

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN HONDA, TOLIMA: UN
ENFOQUE DESDE LA CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE SUELOS

ERWIN IVAN LUGO RODRIGUEZ
JOHN JAIRO GUALTERO PORTELA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT-CUNDINAMARCA

2025

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN HONDA, TOLIMA: UN
ENFOQUE DESDE LA CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE SUELOS

ERWIN IVAN LUGO RODRIGUEZ

erwin-lugo@upc.edu.co

JOHN JAIRO GUALTERO PORTELA

John-gualtero@upc.edu.co

Monografía presentada como opción de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Docente

ABBAD JACK JIMMINK MURILLO

Ingeniero Civil

Administrador del Medio Ambiente

Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

SECCIONAL DEL ALTO MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

GIRARDOT-CUNDINAMARCA

2025

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Girardot, 30 de noviembre de 2025

DEDICATORIA

Dedicamos esta Monografía, en primer lugar, a Dios, por brindarnos la vida, la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa de nuestra formación. A nuestras familias, quienes han sido nuestro mayor pilar a lo largo de este proceso. Gracias por su amor, comprensión, apoyo incondicional y por enseñarnos el valor del esfuerzo y la perseverancia. Agradecemos también a quienes han creído en nosotros, motivándonos a seguir adelante con convicción y compromiso, incluso en los momentos más difíciles.

Esta Monografía se dedica igualmente a quienes, desde el ámbito académico y profesional, han aportado con sus conocimientos y experiencias al crecimiento de nuestro camino como ingenieros civiles.

Finalmente, dedicamos esta Monografía al municipio de Honda-Tolima, con el deseo de que los resultados aquí presentados contribuyan a mejorar las prácticas constructivas y el manejo responsable del suelo en su territorio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a Dios, por ser guía y fortaleza durante cada etapa de nuestra formación académica y personal. Extendemos un especial agradecimiento a nuestras familias quienes, su apoyo incondicional, paciencia, amor y comprensión, fueron parte fundamental para la culminación de este proyecto. Su compañía y motivación constante nos impulsaron a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes.

A la Universidad Piloto de Colombia – Seccional del Alto Magdalena, por brindarnos las herramientas académicas y formativas necesarias para nuestro desarrollo como ingenieros civiles comprometidos con el entorno. Agradecemos sinceramente a los docentes del programa de Ingeniería Civil, por su compromiso, exigencia y orientación constante. Su experiencia y disposición han sido esenciales en nuestra formación profesional y en la elaboración de este trabajo.

De igual manera, reconocemos al municipio de Honda-Tolima, por ofrecer el contexto ideal para el desarrollo de esta investigación, permitiéndonos comprender de manera directa la importancia del análisis y manejo adecuado de los suelos en los proyectos de construcción.

Finalmente, agradecemos a todos los compañeros, amigos y demás personas que, con sus aportes, sugerencias y apoyo, contribuyeron significativamente al desarrollo y finalización de este proyecto académico.

CONTENIDO

INTRODUCCION	
DEFINICION DEL PROBLEMA	1
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
2. JUSTIFICACION.....	2
3. OBJETIVOS.....	4
3.1 GENERAL	4
3.2 ESPECÍFICOS	4
4. MARCO REFERENCIAL	5
4.1 ANTECEDENTES	5
4.2 MARCO TEÓRICO.....	6
4.3 MARCO CONCEPTUAL	7
4.4 MARCO LEGAL	8
4.5 MARCO GEOGRÁFICO.....	10
4.6 MARCO DEMOGRÁFICO	11
5. DELIMITACIÓN	14
6. DISEÑO METODOLÓGICO	16
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	16
6.2. ENFOQUE METODOLÓGICO	16
6.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	16
6.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	17
6.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	17
6.5.1. REVISIÓN DOCUMENTAL	17
6.5.2. TRABAJO DE CAMPO.....	17
6.5.3. ENTREVISTAS.....	18
6.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	18
6.6.1 FASE I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DOCUMENTAL	18
6.6.2 FASE II: SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO	18
6.6.3 FASE III: TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	18
6.6.4 FASE IV: ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	19
6.6.5 FASE V: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	19
6.6.6 FASE VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19
6.7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	19
7. RECURSOS	21

7.1 HUMANO	21
7.2 MATERIALES.....	21
8. DESARROLLO PROPUESTA	22
8.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS EN DIFERENTES ZONAS DEL MUNICIPIO DE HONDA -TOLIMA...	22
8.1.1 UBICACIÓN Y RELIEVE.....	22
8.1.2 GEOLOGÍA Y TIPOS DE SUELO	23
8.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOTÉCNICAS	24
8.1.4 LIMITACIONES SEGÚN LA ZONA	24
8.1.5 RIESGOS Y RECOMENDACIONES.....	24
8.2 COMPRENSIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO QUE PUEDEN INFLUIR EN LAS OBRAS DEL MUNICIPIO DE HONDA – TOLIMA	25
8.2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	25
8.2.2 IMPLICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN	25
8.2.3 RECOMENDACIONES PARA LA OBRA	26
8.3 ESTABLECIMIENTO DE LAS MEJORES FORMAS DE CUIDAR Y MANEJAR EL SUELO DURANTE LOS PROYECTOS PARA EVITAR HUNDIMIENTOS O DAÑOS POSTERIORES A LA INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE HONDA - TOLIMA	27
8.3.1 DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SUELO EN HONDA	27
8.3.2 MEDIDAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y CUIDADO DEL SUELO	28
8.3.2.1 ESTUDIOS PREVIOS OBLIGATORIOS	28
8.3.2.2 CONTROL DE EROSIÓN Y ESCORRENTÍA	28
8.3.2.3 COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO	29
8.3.2.4 DRENAJE PLUVIAL Y SUBTERRÁNEO.....	30
8.3.2.5 CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y MANEJO DE TALUDES	31
8.3.2.6 CONTROL Y MANTENIMIENTO POST-CONSTRUCCIÓN	32
8.3.3 IMPLEMENTACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN LOCAL	32
8.4 ESTABLECIMIENTO DE RECOMENDACIONES QUE PERMITAN A QUIENES ESTÉN A CARGO DE LOS PROYECTOS REALIZAR LAS CONSTRUCCIONES MÁS SEGURAS Y DURADERAS.....	33
8.4.1. IMPORTANCIA DE LAS CONSTRUCCIONES SEGURAS Y DURADERAS	33
8.4.2. RECOMENDACIONES TÉCNICAS GENERALES	34
8.4.2.1. ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO	34
8.4.2.2. ETAPA DE EJECUCIÓN.....	35
8.4.2.3. ETAPA DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO	35
8.4.2.4. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA HONDA – TOLIMA.....	36

8.4.2.5. IMPLEMENTACIONES PRÁCTICAS OBSERVADAS EN HONDA	37
9. CONCLUSIONES	40
10. RECOMENDACIONES.....	42

RESUMEN

La presente Monografía tiene como objetivo evaluar la caracterización y manejo de suelos en los proyectos de construcción en Honda-Tolima, donde la ausencia de estudios geotécnicos rigurosos genera riesgos de inestabilidad, asentamientos, agrietamientos, sobrecostos y retrasos en las obras. Se busca establecer lineamientos técnicos que fortalezcan la planificación y ejecución segura de las construcciones.

Se adopta un enfoque mixto: el componente cuantitativo contempla la recolección y análisis de muestras de suelo en distintas zonas del municipio, determinando propiedades físicas, mecánicas y geotécnicas como granulometría, humedad, densidad, plasticidad y resistencia; el componente cualitativo incluye entrevistas a expertos en geotecnia y gestión de proyectos, junto con la revisión documental de normas técnicas y estudios previos. La triangulación de datos permite integrar resultados y formular recomendaciones aplicables a proyectos constructivos.

Entre los objetivos específicos se destacan identificar las características del suelo, analizar su influencia en la planificación y ejecución de obras, determinar buenas prácticas de manejo y conservación del suelo, y proponer lineamientos técnicos para optimizar la seguridad, durabilidad y sostenibilidad de los proyectos.

Los resultados aportarán información valiosa a ingenieros civiles, autoridades locales y constructores, fomentando prácticas responsables en la gestión de suelos y cimentaciones. La investigación contribuye al Objetivo de Desarrollo Sostenible.

En conclusión, el estudio ofrece un marco técnico confiable para la evaluación de proyectos de construcción, fortaleciendo la seguridad estructural, la eficiencia económica y la sostenibilidad ambiental de las obras en el municipio Honda-Tolima.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the characterization and management of soils in construction projects in Honda-Tolima, where the absence of rigorous geotechnical studies generates risks of instability, settlements, cracks, cost overruns and delays in the works. It seeks to establish technical guidelines that strengthen the planning and safe execution of constructions.

A mixed approach is adopted: the quantitative component contemplates the collection and analysis of soil samples in different areas of the municipality, determining physical, mechanical and geotechnical properties such as granulometry, humidity, density, plasticity and resistance; The qualitative component includes interviews with experts in geotechnics and project management, along with documentary review of technical standards and previous studies. Data triangulation allows for the integration of results and the formulation of recommendations applicable to construction projects.

Among the specific objectives are to identify the characteristics of the soil, analyze its influence on the planning and execution of works, determine good practices of soil management and conservation, and propose technical guidelines to optimize the safety, durability and sustainability of the projects. The results will provide valuable information to civil engineers, local authorities and builders, promoting responsible practices in soil and foundation management. Research contributes to the Sustainable Development Goal.

In conclusion, the study offers a reliable technical framework for the evaluation of construction projects, strengthening the structural safety, economic efficiency and environmental sustainability of the works in the municipality of Honda-Tolima.

INTRODUCCION

La planificación de proyectos de construcción requiere considerar las condiciones geotécnicas del terreno como un factor clave para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de las obras. En Honda-Tolima, la ausencia de estudios técnicos sobre el suelo ha ocasionado problemas como fallas estructurales, asentamientos diferenciales y sobre costos, evidenciando la necesidad de integrar el análisis del suelo desde las etapas iniciales del proceso constructivo.

Esta Monografía surge a partir de la necesidad de analizar la caracterización y el manejo del suelo como variables fundamentales en la ejecución de obras civiles en el municipio. Su objetivo es establecer lineamientos técnicos que orienten futuras intervenciones, promoviendo construcciones seguras, eficientes y sostenibles.

