

GOBERNACIÓN DE RISARALDA
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

Inventario de viviendas en zonas de riesgo
y Mapa de aptitud del suelo para el uso urbano.

Centro poblado Patio Bonito
Municipio de La Celia.

Pereira, Abril de 2014



Inventario de viviendas en zonas de riesgo y Mapa de aptitud del suelo para el uso urbano.

Centro poblado Patio Bonito Municipio de La Celia.

Pereira, Abril de 2014

Inventario de viviendas en zonas de riesgo y Mapa de aptitud del suelo para el uso urbano.

Centro poblado Patio Bonito Municipio de La Celia

HECTOR JAIME VÁSQUEZ MORALES
Ingeniero Geólogo
Coordinador equipo técnico

BLEYMIRK VARGAS PULGARÍN
Contratista Ordenamiento Territorial

LUZ STELLA OVALLE CIFUENTES
Interventora

Elaboró:

MARÍA ELENA GIL BUITRAGO, Geóloga
JORGE ENRIQUE MOSQUERA, Ingeniero Civil

Pereira, Abril de 2014

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 OBJETIVO.....	8
1.2 METODOLOGÍA.....	8
1.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
1.4 FOTOINTERPRETACIÓN.....	12
1.5 LOCALIZACIÓN.....	12
2. ASPECTOS BIOFÍSICOS.....	13
2.1 GEOLOGÍA.....	13
2.1.1 Formaciones Superficiales.....	15
2.2 GEOMORFOLOGIA.....	20
2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	23
2.4 PROCESOS EROSIVOS.....	24
2.4.1 Fenómenos de Remoción en masa.....	27
2.5 CLIMA.....	28
2.6 USO Y COBERTURA ACTUAL DEL SUELO.....	29
3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	32
3.1 POBLACIÓN.....	32
3.2 ECONOMÍA.....	32
3.3 SERVICIOS PUBLICOS.....	33
3.4 CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS.....	34
3.5 HISTORIA.....	35
4. EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL RIESGO.....	36
4.1 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA.....	36
4.1.1 Análisis cualitativo para definir la susceptibilidad por movimientos en masa.....	36
4.1.2 Factores de amenaza.....	39
4.1.3 Clasificación de la amenaza.....	45
4.2 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	47
4.2.1 Factores de vulnerabilidad.....	47
4.2.2 Descripción de obras existentes.....	49
4.3 EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS.....	55
4.3.1 Clasificación de riesgo.....	56
4.3.2 Inventario de viviendas en riesgo.....	58
4.4 PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DE RIESGOS.....	63
5. APTITUD PARA EL USO URBANO.....	68
6. CONCLUSIONES.....	73
7. RECOMENDACIONES.....	73
8. BIBLIOGRAFÍA.....	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fotografías aéreas consultadas.....	12
Tabla 2. Variables geomorfológicas con sus condicionantes y pesos asignados.	37
Tabla 3. Intervalos de pendiente y pesos asignados.	37
Tabla 4. Tipos de procesos y pesos asignados.....	38
Tabla 5. Formaciones Superficiales y pesos asignados.	38
Tabla 6. Usos del Suelo y Cobertura Actual y sus valores asignados. Cobertura y Uso (Variable) Símbolo Valor o Peso.....	39
Tabla 7. Clasificación de la amenaza.	45
Tabla 8. Descripción obras existentes.	50
Tabla 9. Inventario de eventos ocurridos en el corregimiento Patio Bonito.....	55
Tabla 10. Matriz de clasificación del riesgo.	56
Tabla 11. Zonificación del Riesgo.	57
Tabla 12. Inventario consolidado viviendas en riesgo.....	59
Tabla 13. Inventario de viviendas en zonas de riesgo.	60
Tabla 14. Inventario de obras propuestas para la mitigación del riesgo.....	63
Tabla 15. Acciones propuestas para la mitigación del riesgo.	68

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Vista de metasedimentos de color gris claro, localizados al noreste de la zona de estudio.	15
Foto 2. Vista de depósito de saprofito, localizado al noreste de la zona de estudio.	16
Foto 3. Talud en ceniza volcánica color pardo amarillento, localizado al norte de la zona de estudio sobre la margen derecha de la vía principal.	17
Foto 4. Depósito antrópico utilizado para conformación de predio. El diseño y la ejecución de la obra deberán cumplir estrictamente con la norma sismorresistente.....	18
Foto 5. Vista de unidad geomórfica de Sierra denudativa	20
Foto 6. Vista de unidad geomórfica de Colina.	21
Foto 7. Vista de proceso erosivo tipo terracetas, localizado al noroeste de la zona de estudio.	25
Foto 8. Vista de agrietamiento y desplazamiento de bordillo a nivel de vía principal, al sur del área de estudio.	27
Foto 9. Vista de desprendimiento en talud de ceniza volcánica, margen derecha de la vía que conduce a la finca El Llano.	28
Foto 10. Evidencia fenómeno de reptación, nótese inclinación de poste de alumbrado público.....	28
Foto 11. Panorámica del centro poblado Patio Bonito.	35
Foto 12. Centro Poblado de estructura lineal, sin distribución manzanera; las viviendas se localizan sobre ambas márgenes de la vía.	36
Foto 13. Afloramiento de metasedimentos muy fracturados de bajo espesor (< 1m).	42
Foto 14. Vista de vivienda con columnas esbeltas sin estructura de amarre, en terreno de alta pendiente.	49
Foto 15. Obra No. 1	51
Foto 16. Obra No. 2.....	51

Foto 17. Obra No. 3.....	51
Foto 18. Obra No. 4.....	52
Foto 19. Obra No. 5.....	52
Foto 20. Obra No. 6.....	53
Foto 21. Obra No. 7.....	53
Foto 22. Obra No. 8.....	53
Foto 23. Obra propuesta No. 1	64
Foto 24. Obra propuesta No. 2	64
Foto 25. Obra propuesta No. 3	65
Foto 26. Obra propuesta No. 4	65
Foto 27. Obra propuesta No. 5	65
Foto 28. Obra propuesta No. 9	65
Foto 29. Obra propuesta No. 7	65
Foto 30. Obra propuesta No. 8	65
Foto 31. Obra propuesta No. 10	66
Foto 32. Obra propuesta No. 11	66
Foto 33. Obra propuesta No. 12	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del centro poblado Patio Bonito, municipio de La Celia, departamento de Risaralda.....	13
Figura 2. Mapa Geológico de La Celia.	14
Figura 3. Mapa de Formaciones Superficiales	19
Figura 4. Mapa de unidades geomorfológicas.....	22
Figura 5. Mapa estructural, occidente de Colombia. El círculo azul muestra las fallas y lineamientos cercanos al centro poblado.....	24
Figura 6. Mapa de Procesos Erosivos.	26
Figura 7. Mapa Usos de Suelo y Cobertura Vegetal.	31
Figura 8. Mapa de Susceptibilidad a Movimientos de Masa.....	41
Figura 9. Mapa de Pendientes.	44
Figura 10. Mapa de Amenazas.....	46
Figura 11. Mapa de Vulnerabilidad.....	48
Figura 12. Mapa Obras existentes.....	54
Figura 13. Mapa de Riesgo.....	62
Figura 14. Mapa de obras propuestas.....	67
Figura 15. Mapa Aptitud del Suelo para Uso Urbano.....	72

LISTA DE ANEXOS

ANEXO No. 1 MAPAS

- 1/12 Mapa Formaciones Superficiales
- 2/12 Mapa Unidades Geomorfológicas

- 3/12 Mapa Procesos Erosivos
- 4/12 Mapa Usos del Suelo y Coberturas Vegetales
- 5/12 Mapa Susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa
- 6/12 Mapa Pendientes
- 7/12 Mapa Amenaza
- 8/12 Mapa Vulnerabilidad física de las viviendas
- 9/12 Mapa Obras Existentes
- 10/12 Mapa Riesgo
- 11/12 Mapa Obras Propuestas
- 12/12 Mapa Aptitud del Suelo para Uso Urbano

ANEXO No. 2 FICHAS DE CALIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD
ANEXO No. 3 FICHAS DE OBRAS

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la problemática del desarrollo territorial no ha sido exclusiva únicamente de los grandes centros del país, sino que ha tocado jurisdicciones como los corregimientos, espacios caracterizados en épocas remotas por su ruralidad y armonía natural. La ocupación del suelo no planificado ejerce una fuerte presión sobre los recursos naturales, generando múltiples conflictos socio-ambientales tales como el deterioro ambiental y la consolidación de viviendas en zonas de alto riesgo, poniendo en peligro la población que allí se asienta.

La zonificación de aptitud de uso del suelo y el inventario de viviendas en zonas de riesgo constituye una herramienta que busca contribuir a un desarrollo territorial con relación armónica entre el crecimiento urbano y el sistema natural. Su implementación orienta la ocupación del suelo conforme a su naturaleza restrictiva y potencialidad constructiva, traduciéndose en la protección de la oferta de servicios ambientales y disminución de la vulnerabilidad del hábitat construido. Esta base de información contribuye para la prevención de futuros eventos, cuyo objetivo principal es proteger la vida de los que habitan en el centro poblado.

La elaboración y actualización de estas herramientas se ha convertido en una responsabilidad de orden prioritario para las administraciones municipales porque condicionan, restringen y potencian las actividades humanas que se realicen en el territorio.

1.1 OBJETIVO

Realizar el inventario de viviendas en zonas de riesgo y el mapa de aptitud para el uso urbano del centro poblado Patio Bonito, municipio de La Celia, departamento de Risaralda.

1.2 METODOLOGÍA

El estudio es de carácter cuali-cuantitativo, en el que a partir del hallazgo de factores de amenaza existentes en el territorio, se definieron áreas sobre la base cartográfica de análisis (fotomapa, escala 1:10.00) y luego a dichas superficies se les asignó un valor cuantitativo preestablecido. La superposición de la cartografía temática (formaciones superficiales, unidades geomorfológicas, pendientes, procesos erosivos, fenómenos de remoción en masa y coberturas vegetales)

produjo el mapa de susceptibilidad de la amenaza identificada para la zona de estudio.

La calificación de la vulnerabilidad se obtuvo a partir de una matriz que considera como factores de análisis la exposición y fragilidad de la construcción, los cuales se hallan a partir del estudio de las variables: Localización en el talud, características del sistema estructural, tipo de cimentación, calidad de la construcción, daños, y características del suelo.

La identificación de zonas de riesgo se obtuvo a partir de una nueva matriz, en la que se combinaron los resultados de amenaza y vulnerabilidad; posteriormente en dichas zonas se hizo el conteo de viviendas para la elaboración del inventario de viviendas en zonas de riesgo.

La definición de la aptitud del suelo para uso urbano nació de la superposición del mapa de amenaza, los suelos de protección y las características de la plataforma construida (vulnerabilidad).

1.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación se presenta la bibliografía consultada relacionada con temas de ordenamiento territorial y de gestión del riesgo correspondiente al municipio de La Celia, en los cuales se hace referencia al área de estudio. Cabe anotar que ni el centro poblado Patio Bonito ni el corregimiento del mismo nombre tienen estudios propios sobre esta temática.

Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER).

Base Ambiental con énfasis en riesgo, municipio de La Celia, Carder, abril de 2001: Tiene como objeto realizar un balance del estado del conocimiento sobre los riesgos en el municipio de La Celia, como base para la formulación del Plan Municipal de Prevención de Desastres y Mitigación de Riesgos. El documento menciona la importancia de Patio Bonito como único corregimiento del municipio y paso obligado por la vía principal que comunica con Balboa- La Virginia y Pereira.

En el inventario de eventos históricos del municipio señala como único evento para Patio Bonito el sismo del 23 de noviembre de 1979, donde hubo dos heridos y daños en el puesto de policía.

Cita que todo el corregimiento de Patio Bonito posee baja amenaza por

movimientos en masa, sin referirse específicamente al área donde se localiza el centro poblado.

Diagnóstico de Riesgos Ambientales, municipio de La Celia, Risaralda, marzo de 2005. Presenta una síntesis de los riesgos encontrados en el Municipio (volcánico, sísmico, geotécnico e hidrológico), identifica los sitios con riesgo geotécnico, hidrológico e hidrotécnico y elabora una propuesta de recomendaciones para mitigar los riesgos identificados en algunos sectores del Municipio.

Reporta como problema encontrado en laderas cercanas a Patio Bonito las prácticas culturales de quemar los sobrantes de cultivos, las cuales generan la desaparición de los microorganismos del suelo y favorecen la ocurrencia de movimientos en masa por la pérdida de cohesión del suelo. Además esta quema se puede salir de control, lo que pondría en peligro las zonas aledañas, convirtiéndose en un incendio forestal de grandes proporciones.

Atlas de Riesgos, Departamento de Risaralda. Presenta una síntesis de los diagnósticos de riesgos de cada municipio.

Cita que en febrero de 2001 se identificaron 26 puntos sobre la vía Balboa- La Celia con problemas de estabilidad, de ellos 19 son movimientos en masa que afectan los taludes, en los restantes siete tramos se observan hundimientos de un sector de la banca de la vía.

Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) -Gobernación de Risaralda.

Plan Municipal para la Gestión del Riesgo La Celia: A partir de la identificación de escenarios de riesgo, el marco legal de actuación y la estructura de la administración municipal, realiza la identificación de las estrategias, programas y acciones a desarrollar en el Plan de Gestión del Riesgo del municipio de la Celia.

Incluye en el listado Proyectos-Acciones del programa evaluación de riesgos, Gestionar la realización del inventario de viviendas localizadas en zonas de riesgo del corregimiento de Patio Bonito; para el programa Fortalecimiento de las entidades operativas propone complementar la red de hidrantes en el Corregimiento de Patio Bonito.

