

Análisis de vulnerabilidad socioeconómica y natural de la
cuenca del río Chinchiná

INFORME TÉCNICO

Elaborado por

Fanny Friend M.
Productos Geoespaciales

Pilar Ycaza Olvera
Jefe de Productos Geoespaciales

CIIFEN

2018

Contenido

AGRÓNIMOS.....	4
1. RESUMEN EJECUTIVO	5
2. INTRODUCCIÓN.....	6
2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	7
2.1.1. Objetivo general.....	7
2.1.2. Objetivos específicos.....	7
3. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO	8
3.1. Marco conceptual y estado del conocimiento	8
3.1.1. Conceptualización de la gestión de riesgos.....	8
3.1.2. Estado de conocimiento de la gestión de riesgos en la región	9
4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	16
4.1. Límites y localización del área de estudio	16
4.2. Principales características socioeconómicas	18
4.2.1. Cambio poblacional.....	19
4.2.2. Índice de dependencia por edad	20
4.2.3. Educación.....	20
4.2.4. Acceso a servicios básicos	23
4.2.5. Actividades económicas	28
4.2.6. Descripción de infraestructuras.....	35
4.3. Principales características biofísicas	37
4.3.1. Niveles de cuenca	37
4.3.2. Red hidrográfica	38
4.3.3. Relieve	45
4.3.4. Suelo.....	46
4.3.5. Clima.....	51
4.3.6. Áreas protegidas	52
4.3.7. Amenazas.....	53
5. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	56
5.1. Marco metodológico.....	56
5.1.1. Construcción de la metodológica de vulnerabilidad	56
6. RESULTADOS	73

6.1.	Vulnerabilidad de los factores sociales	73
6.1.1.	Vulnerabilidad del factor humano	73
6.1.2.	Vulnerabilidad por disponibilidad de alimentos.....	79
6.1.3.	Vulnerabilidad por infraestructura	82
	Vulnerabilidad por factores sociales.....	84
6.2.	Vulnerabilidad por factores naturales	85
6.2.1.	Vulnerabilidad del recurso hídrico.....	85
6.2.2.	Vulnerabilidad de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.....	93
	Vulnerabilidad por factores naturales	97
7.	CONCLUSIONES	101
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	102
9.	ANEXOS.....	105

AGRÓNIMOS

ANI	Agencia Nacional de Infraestructura
AR5	Quinto Informe de Evaluación del IPCC
CELADE	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CHEC	Central Hidroeléctrica de Caldas
CIIFEN	Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CORPOCALDAS	Corporación Autónoma Regional de Caldas
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENSO	El Niño Oscilación del Sur
GRD	Gestión de Riesgos de Desastres
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INVIAS	Instituto Nacional de Vías
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
KfW	Banco de Desarrollo Alemán
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PAI	Plan de Acción Institucional
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POMCA	Plan de Manejo y Ordenación de una Cuenca
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
REDATAM	Sistema Integrado de Consultas
SREX	Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation
UA	Unidades agropecuarias
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNGRD	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

1. RESUMEN EJECUTIVO

El estudio de vulnerabilidad ante factores hidroclimáticos de la cuenca del río Chinchiná, permite poner en contexto las metodologías propuestas por organismos globales vinculados a la gestión de riesgos y el estudio del cambio climático. Así mismo permite conocer el enfoque metodológico que tiene Colombia en la gestión de riesgos climáticos a nivel nacional y a nivel de cuenca y las acciones que actualmente se están ejecutando en el marco de la reducción de riesgos relacionados con la variabilidad climática y el cambio climático.

Para su elaboración, se realiza un diagnóstico de los estudios existentes en la cuenca del río Chinchiná, además se analiza la información actualmente disponible para la elaboración de este tipo de análisis, lo que permite identificar también las falencias en la disponibilidad de los datos tanto en temas de escala como en actualidad, como es el caso de los datos censales. En este sentido, constituye una herramienta para aproximarse a la vulnerabilidad, a través de una metodología que mantiene la integridad de los datos de entrada o insumos, además del análisis de los resultados de manera espacial, útil para la toma de decisiones y que puede ser aplicado a todo nivel político administrativo y de divisiones hidrográficas, toda vez que se cuenta con la información adecuada.

El análisis realizado se basa en la identificación de las amenazas hidroclimáticas presentes en la cuenca y de los indicadores que permitirán conocer el estado de la vulnerabilidad del sistema social y natural.

Finalmente, provee una serie de mapas que permiten conocer la distribución espacial de la vulnerabilidad del sistema social y natural de la cuenca, definida por un conjunto de indicadores de susceptibilidad y capacidad adaptativa, generados a partir de variables sociales y biofísicas descritas en el capítulo de diagnóstico de la cuenca. Los resultados de este estudio fueron validados y socializados con los actores y el personal técnico de instituciones que generan información y trabajan en el ordenamiento del territorio de la cuenca, siendo conscientes de las limitaciones existentes en el acceso a información actual y con una escala de representación unificada.

2. INTRODUCCIÓN

El estudio de vulnerabilidad tiene como base las metodologías globales propuestas por IPCC en su quinto reporte, el enfoque metodológico de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2017) y los lineamientos para la construcción de estudios de vulnerabilidad a nivel municipal propuesta por el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres de Colombia (UNGRD, 2017).

La Tercera Comunicación de Cambio Climático de Colombia, propone el análisis de seis indicadores para la evaluación de vulnerabilidad a nivel nacional. Los indicadores son: Seguridad alimentaria, Recurso Hídrico, Biodiversidad, Salud, Hábitat Humano e Infraestructura.

Una vez realizado el diagnóstico de estudios existentes en la región y la cuenca, fue elaborado el marco metodológico para la construcción de la metodología preliminar de vulnerabilidad, en la que se consideró la definición de la unidad de análisis, la identificación de las principales amenazas climáticas de la cuenca y la selección de indicadores para la estimación de la vulnerabilidad.

A fin de conocer el estado socio-ambiental de la cuenca, se realizó para la primera parte, una caracterización social a partir de información del censo de población y vivienda del DANE al 2005 a nivel de sectores rurales y urbanos, mientras que para la segunda, una caracterización basada en información del POMCA y Estudio Semidetallado del Suelo del IGAC, entre otra información oficial consultada en el sitio web del DANE o proporcionada por la Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS).

A partir de la caracterización, son identificadas variables que fueron en algunos casos transformadas en indicadores para el cálculo de vulnerabilidad por factores social y natural de la cuenca, para lo cual se presenta un capítulo con el desarrollo metodológico y los resultados obtenidos en el análisis de cada indicador de susceptibilidad y capacidad adaptativa definido en la formulación propuesta para el cálculo de la vulnerabilidad.

2.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1.1. Objetivo general

El objetivo de este estudio es conocer los niveles de vulnerabilidad en las diferentes partes del territorio de la cuenca del río Chinchiná, ante los efectos de la variabilidad climática y cambio climático, para la implementación de medidas de adaptación que ayuden a la reducción de los impactos generados por dichos fenómenos en la población asentada en la cuenca, así como de los recursos naturales.

2.1.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de las metodologías y acciones aplicadas en el territorio para la identificación y reducción de la vulnerabilidad y riesgo ante la variabilidad climática y cambio climático, a fin de definir y ajustar la aproximación metodológica de vulnerabilidad a ser aplicada en la cuenca del río Chinchiná para efectos de este estudio.
- Identificar las amenazas climáticas presentes en el territorio de la cuenca del río Chinchiná, a partir del conocimiento de las percepciones de la población y el análisis de la información climática.
- Elaborar el análisis de la vulnerabilidad ante la variabilidad y cambio climático, considerando indicadores del factor socioeconómico y natural de la cuenca, definidos por el tipo de amenaza climática, el criterio de expertos y la disponibilidad de la información.

3. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

3.1. Marco conceptual y estado del conocimiento

3.1.1. Conceptualización de la gestión de riesgos

En el país y la región, se ha venido generando conocimiento sobre el cambio climático y sus impactos en los territorios. Contar con herramientas que permitan conocer los riesgos de índole climática y con ello el nivel de vulnerabilidad de la población, sus medios de vida, así como el estado de los recursos naturales, es de vital importancia para la planificación del territorio en miras de la prevención y adaptación frente a los cambios del clima y sus eventos extremos asociados.

A nivel global, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC - por sus siglas en inglés), en su quinto reporte (AR5), hace énfasis en el análisis de los riesgos considerando principalmente los futuros impactos del cambio climático, que dependerán del desarrollo económico pasado y futuro de las poblaciones, de la exposición, la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas y la capacidad social para responder (IPCC, 2014). Los impactos del cambio climático dependen de las características de sistemas naturales y humanos, sus vías de desarrollo y sus ubicaciones específicas (IPCC, 2007).

En cuanto a la vulnerabilidad, es definida de manera práctica por el IPCC como la propensión de los sistemas a verse negativamente afectados por una amenaza y su capacidad para responder, organizándose a sí mismos y aprendiendo a adaptarse (IPCC, 2014). Se relaciona actualmente con los riesgos sociales, economías deprimidas, incrementando la probabilidad de que los impactos provocados por el clima frenen las iniciativas de desarrollo de los países.

Los principales factores de vulnerabilidad de las poblaciones se relacionan con la pobreza en todos sus tipos, el acceso a alimentos, servicios básicos, el agua; reduciendo la capacidad de adaptarse y aumentando la vulnerabilidad.

Las investigaciones realizadas en torno al tema adaptación, junto con la experiencia adquirida por los países preocupados por hacer frente a los cambios en el clima, ha conducido al desarrollo de políticas de adaptación en muchas partes del mundo tales como: Programas de Acción de Adaptación Nacional e Informes de Comunicación Nacional de los países ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

La adaptación al cambio climático y sus efectos sobre la variabilidad climática, es un tema adoptado por diferentes instituciones y entidades de cooperación, en el continuo del desarrollo, las estrategias de adaptación y el financiamiento (IPCC AR5), mediante la evaluación del riesgo climático de los proyectos de desarrollo, la identificación de recursos para la adaptación de los sistemas, e implementación de medidas de mitigación para reducir así los impactos del clima (KfW, 2016 & Banco Mundial, 2013).

A nivel regional, la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS (Naciones Unidas) buscan alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental de los países miembros a través de la reducción de la desigualdad en todas sus dimensiones, un crecimiento económico inclusivo con trabajo decente para todos, ciudades sostenibles y cambio climático, entre otros factores determinantes de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación de las poblaciones. Por lo tanto, los

ODS serían el punto de partida para la evaluación de la situación actual de los países, permitiendo formular estrategias y planificar acciones a nivel nacional y local (CEPAL, 2016).