Esta Monografía se enfoca en el área urbana de Honda, considerando edificaciones de tipo residencial, infraestructura vial, institucional y de infraestructura pública. Entre sus limitaciones se encuentra la escasa información técnica disponible y el difícil acceso a ciertas zonas. La metodología se basa en revisión documental, análisis de casos, trabajo de campo y entrevistas con actores del sector. Las bases teóricas provienen de la geotecnia, la ingeniería civil y la planificación urbana. Esta Monografía aporta al fortalecimiento de prácticas constructivas responsables y técnicamente fundamentadas, con posibles aplicaciones en otros contextos similares.

DEFINICION DEL PROBLEMA

En el municipio de Honda-Tolima, la ejecución de proyectos de construcción enfrenta dificultades asociadas a la ausencia de estudios técnicos y procesos adecuados sobre las características del suelo. La falta de una evaluación geotécnica rigurosa genera riesgos de inestabilidad, sobrecostos y retrasos, lo que compromete tanto la seguridad estructural como la eficiencia de las obras.

Esta situación evidencia la necesidad de integrar la caracterización y manejo de suelos dentro de la evaluación de proyectos, de manera que la planificación se fundamente en criterios técnicos y económicos confiables. El desconocimiento de estas variables repercute en la toma de decisiones y en la sostenibilidad de las construcciones, lo que justifica la pertinencia de abordar este tema en el contexto del municipio de Honda.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incide la caracterización y evaluación de suelos en la ejecución de proyectos de construcción en el municipio de Honda - Tolima?

2. JUSTIFICACION

La caracterización y el manejo adecuado de los suelos constituyen aspectos esenciales para la planificación y ejecución de proyectos de construcción, particularmente en municipios como Honda-Tolima, donde las condiciones geotécnicas presentan una gran variabilidad y complejidad. En esta región, la falta de estudios técnicos rigurosos relacionados con el suelo ha evidenciado ser una de las principales causas de problemas estructurales, asentamientos diferenciales, agrietamientos y sobre costos en diversas obras civiles, lo que compromete no solo la estabilidad de las construcciones sino también la seguridad de la población y la viabilidad económica de los proyectos.

Honda, reconocido por su riqueza cultural e histórica y su ubicación estratégica a orillas del río Magdalena, enfrenta retos específicos derivados de la naturaleza geológica y geomorfológica de su territorio. La presencia de suelos con diferentes características físicas y mecánicas, combinada con procesos erosivos, fluctuaciones en el nivel freático y actividad sísmica moderada, exige un enfoque integral y técnico para la evaluación del terreno antes de la ejecución de cualquier obra. Sin embargo, en muchos proyectos constructivos realizados en el municipio, la ausencia de estudios geotécnicos previos ha derivado en fallas que afectan la funcionalidad y durabilidad de las infraestructuras, generando repercusiones económicas, sociales y ambientales.

La Monografía propuesta es de vital importancia para Honda porque busca establecer lineamientos técnicos claros y contextualizados que permitan incorporar la caracterización y el manejo de suelos como un componente indispensable en la gestión de proyectos constructivos. Esta integración no solo contribuirá a minimizar los riesgos asociados a la inestabilidad del terreno y a los asentamientos diferenciales, sino que también facilitará una planificación más eficiente que optimice recursos materiales, humanos y económicos. Al anticipar problemas potenciales mediante un análisis detallado del suelo, se podrán diseñar estructuras más seguras, duraderas y sostenibles, adaptadas a las condiciones específicas del entorno local.

El aporte de esta Monografía es especialmente relevante para los actores involucrados en la construcción en Honda, tales como ingenieros civiles, arquitectos, urbanistas, constructores, autoridades municipales y entidades encargadas de la planificación territorial. Estos

beneficiarios podrán disponer de herramientas técnicas fundamentadas que faciliten la toma de decisiones informadas, favoreciendo proyectos con altos estándares de calidad y sostenibilidad. A su vez, la comunidad en general se verá favorecida al contar con edificaciones y obras públicas que garanticen la seguridad y funcionalidad a largo plazo, mejorando su calidad de vida y promoviendo un desarrollo urbano ordenado y resiliente.

Desde un punto de vista académico y científico, esta Monografía contribuye a llenar un vacío técnico identificado en Honda, donde la información sobre las condiciones geotécnicas es limitada y fragmentada. El estudio no solo proporcionará datos actualizados y específicos sobre las características del suelo en diferentes zonas del municipio, sino que también fortalecerá la comprensión de la interacción suelo-estructura en contextos urbanos intermedios. Esta contribución permitirá apoyar y complementar teorías existentes en ingeniería geotécnica y desarrollo urbano, así como plantear nuevas metodologías y enfoques para el manejo del suelo en condiciones similares, con posibilidades de replicación en otros municipios con características geológicas y socioeconómicas comparables.

Además, esta Monografía se enmarca en los objetivos globales de desarrollo sostenible, alineándose directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: “Industria, innovación e infraestructura”, al promover una infraestructura resiliente, innovadora y sostenible en Honda. Igualmente, se relaciona con el ODS 11: “*Ciudades y comunidades sostenibles*”, fomentando prácticas de construcción que respeten y se adapten a las condiciones del entorno, contribuyendo a la planificación urbana segura y responsable, y a la mitigación de riesgos asociados a la vulnerabilidad geotécnica del territorio.

Esta Monografía busca generar un impacto positivo y duradero en la manera en que se planifican y ejecutan los proyectos de construcción en Honda-Tolima, promoviendo un desarrollo territorial sostenible, seguro y eficiente. El conocimiento generado facilitará la transformación de prácticas constructivas hacia enfoques más responsables, técnicos y contextualizados, asegurando que el crecimiento urbano se dé de forma ordenada y que las infraestructuras cumplan con los estándares necesarios para garantizar la seguridad y bienestar de la población actual y futura.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Evaluar la incidencia de la caracterización de suelos en los proyectos de construcción en Honda -Tolima. Con el fin de proponer lineamientos que fortalezcan la planificación y ejecución segura y eficiente de las obras.

3.2 ESPECÍFICOS

- Identificar las características físicas y geotécnicas de los suelos en diferentes zonas del municipio de Honda -Tolima. Con el propósito de comprender mejor como es el suelo donde se van a realizar las construcciones.
- Comprensión de las características del suelo que pueden influir en las obras del municipio de Honda -Tolima.
- Establecimiento de formas de cuidar y manejar el suelo durante los proyectos para evitar hundimientos o daños posteriores a la infraestructura del municipio de Honda – Tolima.
- Establecimiento de recomendaciones que permitan a quienes estén a cargo de los proyectos realizar las construcciones más seguras y duraderas.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

Diversos estudios han resaltado la importancia de la caracterización y el manejo adecuado de los suelos en la planificación y ejecución de proyectos constructivos, ya que la ausencia de estudios geotécnicos rigurosos puede ocasionar fallas estructurales, asentamientos diferenciales, sobrecostos y retrasos en las obras, afectando la seguridad y la economía de los proyectos. La evaluación detallada de las propiedades físicas y mecánicas del suelo es fundamental para determinar el tipo de cimentación y pavimento más adecuado, tal como lo evidencian investigaciones previas realizadas en la (Mora-Cano & Argüelles-Sáenz, 2015)

Por otro lado, la utilización de materiales reciclados en combinación con el suelo para la construcción de vías terciarias en Colombia ha mostrado ser una alternativa viable, siempre y cuando se realice una caracterización exhaustiva para garantizar la calidad y durabilidad de las infraestructuras viales. Este enfoque innovador contribuye además a la sostenibilidad ambiental y al aprovechamiento responsable de los recursos (Montoya, et al, 2023).

De igual forma, en proyectos de infraestructura energética, como la construcción de plantas solares en zonas como Villa Vieja, Apulo y Honda, se ha evidenciado que la estabilidad y seguridad de las estructuras dependen en gran medida de la exploración geotécnica y los estudios de suelo previos, los cuales permiten anticipar posibles problemas y optimizar el diseño estructural (Solarte Vanegas & Aristizábal Marín, 2022).

Estos antecedentes proporcionan una base teórica y metodológica sólida que fundamenta la presente investigación, la cual busca evaluar la caracterización y manejo de suelos en proyectos de construcción en el municipio de Honda-Tolima, con el propósito de proponer lineamientos técnicos que mejoren la planificación, seguridad y sostenibilidad de las obras en la región.

4.2 MARCO TEÓRICO

En los proyectos de construcción, conocer el tipo de suelo sobre el que se va a construir es esencial para evitar problemas como agrietamientos, hundimientos o daños estructurales. A esto se le conoce como caracterización del suelo, y se ha convertido en una parte importante del trabajo de ingenieros y constructores. Sin embargo, en muchos municipios intermedios como Honda, Tolima, no siempre se realizan estos estudios con el rigor necesario, lo que puede generar obras costosas, poco duraderas o incluso peligrosas.

La Geotécnica es la rama de la ingeniería civil que estudia el comportamiento del suelo. Autores como (Coduto, 2011) afirman que un análisis geotécnico bien hecho permite saber si el terreno es apto para construir, qué tipo de cimientos usar, y cómo se comportará el suelo con el paso del tiempo. Este tipo de análisis cobra mayor importancia en zonas como Honda, donde hay gran variedad de tipos de suelo debido a su ubicación entre la cordillera Central y el valle del río Magdalena (Mora-Cano & Argüelles-Sáenz, 2015).

Cuando se construye sin conocer el tipo de suelo, se corre el riesgo de cometer errores que pueden costar mucho dinero o incluso poner en riesgo la vida de las personas. Por eso, tanto la Ley 388 de 1997 como la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) exigen que se realicen estudios del terreno antes de comenzar cualquier obra importante (Congreso de la Republica de Colombia, 1997; AIS, 2010) .Estas normas buscan que las edificaciones sean más seguras y que duren más tiempo, sobre todo en zonas donde los suelos pueden cambiar con las lluvias o con los sismos.

Además, la adecuada gestión del suelo tiene un papel importante en el desarrollo urbano sostenible. Según (Naciones Unidas, 2015), los países deben garantizar infraestructuras seguras, sostenibles y resistentes a desastres, lo cual está directamente relacionado con el estudio del suelo. Este objetivo forma parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial el ODS 9, que busca promover infraestructuras sostenibles, y el ODS 11, que promueve ciudades más seguras y resilientes.