Actualización del Inventario de Viviendas localizadas en zonas de alto riesgo por inundaciones y fenómenos de remoción en masa y del mapa de aptitud del suelo en la zona urbana del municipio de La Celia, Departamento de Risaralda. Julio de 2011. Tiene como objetivo general apoyar al Municipio de La Celia en la revisión y ajuste de los POT, en los temas relacionados con la Gestión del Riesgo. Elabora la actualización de los inventarios de vivienda en zonas de riesgo hidrológico, geotécnico y combinado (suelo urbano) y realiza el mapa de aptitud del suelo para uso urbanístico (suelo urbano y de expansión). El estudio no hace referencia al corregimiento de Patio Bonito.

Gobernación de Risaralda.

Estudio de Estabilidad de Laderas en el sitio crítico km. 8+200 de la vía Balboa- La Celia. Gobernación de Risaralda – Millán & Asociados. 2000.

Contiene un análisis geomorfológico del sitio, se elabora el estudio de estabilidad de laderas a través de análisis geo-mecánicos de los suelos y se proponen las obras y acciones necesarias para estabilizar el sector.

Centro Regulador de Urgencias, Emergencias y Desastres (CRUE) Presenta el consolidado de los eventos que ha afectado el Corregimiento y zonas aledañas entre el 2009 y 2012. El registro contiene tipo de evento, fecha, localización.

Municipio de La Celia

Esquema de ordenamiento territorial municipio de La Celia Tiene como objeto orientar los procesos de la ocupación del suelo urbano y rural, en armonía con el medio ambiente y con los procesos productivos propios del municipio que generen una alta demanda a nivel departamental, regional y nacional.

Cita la declaratoria de suelo urbano para el área del centro poblado del corregimiento de Patio Bonito, creado mediante el acuerdo número 037 de agosto 27 de 1986, conformado por las veredas Patio Bonito, San Carlos, El Cóndor, Momblán, La Capilla, El Tambo. Cabe anotar que algunos estudios citan la vereda el Silencio a cambio de La Capilla.

En el artículo 22 Delimitación del sistema de áreas naturales protegidas, incluye en el aparte No. 7 Corredor Patio bonito – Momblan: localizado sobre la vía que comunica con el municipio de Balboa y mirador paisajístico sobre los nevados y otros sitios. Vía Parque La Celia – Patio bonito: corresponde al recorrido

carreteable que del casco urbano conduce al corregimiento de Patio Bonito.

Describe la presencia de dos deslizamientos activos de subtipo rotacional, que están afectando la carretera que conduce de la vereda El Tambo a la vereda Patio Bonito. Originados en suelos residuales de rocas meta sedimentarias y en unidades volcánicas (cenizas).

Cita que el corregimiento de Patio Bonito posee un centro de salud de atención temporal, educación primaria y secundaria y un coliseo cubierto.

1.4 FOTOINTERPRETACIÓN

Fueron consultadas fotografías aéreas en la CARDER correspondientes a los municipios de Balboa y La Celia, sin hallarse las correspondientes a la zona donde se localiza el corregimiento de Patio Bonito. (se citan las fotografías revisadas, sirven de referencia para orientar otros estudios en dichos municipios. Se utilizó fotografía aérea digital (sin fuente) y el fotomapa de la zona.

Tabla 1. Fotografías aéreas consultadas.

Institución	Vuelo	Escala	Fotografía
FEDECAFE	F-13, marzo 1979	01:11.3	232-236
FEDECAFE	F-12c mayo 1978	1:13300'	867-868
SADEC	SAD 326, enero 1991	511,111,111	08-sep

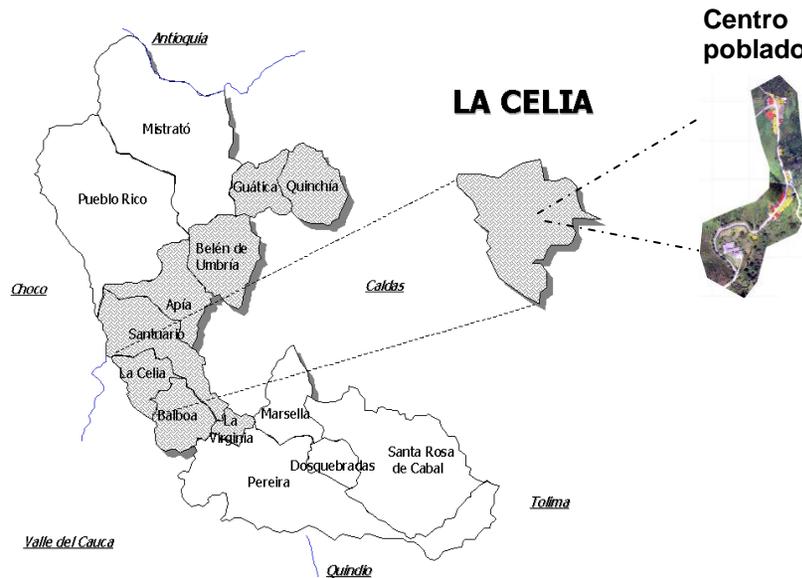
Fuente: CARDER.

1.5 LOCALIZACIÓN

El corregimiento Patio Bonito se localiza a los 4° 59`48.73`` de latitud norte y 75° 58` 48.90`` de longitud. Está ubicado en las estribaciones de la cordillera occidental a una altura sobre el nivel del mar de 1620 m. ¹ El área de la zona analizada es de 12.04 hectáreas.

¹ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 2013. Información Cartográfica.

Figura 1. Localización del centro poblado Patio Bonito, municipio de La Celia, departamento de Risaralda.



Fuente: Adaptado de la Base ambiental con énfasis en riesgos municipio de La Celia².

El corregimiento de Patio Bonito se creó mediante el acuerdo número 037 de agosto 27 de 1986; está conformado por las veredas Patio Bonito, San Carlos, El Cóndor, Momblan, La Capilla, El Tambo y cuya delimitación es la siguiente: Partiendo de Alto Topacio con límites del Municipio de Santuario hacia el Alto de la Cuchilla de Plumas, bajando al Río Totuú, con límites del Municipio de Balboa, a salir a la Quebrada de Alejandría buscando la carretera de Balboa – La Celia hasta buscar el Alto del Avión, limitando con la vereda de San Carlos por el Río Monos, siguiendo el Río Monos a buscar la Quebrada El Cóndor limitando con la Vereda la Capilla, buscando el sitio de Puente Tierra y de allí a La Laguna uniéndose al punto de partida³.

2. ASPECTOS BIOFÍSICOS

2.1 GEOLOGÍA

Geología regional y local: La información cartográfica geológica municipal propone la correspondencia del terreno donde yace el centro poblado con la

² CARDER. 2001. Base Ambiental con Énfasis en Riesgos Municipio de La Celia.

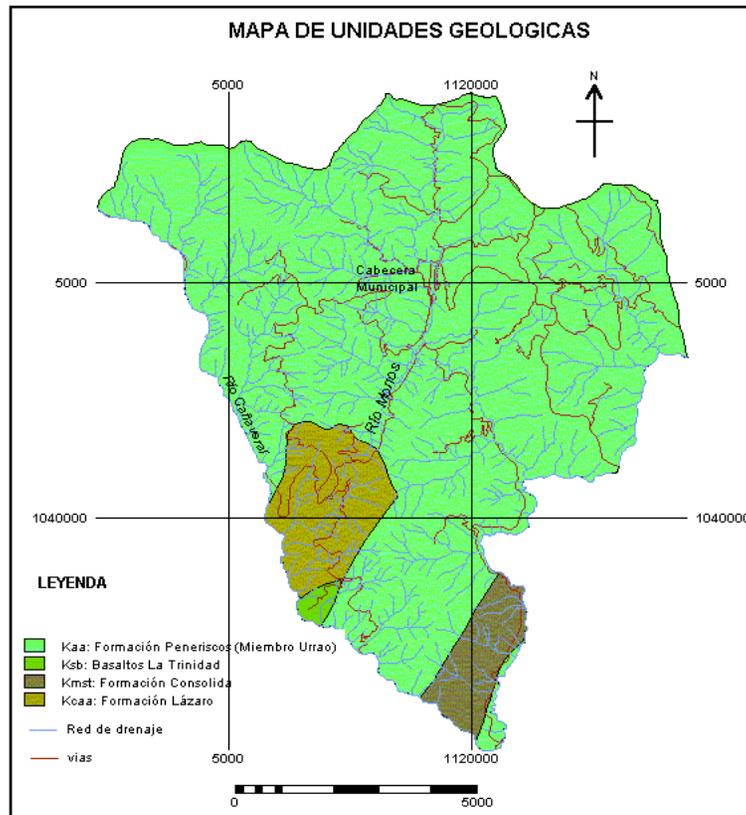
³ ALCALDÍA MUNICIPAL LA CELIA. 2012. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de La Celia.

Formación Penderisco conformada por rocas sedimentarias bien estratificadas que afloran en ambos flancos de la cordillera Occidental; comprende intercalaciones de arcillolitas, limolitas, areniscas y conglomerados.

Estas intercalaciones rocosas fueron afectadas por un evento de metamorfismo regional, evidenciado por la alteración y apariencia laminar de la roca. En la Geología Ambiental del Área Urbana y Suburbana de La Celia (1989) los sedimentos son denominados filitas clasificándolos dentro del Grupo Cañas Gordas, mientras que en la Geología y Geomorfología de la cuenca del Río Monos los clasifican como metalimolitas pertenecientes al Grupo Dagua.

Informes geológicos de la zona diferencian entre unidades consolidadas y no consolidadas y presencia de rocas metasedimentarias. La inspección en campo determinó la presencia de cenizas volcánicas suprayaciendo suelo residual, saprolito y metasedimentos.

Figura 2. Mapa geológico de La Celia.



Fuente: Carder a partir INGEOMINAS Escala 1:200.000

2.1.1 Formaciones Superficiales

Metasedimentos: Corresponde a estratos de sedimentos clásticos consolidados que han sufrido alto grado de metamorfismo. Su presentación es laminar, en capas finas más o menos planas y paralelas a la superficie (fisilidad); por reconocerse partículas del tamaño de la arcilla y del limo podría tratarse de un depósito de lutitas o limolitas.

Están presentes en taludes de corte y a nivel de las vías alternas a la vía principal. En el norte, sobre la margen izquierda de la vía que conduce del centro poblado a la finca San José, el depósito está muy alterado, es de color pardo amarillento y pardo rojizo debido a las trazas de hierro en su forma oxidada por su alta meteorización. En la vía que conduce a la finca El Llano, se observaron rocas sedimentarias gris oscura microcristalina con esquistosidad

Saprolito de metasedimentos: Depósito con predominio de matriz siendo visible fragmentos centimétricos de roca y granos minerales; descansa sobre capas foliadas de roca sólida alterada descrita en el numeral anterior. Su tonalidad varía entre el pardo amarillento y el pardo naranja; en algunos afloramientos se encuentra en contacto con ceniza volcánica. Este material fue observado en el camino que conduce del Colegio Institución Educativa Agrotécnica Patio-Bonito hacia el caserío, y en los taludes de los caminos que comunican el caserío con las fincas San José y El Llano.



Foto 1. Vista de metasedimentos de color gris claro, localizados al noreste de la zona de estudio.



Foto 2. Vista de depósito de saprolito, localizado al noreste de la zona de estudio.

Suelo Residual: Producto de la meteorización de las rocas sedimentarias presentes en la zona, la roca se ha alterado y desintegrado totalmente por procesos físicos y químicos convirtiéndose en material de textura limo arcillosa predominantemente de color pardo naranja y rojiza; sus espesores varían entre 1 m y 1,5. Hacia el nororiente del corregimiento se observaron perfiles deleznales con tonalidades más claras.

Ceniza volcánica: Corresponde a los depósitos originados por la caída de partículas piroclásticas encargados de suavizar el paisaje, yacen bajo capas centimétricas de materia orgánica y reposan sobre el saprolito y/o suelo residual de rocas sedimentarias. Depósitos presentes en algunos taludes subverticales generados por apertura de vías de la zona de estudio, se estima valores promedios entre 5.5 y 6 m de espesor.



Foto 3. Talud en ceniza volcánica color pardo amarillento, localizado al norte de la zona de estudio sobre la margen derecha de la vía principal.

Se identificó al norte del centro poblado, sobre la margen derecha de la vía que conduce a la cabecera municipal de La Celia, el afloramiento es de 6,5 m de alto, de color pardo amarillento y textura arcillosa con bajo porcentaje de limo.

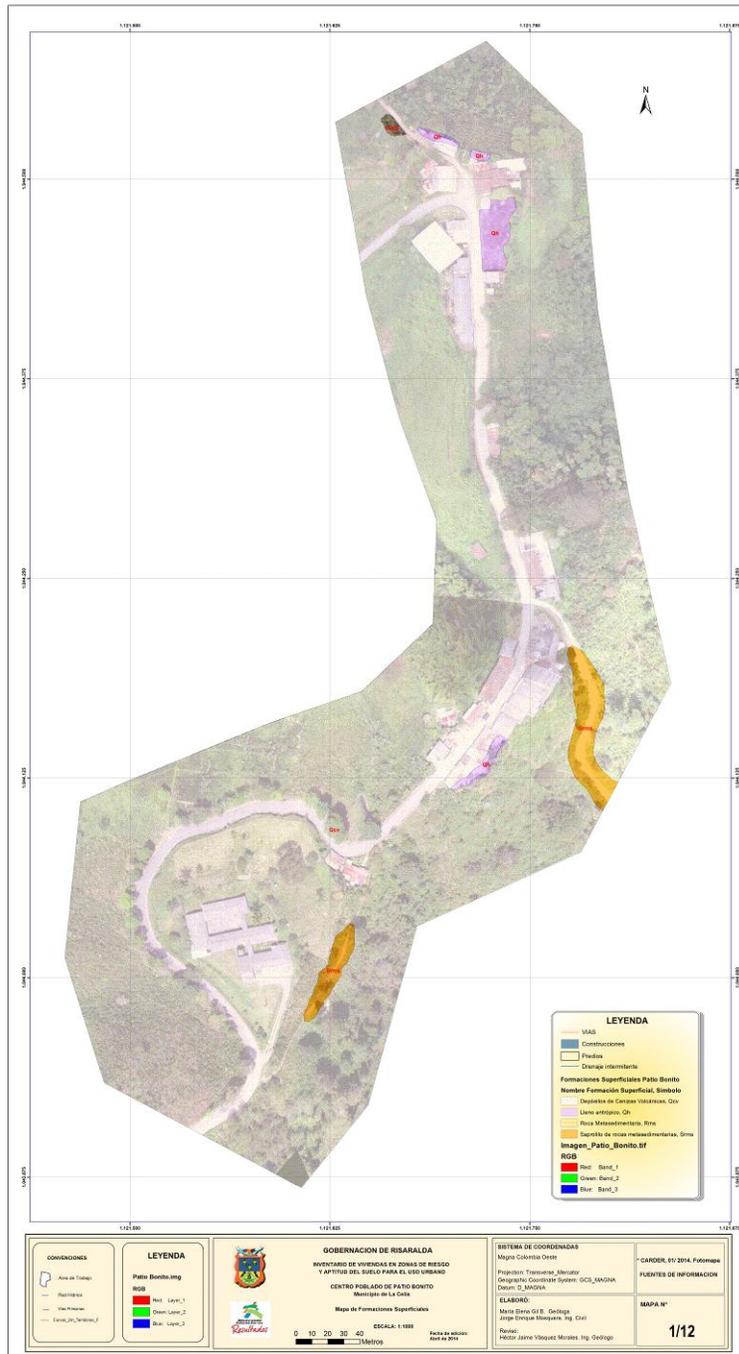
Otro afloramiento importante de ceniza volcánica se identificó sobre la margen derecha de la vía no pavimentada que conduce a la finca El Llano; presenta 8,5 m de altura, de color pardo amarillento; hacia la base se observó suelo residual de 1,20 m de espesor.

