ANDRÉS FELIPE
ZULUAGA RAMÍREZ
INGENIERÍA GEOTÉCNICA · GESTIÓN DEL RIESGO

PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA

ESTUDIO DE RIESGO GEOTÉCNICO POR MOVIMIENTOS EN MASA

Análisis de estabilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo a **escala detallada**, evaluación de viviendas expuestas y definición de **obras de estabilidad o reubicación**.

SOLICITANTE
Municipio de Belalcázar
Departamento de Caldas

LOCALIZACIÓN
Belalcázar, Caldas
Área de influencia aprox. 0,8 ha

PLAZO DE EJECUCIÓN
45 días calendario
A partir del pago del anticipo y acta de inicio

MARCO NORMATIVO
Ley 1523 de 2012 · Dec. 1077 de 2015
Dec. 1807 de 2014 · NSR-10 · Guía SGC

PRESENTA
Ing. Andrés Felipe Zuluaga Ramírez, MSc.
Ingeniero Civil · Magíster en Ingeniería – Geotecnia · Especialista en Geotecnia · Especialista en Vías y Transporte

+15
AÑOS DE EXPERIENCIA

SEPTIEMBRE 2026

Belalcázar, Caldas, septiembre de 2026

Señores
MUNICIPIO DE BELALCÁZAR
Alcaldía Municipal – Departamento de Caldas
Belalcázar, Caldas

Asunto: Propuesta técnica y económica para el estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, análisis de estabilidad y definición de obras de mitigación o reubicación.

Respetados señores:

Atendiendo su amable solicitud, me permito presentar la propuesta técnica y económica para la elaboración del **estudio de riesgo geotécnico por movimientos en masa** del sector delimitado en el municipio de Belalcázar- Caldas (Barrio Clímaco Pizarro y barrio obrero), con un área de influencia aproximada de **0,8 ha**, en el cual se localizan viviendas expuestas a procesos de inestabilidad del terreno.

El estudio tiene como propósito establecer, con fundamento técnico y conforme a la normativa nacional vigente, el **nivel de riesgo al que están expuestos las personas y las viviendas**, determinar si dicho riesgo es **mitigable mediante obras de estabilidad** o si, por el contrario, se requiere la **reubicación** de la población, y diagnosticar para cada vivienda si presenta **riesgo de colapso** o si es susceptible de **restauración y reforzamiento estructural**.

La propuesta es presentada por el suscrito, **Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería – Geotecnia**, con **más de quince (15) años de experiencia** en estudios geotécnicos, estabilidad de taludes, gestión del riesgo por movimientos en masa y diseño de obras de mitigación.

45 días	0,8 ha	1:500 – 1:1.000	50 % / 50 %
PLAZO DE EJECUCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA	ESCALA DE TRABAJO	FORMA DE PAGO

Quedo atento a cualquier aclaración o ampliación que consideren necesaria.

Cordialmente,



Ing. Andrés Felipe Zuluaga Ramírez, MSc.
Magíster en Ingeniería – Geotecnia · Ingeniero Civil

01 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En el sector objeto de estudio del municipio de Belalcázar (Caldas) se han identificado condiciones de inestabilidad del terreno que comprometen la seguridad de un grupo de viviendas y de la infraestructura urbana circundante, circunstancias activadas a partir del sismo del 10 de agosto de 2026. La topografía de ladera, la presencia de suelos residuales y depósitos de vertiente, la acción de las aguas de escorrentía y subsuperficiales, así como la localización del municipio en una **zona de amenaza sísmica alta** según el Reglamento NSR-10, configuran un escenario propicio para la ocurrencia de **movimientos en masa**.

De acuerdo con la **Ley 1523 de 2012**, los municipios son responsables de conocer, reducir y manejar el riesgo de desastres en su territorio, y el **Decreto 1077 de 2015** (que compila el Decreto 1807 de 2014) exige la elaboración de **estudios detallados** en las áreas con condición de riesgo para categorizarlo como **mitigable o no mitigable** y definir las medidas de intervención correspondientes. En este contexto se justifica la ejecución del presente estudio.



Figura 1. Delimitación preliminar del área de influencia del estudio (≈ 0,8 ha). Imagen satelital de referencia.

02 OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar el riesgo geotécnico por movimientos en masa del sector de estudio y, con base en ello, **definir las obras de estabilidad y mitigación** requeridas o, en su defecto, **recomendar la reubicación** de las viviendas localizadas en zona de riesgo no mitigable, identificando además si cada vivienda expuesta **presenta riesgo de colapso** o si **puede ser restaurada y reforzada estructuralmente**.