3.1.2. Estado de conocimiento de la gestión de riesgos en la región

Marco normativo

Ley y reglamento de Gestión de Riesgos de Desastres

En cuanto a la normativa, el 24 abril 2012 en base a la ley 1523 se adopta la Política Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres Colombia y otras disposiciones.

La política de GRD de Colombia se encuentra intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.

“En cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entiéndase: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción, como componentes del Sistema de Gestión del Riesgo de Desastres” (Congreso de Colombia, 2012)

El 19 de septiembre de 2014, mediante decreto 1807, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, de la República de Colombia, "reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones", por ende los POT deberán considerar en sus objetivos, estrategias a mediano y largo plazo para la reducción del riesgo de desastres (prevención y mitigación) (Ministerio de Vivienda, 2014).

Herramientas para la gestión del riesgo

La Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres de Colombia (UNGRD), pone a disposición de profesionales y técnicos municipales, un conjunto de herramientas, conceptuales, metodológicas y prácticas para la construcción del conocimiento sobre la Gestión de Riesgos de Desastres, permitiendo identificar sus riesgos, haciéndolos conocedores de la amenazas actuales y potenciales a las que están expuestos, así como el grado de vulnerabilidad comprendida por su estado de fragilidad y la capacidad que poseen para enfrentar los impactos, a través de acciones que les permitan empoderarse y gestionar sus riesgos. Hace énfasis en que en la GRD, el Estado, el sector privado, la empresa y las comunidades juegan un papel importante en la construcción social del riesgo. La metodología pone en contexto estudios realizados por organismos de cooperación y la academia, y propone un análisis cualitativo y participativo de la vulnerabilidad (UNGRD, 2017).

La Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia, aporta con conocimiento sobre la vulnerabilidad y riesgos climáticos al país, con un análisis a nivel municipal para cada departamento, evidenciando a los municipios con mayor riesgo por el cambio climático del departamento de Caldas a Manizales, La Dorada y Chinchiná. Este estudio basó su metodología de vulnerabilidad en el **Country Index Technical Report**, de la Universidad de Notre Dame. Este índice usa variables para la generación de indicadores que permiten medir la vulnerabilidad climática del territorio, así como los recursos disponibles para que las poblaciones puedan adaptarse a los

cambios del clima (Chen, y otros, 2015). Los indicadores son sub divididos por grupos o sectores que contribuyen con el desarrollo de la vida humana:

- **Alimentos**, teniendo como base la producción agrícola por su importancia en la seguridad alimentaria, así como su vulnerabilidad ante los cambios en el clima.
- **Salud**, enfermedades provocadas por los cambios globales, principalmente por la seguridad alimentaria, el agua y por los cambios en el clima.
- **Ecosistemas**, relacionado con los beneficios económicos y sociales de las poblaciones y la afectación de la cadena de valor gracias a los cambios en el clima.
- **Hábitat humano**, exposición de las ciudades a los fenómenos meteorológicos extremos.
- **Infraestructura: protección costera**, pérdida de tierras y obras de infraestructura portuaria por el aumento del nivel del mar.
- **Infraestructura: transporte**, estrés de la infraestructura de transporte y exposición a fenómenos meteorológicos extremos.
- **Energía**: Exposición de las obras de energía ante fenómenos meteorológicos extremos.

Política Nacional de Cambio Climático

Además de la Política de Adaptación al Cambio Climático, los departamentos deben contar con un Plan Integral de cambio climático, como un instrumento para el territorio, desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales y demás entes territoriales, en el cual se concreta el compromiso institucional de estas para el logro de los objetivos y metas planteadas.

Política de Nacional para la Gestión Integral de Recurso Hídrico

Según lo establecido en la Ley 99 de 1993, el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y no renovables, teniendo como competencia la definición y formulación de políticas y regulaciones para la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos renovables, entre ellos el agua, garantizando la participación de la comunidad. En el caso particular del recurso agua, es el Viceministerio de Ambiente es el encargado de orientar el proceso de formulación de políticas para su aprovechamiento y uso adecuado (Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), entre ellos:

- La regulación de las condiciones generales de saneamiento del medio ambiente
- Fijar las pautas para el ordenamiento de las cuencas hidrográficas
- Establecer límites máximos permisibles de vertimientos
- Fijar montos mínimos de tasas ambientales
- Regular el manejo del recurso en zonas marinas y costeras
- Entre otros...

El Ministerio cuenta con el apoyo técnico y científico de institutos como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, cuya función es la gestión de la información relacionada con hidrología, hidrogeología, meteorología y ecosistemas, realizando estudios y emitiendo conceptos en dichas materias.

En el país existen 33 autoridades ambientales regionales, representadas por las denominadas corporaciones autónomas regionales y corporaciones para el desarrollo sostenible, dentro de ellas se encuentra la CORPOCALDAS (Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo

Territorial, 2010). Dentro de sus facultades se encuentra la ejecución de políticas, planes, programas, proyectos específicos para manejar, proteger, regular y controlar la disponibilidad, calidad y uso del recurso hídrico, además de velar por el cumplimiento de la normativa vigente relacionada con el agua. Sus funciones más importantes son:

- Ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción y ejecutar políticas, planes y programas en materia ambiental.
- Asesorar a las entidades territoriales en materia ambiental.
- Otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales.
- Fijar límites permisibles de vertimientos y descargas.
- Ejercer funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua.
- Recaudar contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas por concepto de uso y aprovechamiento del agua
- Reservar, alinear, administrar o sustraer áreas protegidas de carácter regional.
- Imponer y ejecutar medidas de policía y sanciones en caso de violación a las normas ambientales.
- Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de cuencas tanto hidrográficas como oceánicas.
- Promover y ejecutar obras de irrigación, avenamiento, defensa contra inundaciones, regulación de cauces y corrientes y de recuperación de tierras que sean necesarias para la defensa, protección y adecuado manejo tanto de las cuencas hidrográficas como oceánicas.
- Implantar y operar el sistema de información ambiental de acuerdo con las directrices trazadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Apoyar a comunidades étnicas para el abastecimiento, uso y conservación del agua.
- Promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables.

Principios de la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico

La política se sustenta en la aplicación de 8 principios igualmente importantes, relacionados con el recurso hídrico:

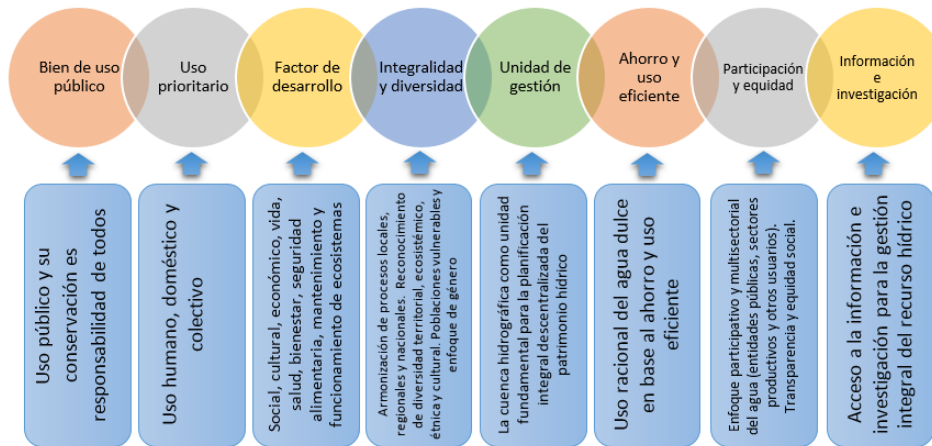


Gráfico 1 Principios de la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico

ELABORADO POR: CIIFEN

FUENTE: COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, 2010.

Objetivos de la política

El principal objetivo de la política es garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.

Para el cumplimiento de este objetivo, la política contempla la aplicación de seis (6) objetivos específicos, cada uno con su estrategia y líneas de acción estratégica.

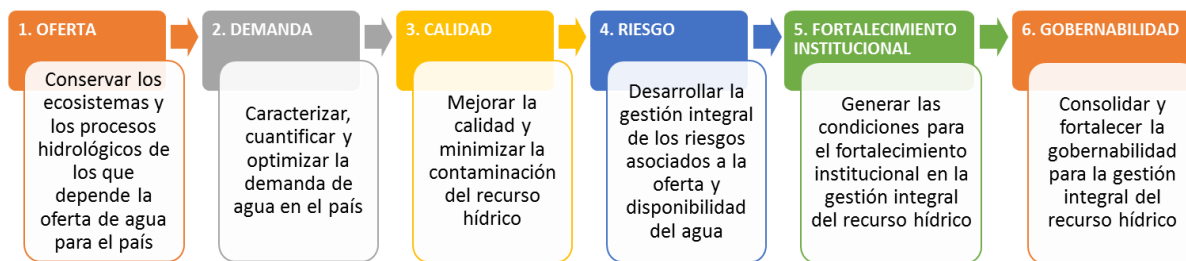


Gráfico 2 Objetivos de la política

ELABORADO POR: CIIFEN

FUENTE: COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, 2010.

Por su parte, los objetivos uno y cuatro (1 y 4) de la política, contempla estrategias y líneas de acción orientadas a la reducción del riesgo, entre las que se encuentran:

Objetivo 1: OFERTA

Con su estrategias y líneas de acción relacionadas con el conocimiento, la **planificación** y la conservación.

Planificación:

Esta línea estratégica busca promover la articulación de los planes de ordenamiento territorial a los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, como determinantes para la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales¹.

Objetivo 4: RIESGOS

Generación y divulgación de información y conocimiento sobre riesgos que afecten la oferta y disponibilidad hídrica:

Conocimiento sobre causas y efectos de los principales riesgos del recurso hídrico en términos de disponibilidad y uso. Prevención, manejo y restablecimiento de condiciones normales¹.

Líneas de acción

- Generar conocimiento sobre vulnerabilidad de los ecosistemas claves para la regulación hídrica y sistemas artificiales de regulación del agua.
- Inventariar e identificar los riesgos sobre la infraestructura de abastecimiento de agua de los diferentes usuarios, ante amenazas naturales o antrópicas que afecten la disponibilidad hídrica.
- Sistematizar la información relacionada con los riesgos que afectan la oferta y disponibilidad hídrica, y divulgarla a la comunidad para que los conozca y los prevenga.