Finalmente, en municipios como Honda, esta investigación se vuelve útil porque permite llenar un vacío técnico que existe en el manejo de suelos. Al analizar el terreno antes de construir, se pueden evitar errores comunes, mejorar la calidad de las obras y optimizar los recursos. De

esta manera, se aporta no solo al bienestar de la comunidad, sino también al desarrollo responsable del territorio.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Para comprender adecuadamente la problemática abordada en este estudio, es necesario definir y relacionar los conceptos claves que fundamentan la investigación. En este caso, se analizan aspectos relacionados con la caracterización y manejo de suelos, la geotecnia, el contexto urbano de Honda-Tolima y la normativa vigente que orienta la planificación de proyectos de construcción.

La caracterización del suelo es el proceso mediante el cual se determinan sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, tales como la granulometría, densidad, humedad, plasticidad y resistencia. Estas características permiten conocer el comportamiento del terreno frente a cargas estructurales y condiciones ambientales, lo cual es clave para definir el tipo de cimentación y otras decisiones técnicas en un proyecto constructivo (Coduto, 2011)

El manejo del suelo implica la aplicación de técnicas que permitan su estabilización, protección y conservación, especialmente durante el proceso constructivo. Un adecuado manejo evita daños al entorno, minimiza el impacto ambiental y prolonga la vida útil de las edificaciones, en especial en zonas con suelos sensibles como algunas áreas de Honda (Rodríguez & Morales, 2020).

La geotecnia es una rama de la ingeniería civil que estudia los materiales del suelo y su comportamiento, especialmente en relación con las estructuras construidas sobre él. Esta disciplina no solo analiza el suelo como material, sino que también evalúa su interacción con cimentaciones, muros de contención y otras estructuras, buscando siempre garantizar la seguridad de las obras (Das & Sobhan, 2013).

Honda, Tolima, presenta una ubicación geográfica particular sobre el valle del río Magdalena, con suelos de distinta naturaleza y características. Esta diversidad hace necesario un estudio técnico cuidadoso antes de construir. No obstante, en varios sectores del municipio se evidencia la falta de estudios geotécnicos previos, lo que ha derivado en fallas estructurales,

sobrecostos y afectaciones a la seguridad de los habitantes (Mora-Cano & Argüelles-Sáenz, 2015).

Desde el punto de vista normativo, Colombia cuenta con herramientas legales que promueven la planificación responsable del territorio. La Ley 388 de 1997 establece que el ordenamiento urbano debe considerar aspectos geotécnicos, ambientales y de seguridad. Por su parte, la Norma Sismo Resistente NSR-10 exige que toda construcción esté respaldada por estudios de suelo que garanticen su estabilidad (Congreso de la Republica de Colombia, 1997; AIS, 2010).

En el ámbito internacional, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas promueve el desarrollo de infraestructuras seguras, sostenibles y resilientes a través del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9. Asimismo, el ODS 11 busca fomentar ciudades inclusivas, seguras y sostenibles, lo cual implica considerar factores como la calidad del suelo y su adecuación para el crecimiento urbano (Naciones Unidas, 2015).

4.4 MARCO LEGAL

El desarrollo de proyectos de construcción requiere una base legal que regule el uso del suelo, que garantice la seguridad estructural, que promueva la sostenibilidad y respalde la planeación territorial. A continuación, se presentan las principales normas, leyes y decretos que fundamentan legalmente esta investigación, con énfasis en aquellas disposiciones que guardan relación directa con la caracterización y manejo de suelos en Colombia.

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN
Constitución Política de Colombia	Asamblea Nacional Constituyente de Colombia	La Constitución es la norma de mayor jerarquía en el país. En su artículo 79 establece que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano y que el Estado debe proteger la diversidad e integridad del ambiente. Además, el artículo 80 indica que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación y restauración.
Ley 9 de 1989 – Reforma Urbana	Expedida por el Congreso de la República de Colombia.	Esta ley establece los instrumentos para el ordenamiento físico del territorio y el desarrollo urbano. Plantea la necesidad de evaluar las condiciones del terreno para usos urbanísticos, lo cual está directamente relacionado con la caracterización del suelo en procesos constructivos
Ley 388 de 1997 – Ordenamiento Territorial	Expedida por el Congreso de la República de Colombia.	"Los municipios y distritos orientarán su desarrollo territorial teniendo en cuenta las condiciones del medio físico, la capacidad del suelo y las amenazas naturales".
Ley 400 de 1997 – Reglamento de Construcción Sismo Resistente	Expedida por el Congreso de la República de Colombia.	Esta norma establece los criterios técnicos obligatorios para el diseño y construcción de edificaciones seguras. Resalta la importancia de realizar estudios geotécnicos en la fase de diseño estructural, para garantizar la estabilidad de las construcciones frente a eventos sísmicos.
Norma Técnica Colombiana NSR-10 (AIS, 2010)	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia	La NSR-10 es el reglamento técnico más importante en materia de seguridad estructural en Colombia. Exige que todas las edificaciones se diseñen y construyan con base en estudios de suelos que evalúen la resistencia, tipo de terreno y condiciones geotécnicas. En su título G (Geotecnia), define los procedimientos para realizar investigaciones de suelos antes de la construcción.

4.5 MARCO GEOGRÁFICO

La presente Monografía se sitúa en el municipio de Honda, ubicado en el norte del departamento del Tolima-Colombia. Limita al norte con Puerto Bogotá (Cundinamarca), al sur con Mariquita, al este con el río Magdalena y al oeste con Fresno y Mariquita. Su posición estratégica sobre la ribera del río Magdalena lo convierte en un punto clave del eje logístico y económico del centro del país. Con una altitud que varía entre los 182 y 650 metros sobre el nivel del mar, presenta una topografía diversa que incluye zonas planas, laderas y terrazas, lo cual influye en las condiciones geotécnicas del suelo y en los riesgos naturales que enfrenta la infraestructura civil (Topographic Map, 2023).

El Plan de Desarrollo Municipal de Honda 2020–2023 establece líneas estratégicas como el ordenamiento territorial, la gestión del riesgo y la sostenibilidad ambiental, reconociendo la necesidad de contar con información técnica del suelo para evitar impactos negativos en la infraestructura. Este plan destaca la importancia de incorporar estudios geotécnicos en los procesos de planificación urbana y rural, especialmente en zonas con amenazas por deslizamientos, inundaciones o inestabilidad de laderas, lo cual refuerza la relevancia de esta investigación en el contexto local (Alcaldía de Honda , 2020).

Por su parte, la Agenda Ambiental del Norte del Tolima, impulsada por CORTOLIMA, prioriza la conservación de los suelos, la protección de las fuentes hídricas y el manejo de coberturas vegetales en municipios como Honda. Esta agenda ambiental reconoce que el deterioro del suelo puede generar riesgos estructurales y ambientales, afectando tanto la seguridad de las construcciones como la calidad de vida de la población (CORTOLIMA , 2010).

Desde el punto de vista geológico, Honda se encuentra sobre formaciones sedimentarias con presencia de lutitas, areniscas y aluviones recientes. Estudios geotécnicos del Servicio Geológico Colombiano han identificado zonas con baja capacidad portante y alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, lo que implica un riesgo elevado si no se realiza una adecuada caracterización del terreno antes de construir. Estos estudios también señalan que varios sectores urbanos del municipio presentan pendientes pronunciadas y suelos arcillosos con alta plasticidad, lo que afecta directamente la estabilidad de las edificaciones (SGC, 2011).

Estas condiciones geográficas, ambientales y geológicas hacen indispensable el análisis técnico del suelo en Honda, ya que las obras civiles deben responder a un entorno con riesgos físicos definidos y con una normativa que exige una planificación integral del territorio. En este sentido, la presente investigación busca aportar al conocimiento técnico que facilite construcciones más seguras, sostenibles y acordes a la realidad física del municipio.

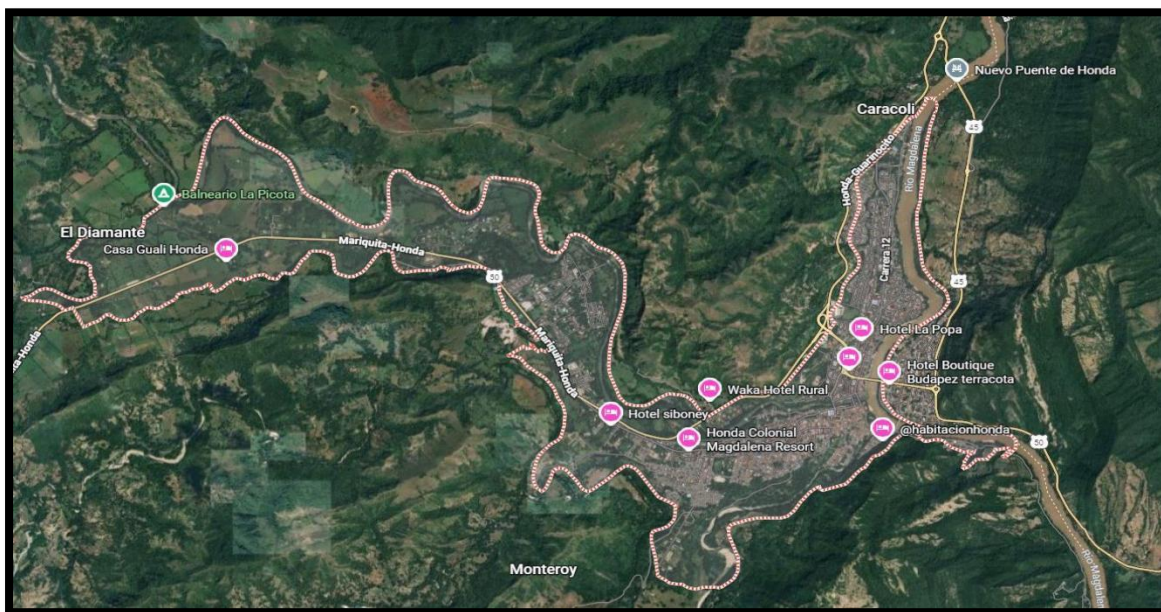


Imagen:1 Mapa de Honda Tolima: fuente: Google Maps.

4.6 MARCO DEMOGRÁFICO

El marco demográfico presenta las características de la población en el área estudiada (Honda, Tolima) para comprender su estructura social y cómo estas variables pueden incidir en los proyectos de construcción.

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018, Honda tenía 24.693 habitantes, distribuidos en 12.566 mujeres (50,9%) y 12.127 hombres (49,1%) (DANE, 2018; Telencuestas, 2018).

En cuanto a la distribución por edad, en 2018 los menores de 12 años representaban 3.690 personas (14,9%), los adolescentes de 12 a 17 años eran 2.345 personas (9,5%) y la población de 18 años o más sumaba 18.658 personas (75,6%) (Telencuestas, 2018). Los adultos mayores (60 años o más) eran 5.136 individuos, lo que equivale al 20,8% del total (Telencuestas, 2018).