Objetivos específicos

1. Caracterizar las condiciones topográficas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas del área de estudio a escala detallada.
2. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales del subsuelo mediante exploración directa, geofísica y ensayos de laboratorio.

3. Evaluar la estabilidad de las laderas y taludes bajo condiciones estáticas, de saturación por lluvia y seudoestáticas por sismo, y zonificar la amenaza por movimientos en masa.
4. Evaluar la vulnerabilidad física de las viviendas e infraestructura expuestas y estimar el riesgo resultante.
5. Categorizar el riesgo como mitigable o no mitigable, de conformidad con el Decreto 1077 de 2015.
6. Clasificar cada vivienda expuesta en una de tres categorías: riesgo de colapso; recuperable mediante restauración y reforzamiento estructural; o daño leve.
7. Diseñar a nivel de detalle las obras de estabilidad, contención y drenaje para las zonas de riesgo mitigable, o sustentar técnicamente la recomendación de reubicación.

03 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

El estudio se desarrollará en cumplimiento de las siguientes disposiciones legales, reglamentos técnicos y guías metodológicas:

NORMA	APLICACIÓN EN EL ESTUDIO
Ley 1523 de 2012	Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Procesos de conocimiento, reducción del riesgo y manejo de desastres; responsabilidad de las entidades territoriales.
Ley 388 de 1997	Ordenamiento territorial. Incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento y clasificación de suelos de protección por riesgo.
Ley 9 de 1989 (art. 56) y Ley 2 de 1991	Obligación de los municipios de inventariar los asentamientos en zonas de alto riesgo y adelantar programas de reubicación.
Decreto 1077 de 2015 (compila el Decreto 1807 de 2014)	Condiciones y escalas de detalle para incorporar la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial; alcance de los estudios detallados y categorización del riesgo como mitigable o no mitigable.
Ley 400 de 1997 y Ley 1796 de 2016	Régimen de construcciones sismo resistentes y medidas de protección al comprador de vivienda y seguridad de las edificaciones.
NSR-10 (Decreto 926 de 2010 y modificaciones)	Título H: estudios geotécnicos, número y profundidad de sondeos, factores de seguridad mínimos para estabilidad de taludes (FS estático ≥ 1,50; seudoestático ≥ 1,05). Título A: amenaza sísmica y evaluación de edificaciones existentes (A.10).
Guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC)	Guía para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada.
Normas de ensayo INVÍAS (2013) y ASTM	Procedimientos de exploración (SPT, refracción sísmica) y ensayos de laboratorio de suelos y rocas.
Ley 842 de 2003	Ejercicio de la ingeniería en Colombia; responsabilidad profesional del consultor.
Instrumentos locales	Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Belalcázar; lineamientos técnicos de CORPOCALDAS.

04 ALCANCE Y METODOLOGÍA

La metodología se fundamenta en la **guía del Servicio Geológico Colombiano para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada** y en los requisitos del **Decreto 1077 de 2015** para estudios detallados. Dado el tamaño del área (≈ 0,8 ha), el trabajo se realizará a **escala 1:500 a 1:1.000**, superior a la mínima de 1:2.000 exigida para esta clase de estudios. El desarrollo se organiza en cinco fases:

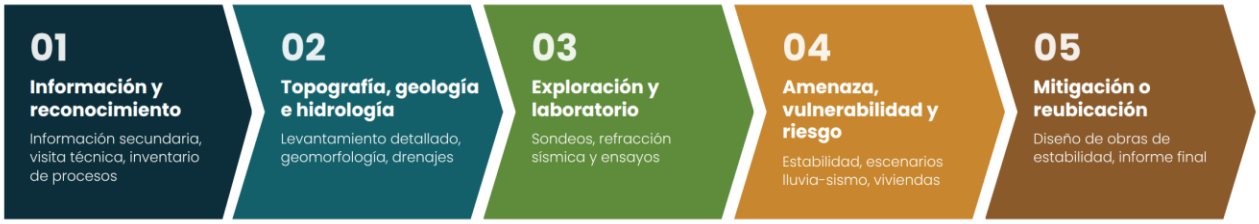


Figura 2. Fases metodológicas del estudio.

Fase 1 · Información secundaria y reconocimiento

- Recopilación y análisis de información existente: EOT, Plan Municipal de Gestión del Riesgo, estudios previos, cartografía, fotografías aéreas multitemporales y registros de lluvias y eventos.
- Visita técnica de reconocimiento, identificación de evidencias de inestabilidad (grietas, escarpes, abombamientos, inclinación de postes y árboles, afloramientos de agua) y ajuste del área de estudio.