Incorporación de la gestión de los riesgos asociados a la disponibilidad y oferta del recurso hídrico en los instrumentos de planificación:

Inclusión de la gestión del riesgo en la formulación e implementación de los principales instrumentos de planeación del recurso hídrico, fortalecimiento de las capacidades en el tema, de las instituciones encargadas de la planificación ambiental y territorial a nivel regional y local.

Líneas de acción

- Incorporar la gestión de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad del recurso hídrico en los planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo territorial y en los planes de atención y prevención de desastres de los entes territoriales.
- Incorporar la gestión de los riesgos asociados a la oferta y disponibilidad hídrica en los planes estratégicos y de acción de los principales sectores productivos usuarios del recurso hídrico.

¹ Fuente: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010.

- Incorporar la gestión de los riesgos asociados a la oferta y la disponibilidad del recurso hídrico en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, Planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), Programas de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA), en los planes de manejo de aguas subterráneas y en los planes de manejo de los otros ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica.

Medidas de reducción y adaptación de los riesgos asociados a la oferta hídrica:

Fortalecimiento de la formulación e implementación de medidas de adaptación y mitigación a la variabilidad y cambio climático por parte de los usuarios del recurso hídrico que resulten más expuestos a estos fenómenos naturales.

Líneas de acción

- Diseño e implementación de medidas de adaptación a los efectos del cambio climático en los ecosistemas clave para la regulación de la oferta hídrica, y los siguientes sectores: hidroenergía, agricultura, navegación fluvial y, abastecimiento de agua potable.
- Diseño e implementación a nivel regional y local, de medidas de reducción de riesgos por variabilidad climática (fenómenos de El Niño y La Niña) y por otras amenazas naturales que afecten los ecosistemas clave para la regulación hídrica, así como la oferta y disponibilidad hídrica de los principales usuarios del agua en el país².

Plan de Acción de La Corporación Autónoma Regional de Caldas

La Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS, en su Plan de Acción Institucional para el 2016-2019, establece acciones para la planificación y cumplimiento de los compromisos, objetivos y metas planteadas en el Plan de Gestión Ambiental Regional.

El Plan de Acción Institucional (PAI) de la CORPOCALDAS es un instrumento de planificación cuatrienal construido con rigurosidad técnica, el cual contempla una lectura del territorio desde la experiencia en la gestión y la construcción colectiva con los actores presentes en la jurisdicción de la Corporación (CORPOCALDAS a, 2016).

La Corporación asume el reto de instaurar como enfoque ideológico y metodológico para el desarrollo del PAI, la gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, reconociendo la importancia de las interacciones entre los actores y los ecosistemas para el establecimiento de acciones que aseguren el uso racional y sostenible de los recursos. Por lo tal, el PAI se constituye como carta de navegación de la Corporación, armonizado con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018; específicamente en lo relacionado con la estrategia transversal “Crecimiento Verde”.

Dentro de las acciones operativas del Plan de Acción se encuentra el programa Gestión para la Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, que tiene como propósito contribuir a la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos del departamento de Caldas, mediante el conocimiento de la vulnerabilidad del territorio a la variabilidad y el cambio climático, a través de

² Fuente: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, 2010.

acciones para la adaptación y mitigación (CORPOCALDAS a, 2016). Este programa contempla dos proyectos que son:

- Monitoreo y formulación de acciones directas para la adaptación y mitigación al cambio climático
- Conocimiento de la vulnerabilidad del territorio frente la variabilidad y cambio climático

Conocimiento del área de estudio

Estudios realizados a nivel regional, específicamente en el eje cafetero de Colombia, en la cuenca del río Chinchiná, permiten conocer las características sociales y biofísicas, así como la dinámica del territorio. El Plan de Ordenación del Territorio – POMCA, es uno de ellos, y provee información socioeconómica, biofísica y de amenazas de la cuenca, dispuestas en documentos técnicos y archivos geográficos. Por otro lado el “Estudio Semidetallado de Suelos de Chinchiná” permite conocer las características edafológicas de la cuenca.

En cuanto a la información de población, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, a través de su banco de datos, pone a disposición los datos del censo general de Población y Vivienda de 2005, así como las proyecciones de la población por edad y sexo al 2020. Usa como herramienta el REDATAM, software elaborado por la CELADE a través de la Dirección de Población de la CEPAL, como apoyo al procesamiento y difusión de datos estadísticos y censos de Población y Vivienda de los países de la región; a través del cual pone a disposición el resultado del censo Básico y Ampliado, cada uno de ellos con un tipo de procesamiento particular, usando para el fin de este estudio la información del censo básico, dado el mínimo nivel de incertidumbre que maneja, al contar con información censal completa.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las características sociales de la cuenca han sido analizadas, separando los sectores rurales de los sectores urbanos, dada la diferencia poblacional y sesgos que se presentan al momento de analizar la información en conjunto. En este sentido, se presentan mapas con una sección para el área rural y otra con una aproximación gráfica del área urbana.

La presentación de las características biofísicas es realizada en base al límite de la cuenca del río Chinchiná y las microcuencas del río Guacaica, Chinchiná y Claro.

Luego de la caracterización realizada para Chinchiná, muchos de los indicadores y variables que fueron consideradas inicialmente para el análisis de la vulnerabilidad por factores sociales, finalmente no fueron incluidos en el mismo, principalmente por las limitaciones en el acceso de información, entre las que cabe destacar:

- Cambio poblacional
- Pobreza por necesidades básicas insatisfechas - NBI
- Infraestructura eléctrica

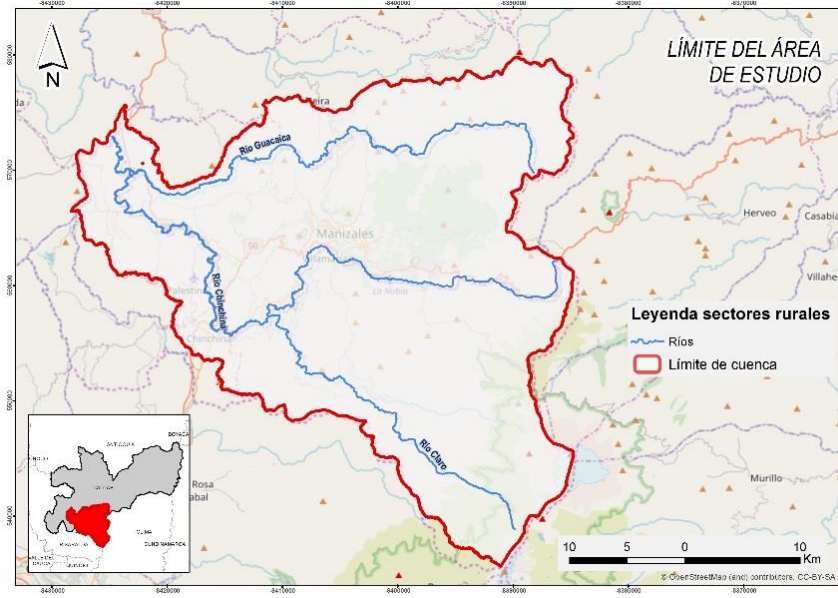
Y en otros casos por la falta de pertinencia respecto a su connotación dentro de la vulnerabilidad como por ejemplo las necesidades básicas insatisfechas.

Con respecto a la vulnerabilidad por factores naturales, alguno de los indicadores y variables utilizados se encuentran compuestos por información utilizada para la caracterización.

- Evapotranspiración
- Déficit hídrico
- Relieve
- Aptitud y de uso potencial del suelo
- Clima
- Estrategias de Conservación (áreas protegidas)

4.1. Límites y localización del área de estudio

La cuenca del río Chinchiná tiene una extensión de 1.052,24 Km² y se localiza en la región Centro – Sur del departamento de Caldas, sobre la vertiente occidental de la cordillera de los Andes central. Su importancia radica en la presencia de ecosistemas estratégicos con un aporte fundamental en cuando a los bienes y servicios ecosistémicos para la población local, regional y nacional.

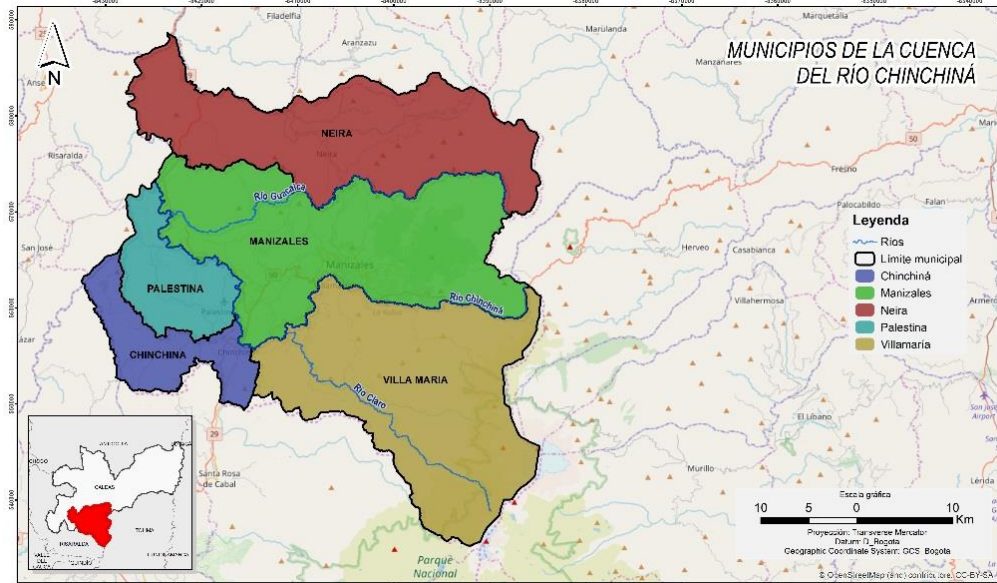


Mapa 1 Área de estudio

ELABORADO POR: CIIFEN

Los principales tributarios del río Chinchiná son: el río Guacaica, cuyo nacimiento está en la vereda San Pablo a una altura de 3.882 msnm y posee como principales afluentes el río Blanco, y las quebradas Olivares, Popal y Solferino; y el Río Claro, que nace en la zona denominada Los Arenales en el Parque Nacional Los Nevados, le aporta al río Chinchiná aproximadamente el 48% de su caudal medio, lo cual se relaciona con una gran riqueza en humedales, teniendo aproximadamente el 60% del total de la extensión de humedales de la cuenca.

Se encuentra conformada por cinco municipios: Manizales, Chinchiná, Neira, Palestina y Villamaría (ver mapa 2).