Con respecto al entorno urbano-rural, en 2018 se observa que la mayor parte de la población estaba asentada en zonas urbanas, aunque no se dispone en la fuente consultada del porcentaje exacto para Honda.

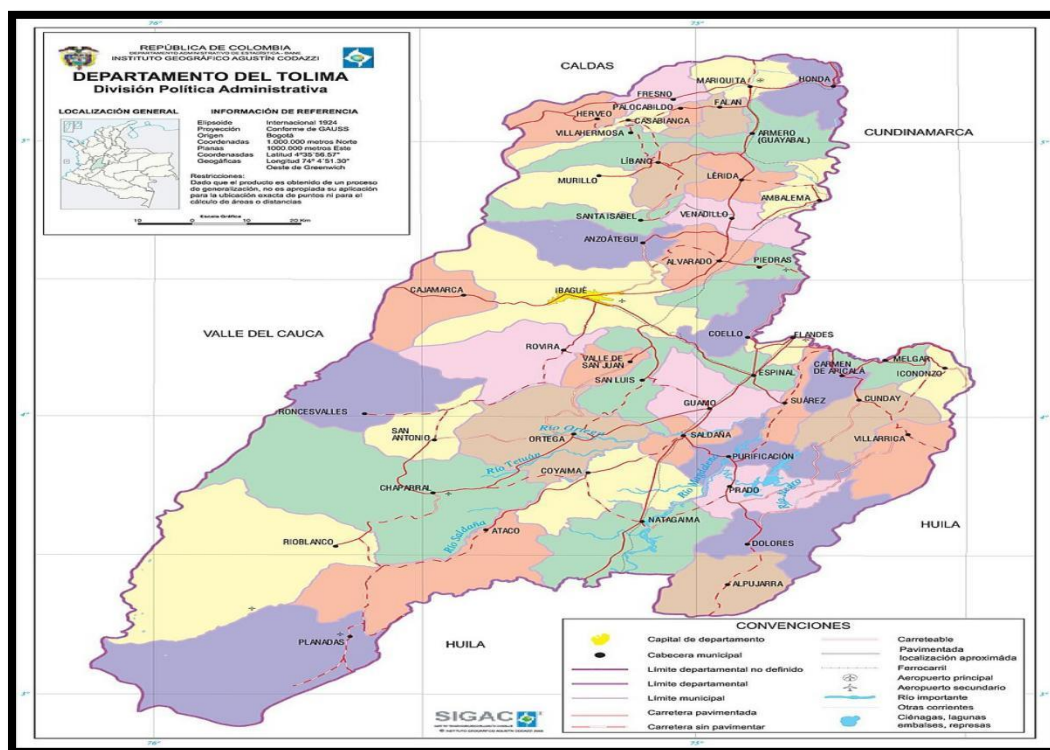


Imagen:2 Mapa de Departamento de Tolima: fuente: Wikipedia

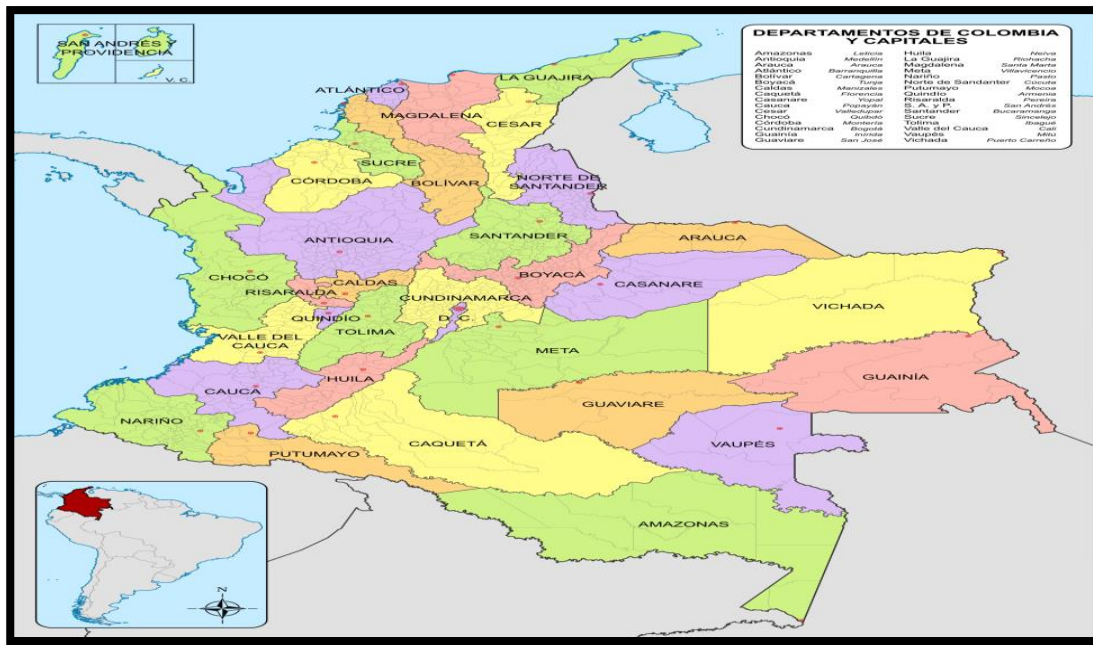


Imagen:3 Mapa de Colombia: fuente: Wikipedia

5. DELIMITACIÓN

La presente Monografía se delimita al análisis de la caracterización y manejo de suelos en proyectos de construcción ubicados en el municipio de Honda-Tolima, durante el período 2024-2025. Se enfoca principalmente en el área urbana, abarcando sectores como los barrios Centro, El Carmen, La Candelaria y La Playa, identificados como zonas con mayor concentración de actividad constructiva y con reportes de problemas relacionados con la inestabilidad del terreno.

Desde el punto de vista geológico, se considera la influencia de las fallas y fracturas presentes en la región, tales como la falla de Honda, que generan riesgos de inestabilidad y afectan el comportamiento del suelo durante y después de las construcciones. Estos fenómenos geológicos implican desafíos técnicos para la ingeniería civil, como asentamientos diferenciales, agrietamientos y deterioro prematuro de las estructuras.

El estudio se limita a evaluar los aspectos físicos, mecánicos y geotécnicos del suelo que inciden en la planificación y ejecución de proyectos, sin abarcar otros factores externos como el impacto social o económico, aunque reconoce su importancia para una comprensión integral. La investigación se concentra en analizar y proponer lineamientos técnicos para mitigar riesgos y optimizar la gestión del suelo, con el fin de mejorar la seguridad, sostenibilidad y eficiencia de las obras en Honda.

Esta delimitación temporal y espacial facilita un enfoque riguroso y específico que permita atender las problemáticas concretas derivadas de la interacción suelo-estructura en un contexto municipal, con potencial de aplicación en otros municipios con características geotécnicas similares en la región Andina colombiana.



Imagen:4 Estado de un tramo de vía: Fuente: Alcaldía Municipal de Honda, Tolima

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se enmarca en un enfoque descriptivo y analítico, dado que busca identificar, analizar y evaluar las condiciones de los suelos empleados en proyectos de construcción en el municipio de Honda -Tolima. El propósito es caracterizar los tipos de suelos, determinar sus propiedades geotécnicas más relevantes y evaluar la incidencia de su manejo en la planificación, ejecución y sostenibilidad de las obras civiles. Asimismo, el estudio tiene un alcance aplicado, ya que los resultados podrán orientar futuras decisiones técnicas en la formulación de proyectos de infraestructura y en la gestión del territorio del municipio.

6.2. ENFOQUE METODOLÓGICO

Se adopta un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo):

Cualitativo: por la revisión documental, entrevistas y observaciones de campo que permitirán comprender los procedimientos de manejo y control de suelos en obras locales.

Cuantitativo: por la recolección y análisis de datos geotécnicos y ensayos de laboratorio que aportarán información objetiva sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

Este enfoque integrado permitirá correlacionar los resultados de los estudios de suelos con las prácticas constructivas observadas.

6.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método adoptado será el método de estudio de caso, tomando como referencia uno o varios proyectos de construcción representativos desarrollados en el municipio de Honda -Tolima.

Este método permite comprender en profundidad las particularidades del contexto geotécnico local y su influencia en la estabilidad, diseño y durabilidad de las obras.

6.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: Todos los proyectos de construcción (vivienda, infraestructura vial o equipamientos) ejecutados en el municipio de Honda - Tolima, entre los años 2020 y 2025.

Muestra: Se seleccionarán de dos a tres proyectos que cuenten con estudios de suelos documentados o que permitan realizar muestreos directos. La selección será no probabilística e intencional, atendiendo criterios de representatividad geotécnica, tipo de obra y accesibilidad a la información.

6.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

6.5.1. REVISIÓN DOCUMENTAL

- Planes de desarrollo municipal y PBOT de Honda.
- Estudios de suelos disponibles en proyectos recientes.
- Normas técnicas (NSR-10, INV E, ASTM).
- Artículos y tesis de grado sobre caracterización geotécnica regional.

6.5.2. TRABAJO DE CAMPO

- Observación directa de obras seleccionadas.
- Toma de muestras de suelo en puntos estratégicos.
- Registro fotográfico y descripción estratigráfica.
- Ensayos de laboratorio (si aplica):
- Granulometría (tamizado e hidrómetro).
- Límites de Atterberg.

- Peso específico, humedad natural y densidad.
- Ensayo de compactación (Proctor).
- Ensayo de CBR o corte directo.

6.5.3. ENTREVISTAS

A ingenieros residentes, contratistas y personal técnico, para identificar prácticas de manejo y control del suelo.

6.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

6.6.1 FASE I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DOCUMENTAL

- Búsqueda y análisis de antecedentes.
- Recopilación de información técnica del municipio y sus características geológicas y geotécnicas.

6.6.2 FASE II: SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

- Identificación de proyectos representativos en Honda.
- Contacto con responsables y obtención de información disponible.

6.6.3 FASE III: TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

- Visita a obras o sectores de estudio.
- Descripción de perfiles del suelo y toma de muestras representativas.

6.6.4 FASE IV: ANÁLISIS DE LABORATORIO

- Ejecución de ensayos físicos y mecánicos.
- Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO.

6.6.5 FASE V: EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Relación entre propiedades del suelo y tipo de proyecto.
- Identificación de problemas de manejo o fallas recurrentes.
- Propuestas de mejora técnica.