Depósitos Antrópicos: Corresponde al material que ha sido depositado por el hombre; está presente en la parte posterior de algunas viviendas con el propósito de permitir la construcción de ramadas para la protección de la estructura trasera de la casa. Está conformado por una mezcla de ceniza y suelos residuales conformados manualmente.



Foto 4. Depósito antrópico utilizado para conformación de predio. El diseño y la ejecución de la obra deberán cumplir estrictamente con la norma sismorresistente.

Figura 3. Mapa de formaciones superficiales



Fuente: Elaboración propia.

2.2 GEOMORFOLOGIA. ⁴

La combinación de períodos de orogénesis y efectos progresivos denudativos⁵, configuraron en la actualidad un sistema de montaña escarpada donde se diferencian dos unidades sobresalientes desde el punto de vista paisajístico y de morfología del terreno.



Foto 5. Vista de unidad geomórfica de sierra denudativa

Unidad Geomórfica de Sierra Denudativa: Elevación natural del terreno de forma alargada con eje orográfico tabular, lo que posibilitó la construcción de la vía y la ocupación lineal de viviendas a ambos lados del eje. Sus laderas son extensas y de alta pendiente. La ladera occidental es continua, de forma convexa, presenta dos drenajes de baja disección con dirección sureste; la ladera oriental es irregular con tramos cóncavos y convexos, presenta drenajes permanentes y semipermanentes con dirección predominantemente norte-sur.

Unidad Geomórfica de colina. Elevación redondeada de menor altura con ladera cortas y regulares, presentes en los extremos norte y sur del centro

⁴ Tiene por objeto la descripción del terreno o del paisaje con base a su morfología, origen, edad y composición.

⁵ Geofoma que se degrada progresiva y constantemente por factores como el agua, la gravedad.

poblado. Este último mejor definido, su cima amplia y circular obedece al corte hecho al terreno para la implantación del colegio Instituto Educativo Agrotécnica.



Foto 6. Vista de unidad geomórfica de colina.

2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Estructuras que registran las fuerzas tectónicas a las que ha estado expuesta la región, ha sido determinante en la dureza y resistencia del material geológico que allí aflora y en el modelado paisajístico que se presenta. Para el corregimiento se identificaron a nivel cartográfico lineamientos y fallas y a nivel de afloramiento foliación.

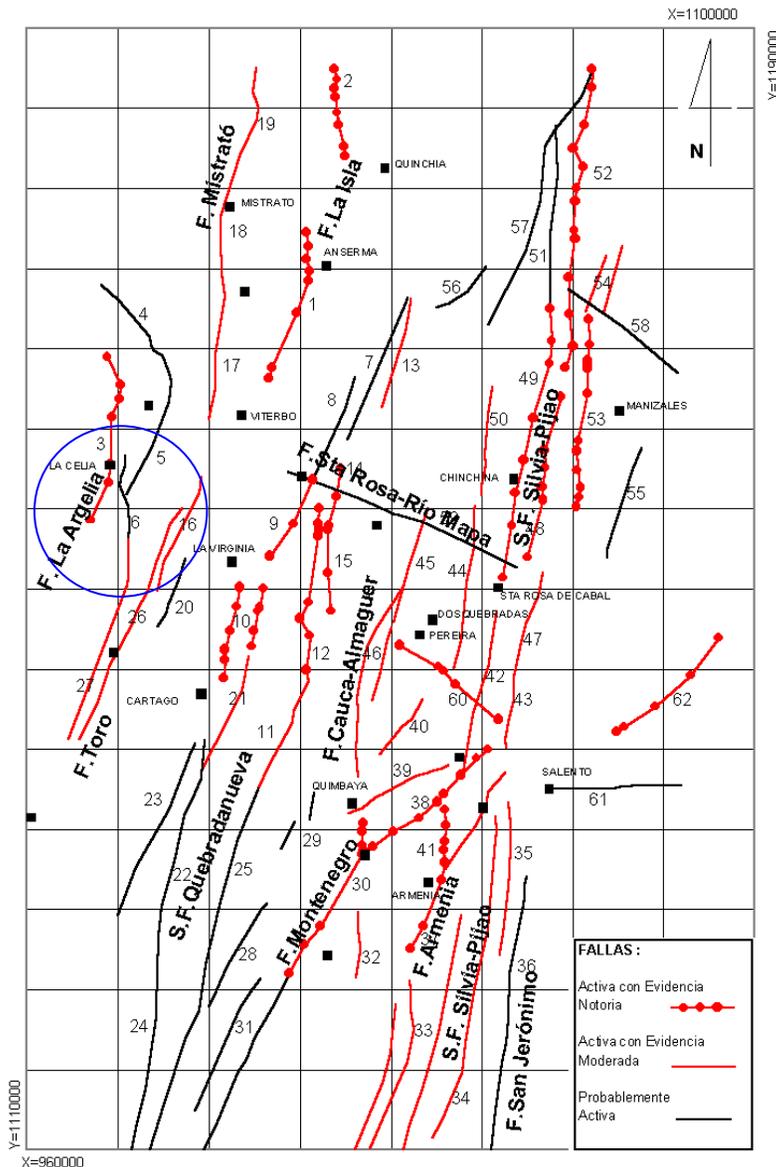
Fallas: Fractura de la corteza terrestre acompañadas de desplazamiento vertical, horizontal o combinado, genera en la roca o en el terreno una alta susceptibilidad a deslizarse.

La Falla La Argelia, es el rasgo estructural más importante a nivel regional; definida en la Plancha 223 del Ingeominas (1983) con una dirección de N30 E y buzamiento 70 E a casi vertical. Según el estudio de Geología y Geomorfología de la Cuenca del Río Monos “Es el rasgo estructural, a nivel regional, más importante en la zona de estudio”. En la Evaluación Neotéctonica realizada en el Proyecto para la Mitigación del Riesgo Sísmico de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal plantean que la falla en mención presenta evidencias contundentes de actividad, desarrollando evidencias fuertes, desde el Km. 7 al Sur de La Celia hasta el sector de los Planes de San Rafael en el Municipio de Santuario,

Otros segmentos de fallas cercanos que atraviesan la región son falla Apía (4, 5 y 6), Mistrató (16) y Toro. Las fallas más cercanas al centro poblado son falla de la Colonia y falla de Río Cauca.

Foliación: Es el rasgo sobresaliente observado a nivel de afloramiento, consiste en la disposición en láminas adquirido por el material sedimentario al estar sometido a grandes presiones y a metamorfismo. La roca se presenta como lajas, medianamente planares y continuas.

Figura 5. Mapa estructural, occidente de Colombia. El círculo azul muestra las fallas y lineamientos cercanos al centro poblado.



Fuente: Carder, proyecto para la mitigación del riesgo sísmico. Evaluación neotectónica, 1997

2.4 PROCESOS EROSIVOS

Consiste en el desgaste y remodelado del paisaje original debido a la acción de agentes naturales como el agua, el viento, las variaciones de temperatura, la

gravedad y a las actividades del hombre esta última es la causante de los cambios bruscos imperantes en la zona.

Erosión laminar: Remoción uniforme de suelo identificada de forma dispersa y de muy poca extensión a lo largo de la zona de estudio. Sobresale en áreas desnudas o de pobre vegetación debido a zoqueo, fumigación o quemas, prácticas utilizadas por los habitantes de la zona para preparar el terreno para nuevos cultivos. Este tipo de erosión fue identificado al noreste de la zona de estudio.

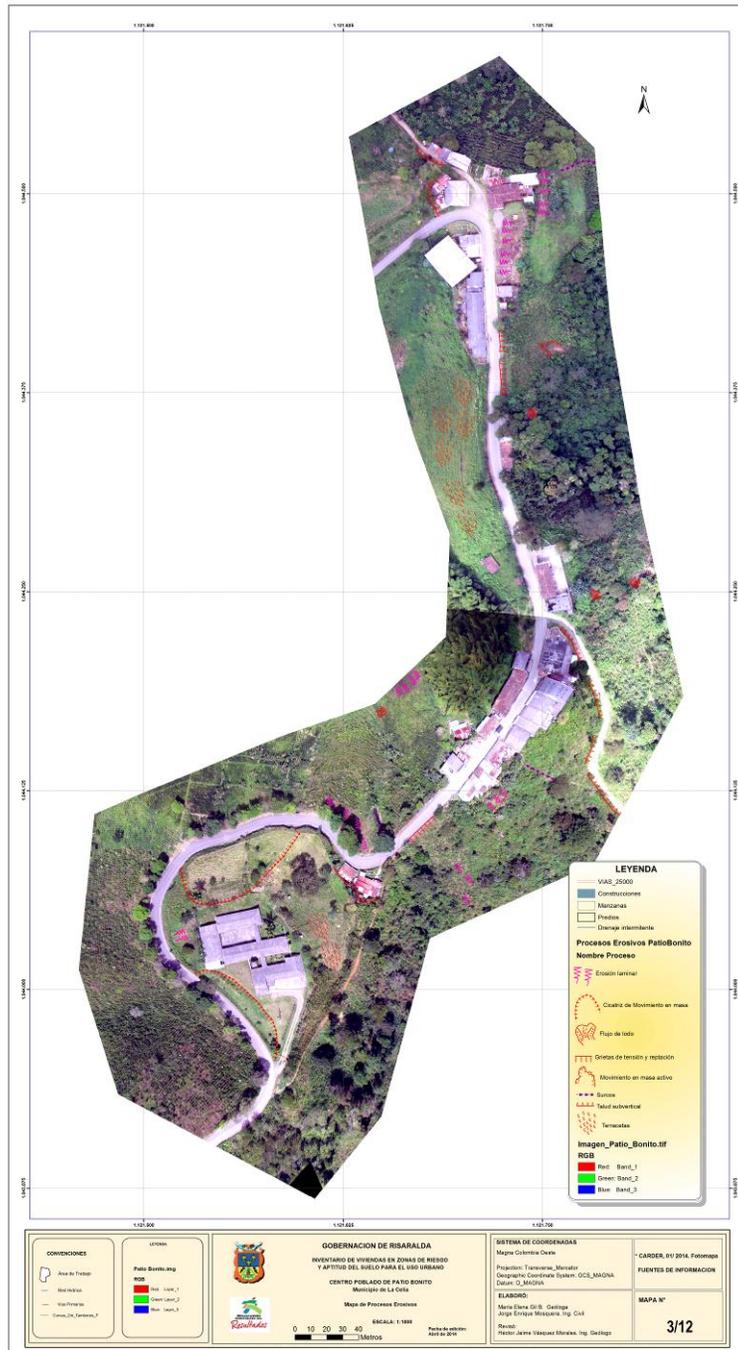
Erosión concentrada tipo surco. Remoción del suelo en pequeños canales con dirección a la pendiente, presente sobre ambas vertientes.

Terracetas: Fenómeno levemente marcado de poca extensión, identificado sobre la vertiente occidental, en el área próxima a la escuela y en la ladera este de la colina donde se localiza el colegio “Institución Educativa Patio Bonito”. Se manifiesta como líneas transversales a la pendiente (descansos incipientes sin ruptura del terreno) presente en los sectores mencionados por efecto combinado de la gravedad, agua y el pisoteo del ganado afectando a substratos arcillosos plásticos.



Foto 7. Vista de proceso erosivo tipo terracetas, localizado al noroeste de la zona de estudio.

Figura 6. Mapa de procesos erosivos.



Fuente: Elaboración propia

2.4.1 Fenómenos de Remoción en masa

Reptación: Desplazamiento lento y amplio reconocido en unos tramos de la ladera oriental; fue identificado por la inclinación de algunos postes, grietas de tensión a nivel de vía y ruptura y desplazamiento del sardinel en dirección de la pendiente. Este movimiento se debe a la fuerte inclinación del terreno sobre la cual interviene además de la gravedad, el laboreo del suelo y la erosión pluvial.



Foto 8. Vista de agrietamiento y desplazamiento de bordillo a nivel de vía principal, al sur del área de estudio.

Flujos de suelo: Acumulaciones de material fino integrado por materia orgánica, ceniza volcánica y suelo residual sobre sectores de ambas laderas de la sierra o cuchilla. Estas acumulaciones fueron generadas por movimientos lentos o rápidos de material cuesta abajo, por la acción conjugada de la gravedad y la saturación con agua.