Fase 2 · Topografía, geología e hidrología

- **Levantamiento topográfico** planialtimétrico detallado, georreferenciado al sistema MAGNA-SIRGAS, con curvas de nivel cada 1,0 m, perfiles de análisis, redes de servicios y localización de viviendas.
- **Geología y geomorfología de detalle**: unidades geológicas superficiales, rasgos estructurales, unidades geomorfológicas e **inventario y caracterización de procesos de movimientos en masa** (tipo, actividad, mecanismo).
- **Estudio hidrológico e hidráulico**: caracterización de lluvias, cálculo de caudales de escorrentía, evaluación de drenajes existentes y del aporte de aguas subsuperficiales y redes de servicios a la inestabilidad.

Fase 3 · Exploración geotécnica y ensayos de laboratorio

Se ejecutarán **sondeos** con profundidades entre **6,0 m y 15,0 m**, combinando perforación manual y mecánica con ensayo de penetración estándar (SPT), y **dos (2) líneas de refracción sísmica** para definir la estratigrafía, el espesor de los depósitos y la profundidad del material competente. Se tomarán muestras representativas alteradas e inalteradas para los siguientes ensayos:

ÍTEM	ACTIVIDAD / ENSAYO	NORMA	CANT.
1	Sondeos manuales (ml)	Toma de muestras	24
2	Sondeos mecánicos con SPT (ml)	INV E-111 / ASTM D1586	30
3	Líneas de refracción sísmica	ASTM D5777	2

ÍTEM	ACTIVIDAD / ENSAYO	NORMA	CANT.
4	Densidad	ASTM D7263	13
5	Límites de Atterberg	INV E-125 / E-126	10
6	Humedad natural	INV E-122	23
7	Resistencia a la compresión inconfinada	INV E-152	6
8	Granulometría	INV E-123	8
9	Hidrometría	INV E-124	5
10	Consolidación unidimensional	INV E-151	1
11	Compresión en roca	ASTM D7012	1
12	Expansión	ASTM D4546	1
13	Corte directo	INV E-154	6

Nota: la localización definitiva de los sondeos y líneas sísmicas se ajustará en campo según las condiciones de acceso y los hallazgos del reconocimiento.

Fase 4 · Evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Amenaza. Se elaborará el modelo geológico-geotécnico y se realizarán **análisis de estabilidad por equilibrio límite** (métodos de Bishop, Janbu, Spencer y Morgenstern-Price) complementados con **análisis probabilísticos** para obtener el factor de seguridad y la probabilidad de falla, bajo los escenarios:

- Condición estática con nivel freático medido.
- Condición de saturación asociada a lluvias intensas (escenario detonante por lluvia).
- Condición seudoestática por sismo, con coeficientes derivados de la NSR-10 para el municipio.

Con estos resultados se **zonificará la amenaza** en categorías alta, media y baja, y se estimarán las áreas de afectación y las distancias de viaje de los materiales.

Vulnerabilidad física de las viviendas. Se realizará la inspección técnica de cada vivienda del área de influencia mediante **fichas de levantamiento**, registrando tipología estructural (mampostería, bahareque, pórticos), estado de conservación, sistema de cimentación y patologías asociadas al movimiento del terreno (fisuras, asentamientos diferenciales, desplomes, separación de elementos). El nivel de daño se clasificará según escalas reconocidas para daño inducido por movimientos del terreno (Burland, 1977, y equivalentes) y se estimará el índice de vulnerabilidad física conforme a la guía del SGC.

Riesgo. Se combinarán la amenaza y la vulnerabilidad para estimar el riesgo sobre personas y viviendas, y se **categorizará el riesgo como mitigable o no mitigable**, considerando la viabilidad técnica, económica y social de las medidas de reducción.



Figura 3. Esquema de decisión: categorización del riesgo y diagnóstico de viviendas.

Fase 5 · Obras de estabilidad, reubicación e informe final

- Planteamiento y comparación de alternativas de mitigación: estructuras de contención, perfilado y conformación de taludes, subdrenajes y drenajes superficiales, manejo de aguas lluvias y servidas, y obras de bioingeniería.
- **Diseño de detalle** de la alternativa seleccionada, incluido el **diseño estructural de las obras de contención**, con verificación de factores de seguridad según NSR-10 Título H.
- Para las zonas de **riesgo no mitigable**, sustentación técnica de la recomendación de **reubicación** y delimitación del área a incorporar como suelo de protección.
- Especificaciones técnicas, cantidades de obra y presupuesto estimado de las obras de mitigación.