6.6.6 FASE VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Síntesis de hallazgos.
- Recomendaciones para optimizar la caracterización y manejo de suelos en futuras construcciones.

6.7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

- Análisis estadístico descriptivo de los resultados de laboratorio.
- Análisis comparativo entre las propiedades de los suelos locales y las especificaciones técnicas normativas.
- Análisis cualitativo del manejo de suelos en los proyectos observados.
- Correlaciones entre tipo de suelo, comportamiento constructivo y desempeño estructural.

Además, adoptará un enfoque mixto, de tipo descriptivo. El componente cuantitativo incluirá la recolección y análisis de muestras de suelo en diferentes sectores de Honda, con el fin de

determinar sus propiedades físicas y mecánicas. El componente cualitativo comprenderá entrevistas semiestructuradas a profesionales locales.

- Como técnicas de recolección de información se utilizarán:
- Análisis documental de estudios previos, normas técnicas y literatura especializada
- Ensayos de laboratorio en muestras representativas
- Entrevistas a profesionales locales.

Los datos obtenidos serán analizados de manera integrada, triangulando la información cualitativa y cuantitativa, con el propósito de formular conclusiones y recomendaciones aplicables a la evaluación de proyectos de construcción en el municipio de Honda -Tolima.

7. RECURSOS

7.1 HUMANO

Estudiantes del programa de Ingeniería Civil (Erwin Ivan Lugo Rodríguez, John Jairo Gualtero Portela): Encargados de estructurar y brindar un concepto técnico a cada fase de la Monografía, para presentar un diagnóstico inicial a cada punto crítico analizado aplicando las metodologías de diseño para la elaboración de Monografías final.

Su participación incluye análisis técnico, interpretación de resultados, comparación metodológica y redacción del documento.

Docente asesor (Abbad Jack Jimmink Murillo): Profesional con experiencia en Administración Medio Ambiente E Ingeniero civil, Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental quien brinda orientación técnica y académica durante el proceso.

7.2 MATERIALES

Se utilizarán equipos básicos de campo como GPS, cámara fotográfica, herramientas de muestreo de suelos y bitácoras. En laboratorio, se emplearán tamices, balanzas, hornos y equipos para ensayos de plasticidad y resistencia. También se utilizarán programas informáticos como (Excel, Word, Portátil, etc.)

8. DESARROLLO PROPUESTA

8.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS EN DIFERENTES ZONAS DEL MUNICIPIO DE HONDA -TOLIMA.

8.1.1 UBICACIÓN Y RELIEVE

El municipio de Honda-Tolima se ubica al norte del departamento del Tolima, en el valle medio del río Magdalena, a altitudes entre 180 y 300 m s. n. m. Su territorio presenta una topografía variada con zonas planas cercanas al cauce del río, terrazas fluviales y laderas de pendiente moderada hacia la Cordillera Oriental. (SGC, 2020).

El relieve está conformado por llanuras aluviales, terrazas fluviales y abanicos aluviales o volcánicos, los cuales influyen directamente en la estabilidad, drenaje y capacidad portante del suelo. (CORTOLIMA, 2022).



Imagen 5: Honda-Tolima: fuente: Google

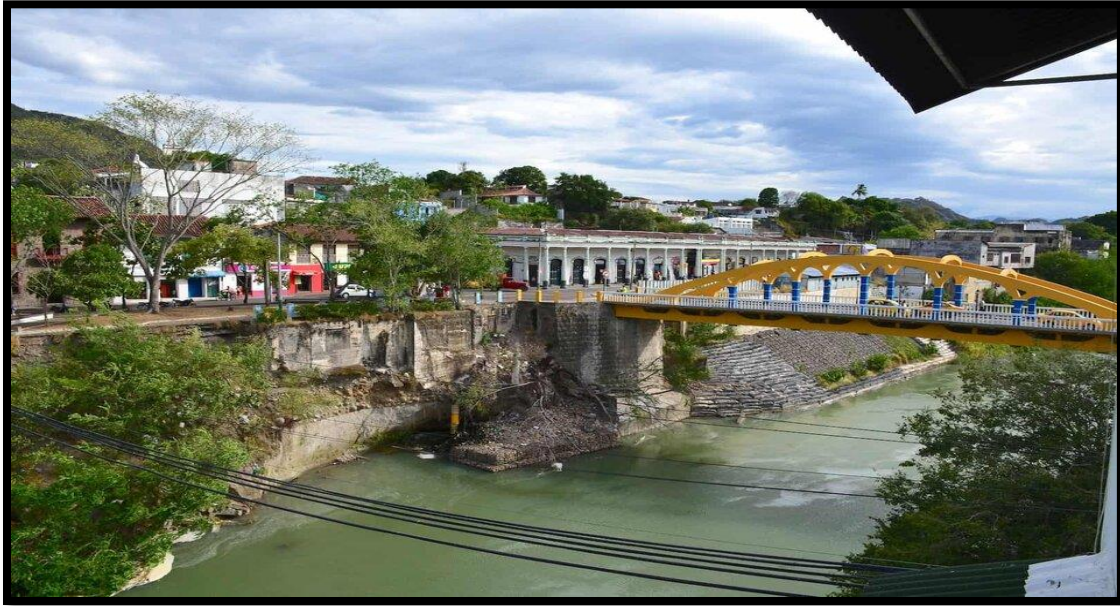


Imagen 6: Honda-Tolima: fuente: Google

8.1.2 GEOLOGÍA Y TIPOS DE SUELO

La región pertenece al Grupo Honda-Tolima, conformado por areniscas, conglomerados y lodolitas del Mioceno medio (SGC, 2020).

También se identifican depósitos aluviales recientes de arenas, limos y gravas, además de materiales volcánicos re TRABAJADOS por antiguos flujos de lodo o lahares (IDEAM, 2021).

Esto implica que existen tanto sectores con suelos firmes y consolidados como áreas con materiales sueltos o saturados que requieren tratamientos especiales.

8.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOTÉCNICAS

Los suelos predominantes son de textura franca o limo-arenosa, con buena aireación y capacidad portante variable según su grado de compactación (SGC, 2020).

En varias zonas se presenta un nivel freático alto, y los suelos volcánicos muestran alta retención de humedad, lo que puede afectar la estabilidad si no se cuenta con drenaje adecuado (CORTOLIMA, 2022).

Los depósitos aluviales recientes pueden generar asentamientos diferenciales si no se aplican controles constructivos apropiados (POT Honda-Tolima, 2019).

8.1.4 LIMITACIONES SEGÚN LA ZONA

El oeste, cerca del río Magdalena, presenta suelos aluviales con riesgo de inundación y socavación; el este y noreste tienen pendientes y materiales volcánicos con riesgo de deslizamientos; y el norte y sur poseen suelos coluviales con aptitud media para construcción dependiendo del drenaje (SGC, 2020). (POT Honda-Tolima, 2019).

8.1.5 RIESGOS Y RECOMENDACIONES

Las principales amenazas naturales son las inundaciones y deslizamientos (IDEAM, 2021).

Se recomienda la realización de estudios de suelo con perforaciones y ensayos SPT antes de construir, además de asegurar la estabilidad de taludes y drenajes en zonas con pendiente (NSR-10, 2010).

En conclusión, el suelo de Honda-Tolima presenta una alta variabilidad según la zona; por tanto, cada proyecto requiere un estudio geotécnico puntual que determine su capacidad portante y las soluciones adecuadas de cimentación y drenaje (SGC, 2020) (CORTOLIMA, 2022).

8.2 COMPRENSIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO QUE PUEDEN INFLUIR EN LAS OBRAS DEL MUNICIPIO DE HONDA – TOLIMA

8.2.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Honda-Tolima se encuentra en el valle medio del Río Magdalena, lo que implica extensas llanuras aluviales, terrazas fluviales y depósitos recientes sueltos. Esto favorece locaciones de obra asequibles, pero con riesgo de asentamientos (SGC, 2020) .

En la zona también aflora la unidad geológica Grupo Honda (Mioceno medio) compuesta de areniscas y conglomerados, lo que representa un sustrato más consolidado y favorable para cimentaciones firmes (CORTOLIMA, 2022).

Las pendientes suaves a moderadas en las estribaciones de la cordillera, junto con la presencia de abanicos aluviales y materiales volcánico-fluviales (lahares, flujos de escombros), aportan heterogeneidad en el suelo: mezcla de gravas, arenas, limos y bloques grandes (SGC, 2020) (IDEAM, 2021).

Estas condiciones geológicas implican que los suelos aluviales recientes pueden tener baja capacidad portante y alta susceptibilidad a inundaciones, mientras que los suelos firmes del Grupo Honda permiten cimentaciones superficiales (POT Honda-Tolima, 2019).

Se recomienda realizar perforaciones, ensayos SPT/CPT y aplicar medidas de drenaje y protección fluvial según los mapas de susceptibilidad del Servicio Geológico Colombiano grandes (SGC, 2020).

8.2.2 IMPLICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los suelos aluviales recientes pueden tener capacidad portante limitada y estar sujetos a asentamientos diferenciales; por ello, se recomienda realizar un estudio geotécnico previo y considerar el uso de zapatas profundas o losas de cimentación rígida (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

La cercanía al río implica posibilidad de nivel freático elevado, socavación de márgenes y necesidad de defensas, drenajes y diseño de cimentación elevada o protegida contra inundación (IDEAM, 2021).

En suelos más firmes, compuestos por areniscas y conglomerados del Grupo Honda, se puede optar por cimentaciones convencionales, siempre verificando el grado de fracturación, meteorización o alteración de la roca (CORTOLIMA, 2022).

La heterogeneidad de materiales (lahars, abanicos) exige vigilancia en excavaciones, selección de materiales de relleno y control de bloques grandes o capas blandas ocultas.

8.2.3 RECOMENDACIONES PARA LA OBRA

Se recomienda realizar perforaciones con ensayos SPT/CPT para conocer la estratigrafía, el nivel freático y la compactación real del suelo (Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente. (NSR-10, 2010).

La cimentación debe dimensionarse según las condiciones encontradas: superficial si el sedimento es resistente y profunda si el material está suelto o heterogéneo. Además, se deben incorporar sistemas de drenaje adecuados y medidas de protección fluvial si el lote está próximo al cauce del río (IDEAM, 2021).

Se aconseja evitar ubicar la obra en zonas identificadas como de alta susceptibilidad a movimientos en masa o inundaciones según los mapas del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2020).