Desprendimiento: Identificado sobre la margen derecha de la vía que conduce del centro poblado a la finca El Llano. Se localiza en la parte superior de un talud vertical de 8, 50 m de altura, corresponde a ceniza volcánica la cual se ha desprendido por pérdida de cohesión bajo el efecto de la gravedad. Habitantes de la zona reportaron deslizamientos sobre la ladera occidental, sectores con difícil acceso por la altura y entramado de los arbustos presentes, la mayoría malezas de fincas abandonadas. En la fotomapa se identificaron algunos.

Un reporte de febrero de 2001, identificó 26 puntos con problemas de estabilidad en la vía La Celia-Balboa, de ellos 19 con movimientos en masa que afectaron

taludes y laderas, en los restantes 7 tramos se observaron hundimientos a nivel de la banca de la vía ⁶.



Foto 10. Evidencia fenómeno de reptación, nótese inclinación de poste de alumbrado público.



Foto 9. Desprendimiento en talud de ceniza volcánica. Vía que conduce a la finca El Llano.

2.5 CLIMA

El Corregimiento se localiza aproximadamente en la posición media de la zona de convergencia intertropical cuyo clima regional se caracteriza por la ocurrencia de lluvias abundantes y prolongadas, cuyo régimen temporal de distribución bimodal (dos máximos al año) es cada vez menos definido.

La precipitación del municipio de la Celia, varía entre 2.000 y 2.600 mm/año, presenta alto contenido de humedad del aire y promedio de temperatura de 21° C con bajas oscilaciones durante el año.

⁶ CARDER. 2005. Atlas digital de Riesgos del Departamento de Risaralda.

2.6 USO Y COBERTURA ACTUAL DEL SUELO

Hasta mediados de los años 70 aproximadamente la región estuvo sembrada principalmente con árboles de guamo, nogal, cedro y café arábigo en medio del bosque nativo existente. Estas especies promovían suelos ricos en materia orgánica, protegidos con cobertura noble, es decir sin malezas que no compiten por nutrientes ni luz y le dan mayor capacidad portante.⁷

La amenaza de la roya y el deseo de obtener altos estándares de calidad y rendimiento hicieron que a comienzos del 90, el Comité de Cafeteros impulsara la siembra de café variedad Colombia y caturra. Estas variedades exigen libre exposición, es decir no deben compartir con otras especies, por lo que el campesino no solo se vio obligado a tumbar los árboles existentes sino a incrementar el uso de químicos ya que estos cultivos fueron azotados por la broca en 1993. Lo anterior produjo la pérdida de materia orgánica y de cohesión del suelo, la producción de maleza agresiva (resistente a herbicidas) lo que generó suelos proclives a la erosión en períodos lluviosos.

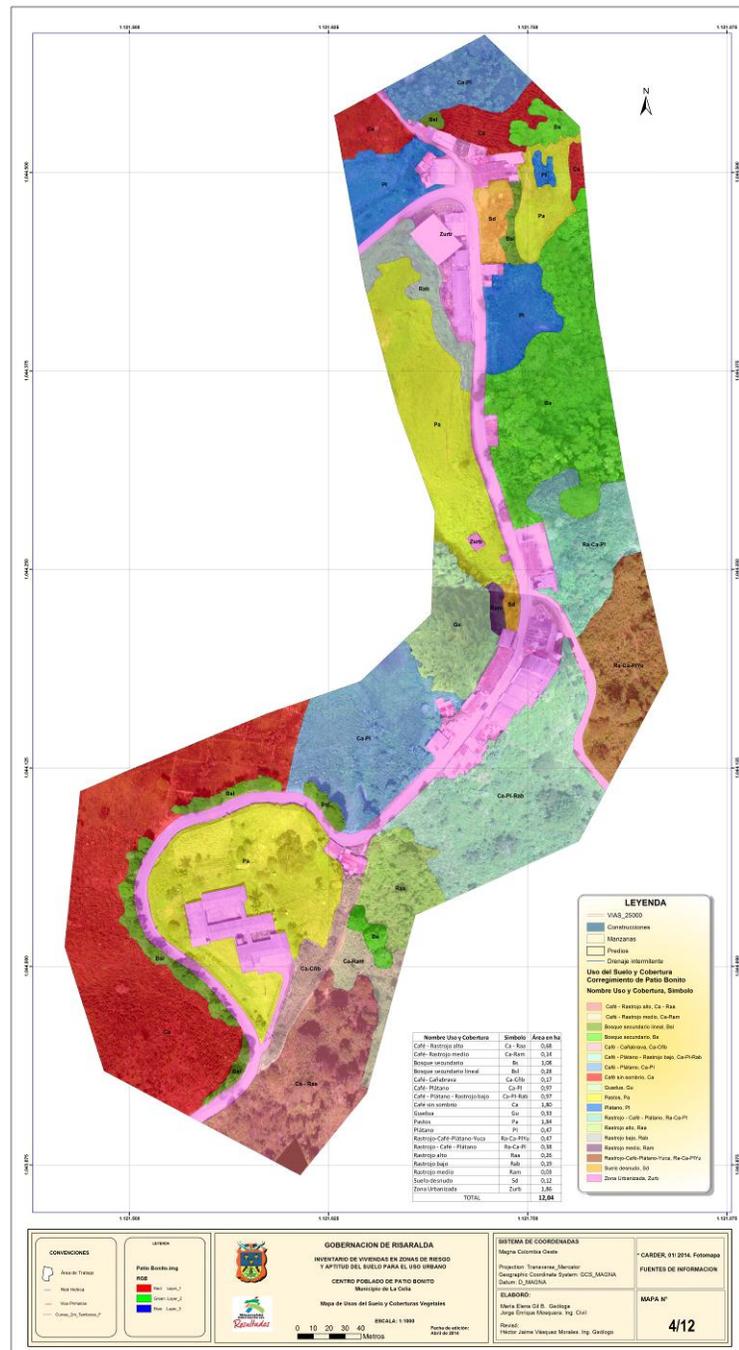
Debido a la persistencia de la roya y al daño producido en los cultivos, el Comité de Cafeteros dio incentivos económicos para reemplazar las plantaciones existentes por castilla naranjal, variedad relativamente nueva de alta eficacia y calidad en la producción. Esta variedad no dio los resultados esperados en rendimiento productivo ya que para la zona presentó las siguientes características: volcamiento, arbustecimiento rápido, demasiada rama y poco grano; es productivo cuando esta de porte alto pero se dificulta la recolección entonces se procede a soquear, perdiéndose dinero y tiempo. En la actualidad el campesino cultiva la variedad Catimore (no promovida por el Comité) dada su precocidad, se produce todo el año y su grano es grueso y pesado.

En términos generales, el uso de la tierra que rodea el casco urbano de Patio Bonito es agrícola, corresponde a cultivos de café variedad castilla naranjal, catimore y arábigo (en muy pocos predios), plátano dominico, hartón, yuca, pasto de corte (king grass), cañabrava, árboles de sombra como el guamo y el nogal, también hay presencia de bosque primario y secundario. El maíz y el frijol (sangre toro, radical y Uribe limoneño en menor escala). Ha sido cultivado tradicionalmente en la región, el maíz (diente de caballo) es una semilla nativa que aún se conserva y está tomando auge por ser de grano grueso y grande.

⁷ Relato de la agrónoma Jaqueline Herrera Loaiza, habitante del centro poblado Patio Bonito.

Algunas casas presentan huertas caseras con auyama, zapote y árboles frutales como la guayaba, pera, naranjo, y mandarina.

Figura 7. Mapa usos del suelo y cobertura vegetal.



Fuente: Elaboración propia.

3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

La información que se presenta a continuación tiene como fuente la ficha de clasificación económica del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisben), y la monografía realizada por el colegio Institución Educativa Agrotécnica.

3.1 POBLACIÓN

Según el censo del DANE en el año 2005 la población del corregimiento alcanzó a 166 personas. La población actual del asentamiento oscila entre 130 y 150 personas⁸. La población clasificada en el Sisben corresponde a 52 personas, constituidas en 19 familias, distribuidos de la siguiente manera⁹:

- < 0 = 5 (2 personas)
- > 5 < 12 (5 personas)
- > 12 = 24 (12 personas)
- > 24 <=40 (14 personas)
- > 40 =< 60 (6 personas)
- > 60 (13 personas).

3.2 ECONOMÍA

Los habitantes del centro poblado de Patio Bonito son de origen campesino. Su economía está basada en las prácticas agropecuarias, siendo jornaleros o administradores de fincas y en menor proporción, propietarios. Se dedican mayoritariamente a tareas relacionadas con el cultivo de café en pequeños predios del municipio y de municipios vecinos, cuya producción es comercializada en La Celia, Balboa y Santuario. En el municipio existen pocas entidades comercializadoras, debido principalmente al bajo volumen de producción y a la incapacidad para mantener el producto en el mercado.

El plátano es producido en pequeña escala, otros cultivos de menor escala como el frijol, maíz, pepino, yuca, granadilla y algunas hortalizas son comercializadas en los municipios de La Celia y Balboa.

⁸ Dato suministrado por el presidente de Asojuntas y de la junta de acción comunal de Patio Bonito, Sr. Orlando Gaviria Marín
⁹ Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisben), ficha de clasificación económica.

La actividad pecuaria no es representativa, se realiza principalmente con fines de autoconsumo y su desarrollo está restringido debido a la legislación que se ha expedido para dicha actividad.

En algunas familias las mujeres son cabeza de hogar y se dedican a la recolección de café, jornaleo, alimentación de trabajadores o administración de fincas, La economía es precaria en razón de la escasez de empleo, por los cambios de administración en las fincas, o por la cosecha de café que se presenta solamente en dos ciclos al año, en mayo y octubre, lo cual hace que las familias tengan movilidad permanente.

Las familias reciben ayuda del gobierno nacional a través de programas como Red-juntos, Familias en Acción, Restaurante Escolar, Refrigerio Escolar, gratuidad en la educación, recursos representados en dinero y en especie para quienes tengan hijos matriculados en la Institución Educativa y asistan constantemente. Adicional a ello reciben un paquete escolar por parte de la Alcaldía Municipal de La Celia y zapatos escolares por parte de la Gobernación de Risaralda.

3.3 SERVICIOS PUBLICOS

Acueducto: El corregimiento es abastecido por el acueducto del municipio de Balboa, cuya bocatoma se localiza en la vereda Peñas Blancas. El servicio presenta fallas en la continuidad por daños frecuentes en la red de conducción de 8", la cual atraviesa una topografía abrupta (pendientes mayores del 100%) con terrenos de gran inestabilidad.

En el año 2007 el Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda realizó un diseño para un acueducto alterno en el sector; su construcción fue contratada en el mismo año y las obras se adelantaron en un gran porcentaje pero no se concluyó ni se logró dar al servicio de la comunidad. Debido a lo anterior, en marzo de 2011 la administración municipal contrató estudios de diagnóstico, rediseño y propuesta de obras requeridas para la puesta en funcionamiento de esta infraestructura. El estudio determinó la construcción de una captación, desarenador y tanque de 20 m³ que abastecería la mayoría de la población, quedando la Institución Educativa Agrotécnica Patio Bonito con baja presión, por lo que debería alimentarse por un sistema de presión constante.

Alcantarillado: En el corregimiento no existe infraestructura para la recolección,

evacuación y tratamiento y disposición final de aguas residuales que cumpla con el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

Existe una red de alcantarillado de PVC sanitaria de 6" desde la vivienda No. 4 (propiedad de Estella Ríos) hasta la vivienda No. 15 (propiedad de Luis Alberto Colorado). Estas aguas residuales son vertidas a campo abierto a la transversal ubicada frente a la vivienda de éste último sin tratamiento alguno. Las demás viviendas vierten sus aguas residuales sin tratamiento alguno a la fuente hídrica más cercana.

No existe alcantarillado pluvial y la gran mayoría de los habitantes no disponen de canales ni bajantes que permitan una adecuada disposición. Debido a esto algunas viviendas presentan una deformación en la estructura del suelo que ha provocado deslizamientos afectando la estructura del inmueble.

Aseo: La recolección se realiza una vez a la semana con vehículos provenientes de la administración La Celia y debido al número de viviendas y la situación económica del corregimiento no se cobra el servicio a los habitantes.

Energía eléctrica: Suministrada por la CHEC a través de la línea sector La Celia con una capacidad de 13.200 VA.

3.4 CARACTERÍSTICAS URBANÍSTICAS

La tipología constructiva corresponde a arquitectura espontánea de mampostería sin confinar, cimentación superficial y mezclas de mampostería en ladrillos farol y macizo, en los casos donde se presenta estructura de concreto reforzado las columnas no cumplen con condiciones mínimas de sección, refuerzo ni esbeltez.

En la parte frontal, las viviendas presentan aleros y fachadas con ventanas y postigos, el acceso al interior no se hace directamente desde la fachada sino a través de corredores localizados entre linderos. Las cubiertas son en su mayoría combinaciones de teja ondulada de asbesto-cemento y lámina de zinc.

La mayoría de las viviendas no dispone en sus cubiertas de canales y bajantes de agua lluvia ni zanjas de conducción por lo que ellas se concentran y precipitan directamente a la pendiente del suelo.

Patio Bonito es el único corregimiento del municipio y es el paso obligado por la vía principal que comunica con Balboa- La Virginia y Pereira. El asentamiento

poblado cuenta con puesto de salud y polideportivo cubierto.

3.5 HISTORIA ¹⁰

Patio Bonito nace con la llegada de familias antioqueñas provenientes de los municipios de Segovia, Tarso y Sonsón, atraídas por ser el lugar un sitio de paso de arrieros con destino La Celia y Santuario. El nombre se debe a la identificación del lugar con una casa cuya característica más notable era un patio cuya belleza llamaba la atención de todos los viajeros.



Foto 11. Panorámica del centro poblado Patio Bonito.