05 PRODUCTOS ENTREGABLES

PRODUCTO	CONTENIDO
P1 · Caracterización geotécnica	Resultados e interpretación de la exploración y los ensayos; caracterización geológica y geotécnica del subsuelo y propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
P2 · Modelo geológico-geotécnico	Perfiles geológico-geotécnicos con estratigrafía, nivel freático, unidades geológicas y condiciones relevantes para el diseño.
P3 · Análisis de amenaza	Análisis de estabilidad en los escenarios definidos y mapa de zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala detallada.
P4 · Vulnerabilidad y riesgo	Fichas de vivienda, mapa de vulnerabilidad física, mapa de riesgo y categorización del riesgo (mitigable / no mitigable).
P5 · Diagnóstico de viviendas	Clasificación de cada vivienda: A – riesgo de colapso; B – recuperable con restauración y reforzamiento estructural; C – daño leve. Recomendaciones de manejo inmediato.

PRODUCTO	CONTENIDO
P6 · Obras de mitigación o reubicación	Diseño de detalle de las obras de estabilidad, contención y drenaje, planos, memorias de cálculo, especificaciones, cantidades y presupuesto; o sustentación de la reubicación.
P7 · Informe final	Documento técnico consolidado, planos en formato digital (PDF y DWG), cartografía georreferenciada y resumen ejecutivo para el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo.

06 EXCLUSIONES DEL ALCANCE

La presente propuesta NO incluye:

• El **diseño estructural del reforzamiento de cada vivienda**. El estudio se limita a la evaluación del riesgo por movimientos en masa y al diagnóstico de si las viviendas presentan riesgo de colapso o son susceptibles de restauración y reforzamiento; el diseño individual de dicho reforzamiento deberá contratarse por separado conforme a NSR-10 (A.10).

• Estudios de suelos para nuevas edificaciones, diseño urbanístico o de vivienda para reasentamiento.

• Estudios socioeconómicos, prediales, avalúos, gestión social o trámites del proceso de reubicación.

• Construcción de obras, interventoría, instrumentación o monitoreo de largo plazo, y trámite de licencias o permisos ambientales.

• Actividades adicionales por cambios de alcance solicitados por el contratante, las cuales se cotizarán por separado.

07 PROPONENTE Y EQUIPO DE TRABAJO

Ing. Andrés Felipe Zuluaga Ramírez, MSc. — Director del estudio y especialista geotécnico.

- Ingeniero Civil.
- Magíster en Ingeniería – Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia.
- Especialista en Geotecnia y Especialista en Vías y Transporte.
- Más de **15 años de experiencia** en estudios geotécnicos, estabilidad de taludes y laderas, estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, y diseño de obras de contención y mitigación.

El director contará con el siguiente equipo de apoyo:

PROFESIONAL / RECURSO	ACTIVIDAD
Geólogo(a)	Cartografía geológica y geomorfológica, inventario de procesos de movimientos en masa.
Ingeniero(a) estructural	Diseño estructural de obras de contención; apoyo en la evaluación de vulnerabilidad de viviendas.
Ingeniero(a) hidráulico(a)	Estudio hidrológico e hidráulico y diseño de drenajes.
Comisión de topografía	Levantamiento planialtimétrico georreferenciado.

PROFESIONAL / RECURSO	ACTIVIDAD
Laboratorio de suelos y equipo de perforación y geofísica	Exploración de campo, refracción sísmica y ensayos de laboratorio.

08 PLAZO Y CRONOGRAMA

El plazo de ejecución es de **cuarenta y cinco (45) días calendario**, contados a partir de la firma del acta de inicio, previo pago del anticipo y garantizado el acceso a los predios.

ACTIVIDAD	SEM 1 d 1–7	SEM 2 d 8–14	SEM 3 d 15–21	SEM 4 d 22–28	SEM 5 d 29–35	SEM 6 d 36–42	SEM 7 d 43–45
Recopilación de información y visita de reconocimiento							
Levantamiento topográfico							
Geología, geomorfología e inventario de procesos							
Exploración geotécnica (sondeos y sísmica)							
Ensayos de laboratorio							
Levantamiento de vulnerabilidad de viviendas							
Estudio hidrológico e hidráulico							
Análisis de estabilidad y zonificación de amenaza							
Vulnerabilidad, riesgo y diagnóstico de viviendas							
Alternativas y diseño de obras / reubicación							
Informe final, planos, presupuesto y entrega							
Hitos de pago	▲ Anticipo 50 %						▲ Saldo 50 %