8.3 ESTABLECIMIENTO DE LAS MEJORES FORMAS DE CUIDAR Y MANEJAR EL SUELO DURANTE LOS PROYECTOS PARA EVITAR HUNDIMIENTOS O DAÑOS POSTERIORES A LA INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE HONDA - TOLIMA

El municipio de Honda – Tolima, por su ubicación geográfica en el valle medio del río Magdalena, presenta una topografía variada con zonas planas aluviales y laderas de pendiente moderada a alta. Estas características hacen que los suelos sean particularmente susceptibles a la erosión, saturación hídrica y asentamientos diferenciales, lo cual representa un riesgo significativo para las obras civiles y la infraestructura urbana (IDEAM, 2022) (IGAC, 2020).

Por ello, el establecimiento de medidas técnicas adecuadas para el manejo del suelo durante los proyectos de construcción es esencial para prevenir hundimientos, grietas y fallas estructurales que puedan comprometer la seguridad de edificaciones, vías y sistemas públicos (Pérez & Martínez, 2019).

8.3.1 DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SUELO EN HONDA

Los suelos del municipio de Honda se originan principalmente por la deposición de materiales aluviales del río Magdalena y sus afluentes. Estas formaciones presentan:

- Texturas arcillosas y limosas, con alta plasticidad.
- Alta retención de agua, lo que provoca expansión y contracción con los cambios de humedad.
- Sectores con baja capacidad de carga, especialmente en zonas cercanas al cauce del río.
- Riesgo de erosión superficial por lluvias intensas y deforestación (IGAC, 2020). (INVIAS, 2013).
- Estas condiciones exigen un manejo especializado y un diseño constructivo ajustado a la realidad geotécnica del terreno (NTC 5324, 2018).

8.3.2 MEDIDAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO Y CUIDADO DEL SUELO

A continuación, se presentan las principales recomendaciones técnicas para la gestión adecuada del suelo en proyectos constructivos en Honda:

8.3.2.1 ESTUDIOS PREVIOS OBLIGATORIOS

- Realizar estudios geotécnicos que determinen la capacidad portante, el tipo de suelo y su comportamiento ante la humedad (NTC 5324, 2018).
- Complementar con análisis topográficos y cartografía geológica, especialmente en zonas de ladera o con antecedentes de inestabilidad (IDEAM, 2022).
- Utilizar herramientas como el penetrómetro dinámico y ensayos Proctor para definir los parámetros de compactación (INVIAS, 2013).

8.3.2.2 CONTROL DE EROSIÓN Y ESCORRENTÍA

- Implementar canales de drenaje superficial revestidos con concreto o piedra para conducir las aguas lluvias (INVIAS, 2013).
- Reforestar taludes con especies nativas (como Guácimo, Matarratón o Caña brava) para estabilizar el terreno (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)
- Colocar barreras vegetales o geotextiles en zonas de riesgo para reducir la pérdida de suelo (INVIAS, 2013).

8.3.2.3 COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL TERRENO

- Aplicar compactación mecánica por capas de 15 a 20 cm, garantizando un 95% del Proctor estándar (INVIAS, 2013).
- En suelos blandos o saturados, emplear técnicas de estabilización con cal o cemento (Ministerio de Transporte, 2013).
- Instalar geomallas o geotextiles en el subsuelo para mejorar la distribución de cargas y evitar asentamientos diferenciales (Pérez & Martínez, 2019).



Imagen 7: Honda-Tolima, Zona Colonial: fuente: Google



Imagen 8: Honda-Tolima, Zona Colonial: fuente: Google

8.3.2.4 DRENAJE PLUVIAL Y SUBTERRÁNEO

- Diseñar drenajes franceses (con grava y tuberías perforadas) para controlar el flujo subterráneo. (INVIAS, 2013).
- Colocar cunetas perimetrales en zonas de construcción para evitar acumulación de agua en los cimientos. (Ministerio de Transporte, 2013).
- Mantener el sistema pluvial urbano en correcto funcionamiento, especialmente en sectores cercanos al río Magdalena (IDEAM, 2022).



Imagen 9: Honda-Tolima, Sector Rio Gualí: fuente: Google

8.3.2.5 CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y MANEJO DE TALUDES

- Evitar la remoción excesiva de capa vegetal durante las obras (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).
- Estabilizar taludes con muros de contención escalonados o gaviones en materiales sueltos. (INVIAS, 2013).
- Sembrar gramíneas y arbustos estabilizadores inmediatamente después de nivelar o excavar terrenos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

8.3.2.6 CONTROL Y MANTENIMIENTO POST-CONSTRUCCIÓN

- Programar inspecciones trimestrales de asentamientos, grietas o fallas (Pérez & Martínez, 2019).
- Garantizar el reacondicionamiento del drenaje después de lluvias intensas (INVIAS, 2013).
- Implementar un plan de mantenimiento del suelo urbano, en coordinación con la Alcaldía y la Secretaría de Planeación (Ministerio de Transporte, 2013).

8.3.3 IMPLEMENTACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN LOCAL

En proyectos recientes de Honda, como la pavimentación de vías internas y mejoramiento del estadio municipal, se han aplicado estrategias que demuestran la importancia del manejo del suelo (INVIAS, 2013).

- En zonas de terreno blando, se usaron bases estabilizadas con cal y capas de sub-base granular compactada.
- Para las obras de drenaje pluvial, se instalaron tuberías PVC corrugadas y filtros de grava para evitar el reblandecimiento del terreno.
- En las laderas hacia el sector de Mesuno y la vereda Perico, se construyeron muros de gaviones y cunetas revestidas, controlando así la erosión y los deslizamientos (Ministerio de Transporte, 2013).

Estas medidas no solo mejoraron la durabilidad de las obras, sino que también redujeron los costos de mantenimiento y los impactos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

8.4 ESTABLECIMIENTO DE RECOMENDACIONES QUE PERMITAN A QUIENES ESTÉN A CARGO DE LOS PROYECTOS REALIZAR LAS CONSTRUCCIONES MÁS SEGURAS Y DURADERAS

En el municipio de Honda – Tolima, las condiciones climáticas, geográficas y geotécnicas exigen que los proyectos de infraestructura se ejecuten bajo criterios técnicos rigurosos (IDEAM, 2022) (IGAC, 2020).

Las altas temperaturas, la humedad, las lluvias estacionales y la presencia de suelos de origen aluvial o arcilloso incrementan los riesgos de fisuras, hundimientos y deterioro prematuro en las estructuras (NTC 5324, 2018).

Por esta razón, resulta fundamental establecer recomendaciones técnicas claras que orienten a los ingenieros, arquitectos y contratistas en la ejecución de obras seguras, estables y de larga duración (Pérez & Martínez, 2019), contribuyendo al desarrollo sostenible y seguro del municipio impactos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

8.4.1. IMPORTANCIA DE LAS CONSTRUCCIONES SEGURAS Y DURADERAS

Las construcciones seguras garantizan la protección de vidas humanas, mientras que las duraderas representan un uso eficiente de los recursos públicos y privados (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).. En municipios como Honda, donde existen áreas con alta pendiente y cercanía a cauces fluviales, las fallas estructurales pueden generar graves impactos sociales, económicos y ambientales (IDEAM, 2022).

Por ello, las recomendaciones deben abordar desde la planificación y el diseño, hasta la ejecución, mantenimiento y control de las obras, con especial atención al comportamiento del suelo y las condiciones climáticas locales (INVIAS, 2013) (NTC 5324, 2018).



Imagen 10: Honda-Tolima, Sector Perico: fuente: Google

8.4.2. RECOMENDACIONES TÉCNICAS GENERALES

8.4.2.1. ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

- Realizar estudios previos completos (geotécnicos, topográficos, hidrológicos y de impacto ambiental (NTC 5324, 2018).
- Seleccionar materiales de construcción adecuados al entorno: concretos con aditivos impermeabilizantes, aceros tratados contra la corrosión, y suelos estabilizados con cal o cemento (Ministerio de Transporte, 2013).
- Diseñar sistemas de drenaje eficientes que garanticen la evacuación de aguas lluvias y subterráneas (INVIAS, 2013).

- Incorporar criterios de construcción sismo-resistente, de acuerdo con la Norma Colombiana NSR-10 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

8.4.2.2. ETAPA DE EJECUCIÓN

- Asegurar una compactación controlada del terreno antes de cimentar (INVIAS, 2013).
- Supervisar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de materiales (Ministerio de Transporte, 2013).
- Implementar protocolos de seguridad laboral y ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).
- Evitar el trabajo en condiciones climáticas extremas (IDEAM, 2022).
- Instalar geotextiles, geomallas o filtros en áreas de alta humedad o riesgo de erosión (INVIAS, 2013).

8.4.2.3. ETAPA DE MANTENIMIENTO Y SEGUIMIENTO

- Establecer programas de mantenimiento preventivo para vías, muros, puentes y edificaciones públicas duración (Pérez & Martínez, 2019).
- Realizar inspecciones estructurales (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).
- Garantizar el drenaje constante y limpieza de cunetas (INVIAS, 2013).

- Capacitar al personal municipal en técnicas de conservación y gestión del (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

8.4.2.4. RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA HONDA – TOLIMA

8.4.2.4.1 ZONAS CERCANAS AL RÍO MAGDALENA Y RÍO GUALÍ

- Usar cimentaciones profundas tipo pilotes o zapatas corridas sobre suelo estabilizado (NTC 5324, 2018).
- Construir muros de contención en concreto reforzado con drenajes internos (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).
- Complementar barreras vegetales para reducir la erosión de las riberas ((Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).
-

8.4.2.4.2 ÁREAS CON PENDIENTE (VEREDAS COMO MESUNO O PERICO)

- Emplear gaviones escalonados y terrazas drenadas para estabilizar taludes (INVIAS, 2013).).
- Controlar la escorrentía mediante cunetas de coronación (Ministerio de Transporte, 2013).

8.4.2.4.3 ZONAS URBANAS CONSOLIDADAS

- Usar pavimentos con capas de base granular bien compactadas (INVIAS, 2013).
- Aplicar concretos de alta resistencia (mínimo 3.000 psi) con juntas de (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).
- Incorporar sistemas de recolección pluvial en techos y calles (IDEAM, 2022).

8.4.2.4.4 SECTOR RURAL

- Promover la construcción en materiales sostenibles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).
- Capacitar a las comunidades en métodos constructivos tradicionales mejorados duración (Pérez & Martínez, 2019).