El asentamiento tiene su origen en viviendas que se localizaron a lo largo del antiguo camino de herradura que comunicaba las cabeceras municipales de Balboa y La Celia; conserva una estructura lineal, sin distribución manzanera. La actual carretera sigue en líneas generales el trazado del antiguo camino y las construcciones originales fueron paulatinamente reemplazadas por otras, en mampostería la mayor parte; estas ocuparon no solamente las áreas originales

¹⁰ Información suministrada por el presidente de Asojuntas y de la junta de acción comunal de Patio Bonito, Sr. Orlando Gaviria Marín.

sino las resultantes de los llenos realizados con el material de corte procedente de la construcción de la carretera.



Foto 12. Asentamiento de estructura lineal, sin distribución manzanera; las viviendas se localizan sobre ambas márgenes de la vía.

Las vías que comunican el centro poblado con las veredas no están pavimentadas. Como alternativa de comunicación con el casco urbano de La Celia se tiene la vía La Laguna sin pavimentar con una distancia de 3 Km.

4. EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL RIESGO

4.1 EVALUACIÓN DE LA AMENAZA

4.1.1 Análisis cualitativo para definir la susceptibilidad por movimientos en masa

La evaluación de la amenaza geotécnica por movimientos en masa se basó en el método heurístico, modificado y ajustado, del propuesto por Ramírez y González en 1989. El método tiene como objeto determinar la susceptibilidad que presentan el terreno a generar movimientos en masa, basado en factores naturales y antrópicos de la siguiente manera:

Se digitaliza la información de cada mapa temático y se le asigna pesos a cada variable analizada, se involucran detonantes (sismos y precipitaciones), para calcular la amenaza total mediante la siguiente ecuación:

$$St = St f (P + F_{sup} + PE + UCAS + Geo.)$$

En donde:

St = Susceptibilidad del terreno a los movimientos en masa
P = Inclinación de la pendiente
Fsup. = Formaciones superficiales
PE = Procesos Erosivos
UCAS = Uso y cobertura actual del suelo
Geo = Geomorfología

Los pesos asignados a los condicionantes oscilan entre 1 (menor incidencia directa en la amenaza) y 5 (influye fuertemente en la amenaza). El mapa resultante de la superposición de los mapas temáticos se denomina Mapa de Susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa. A continuación se describen los parámetros, con sus respectivas variables y pesos asignados:

Geomorfología: La identificación de las formas del relieve y sus procesos actuales en la construcción del paisaje inciden en la susceptibilidad a los movimientos en masa.

Tabla 2. Variables geomorfológicas con sus condicionantes y pesos asignados.

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SIMBOLO	PESO
Unidad orográfica de lomo denudativo	Udenorolo	2
Unidad geomorfológica de colina	Udencol	3
Ladera occidental de sierra denudativa	Laocsiden	4
Ladera oriental de sierra denudativa	Laorsiden	4

Pendientes: La inclinación del terreno es de gran importancia para el análisis de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa porque presentan una relación lineal. Se determinaron cinco rangos en la categoría de la pendiente con los siguientes valores.

Tabla 3. Intervalos de pendiente y pesos asignados.

CATEGORIA	RANGO	PESO
Muy suave	< 10% (4.5°)	1
Moderada	20%-40% (9°-18°)	3
Fuerte	40%-60% (18°-27°)	4
Muy fuerte	> 60%(>27°)	5

Procesos Erosivos: Producto de la acción de los agentes de intemperismo que producen desgaste sobre la superficie del terreno. Sectores con procesos erosivos activos poseen mayor susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa que otros bajo las mismas condiciones, pero terreno con procesos erosivos antiguos e inactivos tienen mayor susceptibilidad que aquellos con erosión superficial, o inexistente. La cartografía se presenta unida al mapa de formaciones superficiales

Tabla 4. Tipos de procesos y pesos asignados.

VARIABLE	PESO
Áreas sin procesos erosivos actuales o erosión laminar superficial	1
Surcos, taludes subverticales estabilizados	2
Taludes subverticales menores a 4 m	3
Taludes subverticales mayores a 4 mt. - movimiento en masa reciente inactivo - movimiento en masa antiguo.	4
Movimiento en masa activo en combinación con otros procesos erosivos como cicatrices de movimientos en masa, taludes subverticales sin estabilizar.	5

Formaciones Superficiales: Definido como cualquier extensión de terreno cartografiable con características físico-mecánicas y geomorfológicas propias, las que normalmente sólo se conservan hasta unos pocos metros de profundidad a partir de la superficie, su importancia radica en que sobre ellas se desarrolla la mayor parte de la infraestructura u obras (Hermelín, 1.986).

Tabla 5. Formaciones superficiales y pesos asignados.

VARIABLE	SIMBOLO	PESO
Depósitos de cenizas volcánicas	Qcv	2
Roca metasedimentarias	Rms	3
Saprolito de rocas metasedimentarias	Srms	4
Llenos antrópicos	Qh	5

Uso y cobertura actual del suelo: La cobertura vegetal, natural o manejada por

el hombre, tiene una incidencia marcada sobre la ocurrencia de los movimientos en masa. Los bosques y las plantaciones de árboles tienen sistemas radiculares que amarran el suelo y hasta el subsuelo, frenando las condiciones ante deslizamientos; mientras que los cultivos limpios aumentan fuertemente las posibilidades de generación de movimientos en masa. Para el estudio se definieron en esta variable los siguientes condicionantes:

Tabla 6. Uso y cobertura actual del suelo y valores asignados.

VARIABLE	SIMBOLO	PESO
Bosque Secundario	Bs	1
Pastos	Pa	2
Pastos - Rastrojo	PaRa	2
Rastrojo Bajo	Ra	2
Rastrojo Medio	Rm	2
Rastrojo-Café-Plátano	Ra-Ca-PI	2
Zona Urbanizada	Zurb	2
Café	Ca	3
Café con Plátano	CaPI	3
Cultivos Limpios	Cl	4
Yuca	Yu	5

Una vez elaborado cada mapa se realiza la superposición de cada uno de ellos a través del model builder del programa ArcGis en el SIG para obtener las zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa. Luego, a partir de su homogeneidad se agrupan por rangos para la obtención del mapa de amenaza

4.1.2 Factores de amenaza

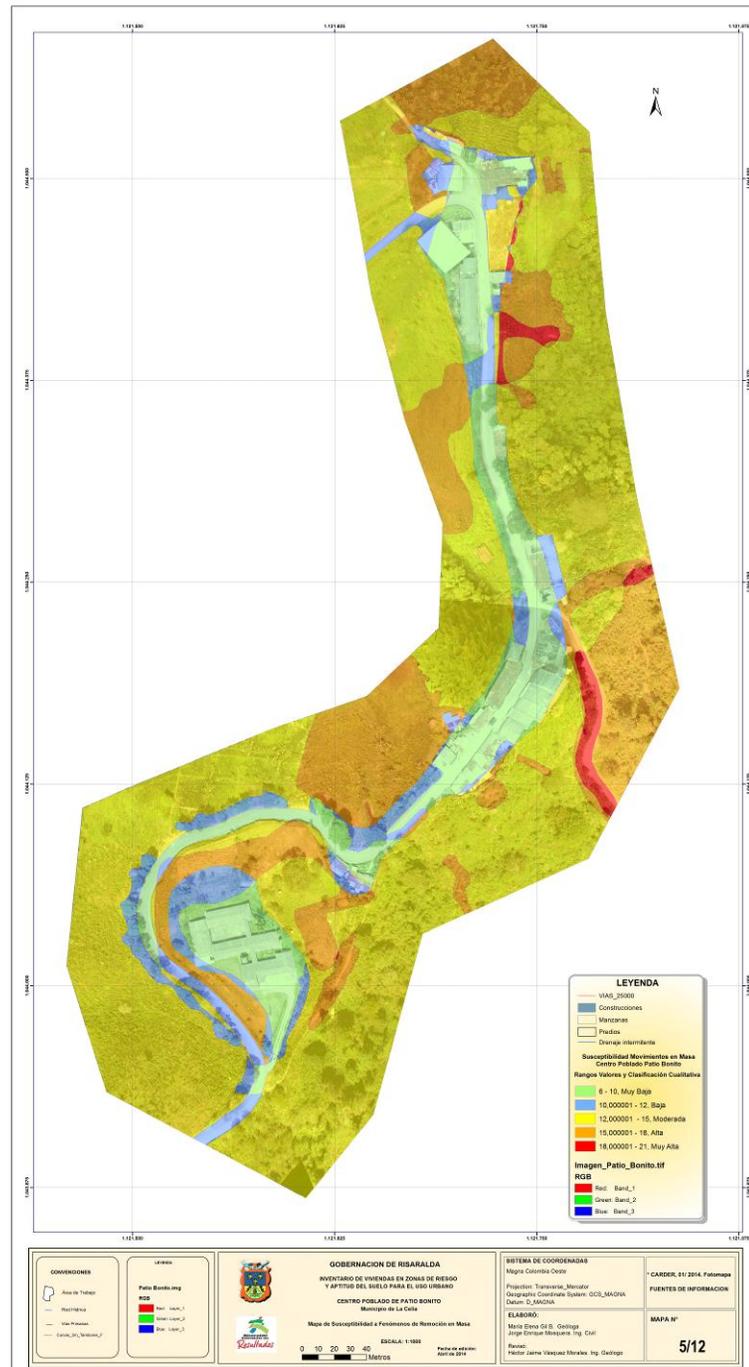
Para que se produzca la inestabilidad y puesta en movimiento de una masa de terreno deben confluír varios factores; se reconocen para el centro poblado los siguientes:

Precipitación: La zona presenta óptimos pluviométricos en dos períodos anuales

(marzo-abril) (octubre-noviembre) con registros promedio de 1760 mm. No se cuenta con datos de precipitación diaria máxima y de precipitación anual de Patio Bonito.

La falla de taludes debida a lluvias es causada por fuerzas desestabilizantes incrementadas por la infiltración del agua y la reducción de la resistencia cortante. Los aguaceros torrenciales exceden la capacidad de infiltración del terreno, produciendo escorrentía que intensifica el efecto erosivo del agua y arrastre del terreno; las lluvias continuas y prolongadas de períodos invernales producen mayor grado de saturación y de inestabilidad. El registro de deslizamientos en el Corregimiento corresponde a épocas lluviosas.

Figura 8. Mapa de susceptibilidad a movimientos de masa.



Fuente: Elaboración propia.

Meteorización y naturaleza de los materiales: La meteorización o alteración de los materiales aflorantes en la zona produjo disminución de su resistencia y mayor tendencia a deslizarse.

Estudios de suelos en el eje cafetero determinan que los suelos derivados de ceniza volcánica son estables en taludes entre 10 m y 20 m de altura con pendientes superiores a 60° pero son susceptibles a inestabilidad, erosión y agrietamiento dependiendo de las condiciones climáticas y cobertura vegetal. En la zona de estudio los afloramientos están en el rango considerado de estabilidad y desprovistos o con escasa vegetación.

Los suelos residuales y saprolitos son de baja cimentación y resistencia, su corto espesor contrarresta su comportamiento inestable. El fracturamiento y fácil desmoronamiento del estrato rocoso (metasedimentos) no desencadena inestabilidades mayores por el bajo espesor y la dirección no coincidente entre la foliación y la inclinación de la pendiente.



Foto 13. Afloramiento de metasedimentos muy fracturados de bajo espesor (< 1m).

Diferencia de permeabilidad de estratos: El perfil litológico de la zona no es homogéneo, lo conforman varios estratos con diferencia de permeabilidades. La interfase ceniza volcánica-suelo residual se considera zona de cambio de

permeabilidad, la cual se puede comportar como superficie de despegue o falla en función del flujo de agua que por allí circule. Las diferencias de permeabilidad de los estratos conducen a la formación de niveles freáticos que reducen los esfuerzos efectivos e incrementa la inestabilidad

Geométricos o topográficos: La conformación topográfica del talud: Pendiente, curvatura, largo, ancho actuando en forma continua o separada afectan la estabilidad del talud. Las cenizas volcánicas soportan ángulos de pendiente fuertes mientras que los suelos residuales permiten ángulos bajos. La ladera oriental es larga, continua y cóncava mientras la occidental es irregular combina sectores cóncavos, convexos, largos y cortos.

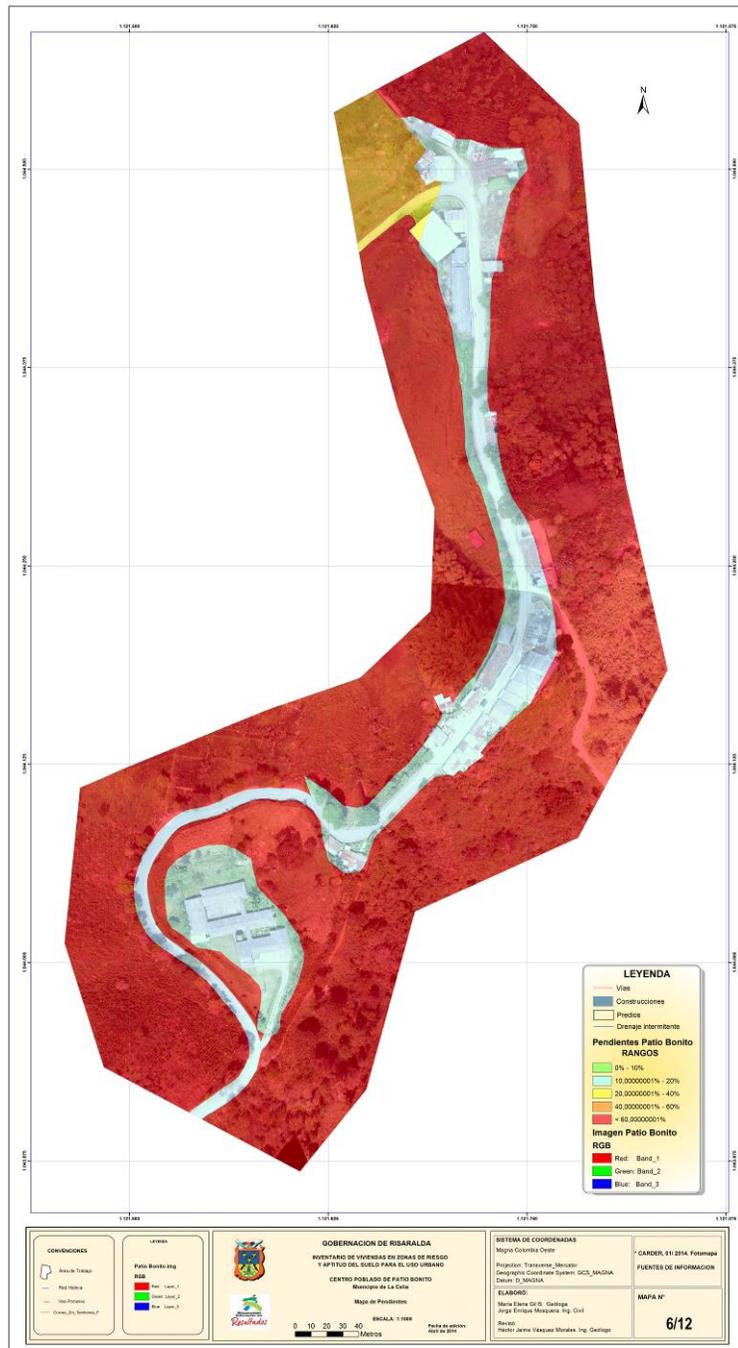
Sismicidad de la zona: El efecto de un evento sísmico conduce en ocasiones a la desestabilización de taludes produciendo roturas, caídas de rocas, o fenómenos de licuefacción del suelo. El corregimiento pertenece a una zona de importante actividad sísmica debido a la confluencia de fallas geológicas regionales y la existencia de lineamientos locales como el que atraviesa la zona por el costado occidental.