09 PROPUESTA ECONÓMICA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	V. UNITARIO	V. TOTAL
1. TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA					
1.1	Levantamiento topográfico planialtimétrico detallado (curvas c/ 1,0 m, georreferenciado MAGNA-SIRGAS)	gl	1	$ 6.000.000	$ 6.000.000
1.2	Geología y geomorfología de detalle, inventario de procesos de movimientos en masa	gl	1	$ 7.000.000	$ 7.000.000
	Subtotal topografía y geología				**$ 13.000.000**
2. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA					
2.1	Sondeos manuales con toma de muestras	ml	24	$ 60.000	$ 1.440.000
2.2	Sondeos mecánicos con SPT (INV E-111 / ASTM D1586)	ml	30	$ 170.000	$ 5.100.000
2.3	Línea de refracción sísmica (ASTM D5777)	un	2	$ 9.000.000	$ 18.000.000
	Subtotal exploración geotécnica				**$ 24.540.000**
3. ENSAYOS DE LABORATORIO					
3.1	Densidad (ASTM D7263)	un	13	$ 60.000	$ 780.000
3.2	Límites de Atterberg (INV E-125/126)	un	10	$ 50.000	$ 500.000
3.3	Humedad natural (INV E-122)	un	23	$ 50.000	$ 1.150.000
3.4	Compresión inconfinada (INV E-152)	un	6	$ 250.000	$ 1.500.000
3.5	Granulometría (INV E-123)	un	8	$ 80.000	$ 640.000
3.6	Hidrometría (INV E-124)	un	5	$ 50.000	$ 250.000
3.7	Consolidación unidimensional (INV E-151)	un	1	$ 450.000	$ 450.000
3.8	Compresión en roca (ASTM D7012)	un	1	$ 350.000	$ 350.000
3.9	Expansión (ASTM D4546)	un	1	$ 600.000	$ 600.000
3.10	Corte directo (INV E-154)	un	6	$ 450.000	$ 2.700.000
	Subtotal ensayos de laboratorio				**$ 8.920.000**
4. ESTUDIOS, ANÁLISIS Y DISEÑOS					
4.1	Análisis geotécnico: estabilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo, presupuesto.	gl	1	$ 12.000.000	$ 12.000.000
4.2	Levantamiento y diagnóstico de vulnerabilidad física de viviendas expuestas	gl	1	$ 3.000.000	$ 3.000.000
4.3	Diseño estructural de las obras de estabilidad y mitigación (contención)	gl	1	$ 10.000.000	$ 10.000.000

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	V. UNITARIO	V. TOTAL
4.4	Estudio hidrológico e hidráulico y diseño de drenajes	gl	1	$ 10.000.000	$ 10.000.000
	Subtotal estudios, análisis y diseños				**$ 35.000.000**
	COSTO DIRECTO				**$ 81.460.000**
	IVA (19 %)				**$ 15.477.400**
	VALOR TOTAL DE LA PROPUESTA				**$ 96.937.400**

Valores en pesos colombianos (COP). IVA calculado a la tarifa general vigente del 19 %.

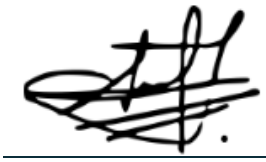
10 FORMA DE PAGO

PAGO	%	VALOR (IVA INCLUIDO)
Anticipo — a la firma del contrato, como requisito para el acta de inicio	50 %	$ 48.468.700
Pago final — a la entrega y recibo a satisfacción del informe final	50 %	$ 48.468.700
TOTAL	**100 %**	**$ 96.937.400**

11 CONDICIONES GENERALES

- **Validez de la oferta:** treinta (30) días calendario a partir de la fecha de presentación.
- **Obligaciones del contratante:** garantizar el acceso a los predios y viviendas, suministrar la información disponible (EOT, PMGRD, estudios previos, redes de servicios) y apoyar la socialización con la comunidad.
- **Suspensiones:** los días de suspensión por causas no imputables al consultor (lluvias extremas, orden público, restricción de acceso) ampliarán el plazo en igual término.
- **Impuestos y retenciones:** los valores incluyen IVA; las retenciones y estampillas de ley serán aplicadas por la entidad contratante.
- **Confidencialidad y propiedad:** la información y los productos del estudio serán de propiedad del Municipio de Belalcázar, con reconocimiento de la autoría técnica del consultor.

Atentamente,



Ing. Andrés Felipe Zuluaga Ramírez, MSc.
Ingeniero Civil · Magíster en Ingeniería – Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia
Especialista en Geotecnia · Especialista en Vías y Transporte