8.4.2.5. IMPLEMENTACIONES PRÁCTICAS OBSERVADAS EN HONDA

- En la rehabilitación del estadio municipal de Honda, se aplicaron técnicas de compactación de suelo y drenaje perimetral (INVIAS, 2013).
- En obras de la Alcaldía y Cortolima, se construyeron muros de contención con drenajes y filtros (Ministerio de Transporte, 2013).
- En la pavimentación de la vía Honda – Mariquita, se implementaron bases estabilizadas con cal y control de humedad, prolongando la vida útil del pavimento (INVIAS, 2013).

8.5 EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS EN EL MUNICIPIO DE HONDA – TOLIMA

La evaluación detallada de los suelos destinados a la construcción de viviendas de uno y dos pisos en Honda-Tolima es un requisito fundamental para garantizar la seguridad estructural, evitar asentamientos diferenciales y cumplir con los lineamientos de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10. La variabilidad geotécnica del municipio, marcada por la presencia de depósitos aluviales recientes, materiales volcánicos re TRABAJADOS y zonas con nivel freático alto, exige un análisis específico para edificaciones de baja altura que suelen emplear cimentaciones superficiales (SGC,2020; IDEAM, 2021).

8.5.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Establecer las condiciones físicas, mecánicas y geotécnicas del suelo para definir el tipo adecuado de cimentación, su profundidad, capacidad portante y medidas de mitigación frente a humedad, expansividad o riesgo de erosión en viviendas de uno y dos pisos en el municipio de Honda-Tolima (NSR-10, 2010).

8.5.2 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE CARACTERIZACIÓN

Para construcciones de baja altura se recomienda:

- Realizar perforaciones entre 3 y 6 metros de profundidad, dependiendo de la zona, para identificar estratos blandos, saturados o heterogéneos (SGC,2020).
- Ejecutar ensayos SPT en cada metro o cambio de material, con el fin de determinar la resistencia del terreno y la compactación natural (NTC 5324, 2018)
- Analizar granulometría, límites de Atterberg y humedad natural, debido a la presencia frecuente de limos y arcillas de mediana plasticidad en zonas aluviales (IGAC, 2020).

8.5.3 CONSIDERACIONES ADICIONALES

- Evitar construcciones sobre zonas con evidencia de inundaciones, erosión o socavación, especialmente próximas al río Magdalena o al río Gualí (IDEAM, 2021).
- En laderas o zonas semipendientes, el diseño debe complementarse con estabilización de taludes y manejo de aguas superficiales para eliminar riesgos de deslizamiento (INVIAS, 2013).
- Todos los diseños deben seguir los lineamientos de la NSR-10 – Título A y Título H, para edificaciones de baja complejidad estructural (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

9. CONCLUSIONES

El estudio detallado de las características geotécnicas del suelo constituye un elemento esencial para la adecuada planificación, diseño y ejecución de obras civiles. A través del análisis realizado, se pudo evidenciar que la naturaleza del terreno influye de manera directa en la estabilidad, durabilidad y comportamiento estructural de cualquier proyecto de infraestructura. Factores como la textura, composición, humedad, densidad, compacidad y capacidad portante determinan el tipo de cimentación más apropiada y las medidas técnicas que deben adoptarse para garantizar la seguridad de las construcciones.

El reconocimiento del terreno permitió identificar que las condiciones geológicas, geomorfológicas e hídricas del área de estudio presentan variaciones significativas que inciden en la resistencia del suelo frente a las cargas estructurales. Estas condiciones requieren un enfoque técnico responsable, fundamentado en ensayos de laboratorio y de campo, como los procedimientos INV 706 e INV E-732-13, que facilitan una evaluación objetiva de la consistencia, la permeabilidad y la cohesión del material.

Asimismo, el proceso de investigación evidenció la importancia de los estudios previos como herramienta preventiva que evita fallas estructurales, asentamientos diferenciales y deslizamientos de terreno. La información obtenida permite definir parámetros de diseño más precisos, optimizar recursos y reducir costos asociados a la rehabilitación de estructuras. En este sentido, el conocimiento profundo del comportamiento del suelo bajo distintas condiciones de carga y humedad es indispensable para el éxito técnico y económico de cualquier proyecto.

De igual forma, se concluye que la aplicación de normas técnicas nacionales, como las del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), garantiza uniformidad, confiabilidad y calidad en la evaluación de materiales. Estas normas constituyen una guía fundamental para la ingeniería colombiana, ya que estandarizan los métodos de ensayo y aseguran que los resultados obtenidos sean comparables y reproducibles.

Finalmente, la integración entre la teoría geotécnica y la práctica de campo permite fortalecer las competencias profesionales del ingeniero civil o técnico de obras. Comprender la relación entre el suelo y la estructura fomenta la toma de decisiones fundamentadas en la evidencia, incrementa la eficiencia constructiva y promueve el desarrollo sostenible de la infraestructura, minimizando los impactos ambientales y económicos negativos.

10. RECOMENDACIONES

- **Con base en las características del municipio:**

En suelos aluviales blandos, se recomienda el uso de losa de cimentación rígida o zapata corrida sobre suelo compactado, previa mejora del terreno (INVIAS, 2013).

En zonas con materiales volcánicos o terrazas firmes, pueden emplearse zapatas aisladas siempre y cuando el suelo presente resistencia suficiente y nivel freático controlado (CORTOLIMA, 2022).

Cuando haya presencia de humedad permanente, es indispensable incorporar drenajes perimetrales, filtros de grava y barreras impermeabilizantes alrededor de la cimentación (IDEAM, 2022).

Para viviendas de dos pisos, es obligatorio verificar la susceptibilidad a asentamientos diferenciales debido a la heterogeneidad litológica del municipio. (POT Honda-Tolima, 2019).

- **Realizar estudios de suelos exhaustivos antes de cualquier construcción.**

Se recomienda que todo proyecto de infraestructura, sin importar su magnitud, contemple una fase inicial de reconocimiento geotécnico que incluya sondeos, ensayos de laboratorio y análisis topográficos. Esto permitirá conocer con precisión la capacidad portante y las características mecánicas del terreno.

- **Aplicar de manera rigurosa las normas técnicas nacionales e internacionales.**

La utilización de procedimientos normalizados, como los establecidos por el INVIAS, asegura la calidad y la fiabilidad de los resultados. Los ensayos INV-706 e INV E-732-13 deben ejecutarse conforme a los lineamientos establecidos para garantizar la validez técnica de los datos.

- **Promover la capacitación continua del personal técnico y profesional.**

Es necesario fortalecer las competencias del talento humano mediante formación permanente en geotecnia, ensayos de materiales, seguridad industrial y normatividad vigente. Un equipo bien entrenado reduce la posibilidad de errores en la toma de muestras y en la interpretación de resultados.

- **Implementar sistemas de control y seguimiento durante la ejecución de la obra.**

No basta con realizar el estudio de suelos en la fase de diseño. Se recomienda monitorear las condiciones del terreno durante la construcción, verificando que las propiedades del suelo no se vean afectadas por la compactación, las lluvias o la carga de maquinaria pesada.

- **Considerar el impacto ambiental en todas las etapas del proyecto.**

Las actividades de excavación, relleno y disposición de materiales deben realizarse con criterios de sostenibilidad, minimizando la erosión, la contaminación y la alteración del entorno natural. La ingeniería moderna debe orientarse hacia el equilibrio entre desarrollo y protección ambiental.

- **Utilizar tecnologías de apoyo para el análisis y modelamiento del suelo.**

El uso de software especializado en geotecnia y simulación estructural facilita la interpretación de datos y la predicción del comportamiento del terreno ante distintas cargas. Estas herramientas incrementan la precisión de los diseños y permiten optimizar los recursos disponibles.

- **Actualizar periódicamente los estudios en zonas de alto riesgo geotécnico.**

En áreas donde existen riesgos de deslizamientos, subsidencia o cambios drásticos en el nivel freático, se recomienda realizar reevaluaciones periódicas del suelo. Esto permite anticiparse a posibles fallas estructurales y aplicar medidas de mitigación oportunas.

- **Fortalecer la articulación entre la investigación académica y el campo profesional.**

Es fundamental que los centros educativos y las entidades de infraestructura trabajen de manera conjunta en la generación de conocimiento aplicado. La investigación contribuye a mejorar las metodologías de ensayo y a desarrollar materiales más resistentes y sostenibles.

11. REFERENCIAS

- CORTOLIMA. (2022). Informe de caracterización ambiental y del recurso suelo.
- IDEAM. (2021). Estudios geo científicos y de riesgo para el valle del Magdalena.
- IDEAM. (2022). Reporte de amenazas naturales e hidrometeorológicas para el Tolima.
- IGAC. (2020). Estudios de suelos y zonificación para planificación territorial.
- INVIAS. (2013). Especificaciones generales de construcción de carreteras. Instituto Nacional de Vías.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Guía para la protección del recurso suelo.
- Ministerio de Transporte. (2013). Manual de diseño y construcción de obras civiles.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).
- NTC 5324. (2018). Geotecnia. Estudios y ensayos para cimentaciones. ICONTEC.
- POT Honda-Tolima. (2019). Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Honda.
- Pérez, J., & Martínez, L. (2019). Buenas prácticas de manejo del suelo en proyectos civiles.
- SGC – Servicio Geológico Colombiano. (2020). Cartografía geológica y estudios geotécnicos del valle medio del Magdalena.
- Congreso de la República de Colombia. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <https://www.minvivienda.gov.co>
- Instituto Nacional de Vías – INVIAS. (2013). Especificaciones generales de construcción de carreteras. INVIAS. <https://www.invias.gov.co>
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). Manual de diseño geométrico de carreteras. Ministerio de Transporte. <https://www.mintransporte.gov.co>
- Servicio Geológico Colombiano – SGC. (2018). Cartografía geotécnica y de amenaza por movimientos en masa en Colombia. SGC. <https://www.sgc.gov.co>
- Universidad Nacional de Colombia. (2019). Apuntes de mecánica de suelos y cimentaciones. Facultad de Ingeniería. <https://unal.edu.co>
- Hidalgo Montoya, C. A., González Palacio, M., Parra Obando, M., & Hernández Arango, M. S. (2023). Caracterización de mezclas de suelo y residuos de demolición y construcción con equipos a escala real para pavimentación de vías terciarias en Colombia. Universidad de

Medellín. <https://investigaciones-pure.udemedellin.edu.co/es/projects/caracterizaci%C3%B3n-de-mezclas-de-suelo-y-residuos-de-demolici%C3%B3n-y-co>

Mora-Cano, A. D., & Argüelles-Sáenz, C. A. (2015). Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, municipio de Honda - Tolima (Trabajo de grado). Universidad Católica de Colombia. <http://hdl.handle.net/10983/2687>

Solarte Vanegas, N. C., & Aristizábal Marín, V. (2022). Seguimiento a la exploración geotécnica y estudios de suelos para la construcción de plantas solares en Villa Vieja, Apulo y Honda (Trabajo de grado). Universidad Pontificia Bolivariana. <https://investigacion.upb.edu.co/es/publications/seguimiento-a-la-exploraci%C3%B3n-geot%C3%A9cnica-y-estudios-de-suelos-para>

AS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica). (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. <https://www.asociacioncolombianadeingenieria.org/>

Coduto, D. P. (2011). Geotecnia: Principios y prácticas de ingeniería de cimentaciones (2.^a ed.). Pearson Educación.