El movimiento sísmico podría acelerar y desencadenar grandes movimientos de masa en laderas inclinadas con suelos residuales y derivados de ceniza volcánica en los cuales los altos niveles de arcilla blanda amplificarían la onda sísmica ocasionando mayor inestabilidad

Registros en el municipio¹¹: 37 datos sobre sismos que ocurrieron cerca del área urbana del municipio generan una recurrencia de 4.5 años/sismo, con un promedio de profundidad focal de 4.5 y una magnitud promedio de 3.3.

¹¹ CARDER. 2005. Diagnóstico de Riesgos Ambientales, municipio de La Celia.

Figura 9. Mapa de Pendientes.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Clasificación de la amenaza

Tabla 7. Clasificación de la amenaza.

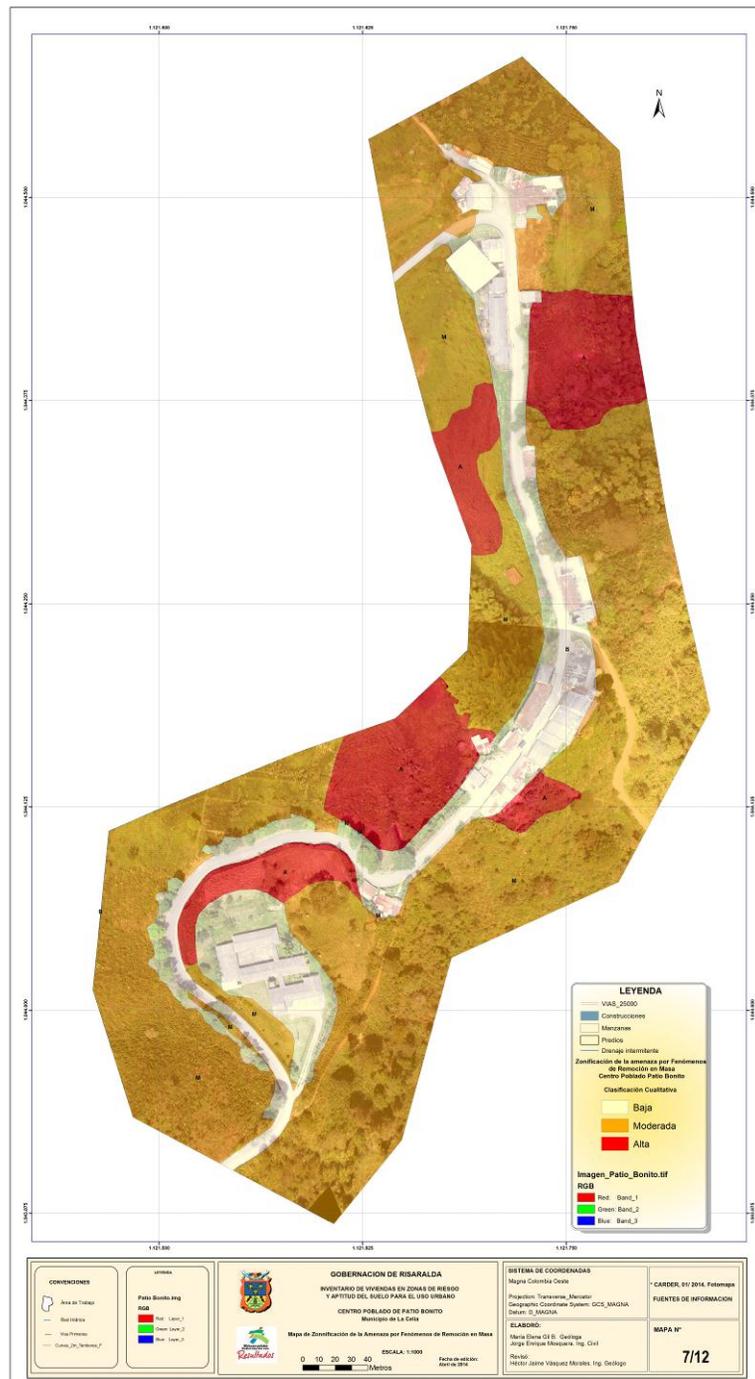
CLASIFICACIÓN	RANGO
Muy baja	4-6
Baja	6-9
Moderada	9-12
Alta	12-15
Muy alta	15-19

Susceptibilidad Alta y Muy Alta: Son posibles las intervenciones para mitigar, se establecen restricciones y consideraciones específicas para el uso de la zona.

Susceptibilidad Moderada: Establece restricciones y consideraciones particulares para el uso de la zona.

Susceptibilidad Baja y Muy Baja: Establece la realización de intervenciones mínimas, encaminadas más a los usos del suelo.

Figura 10. Mapa de zonificación de amenazas por fenómenos de remoción en masa



Fuente: Elaboración propia.

4.2 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

4.2.1 Factores de vulnerabilidad

Localización de las viviendas: A excepción de tres construcciones, las viviendas del centro poblado Patio Bonito se localizan sobre la corona de laderas o de taludes que poseen alta pendiente y sectores con antecedentes de inestabilidad y procesos de erosión activos, lo que determina alta vulnerabilidad a eventos sísmicos y fenómenos de remoción en masa.

Aspectos constructivos: se clasifican como de alta vulnerabilidad de afectación por fenómenos de remoción en masa las viviendas que no poseen estructuras de amarre, las que presentan deficiencias en cimentación (p.ej. cimientos superficiales en concretos ciclópeos y sin vigas de amarre), mal estado evidente debido al deterioro, pérdida de resistencia o ausencia de elementos estructurales, lo que no les permite soportar esfuerzos y empujes ejercidos por el terreno o masa de suelo al deslizarse.

Las viviendas vierten las aguas residuales sobre la ladera provocando la infiltración directa y continua en el terreno, lo que potencializa la generación de deslizamientos. Además carecen de estructuras para el manejo de aguas lluvias.

Figura 11. Mapa de vulnerabilidad.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Descripción de obras existentes



Foto 14. Vista de vivienda con columnas esbeltas sin estructura de amarre, en terreno de alta pendiente.

El centro poblado del corregimiento de Patio Bonito no presenta obras técnicas de estabilización de terrenos y mitigación de riesgo; las escasas intervenciones se reducen a estructuras propias de la vía pavimentada que atraviesa el asentamiento y comunica los municipios de Balboa y La Celia, como son bordillos, zanjas colectoras y transversal para el manejo y conducción de las aguas lluvias.

Puntualmente se destaca los llenos antitécnicos localizados en las partes posteriores de algunas casas con el propósito de reforzar y estabilizar su estructura y el muro de gaviones para contener un lleno adyacente a la vía principal. A continuación se presenta el inventario de las obras encontradas donde se describe el estado, el tipo de obra y las dimensiones.

Tabla 8. Descripción obras existentes.

No. OBRA	NOMBRE / TIPO DE OBRA	LOCALIZACIÓN	COORDENADAS		DIMENSIONES	ESTADO	OBSERVACIONES
			N	E			
1	Vía	Bertha Arcila Londoño	1,044,103.510	1,121,646.610	27 x 0,60 m	Regular.	Reconstrucción cuneta.
2	Canal de rápidas sin tapa	Amilbiar Herrera	1,044,456.258	1,121,719.655	14x0.97x0.50	Bueno.	Construcción de 6 m3 de gavión al final del canal.
3	Box Couvert	Luis Alberto Colorado	1,045,437,403	1,454,774,849	17x1.00	Bueno	Construcción 20 m canal de rápidas con tapa intermitente.
4	Canal de rápidas con tapas	Coliseo	1,044,468.532	1,121,710.392	9m	Bueno	Reconstrucción de un tramo de tapas. Construcción de canal de rápidas con tapa intermitente para los dos canales.
5	Transversal	Alberto Gallego	1,044,460.070	1,121,698.456	6.5	Bueno	Mantenimiento.
6	Sumidero + Canal	Coliseo	1,044,468.532	1,121,710.392	19x1,00x0,46	Bueno	Construcción de canal.
7	Muro de contención bloque estructural	María Orlanda Quiceno	1,044,149.697	1,121,708.155	9,00x0,15x1,43	Bueno	Ninguno
8	Vía	Luis Alberto Colorado	1,044,334.056	1,121,720.173	52.00	Regular.	Cuneta en pie de talud

A continuación se presentan las fotos de las obras de mitigación identificadas:



Foto 15. Obra No. 1



Foto 16. Obra No. 2



Foto 17. Obra No. 3



Foto 18. Obra No. 4



Foto 19. Obra No. 5



Foto 20. Obra No. 6



Foto 21. Obra No. 7



Foto 22. Obra No. 8

Figura 12. Mapa de obras existentes.



Fuente: Elaboración propia.

4.3 EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

El análisis de riesgos del centro poblado incluye el conocimiento de las condiciones biofísicas actuales, los eventos ocurridos históricamente en el territorio y la consideración de factores generadores de riesgo.

A continuación se presenta el inventario de eventos ocurridos en el corregimiento Patio Bonito período 2009-2013¹².

En febrero de 2001 se identificaron 26 puntos con problemas de estabilidad de ellos 19 son movimientos en masa que afectan los taludes, en los restantes siete tramos se observan hundimientos de un sector de la banca de la vía sin arrojar resultados para el Corregimiento, toda la información se concentró en el casco urbano del municipio de La Celia¹³.

Tabla 9. Inventario de eventos ocurridos en el corregimiento Patio Bonito.

FECHA	CORREGIMIENTO	VEREDA	EVENTO	AFECTACIONES
08/04/2009	Patio Bonito	Veredas San Carlos y Patio Bonito	Vendaval	Viviendas averiadas y centro educativos
31/07/2009	Patio Bonito	Vereda Patio Bonito	Incendio	Quema en rastrojo
06/09/2009	Patio Bonito	Vereda Momblan	Incendio	3 hectáreas de rastrojo y bosque
16/09/2009	Patio Bonito	Vereda El Cóndor	Vendaval	
11/12/2009	Patio Bonito	Veredas San Carlos, El Cóndor	Vendaval	4 viviendas afectadas por voladura de techo y daño en enseres.
04/02/2010	Patio Bonito	Vereda Momblan	Incendio Forestal	Quema en rastrojo
30/05/2010	Patio Bonito	Vereda Momblan	Vendaval	Vivienda averiada
17/11/2010	Patio Bonito	Vereda San Carlos	Deslizamiento	1 vivienda averiada
20/11/2010	Patio Bonito	Vereda El Cóndor	Deslizamiento	1 vivienda averiada
24/11/2010	Patio Bonito	Vereda Momblan	Deslizamiento	
01/12/2010	Patio Bonito	Vereda El Silencio	Vendaval	2 viviendas averiadas

¹² Gobernación de Risaralda, Centro Regulador de Urgencias, Emergencias y Desastres (CRUE).

¹³ CARDER. 2005. Atlas digital de Riesgos del Departamento de Risaralda.

FECHA	CORREGIMIENTO	VEREDA	EVENTO	AFECTACIONES
01/05/2011	Patio Bonito	Vereda El Cóndor	Deslizamientos	
28/08/2012	Patio Bonito	Vereda Patio Bonito	Vendaval	
04/09/2012	Patio Bonito	Vereda Momblan	Incendio Forestal	0.3 hectáreas de quema
07/09/2012	Patio Bonito	Vereda Momblan	Incendio Forestal	3 hectáreas de quema
15/09/2012	Patio Bonito	Vereda El Tambo	Incendio Forestal	2 hectáreas de caña brava
17/05/2013	Patio Bonito	Vereda San Carlos	Deslizamiento	1 vivienda afectada

4.3.1 Clasificación de riesgo

Se deben obtener zonas homogéneas con respecto al nivel de riesgo. La calificación se hace combinando los resultados de la amenaza y la vulnerabilidad, como sigue:

Tabla 10. Matriz de clasificación del riesgo.

VULNERABILIDAD	AMENAZA		
	ALTO	MEDIO	BAJO
ALTO	A	A	M
MEDIO	A	M	M
BAJO	M	M	B

Fuente: Tomado de Vásquez (2010)¹⁴

Para las zonas calificadas como riesgo alto, se determina la viabilidad de realizar obras o implementar medidas de reducción o control de los factores en riesgo. De esta manera se determinan las zonas en riesgo mitigable y no mitigable.

Las áreas calificadas como de riesgo moderado y bajo se consideran como de riesgo mitigable.