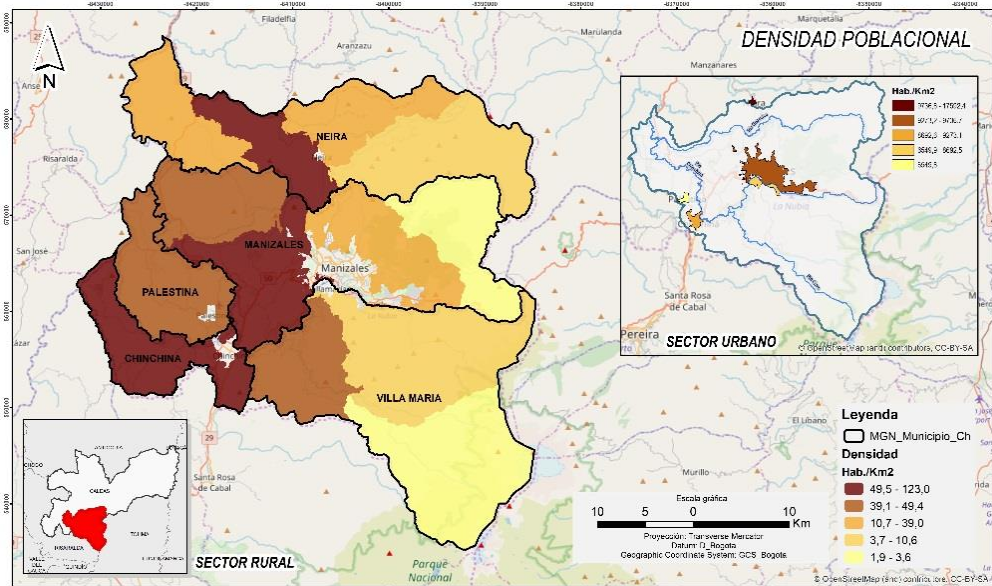


Mapa 2 Municipios que conforman la cuenca del río Chinchiná.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.2. Principales características socioeconómicas

En la cuenca habita una población aproximada de 509.332 personas al 2005, la que proyectada al 2016 alcanza las 554.586 personas. La mayor parte de la población de la cuenca se ubica en el municipio de Manizales con un 72,34%, cerca del 10% pertenecen a Chinchiná, el 8,8% a Villamaría, 5,4% a Neira y el 3,4% a Palestina (ver mapa 3).



Mapa 3 Densidad poblacional de Chinchiná (DANE 2005)

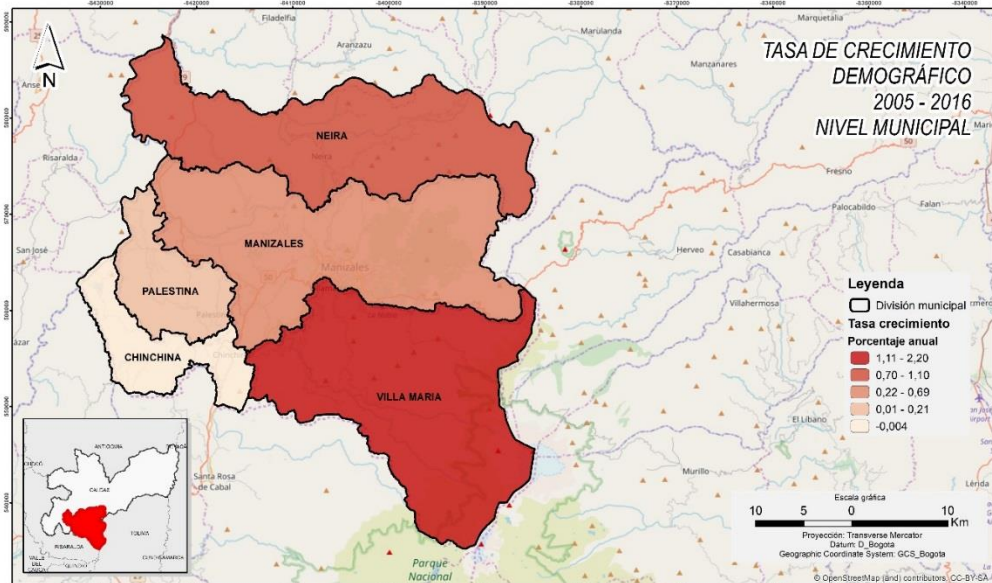
ELABORADO POR: CIIFEN

En el área rural, la mayor densidad poblacional se ubica en el municipio de Chinchiná, en la parte baja de Manizales (sector vial de Manizales - Chinchiná) y en el sector oeste de Neira (contiguo a la cabecera urbana). Por otro lado, en las cabeceras urbanas de Neira y Manizales se concentra la mayor densidad de esta población.

4.2.1. Cambio poblacional

El cambio poblacional en la cuenca del río Chinchiná es identificado a partir del cálculo de la tasa de crecimiento demográfico anual³, el cual refleja un promedio del 0.83% de incremento anual. El cálculo fue realizado a partir de información de población del censo básico del 2005 y de las proyecciones de población al 2016, ambos datos extraídos del banco nacional de datos del DANE. Para el cálculo del crecimiento poblacional anual fue aplicada la siguiente ecuación matemática (Enns, 2010):

$$PGR = \frac{\ln(P(t2)) - \ln(P(t1))}{(t2 - t1)} * 100$$



Mapa 4 Tasa de crecimiento demográfico de la cuenca del río Chinchiná a nivel municipal

ELABORADO POR: CIIFEN

Según el mapa 4, el municipio de Villamaría muestra la tasa de incremento poblacional anual más alta, con el 2.2% entre el 2005 y el 2016⁴. En este municipio se encuentra la mayor superficie de parques y reservas naturales como el Parque Nacional Natural Los Nevados, Reserva Forestal La Marina, Reserva Forestal Protectora Bosque CHEC. De manera sucesiva el Municipio de Neira posee un crecimiento del 1.1% y Manizales con 0.69%. Palestina y Chinchiná por su parte,

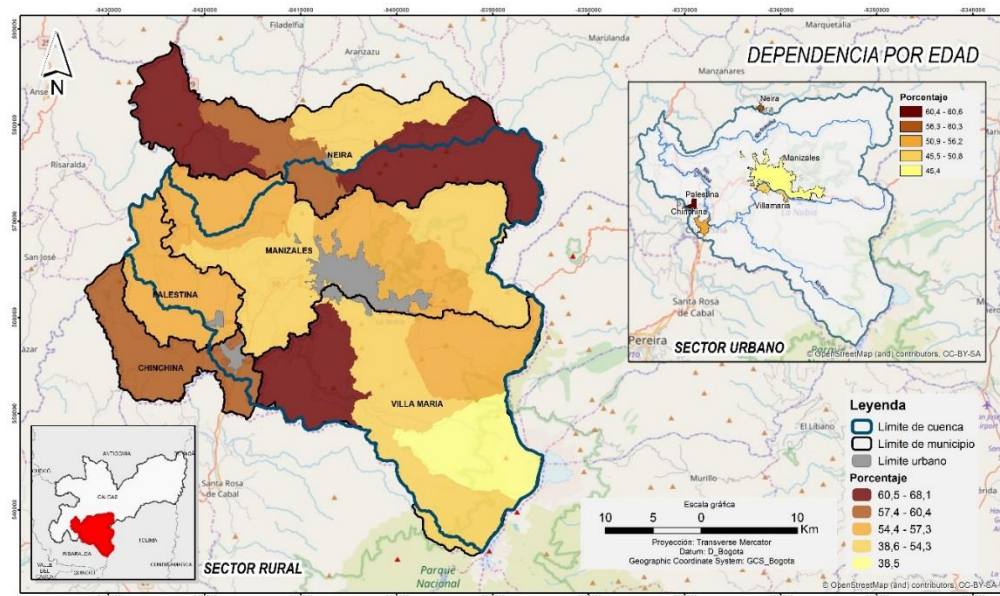
3 Enns, Richard. It's a Nonlinear World. Springer, 2010, p. 4.

4 Teniendo en cuenta que toda proyección tiene un nivel de incertidumbre que afecta la predicción futura, portal DANE 2017.

presentan un porcentaje de cambio muy bajo y hasta negativo, con 0.01 y -0.004% respectivamente, lo que denota un proceso emigratorio.

4.2.2. Índice de dependencia por edad

A partir de los datos de población por rango quinquenal de edad del censo básico de población, fue calculada la relación de dependencia de edad, considerando para ello la población menor a 14 años y mayor a 65, con relación a la población de entre 15 y 64 años de edad. El resultado de esta relación puede ser observada en el mapa 5.



Mapa 5 Relación de dependencia por edad.

ELABORADO POR: CIIFEN

Como se observa en el sector rural, la mayor dependencia se sitúa en el norte de la cuenca, en el municipio de Neira, en el extremo este y oeste con relación a la cabecera municipal. Villamaría presenta la mayor dependencia por edad, en su parte oeste en el límite con el municipio de Chinchiná. Ambos municipios poseen un rango de población dependiente de 60,5 a 68,1%, siguiendo Chinchiná y el sector centro de Neira 57,4 a 60,4 %. El sector de los nevados alberga la menor población dependiente, con el 38,5%.

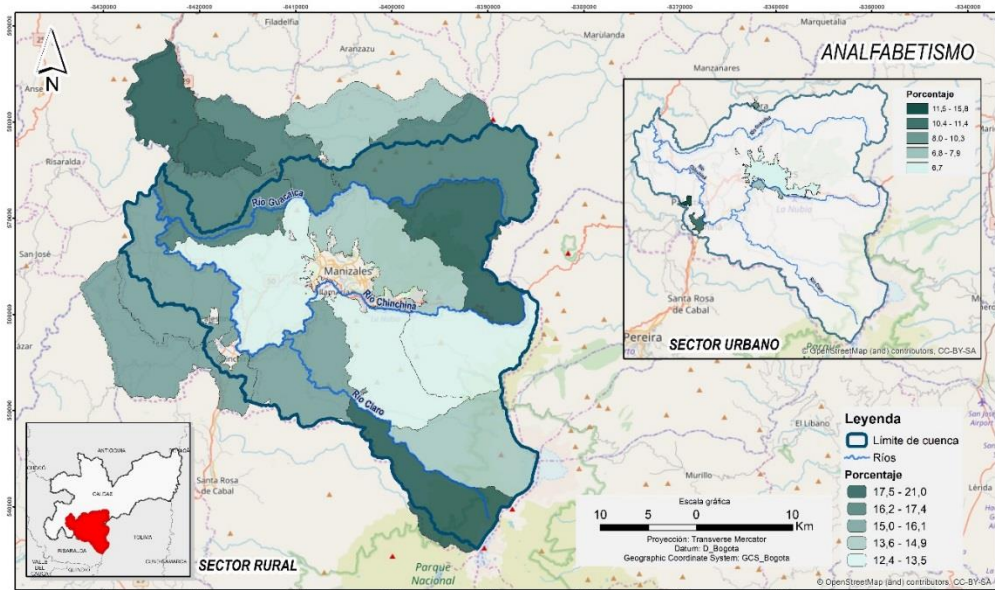
Las cabeceras municipales, muestran por su parte, una clara distribución de la población dependiente, siendo Palestina el sitio con mayor porcentaje 60,4 a 60,6, siguiendo en orden descendente Neira (56,3 a 60,3), Chinchiná (50,9 a 56,2), Villamaría (45,5 a 50,8) y Manizales con el 45,4 %.

