <https://livingatlas.arcgis.com/>

Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA). (2011). ALOS PALSAR: Advanced Land Observing Satellite Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar. JAXA..

9. ANEXOS

Como parte de los anexos, se incluye una carpeta en formato ZIP que compila los insumos cartográficos y geoespaciales empleados en la generación de los mapas utilizados durante el desarrollo de la investigación.