Congreso de Colombia. (1997). Ley 388 de 1997: Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 3 de 1991 y se dictan otras disposiciones sobre ordenamiento territorial. Diario Oficial No. 43.091. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3074>

Das, B. M. (2014). Principles of geotechnical engineering (8th ed.). Cengage Learning.

Mora-Cano, A. C., & Argüelles-Sáenz, J. C. (2015). Análisis geotécnico y vulnerabilidad estructural en zonas urbanas con suelos blandos: Caso Honda, Tolima. Revista Ingeniería y Región, 13(2), 45–57.

Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://sdgs.un.org/es/goals>

Alcaldía Municipal de Honda. (2020). Plan de Desarrollo Municipal 2020–2023: “Unidos construimos futuro”. <https://hondatolima.micolombiadigital.gov.co>

CORTOLIMA. (2010). Agenda Ambiental del Norte del Tolima. Corporación Autónoma Regional del Tolima. <https://www.cortolima.gov.co>

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2011). Estudio geológico-geotécnico de amenazas en cabeceras municipales del Tolima: Caso Honda. <https://catalogo.sgc.gov.co>

Topographic Map. (2023). Altitudes del municipio de Honda, Tolima. <https://es-co.topographic-map.com/map-hr6nx/Honda/>

Alcaldía Municipal de Honda. (2018). Plan de Ordenamiento Territorial de Honda, Tolima. Recuperado de <https://www.honda-tolima.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2015). Decreto 1077 de 2015: Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Diario Oficial No. 49483.

Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA). (2023). Normativa ambiental para el manejo de suelos y construcción en el departamento del Tolima. Recuperado de <https://www.cortolima.gov.co>

Concejo Municipal de Honda. (2020). Acuerdos municipales sobre gestión ambiental y planificación urbana. Honda, Tolima.

DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.

Telencuestas. (2018). “Cuántos habitantes tenía Honda, Tolima en 2018.” Recuperado de <https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2018/tolima/honda>

Telencuestas. (2025). “Cuántos habitantes tendrá Honda, Tolima en 2025.” Recuperado de <https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2025/tolima/honda>

Servicio Geológico Colombiano – Estudio geológico-geotécnico e identificación de amenazas en Honda. <catalogo.sgc.gov.co>

Servicio Geológico Colombiano – Memoria explicativa zona plancha 207 Honda para zonificación de susceptibilidad. <catalogo.sgc.gov.co+1>

Ospina-Tascón, J. J. “El río Magdalena en el crecimiento histórico de Honda...” <revistes.upc.edu>

Documento sobre la litología y geología de la zona (Grupo Honda) Cortolima+1

Estudio sobre riesgos volcánicos y flujos de lodo/inundaciones en Honda

&, M. C., & Argüelles Sáenz. (2015).

(1997). Congreso de Colombia.

Argüelles-Sáenz, M.-C. &. (2025).

Coduto. (2011).

Congreso de la República de Colombia. (1997). AIS,2010.

Das & Sobhan. (2013).

Davis, D. (2000). <http://ri.uaemex.mx>. (T. editores., Ed.) Recuperado el 23 de Enero de 2025, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103743/secme-27284_1.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20refiere%20a%20la%20ubicaci%C3%B3n,o%20se%20realiza%20la%20investigaci%C3%B3n.

Enago Academy. (22 de enero de 2025). <https://www.enago.com>. Obtenido de <https://www.enago.com/academy/latam/write-thesis-statement/>

Gallegos, P. C. (2025). <https://comunicacionacademica.uc.cl>. (C. P. Lobato, Ed.) Recuperado el 24 de enero de 2025, de <https://comunicacionacademica.uc.cl>: https://comunicacionacademica.uc.cl/images/recursos/espanol/escritura/recurso_en_pdf_extenso/17_Como_elaborar_una_conclusion.pdf

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). <http://ri.uaemex.mx>. (M. Hill, Ed.) Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103743/secme-27284_1.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20refiere%20a%20la%20ubicaci%C3%B3n,%3A%20municipio%2C%20ciudad%2C%20pa%C3%ADs.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (16 de marzo de 2022). ecollection-icontec-org.unipiloto.basesdedatosezproxy.com. Obtenido de ecollection-icontec-org.unipiloto.basesdedatosezproxy.com: <https://ecollection-icontec-org.unipiloto.basesdedatosezproxy.com/pdfview/viewer.aspx?locale=es-ES&Q=A465F2DDA6B0FDB83A33B01BCED1EBDEC9E021851AB8BA96&Req=>

Instituto PACCELLY. (2025). <https://sbbd9736625373ac7.jimcontent.com>. Recuperado el 23 de enero de 2025, de <https://sbbd9736625373ac7.jimcontent.com/download/version/1573572800/module/16926968196/name/CAP%C3%8DTULO%205.pdf>

Montoya, H., & Montoya, H. (2023). Caracterización de mezclas de suelo y residuos de demolición y construcción con equipos a escala real para pavimentación de vías terciarias en Colombia.

Montoya, H. (2023).

Montoya, H. (2023). et al.

&, M. C., & Argüelles Saenz . (2015).

(1997). Congreso de Colombia.

Alcaldía de Honda . (2020).

Argüelles-Sáenz, M.-C. &. (2025).

Coduto. (2011).

Congreso de la Republica de Colombia. (1997; AIS, 2010).

Congreso de la Republica de Colombia. (1997; AIS, 2010).

CORTOLIMA . (2010).

CORTOLIMA. (2022).

Das & Sobhan. (2013).

Davis, D. (2000). <http://ri.uaemex.mx>. (T. editores., Ed.) Recuperado el 23 de Enero de 2025, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103743/secme-27284_1.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20refiere%20a%20la%20ubicaci%C3%B3n,o%20se%20realiza%20la%20investigaci%C3%B3n.

Enago Academy. (22 de Enero de 2025). <https://www.enago.com>. Obtenido de <https://www.enago.com/academy/latam/write-thesis-statement/>

Gallegos, P. C. (2025). <https://comunicacionacademica.uc.cl>. (C. P. Lobato, Ed.) Recuperado el 24 de Enero de 2025, de <https://comunicacionacademica.uc.cl>: https://comunicacionacademica.uc.cl/images/recursos/espanol/escritura/recurso_en_pdf_externo/17_Como_elaborar_una_conclusion.pdf

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). <http://ri.uaemex.mx>. (M. Hill, Ed.) Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103743/secme-27284_1.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20refiere%20a%20la%20ubicaci%C3%B3n,%3A%20municipio%2C%20ciudad%2C%20pa%C3%ADs.

IDEAM. (2021).

IDEAM. (2022).

IGAC. (2020).

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (16 de Marzo de 2022). ecollection-icontec-org.unipiloto.basesdedatosezproxy.com. Obtenido de ecollection-icontec-org.unipiloto.basesdedatosezproxy.com: <https://ecollection-icontec-org.unipiloto.basesdedatosezproxy.com/pdfview/viewer.aspx?locale=es-ES&Q=A465F2DDA6B0FDB83A33B01BCED1EBDEC9E021851AB8BA96&Req=>

Instituto PACCELLY. (2025). <https://sbbd9736625373ac7.jimcontent.com>. Recuperado el 23 de Enero de 2025, de <https://sbbd9736625373ac7.jimcontent.com/download/version/1573572800/module/16926968196/name/CAP%C3%8DTULO%205.pdf>

Martínez, P. &., & Pérez & Martínez. (2019).

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010).

Montoya , H., & Montoya, H. (2023). Caracterización de mezclas de suelo y residuos de demolición y construcción con equipos a escala real para pavimentación de vías terciarias en Colombia.

Montoya, H. (2023).

Montoya, H. (2023). et al.

Mora, C., & Arguelles Saenz . (2015).

Mora-Cano, & Argüelles-Sáenz. (2015).

Muñoz, A. G. (2016). <https://www.ucm.es>. Obtenido de <https://www.ucm.es:https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-135806/4%20el-desarrollo.pdf>

Naciones Unidas. (2015).

NSR-10. (2010).

POT Honda,Tolima. (2019).

Rivera, G. P. (Mayo de 1998). www.uv.mx. Recuperado el 23 de Enero de 2025, de https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/documents/2/Marco_Teorico_Referencial.pdf

Rodriguez & Morales. (2020).

Rodriguez, V. (3 de Mayo de 2023). <https://es.linkedin.com>. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/consejos-y-mejores-pr%C3%A1cticas-para-redactar-de-tesis-inincim>

SGC. (2011).

SGC. (2020).

Solarte Vanegas, & Aristizábal Marín. (2022).

Topographic Map. (2023).

Topographic Map,. (2023).

Torres, R. A., & Monroy, M. J. (13 de Octubre de 2020). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/atotonilco/article/download/5265/9468/>

Universidad Autónoma del Estado de México. (s.f.). <http://ri.uaemex.mx>. Recuperado el 23 de Enero de 2025, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/103743/secme-27284_1.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20refiere%20a%20la%20ubicaci%C3%B3n,o%20se%20realiza%20la%20investigaci%C3%B3n

Universidad de Veracruz. (11 de Febrero de 2010). www.uv.mx. Obtenido de <https://www.uv.mx/veracruz/insting/files/2013/02/propuesta-de-protocolo-final.doc>

Universidad del ISTMO. (2025). <https://cmsudi.udelistmo.edu>. Recuperado el 23 de Enero de 2025, de <https://cmsudi.udelistmo.edu>:
https://cmsudi.udelistmo.edu/sites/default/files/formato_inscripcion_y_guia_de_tesis.pdf

Universidad para la Cooperación Internacional. (4 de Junio de 2015). www.ucipfg.com.
Obtenido de www.ucipfg.com/Repositorio: https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-12/BLOQUE_ACADEMICO/UNIDAD_1/002.pdf