4.2.3. Educación

4.2.3.1. Índice de analfabetismo

El índice de analfabetismo de Chinchiná fue extraído de la variable: “población que sabe leer y escribir”, de donde se calculó el porcentaje de personas que según el valor total declarado, afirmaron no saber leer y escribir. Los datos procesados corresponden al censo de población y

vivienda de DANE al 2005. A continuación se presenta un mapa con la distribución en porcentaje de personas que no saben leer y escribir, distribuidas en zonas rurales y urbanas de la cuenca.



Mapa 6 Analfabetismo

ELABORADO POR: CIIFEN

A nivel rural, los sectores con mayor porcentaje de personas que no saben leer y escribir se encuentran concentradas al Noroeste de Neira, sector Este de Manizales y sureste de Villamaría, en la zona de los nevados, con un rango que va del 17,5 al 21,0 %; mientras que los sectores con menor porcentaje están al norte de Villamaría y centro oeste de Manizales, límite con Palestina.

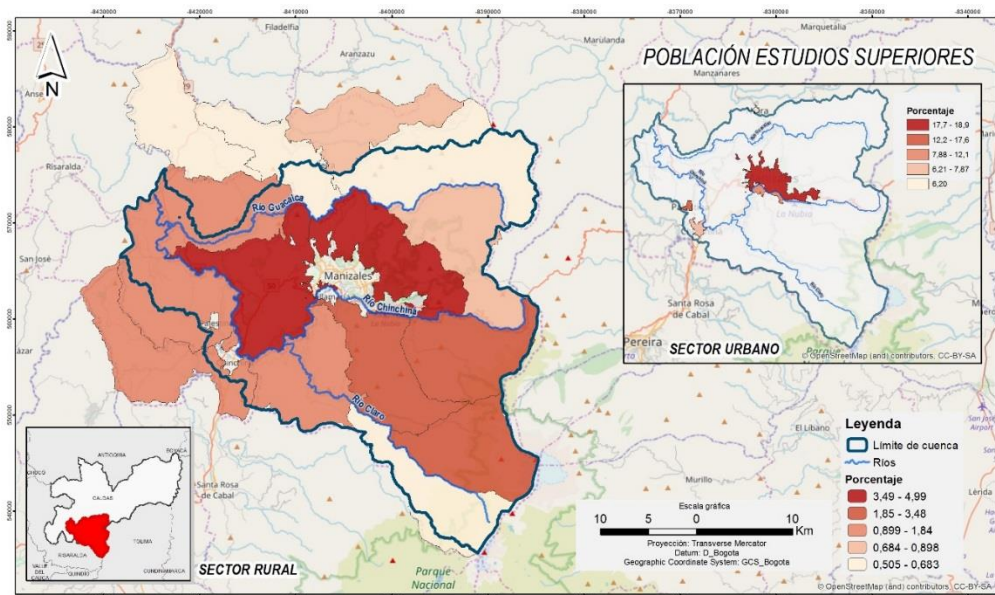
En cuanto a las cabeceras urbanas, el porcentaje de analfabetismo va de 11,5% en Palestina al 6,7% en Manizales. Entre estos dos valores se encuentra Chinchiná en un rango de 10,4 a 11,4, Neira con 8 a 10,3 y Villamaría con 6,8 a 7,9.

4.2.3.2. Población en edad escolar según el nivel y tipo de estudios obtenidos

Otra de las variables estudiadas en relación a la educación es la población en edad escolar según el nivel y tipo de estudios obtenidos. Muestra los diferentes tipos de estudios que la población censada declaró haber cursado, entre los que se encuentran:

- Preescolar
- Básica primaria
- Básica secundaria
- Media académica o clásica
- Media técnica
- Normalista
- Superior y postgrado
- Ninguno tipo de estudio

A fin de identificar como se encuentra distribuida la población con niveles de estudios más altos, se calculó el porcentaje de personas con estudios superiores y títulos de posgrados, declarados durante el censo. El siguiente mapa muestra claramente esta información:



Mapa 7 Población con estudios superiores.

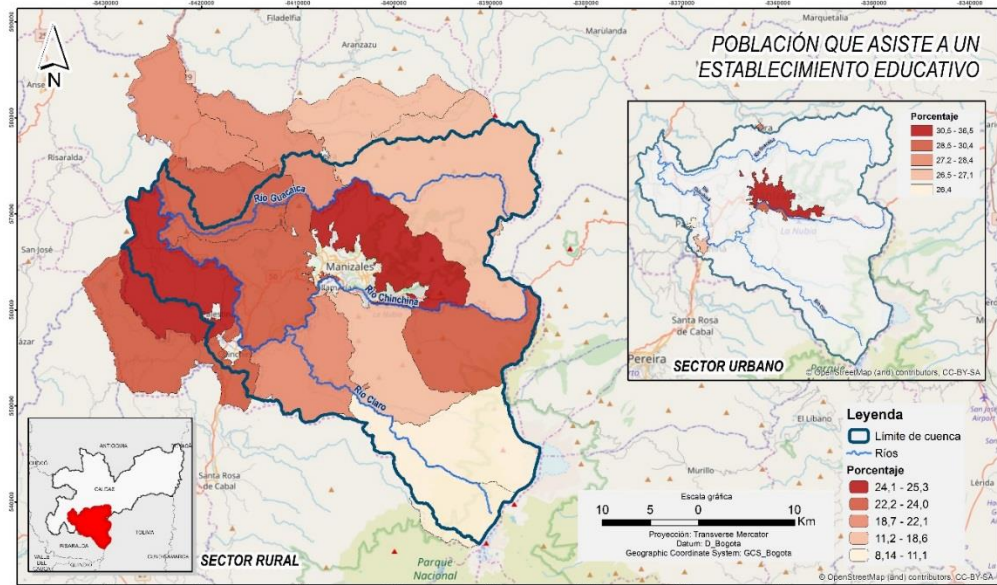
ELABORADO POR: CIIFEN

Las zonas rurales con mayor porcentaje de personas con títulos de educación superior y de posgrados son las colindantes con la cabecera urbana de Manizales, por el alto nivel de universidades que en ella se encuentran (3,49 a 4,99), mientras que al Sur de Villamaría, en la zona de los nevados y Neira, se encuentra la población con menor nivel de estudios (0,5 a 0,6%).

La cabecera urbana de Manizales, junto con Palestina, poseen el mayor porcentaje, situándose en los rangos: 17,7 a 16,9 y 12,2 a 17,6 respectivamente. La cabecera con mayor porcentaje de personas con este nivel de educación es Neira con 6,20%.

4.2.3.3. Población que asiste a un establecimiento educativo

Conocer el número de personas que declararon asistir a un establecimiento educativo, fue considerado de gran relevancia en el tema educación. Esta variable fue categorizada y se presenta en el siguiente mapa a fin de mostrar su distribución espacial. Hace referencia a la población por grupos de edad, partiendo de niños de 3 años hasta los 25 años o más, que declararon asistir a alguna institución educativa.



Mapa 8 Población que asiste a un establecimiento educativo.

ELABORADO POR: CIIFEN

Como se observa en el mapa 8, el sector rural posee un menor porcentaje de personas asistiendo a un establecimiento educativo. Palestina y el Este de la cabecera urbana de Manizales poseen los mayores porcentajes (24,1 a 25,3%); mientras que la zona de los nevados posee 8,14 a 11,1%.

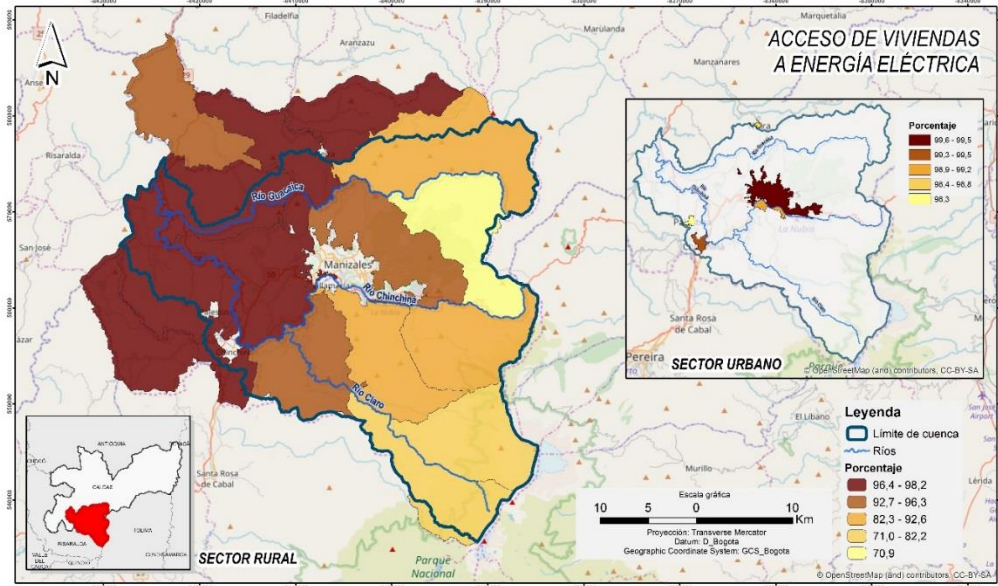
Las cabeceras urbanas de Manizales y Villamaría, poseen el mayor porcentaje de población en edad escolar asistiendo a un establecimiento educativo (30,5 a 36,5). Palestina posee el menor porcentaje con un valor de 26,4. Estos valores son calculados con referencia al total de la población censada y que declaro no asistir a un establecimiento educativo.