¹⁴ VÁSQUEZ, Héctor. 2010. Guía Metodológica para la Incorporación de la Gestión del Riesgo en el Ordenamiento de los Municipios del Departamento de Risaralda. Informe para la Secretaría de Planeación del Departamento de Risaralda.

Tabla 11. Zonificación del riesgo.

SECTOR		AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO (Fenómenos de Remoción en masa)
Colina sur	Corona	Localizado en la parte alta de la colina, presenta agrietamiento en muros por asentamientos diferenciales debido a saturación del terreno por mal manejo de aguas lluvias.	Colegio Institución Educativa Agrotécnica	Muy bajo
	Base	Movimiento en masa por ladera de moderada pendiente en ceniza volcánica y suelo residual, cuya base ha sido cortada para el emplazamiento de dos viviendas	Viviendas con talud de corte en la parte posterior.	Moderado
Ladera oriental	Residencial extremo sur	Movimientos en masa por ladera muy escarpada de gran longitud, Presencia de llenos antrópicos en la corona de la ladera. Vertimiento de aguas residuales sobre el terreno. El inadecuado manejo de aguas de escorrentía en el corredor vial provoca evolución de procesos de erosión concentrada como surcos, derrumbes y focos complejos de erosión	Viviendas con sistemas constructivos deficientes y materiales de baja calidad, localizadas sobre la corona de ladera de alta pendiente	Alto
	Institucional-Comercial	Movimientos en masa en taludes verticales y subverticales entre 5 y 10 m conformados en depósitos de ceniza volcánica suprayaciendo suelo residual, saprolito y roca metasedimentaria muy fracturada	Viviendas con sistemas constructivos aceptables y materiales de buena calidad, localizadas sobre la corona de ladera corta de alta pendiente	Moderado
	Centro-Norte	Movimientos en masa por ladera de alta pendiente con prácticas cultural de quema- La quema de vegetación en laderas de alta pendiente posibilita el desarrollo de procesos de erosión superficial y concentrada que pueden desencadenar movimientos en masa y focos complejos de erosión.	Viviendas con columnas esbeltas sin estructura de amarre apoyadas en terreno muy inclinado sometido a procesos de adecuación para cultivos.	Moderado

SECTOR		AMENAZA	VULNERABILIDAD	RIESGO (Fenómenos de Remoción en masa)
Colina norte	Extremo norte	Movimiento en masa superficiales por talud en ceniza volcánica con abundante presencia de agua,	Vivienda en la base de talud desnudo con abundante presencia de agua	Moderado
Ladera occidental	Institucional	Procesos de erosión en laderas cortas de moderada y alta pendiente en ceniza volcánica. El tránsito de ganado y sobrepastoreo ha generado erosión superficial tipo terracetos o patas de vaca.	Construcciones sobre corona de talud con procesos erosivos superficiales.	Moderado
	Sector gradual	Movimiento en masa asociado a vertiente en ladera de alta pendiente	Vivienda con daños estructurales sobre terreno inestable.	Moderado
	Residencial extremo sur	Movimiento en masa en laderas de alta pendiente	Vivienda en corona de ladera	Alto

4.3.2 Inventario de viviendas en riesgo

Tabla 12. Inventario consolidado viviendas en riesgo.

SECTOR	SUBSECTORES	VIVIENDAS	VULNERABILIDAD			AMENAZA			RIESGO		
			B	M	A	GEOTÉCNICA			B	M	A
						B	M	A			
COLINA SUR	CORONA	1	1			1			1		
	BASE	2		2			2			2	
	2	3	1	2	0	1	2	0	1	2	0
LADERA ORIENTAL	RESIDENCIAL EXTREMO SUR	5		3	2		2	3		2	3
	INSTITUCIONAL COMERCIAL	7	3	4			7			7	
	CENTRO - NORTE	7	1	6			5	2		5	2
	3	19	4	13	2	0	14	5	0	14	5
COLINA NORTE	EXTREMO NORTE	1		1			1			1	
	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
LADERA OCCIDENTAL	INSTITUCIONAL	5	5				5			5	
	GUADUAL	5	1	3	1		5			4	1
	RESIDENCIAL EXTREMO SUR	4	1	3				4		1	3
	3	14	7	6	1	0	10	4	0	10	4
TOTAL	8	37	12	22	3	1	27	9	1	27	9

Tabla 13. Inventario de viviendas en zonas de riesgo.

SUBSECTOR	VIVIENDAS	FORMATO VULNER. FÍSICA	VULNERABILIDAD	AMENAZA FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA	RIESGO	
					Mitigable	NO Mitigable
CORONA	1	PB: 1	Baja	Baja	x	
BASE	1	PB: 2	Moderada	Moderada	x	
	2	PB: 3	Moderada	Moderada	x	
RESIDENCIAL EXTREMO SUR	1	PB: 4	Alta	Alta		x
	2	PB: 5	Alta	Alta		x
	3	PB: 6	Moderada	Alta	x	
	4	PB: 7	Moderada	Moderada	x	
	5	PB: 8	Moderada	Moderada	x	
INSTITUCIONAL COMERCIAL	1	PB: 9	Baja	Moderada	x	
	2	PB: 10	Moderada	Moderada	x	
	3	PB: 11	Baja	Moderada	x	
	4	PB: 12	Baja	Moderada	x	
	5	PB: 13	Baja	Moderada	x	
	6	PB: 14	Moderada	Moderada	x	
	7	PB: 15	Moderada	Moderada	x	
CENTRO - NORTE	1	PB: 17A	Moderada	Alta	x	
	2	PB: 18	Baja	Alta	x	
	3	PB: 19	Moderada	Moderada	x	
	4	PB: 20	Moderada	Moderada	x	
	5	PB: 21	Moderada	Moderada	x	
	6	PB: 22	Moderada	Moderada	x	
	7	PB: 23	Moderada	Moderada	x	

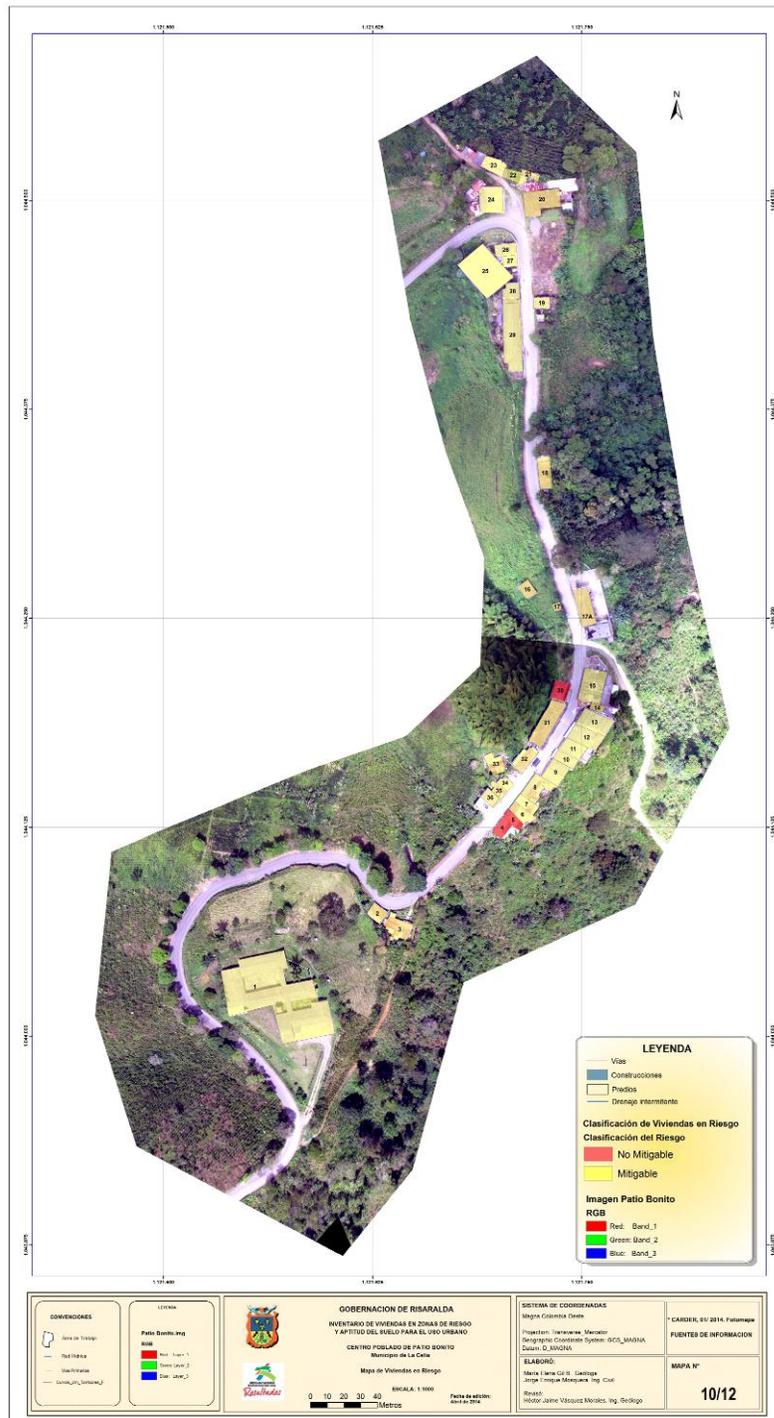
GOBERNACIÓN DE RISARALDA
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN



SUBSECTOR	VIVIENDAS	FORMATO VULNER. FÍSICA	VULNERABILIDAD	AMENAZA FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA	RIESGO	
					Mitigable	NO Mitigable
EXTREMO NORTE	1	PB: 24	Moderada	Moderada	x	
INSTITUCIONAL	1	PB: 25	Baja	Moderada	x	
	2	PB: 26	Baja	Moderada	x	
	3	PB: 27	Baja	Moderada	x	
	4	PB: 28	Baja	Moderada	x	
	5	PB: 29	Baja	Moderada	x	
GUADUAL	1	PB: 16	Moderada	Moderada	x	
	2	PB: 17	Baja	Moderada	x	
	3	PB: 30	Alta	Moderada		x
	4	PB: 31	Moderada	Moderada	x	
	5	PB: 32	Moderada	Moderada	x	
RESIDENCIAL EXTREMO SUR	1	PB: 33	Moderada	Alta	x	
	2	PB: 34	N/A*	Alta	x	
	3	PB: 35	Moderada	Alta	x	
	4	PB: 36	Baja	Alta	x	
TOTAL VIVIENDAS					34	3

*La calificación de vulnerabilidad no aplica por ser un lote en construcción, el cual el propietario lo está construyendo hace aproximadamente 5 años y cada 2 o 3 años continúa la construcción por limitaciones económicas.

Figura 13. Mapa de riesgo.



Fuente: Elaboración propia.

4.4 PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DE RIESGOS

Las siguientes tablas presentan las acciones urbanísticas y de ingeniería que se deben implementar para reducir las condiciones de riesgo existentes en zonas urbanizadas y no urbanizadas. Se identifican además las principales necesidades de estudios o información complementarios.

Tabla 14. Inventario de obras propuestas para la mitigación del riesgo.

No. Obra	Nombre / Tipo de obra	Localización	Coordenadas		Dimensiones	Observaciones	Valor
			N	E			
1	Bajante + Cunetas	I.E. Agrotécnica Patio Bonito	1,044,041.962	1,121,585.090	Bajantes: 6x3,20 m; Cuneta: 51,05 m; Anden: 2,00 m ²		5,986,107.00
2	Cuneta - Vía	Bertha Arcila Londoño	1,044,100.463	1,121,662.020	35 x 0,60 m		3,826,388.00
3	Muro de contención aligerado, incluye zarpa, bloques, columnas, vigas, mortero y refuerzo	Estella Ríos	1,044,468.532	1,121,710.392	9,00x0,15x2,00	Lleno antrópico antitécnico. Vivienda de alta vulnerabilidad, se propone su reubicación.	14,145,674.00
4	Canal	Luis James Soto + Bertha Arcila	1,044,100.463	1,121,662.020	79X0,60X0,40		21,053,258.00
5	Muro de contención aligerado, incluye zarpa, bloques, columnas, vigas, mortero y refuerzo	Luz Helena Yépez	1,045,412,690	1,454,762,649	12,00x0,15x2,00	Lleno antrópico antitécnico. Pisos cocina averiados. De alta vulnerabilidad, se propone su reubicación	18,800,899.00
6	Muro de contención aligerado, incluye zarpa, bloques, columnas, vigas, mortero y refuerzo	Luis Humberto Yépez	1,045,412,690	1,454,762,649	8,00x0,15x2,00		12,593,933.00

No	Nombre / Tipo de obra	Localización	Coordenadas		Dimensiones	Observaciones	Valor
7	Muro de contención aligerado, incluye zarpa, bloques, columnas, vigas, mortero y refuerzo	Libardo Antonio Isaza	1,045,468,450	1,454,814,807	9,00x0,15x2,01		14,145,674.00
8	Canal de Box Coulvert	Luis Alberto Colorado	1,044,254.202	1,121,735.711	61X0,60X0,40		13,838,289.00
9	Cuneta pie Talud	Luis Alberto Colorado	1,044,238.866	1,121,751.142	52X0,60		4,926,690.00
10	Gavión	Amilbarr Herrera	1,044,450.139	1,121,735.071	3.00X 2.00X1.00	Descarga canal	1,587,330.00
11	Canal 1	Coliseo	1,044,450.077	1,121,698.098	63X0,60X0,40		16,825,763.00
12	Canal 2	Coliseo	1,044,450.077	1,121,698.098	29X0,60X0,41		7,842,335.00
TOTAL							127,730,005.00

A continuación se presentan las fotos para referenciar cada obra de mitigación propuesta:



Foto 23. Obra propuesta No. 1



Foto 24. Obra propuesta No. 2



Foto 25. Obra propuesta No. 3



Foto 26. Obra propuesta No. 4



Foto 27. Obra propuesta No. 5



Foto 29. Obra propuesta No. 7



Foto 30. Obra propuesta No. 8



Foto 28. Obra propuesta No. 9



Foto 31. Obra propuesta No. 10



Foto 32. Obra propuesta No. 11



Foto 33. Obra propuesta No. 12

Tabla 15. Acciones propuestas para la mitigación del riesgo.