4.2.4. Acceso a servicios básicos

Comprende el acceso a los servicios de energía eléctrica, acueducto, alcantarillado y telefonía. Los datos han sido obtenidos a partir del censo básico del DANE y los valores representados en los mapas se encuentran en porcentajes referidos al total de las viviendas censadas. Para el análisis de la información espacializada se consideraron los sectores rurales y urbanos de manera separada para evitar los sesgos en la información al momento de generar los rangos, por la disparidad de los valores entre ambos sectores.

4.2.4.1. Acceso a energía eléctrica

Muestra la distribución tanto en los sectores rurales como urbanos del acceso a energía eléctrica en las viviendas. El mapa presentado a continuación muestra de manera general que tanto para los sectores rurales como urbanos existe una buena cobertura de servicio eléctrico, exceptuando algunas zonas que poseen menor porcentaje de acceso y que a su vez se encuentran relacionadas con reservas forestales protectoras ubicadas en la zona este de la cuenca, o cuenca alta.



Mapa 9 Acceso a servicio de energía eléctrica.

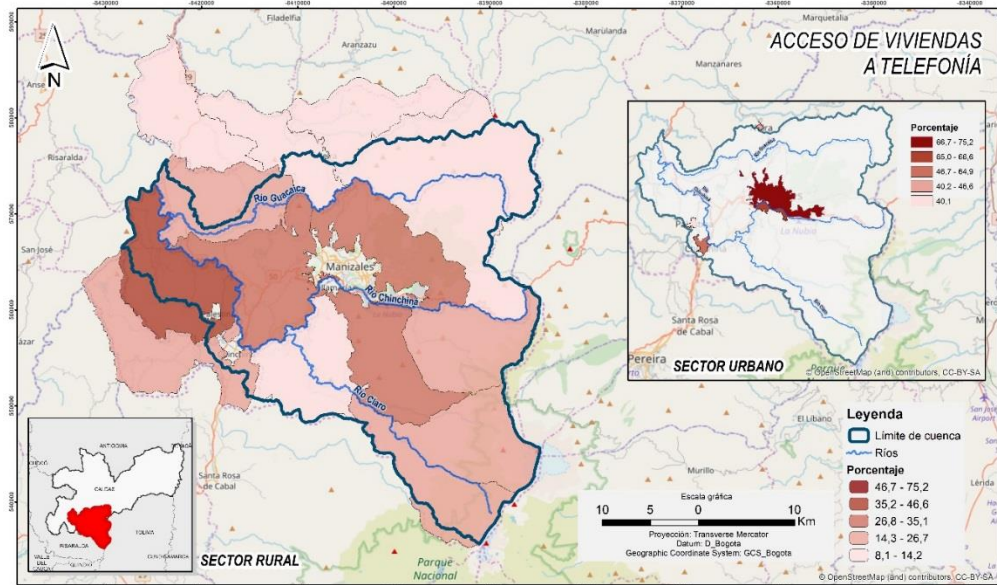
ELABORADO POR: CIIFEN

Según el mapa 9, la zona de mayor acceso al servicio de energía eléctrica se encuentra en la cuenca media y baja, centro y oeste de Neira, Manizales, todo el municipio de Palestina y Chinchiná con un rango de 96,4 a 98,2%, mientras que en Villamaría, zona de nevados, el porcentaje de cobertura eléctrica es del 82,2% al 92.6. El menor porcentaje de acceso se encuentra al este de Manizales, en la Reserva Forestal río Blanco con el 70,9%.

Las cabeceras urbanas poseen cerca del 100% de cobertura de energía eléctrica, principalmente Manizales y Chinchiná con el 99,6 al 99,3%. Ciudades como Palestina y Neira cuentan con el 98,3 al 98,8% de cobertura.

4.2.4.2. Acceso a telefonía

El acceso al servicio de telefonía de la cuenca es más irregular en el área rural, mientras que en las cabeceras urbanas se tiene una cobertura del 40 al 75% aproximadamente. En el sector rural la menor cobertura de este servicio se presenta en el municipio de Neira, como se observa en el mapa 10.



Mapa 10 Acceso a servicio de telefonía.

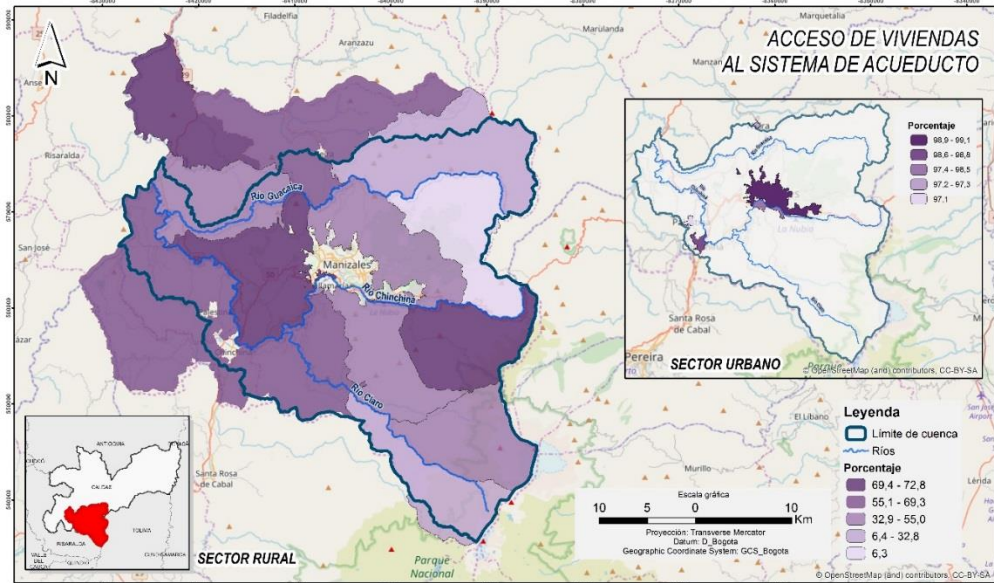
ELABORADO POR: CIIFEN

Neira tiene 8.1 a 14.2% de viviendas con acceso al servicio de telefonía, al igual que el sector rural ubicado al Oeste de Villamaría, límite con Chinchiná. Palestina por su parte posee la mayor cobertura de telefonía con el 46.7 al 75.2% con relación al resto de los sectores rurales.

En cuanto a los sectores urbanos, Manizales y Villamaría poseen la mayor cobertura de telefonía, con 65 y 75.2%, mientras que Chinchiná, Neira y Palestina se encuentran en un rango de 46 y 40% respectivamente.

4.2.4.3. Acceso a acueducto

En el sector rural el acceso al sistema de acueducto es irregular; las poblaciones con mayor acceso se encuentran ubicadas en la parte media y baja de la cuenca en los municipios de Neira, Manizales, todo Chinchiná y Palestina. La zona de Reserva Forestal Protegida del Río Claro, al Este de Manizales, evidencia el menor valor de acceso a este servicio con 6.3%. Contigua a esta reserva, en Villamaría existe un buen acceso al servicio del 71% de viviendas. En las cabeceras urbanas la distribución y acceso a este servicio es más completo, con porcentajes que superan el 97% de viviendas con el sistema, siendo éste el valor más baja identificado en Neira, mientras que en ciudades como Manizales y Chinchiná el acceso llega al 98 y 99%.

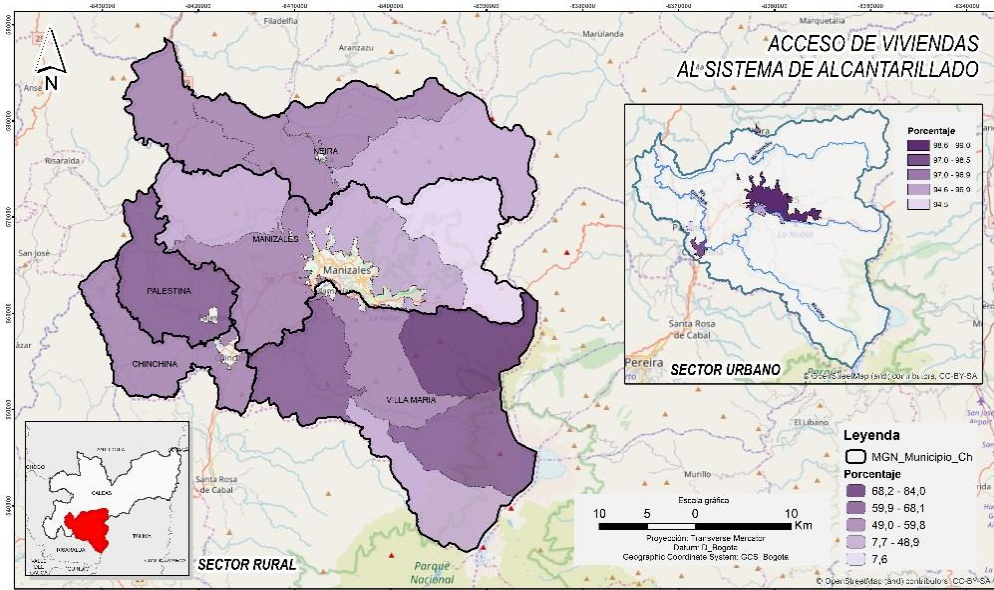


Mapa 11 Acceso a servicio de acueducto.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.2.4.4. Acceso a alcantarillado

El alcantarillado es uno de los servicios de gran importancia para las viviendas y el saneamiento de la población. La falta de alcantarillado recrudece los impactos de los fenómenos climáticos adversos en la población.



Mapa 12 Acceso a servicio de alcantarillado.

ELABORADO POR: CIIFEN

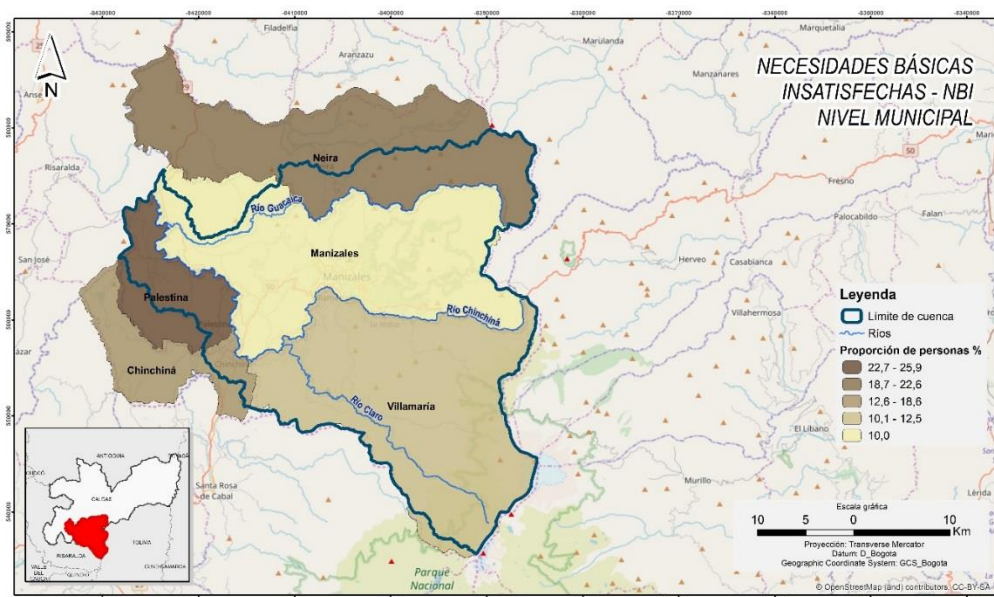
En cuanto al acceso al sistema de alcantarillado el sector rural de Neira posee una cobertura del 46 al 68%, al igual que Palestina, Chinchiná y Villamaría exceptuando la zona de los nevados que registra un porcentaje mucho menor, cercano al 7.6%.

Manizales, de este a oeste cuenta con menores porcentajes de acceso a este servicio, ubicándose en un rango de 48,9% de manera dispersa en la zona este de Neira, Villamaría y oeste de Manizales, a 7.6% en la zona de Reserva Forestal del río Claro.

Las cabeceras urbanas poseen una mejor cobertura del servicio, siendo las ciudades con mayor acceso Manizales y Chinchiná con un porcentaje mayor al 97%; por su parte Palestina tiene la menor cobertura con respecto al resto de ciudades, con el 94,5%. De manera general se observa que en las áreas urbanas de la cuenca existe una buena cobertura de este servicio superando el 98%. En el área rural existe un promedio del 54% de cobertura de la red de alcantarillado en las viviendas.

4.2.4.5. Pobreza por necesidades básicas insatisfechas - NBI

Las necesidades básicas insatisfechas son definidas por el DANE en base a indicadores simples como son: viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, viviendas con alta dependencia económica y viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.



Mapa 13 Pobreza por necesidades básicas insatisfechas - NBI, a nivel municipal.

ELABORADO POR: CIIFEN

A continuación en la tabla 1 de encuentran los porcentajes de NBI registrados para cada municipio de la cuenca.

Tabla 1 Necesidades básicas Insatisfechas DANE
Fuente: DANE, Censo General 2005, actualizado al 2010.

Municipios	Proporción de Personas en NBI (%)
Manizales	10,03
Villamaría	12,5
Chinchiná	18,58
Neira	22,56
Palestina	25,85

ELABORADO POR: CIIFEN

Palestina presenta la mayor proporción de personas con necesidades básicas insatisfechas con un 25,85%, seguido de Neira y Villamaría con el 22,56 y 18,58% respectivamente. Las ciudades con menor proporción de personas con NBI son Manizales y Villamaría con el 10,03 y 12,5%, dado su desarrollo y densidad de población.

4.2.5. Actividades económicas

En cuanto a las actividades productivas existentes en la cuenca la ganadería predomina con un cobertura aproximada de 68.000 has. frente a 31.000 has., de cultivos (transitorios, anuales y permanentes). La minería es una de las actividades económicas de la cuenca con un área de emplazamiento de 1.550 has., cuyo impacto se ve reflejado en la intensidad de las actividades, la que a pesar de no haber sido representada en mapas, merece ser citada en este documento.

4.2.5.1. Superficies agropecuarias

Las superficies agropecuarias son definidas a partir de la información del POMCA sobre cobertura y uso de suelo de la cuenca al 2010, en donde fueron seleccionados los cultivos agrícolas y los de pastos para las áreas con dedicación pecuaria. En la tabla 2 se muestra la distribución de los cultivos y sus tipos, así como las superficies de cobertura, siendo en este caso el pasto y café (especialmente el sombrío), el que tiene una mayor área de intervención en la cuenca. Existe también una cobertura importante de cultivos en mosaico, mezclados con cultivos transitorios y áreas naturales que vale la pena considerar.

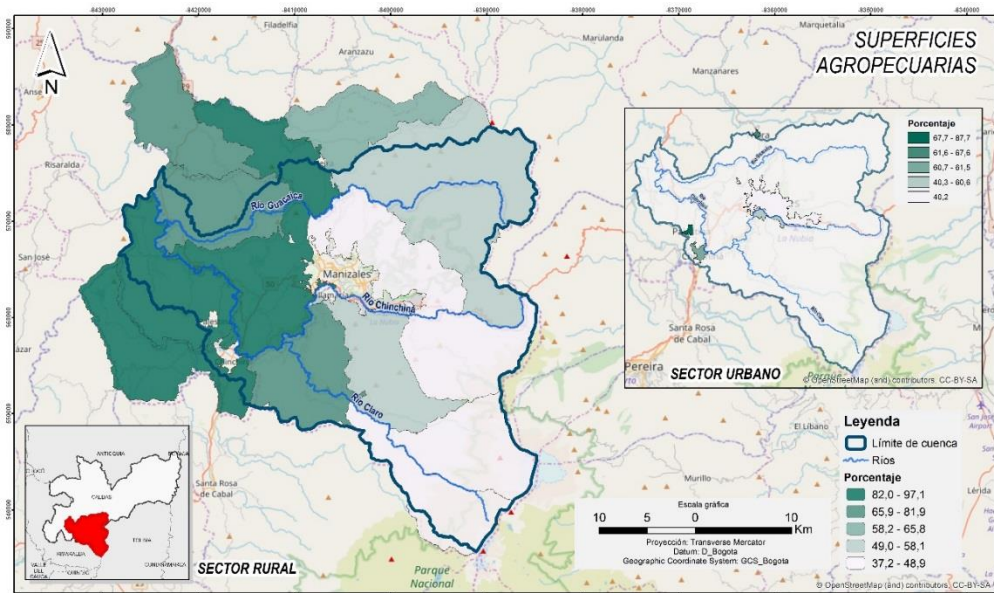
Tabla 2. Áreas de cultivos y pastos
Fuente: Cobertura de uso de suelo 2010, a partir del POMCA 2013

Cobertura agropecuaria	Área (km2)
<i>Papa</i>	0,1
<i>Otros cultivos permanentes arbóreos</i>	0,4
<i>Pastos arbolados</i>	0,5
<i>Caña panelera</i>	0,5
<i>Cítricos</i>	0,8
<i>Cebolla junca</i>	1,2
<i>Mosaico de cultivos</i>	1,4
<i>Otros cultivos transitorios</i>	3,2

Mosaico de cultivos con espacios naturales	3,5
Café con sombrío	14,0
Pastos enmalezados	19,4
Mosaico de pastos y cultivos	28,6
Café a plena exposición	70,8
Mosaico de pastos con espacios naturales	71,4
Café con semi-sombrío	86,4
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	99,1
Pastos limpios	283,3
Total áreas agropecuarias	684,5

ELABORADO POR: CIIFEN

Para obtener el porcentaje de área agropecuaria de cada sector rural y en algunos casos urbanos, se realizó una relación entre la cobertura de área agropecuaria interceptada espacialmente con los sectores rurales y urbanos y el área de cada sector, obteniendo el mapa 14.



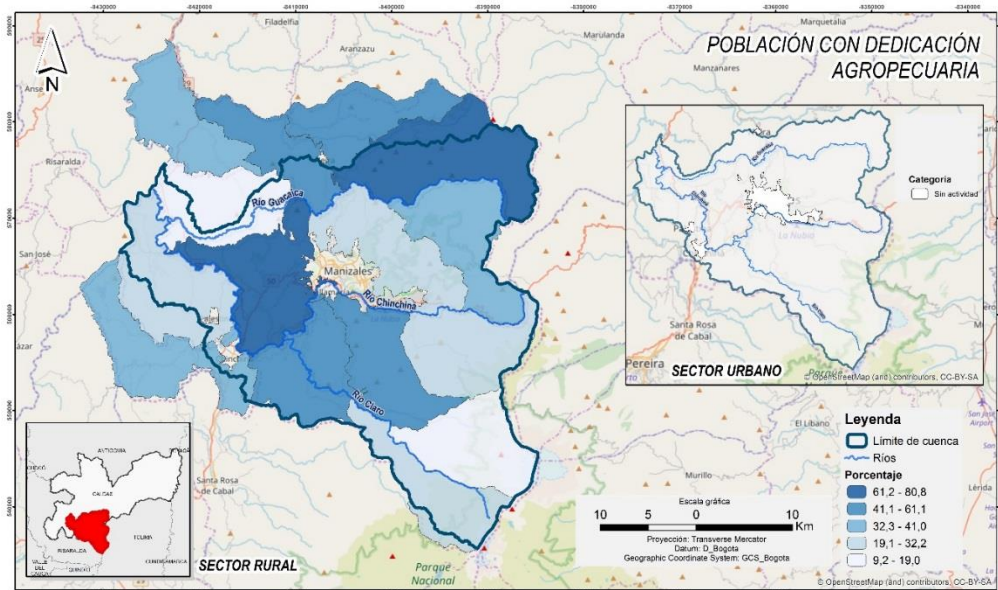
Mapa 14 Porcentaje de áreas agropecuarias por sector rural y urbano.

ELABORADO POR: CIIFEN

En este mapa se observa claramente que la mayor superficie agropecuaria se encuentra en la zona media y baja de la cuenca, al oeste de Neira, Manizales, Villamaría, todo Chinchiná y Palestina, ocupando del 82 a 97% aproximadamente del sector rural. En el sector urbano también se encuentran áreas agropecuarias, principalmente en la zona periurbana, como es el caso de Manizales con un 40% de su superficie con presencia pastos y espacios naturales, del área total, Neira y Palestina con el 61 y 87,7% de áreas agropecuarias con pastos y cultivos de café.

4.2.5.2. Población con dedicación agropecuaria

Se trata del número de personas que durante el censo declararon dedicarse a las actividades agropecuarias. Esta variable solo se encuentra disponible para las zonas rurales y su distribución espacial se muestra en el mapa 15.



Mapa 15 Población con dedicación a actividades agropecuarias.