SECTOR		ACCIONES
Colina sur	Corona	Construcción de obras de conducción de aguas superficiales.
	Base	Control de la ampliación de las viviendas en la parte posterior y prohibición de excavación de talud.
Ladera oriental	Residencial extremo sur	Reubicación 2 viviendas Reconfigurar talud de área desalojada
	Institucional-Comercial	Control de la ampliación de las viviendas en la parte posterior
	Centro-Norte	No se admiten nuevas construcciones. Reforzamiento estructural de las viviendas y de cimentación
Colina norte	Extremo norte	Control de ampliación de mejoras y prohibición de excavación en talud
Ladera occidental	Institucional	Control de actividad ganadera para no agravar procesos de erosión superficial
	Sector gradual	Estudio geotécnico detallado para determinar si las causas de asentamientos y agrietamientos de la edificación antigua corregiduría obedece a errores constructivos o a las condiciones del suelo (este concepto de ser positivo soportaría la propuesta de reubicación de la vivienda).
	Residencial extremo sur	Control de la ampliación de las viviendas en la parte posterior

5. APTITUD PARA EL USO URBANO

La zonificación de terrenos de acuerdo a su aptitud, establece categorías con el objeto de restringir el uso de áreas susceptibles a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, proteger los suelos que por sus características se clasifican de protección ambiental, o definir áreas de expansión urbana. Constituye un determinante para la planeación y orientación de futuras intervenciones en el centro poblado.

ÁREAS URBANIZADAS

Áreas IA

Corresponde al área urbanizada sin amenaza geotécnica, no se evidencian restricciones para continuar su uso. Comprende terrenos con topografía plana o

suavemente ondulada con pendientes en el rango 0 -15%.

Esta clasificación corresponde a la Institución Educativa Agrotécnica, cuyas deficiencias constructivas no tienen relación con las características de la amenaza identificada para el centro poblado.

Áreas IB

Esta clasificación comprende las zonas actualmente urbanizadas que pueden presentar problemas de estabilidad debido a la ocurrencia potencial de movimientos en masa y procesos erosivos que actúan sobre las laderas o taludes adyacentes y que las afectan indirectamente.

El mayor porcentaje de la zona urbana del centro poblado se clasifica bajo esta categoría, pues se trata de viviendas construidas en la base o corona de laderas con susceptibilidad moderada y alta a desarrollar fenómenos de remoción en masa. En el mapa de zonificación ambiental del municipio de La Celia¹⁵ aparece la franja de la carretera como “Área de manejo especial propuesta”.

Esta categoría incluye los sectores colina sur, ladera oriental en toda su extensión excepto el extremo sur, colina norte y toda la ladera occidental.

Las laderas han desarrollado procesos erosivos y desprendimientos. La colina sur aparentemente estable en la actualidad, presenta cicatrices de antiguos movimientos en masa en suelo predominantemente residual.

La discontinuidad del corredor de viviendas, con presencia de vacíos en ambos costados, evidencia la dificultad que ofrece el terreno para ser construido en razón de las altas pendientes. No se recomienda nuevas construcciones ni ampliación en área y altura de las ya existentes; todas las viviendas requieren estructuras para el manejo de aguas lluvias, obra que contribuiría directamente a la protección del talud.

Áreas IC

Categoría que incluye las zonas urbanizadas clasificadas de alto riesgo, ya que están siendo afectadas directa o indirectamente por procesos de inestabilidad. Sumado a esta problemática se tiene la alta vulnerabilidad que presentan las

¹⁵ GOBERNACIÓN DE RISARALDA. 2007. Atlas de Risaralda.

viviendas por sus condiciones estructurales y tipología constructiva, además de su precaria infraestructura. Esta zona incluye dos viviendas localizadas sobre la ladera oriental, extremo sur, contiguo a un tramo de la vía principal en el que se registran grietas de tensión, cuneta separada de la calzada, bordillo desplazado, evidencias del jalonamiento o empuje lateral que ejerce la ladera en ese sector.

CATEGORIA III

En esta categoría se incluyen las áreas no urbanizadas ni urbanizables; se consideran de conservación y vigilancia; por sus características se subdividen en: IIIA, IIIB y IIIC.

Áreas III A

Corresponden a zonas no urbanizadas donde no se evidencia inestabilidad del terreno. Esta categoría incluye las zonas de guaduales y bosques cuyo uso deberá conservarse, la zona que circunda por el sur la colina donde se localiza la Institución Educativa Agrotécnica, cuyo uso es café y café con rastrojo alto, uso que podrá continuarse con prácticas de sostenibilidad y provisión de sombrío.

Áreas III B

Es la calificación predominante para las áreas no urbanizadas del corregimiento. Incluye zonas con evidencias de inestabilidad como erosión superficial tipo surcos (generados por escorrentía y aguas residuales que vierten directamente sobre el terreno) movimientos en masa, sobrepastoreo. Su uso actual corresponde principalmente a pastos, café sin sombrío, plátano y arbustos mezclados con café y plátano. Corresponde a las colinas norte y sur y varios tramos de las laderas oriental y occidental.

Por sus características de susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa estas zonas deben considerarse de restricción ambiental¹⁶ Los diferentes cultivos y pastos presentes deben continuar bajo cubiertas de árboles; se deberán conservar los nacimientos y drenajes de aguas existentes, permitiendo el desarrollo de bosques naturales en su radio de influencia.

Se sugiere que esta zona sea aprovechada mediante la implementación de modelos silvoagrícolas que optimicen la producción agrícola actual respetando el

¹⁶ Carder, Acuerdo 028 de 2011. Pertenecen a la categoría de restricción ambiental los terrenos que presentan inestabilidad geológica.

principio de sistema sostenido. Por tanto los cultivos deberán combinarse o interactuar con especies leñosas (árboles y arbustos) en arreglos espaciales (tipo) o cronológicos (tiempo) recomendados y asesorados por instituciones y organismos competentes en la materia.

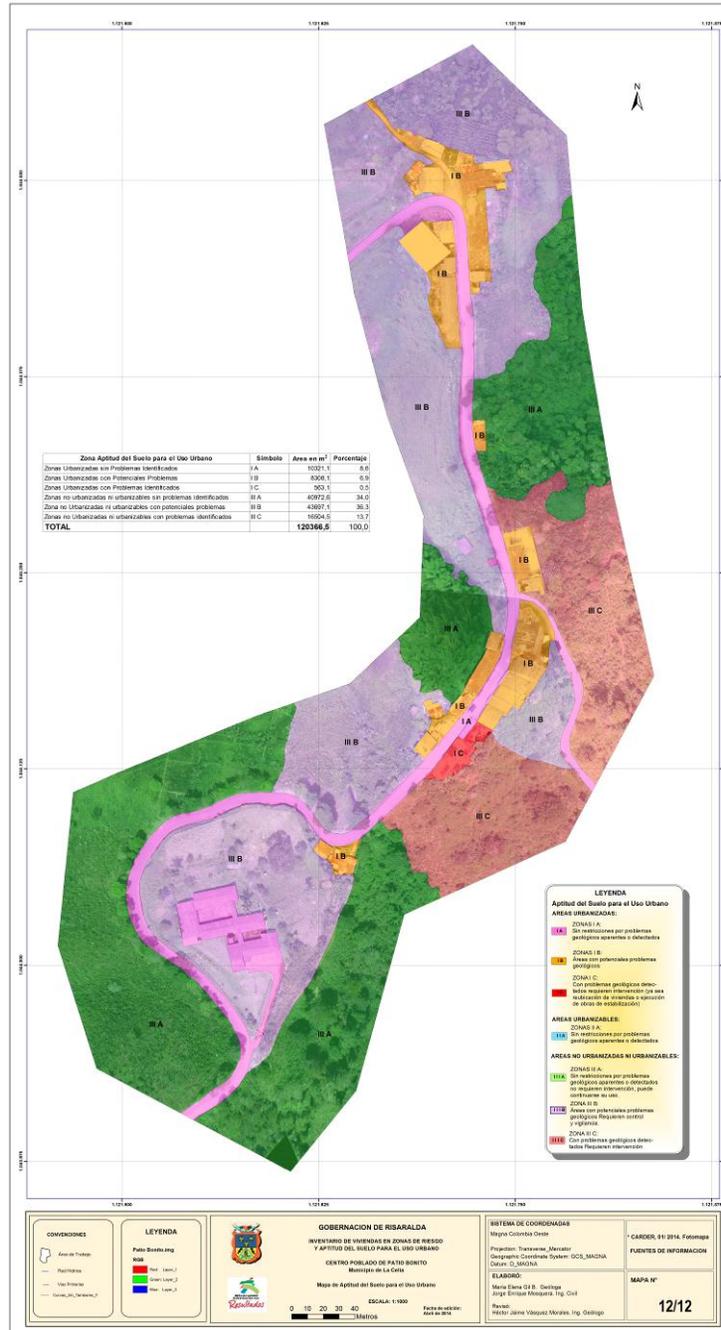
No se recomienda para estas zonas intervenciones de tipo urbanístico.

Áreas III C

Categoría correspondiente a zonas con restricciones moderadas a fuertes que requieren ser intervenidas para garantizar su estabilidad y la de las áreas vecinas. Incluye la ladera oriental en el sector sur cuyo uso corresponde a rastrojo bajo y un predio conformado en llenos, localizado al norte, adyacente a la vía principal.

En esta zona debe implementarse el modelo silvoagrícola, tal como se recomienda para la zona anterior. Además se recomienda la plantación de barreras vivas, lo que detiene el lavado del suelo aguas abajo. Árboles leguminosos de rápido crecimiento pueden jugar un papel importante en la detención del movimiento del suelo

Figura 15. Mapa de aptitud del suelo para uso urbano.



Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

Las viviendas que conforman el centro poblado del corregimiento de Patio Bonito se clasifican de riesgo geotécnico alto y moderado. Esta clasificación obedece a que se trata de viviendas con deficientes características constructivas y urbanísticas localizadas sobre la corona de laderas potencialmente inestables, susceptibles a desarrollar fenómenos de remoción en masa.

La inestabilidad del terreno se manifiesta en la existencia de actuales procesos de erosión, deslizamientos y antiguas cicatrices de movimiento en masa. Los principales factores generadores son: la pendiente y longitud de las laderas, la meteorización y diferencia de permeabilidad de estratos y la cobertura y uso actual de la tierra. Como detonantes de los movimientos en masa se tienen la alta precipitación de la zona y la alta amenaza sísmica que presenta el territorio.

Las medidas para reducir la amenaza están dirigidas a promover la real vocación y aptitud de uso del suelo que tiene la zona. Las medidas para reducir la vulnerabilidad están dirigidas al reforzamiento estructural, provisión de estructuras para el manejo de aguas lluvias, obras de saneamiento consistentes en la construcción de alcantarillado para la adecuada disposición de aguas lluvias y residuales, y la adecuación y mantenimiento de los pozos sépticos.

El asentamiento no presenta zonas aptas para la expansión urbana. Solo se debe permitir la construcción en áreas vacantes adyacentes a la vía, siempre y cuando el diseño y la ejecución de la obra este soportada en análisis de suelos, estudios geotécnicos de detalle y se cumpla con la aplicación estricta de la norma sismorresistente.

7. RECOMENDACIONES

Implementar sistemas forestales apropiados para los suelos presentes en el área de estudio, de conformidad con los resultados de asesoría técnica en la materia.

Promover la inclusión del centro poblado Patio Bonito dentro del proyecto Plan Verde, liderado por el municipio de La Celia, con siembra de bosque protector-productor y sistemas agroforestales.

Realizar las obras técnicas propuestas, con el fin de reducir la vulnerabilidad que tiene el centro poblado principalmente a los efectos dañinos del agua superficial sobre el terreno y las estructuras.

Establecer límites físicos que permitan delimitar un área de transición entre el paramento posterior de la vivienda y el quiebre de pendiente.

Consolidar los corredores paisajísticos-ambientales¹⁷: Corredor Patio Bonito Momblán (sobre la vía que comunica con los municipios de Balboa y mirador paisajístico sobre los nevados y otros sitios. Vía parque La Celia-Patio Bonito el cual corresponde al recorrido carretable que del casco urbano conduce al corregimiento de Patio Bonito.

Las áreas vacantes con pendientes menores al 40% se podrán destinar a espacio público mediante la provisión de amoblamiento, terrazas de estancia y arborización ornamental. En caso de requerirse para ello la provisión de zonas duras, estas deberán ser construidas con pavimentos articulados debidamente confinados.

Además se recomienda la plantación de barreras vivas, para prevenir el lavado del suelo aguas abajo. Árboles leguminosos de rápido crecimiento pueden jugar un papel importante en la detención del movimiento del suelo.

8. BIBLIOGRAFÍA

CARDER. 2001. Base Ambiental con Énfasis en Riesgo, municipio de La Celia.

CARDER. 2005. Diagnóstico de Riesgos Ambientales, municipio de La Celia.

CARDER-GOBERNACIÓN DE RISARALDA. 2009. Plan Municipal para la Gestión del Riesgo La Celia.

CARDER-GOBERNACIÓN DE RISARALDA. 2011. Actualización del Inventario de Viviendas localizadas en zonas de alto riesgo por inundaciones y fenómenos de remoción en masa y del mapa de aptitud del suelo en la zona urbana del municipio

¹⁷ Son vías que por su interés paisajístico y articulador de diferentes espacios públicos son de gran importancia.

de La Celia.

GOBERNACIÓN DE RISARALDA. 2000. Estudio de Estabilidad de Laderas en el sitio crítico km. 8+200 de la vía Balboa- La Celia. Gobernación de Risaralda – Millán & Asociados.

MUNICIPIO DE LA CELIA. Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de La Celia.

GOBERNACIÓN DE RISARALDA
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