ELABORADO POR: CIIFEN

Según se observa, la población dedicada a las actividades agropecuarias se encuentra distribuida de manera dispersa en la cuenca. Un análisis por municipio muestra que Neira posee el mayor porcentaje promedio de personas dedicadas a las actividades agropecuarias con el 56,2%, con una mayor distribución en el sector este, Chinchiná y Manizales (sector centro oeste) poseen aproximadamente el 40% de la población con esta dedicación. Finalmente en la zona de los nevados, en el sector este de Villamaría, existe una menor dedicación a actividades agropecuarias con un 9 a 32%. La tabla 3 presenta el porcentaje promedio de personas dedicadas a las actividades agropecuarias por sector rural de la cuenca.

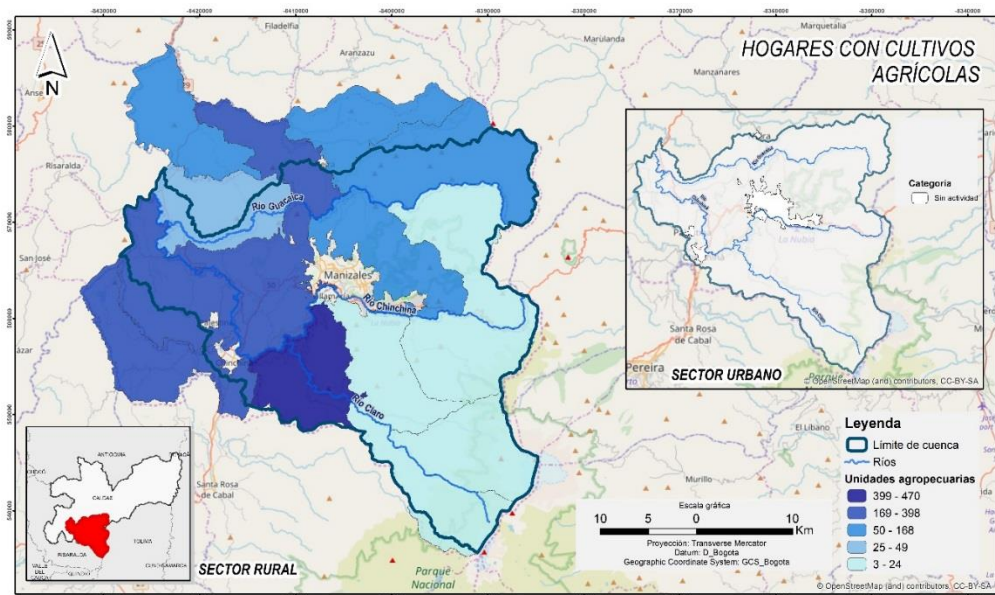
Tabla 3 Porcentaje de personas dedicadas a las actividades agropecuarias por municipio
Fuente: DANE 2005

Municipio	Población agropecuaria promedio (%)
Neira	56,2
Chinchiná	41,04
Manizales	40,66
Villamaría	39,03
Palestina	27,9

ELABORADO POR: CIIFEN

4.2.5.3. Hogares con cultivos agrícolas

El mapa muestra la distribución de los hogares que declararon tener cultivos agrícolas. Los valores están dados en unidades agropecuarias, es decir la superficie en hectáreas del área destinada a esta actividad. Las superficies con mayor producción se encuentran concentrados en la cuenca media y baja, en el sector Oeste de Manizales, Neira, todo Chinchiná y Palestina superando las 160 unidades agropecuarias (has) como muestra el mapa 16 hogares con terrenos dedicados a cultivos agrícolas. La zona de los nevados muestra una poca concentración de hogares con esta actividad (3 a 24 unidades agropecuarias).



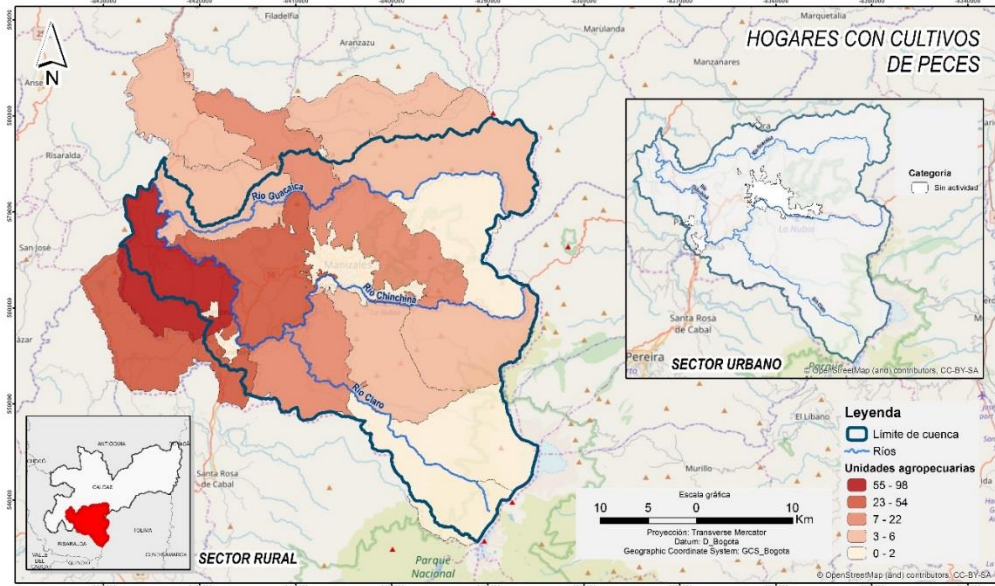
Mapa 16 Hogares con terrenos dedicados a cultivos agrícolas.

ELABORADO POR: CIIFEN

Cabe mencionar que la información levantada por el DANE se refiere solo al 52.6% de las unidades visitadas, es decir que existe información que no pudo ser levantada o que posee un margen de incertidumbre por la falta de veracidad de la información por parte de los encuestados (DANE, 2008).

4.2.5.4. Hogares con cultivos de peces

De la misma manera que con las actividades agrícolas, existen hogares con superficies de terreno destinadas a la cría de peces. Aun cuando los valores no sean altos, se identificaron hogares que se declararon tener esta actividad. Palestina es el municipio que mayor número de unidades agropecuarias registradas con un total de 98 UA.



Mapa 17 Hogares con cultivos de peces.

ELABORADO POR: CIIFEN

Chinchiná y el sector centro, contiguo al sector urbano de Manizales, poseen una producción de 23 a 54 UA. Sectores dispersos de la cuenca ubicados en el este de Neira y Villamaría presentan una producción de 7 a 22 UA y en el sector de Reservas Forestales Protegidas y Nevados las UA son muy pocas, llegando a un rango de 0 a 2 UA.

Cabe mencionar que la información levantada por el DANE se refiere solo al 52.6% de las unidades visitadas, es decir que existe información que no pudo ser levantada o que posee un margen de incertidumbre por la falta de veracidad de la información por parte de los encuestados (DANE, 2008).

4.2.5.5. Población sin acceso a trabajo

Esta variable se refiere a la población que se encuentra en edad de trabajar y que no tiene trabajo. Dentro de las categorías de esta variable se encuentra:

Tabla 4 Población económica activa según el tipo de actividad realizada.

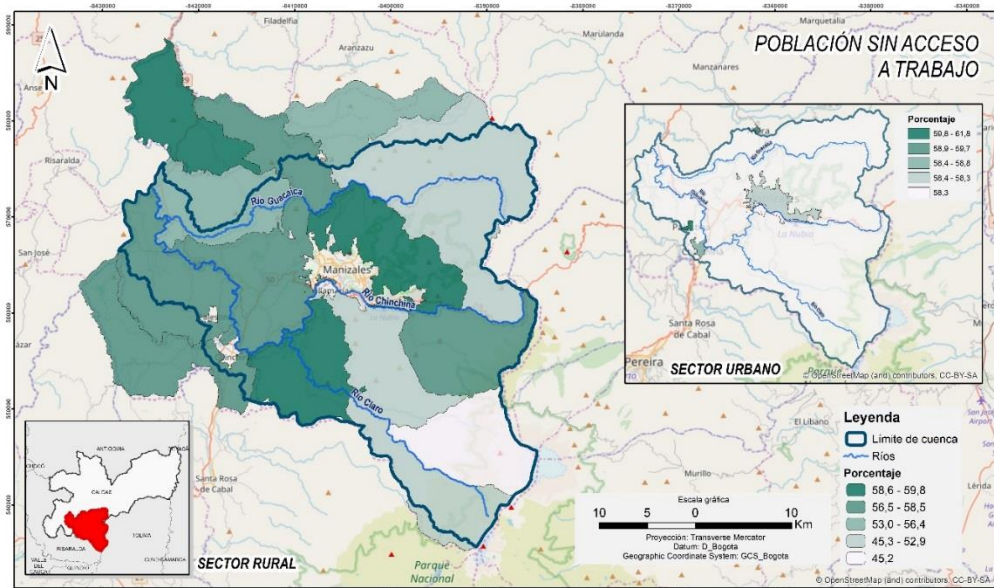
Fuente: DANE 2005

Actividad realizada
No Informa
Trabajó
No trabajó pero tenía trabajo
Buscó trabajo pero había trabajado antes
Buscó trabajo por primera vez
Estudió y no trabajó ni buscó trabajo
Realizó oficios del hogar y no trabajó ni buscó trabajo
Incapacitado permanentemente para trabajar
Vivió de jubilación o renta y no trabajó ni buscó trabajo
Estuvo en otra situación

En este sentido y para la elaboración del mapa de población sin acceso a trabajo, solo fue seleccionada la población que:

- Estudió y no trabajó ni buscó trabajo
- Realizó oficios del hogar y no trabajó ni buscó trabajo
- Incapacitado permanentemente para trabajar
- Vivió de jubilación o renta y no trabajó ni buscó trabajo
- Estuvo en otra situación

Con el total de esta población fue calculado el porcentaje de personas que declararon no tener acceso a trabajo y su distribución espacial se muestra en el siguiente mapa:



Mapa 18 Población sin acceso a trabajo.

Como se observa, el mayor porcentaje de población en el sector rural que no tiene acceso a trabajo se encuentra ubicada en la zona agrícola de la cuenca, en el sector oeste de Neira, Manizales, Villamaría, todo Palestina y Chinchiná. La zona de Reserva y nevados tiene menor porcentaje de personas sin empleo. A pesar de que los valores indiquen un porcentaje promedio de 56% de personas sin empleo, los sectores mencionados se dedican a actividades económicas como la agropecuaria. Los sectores con mayor porcentaje de desempleo son el sector oeste de Villamaría, límite con Chinchiná, sector noreste de Manizales, contiguo a la cabecera urbana y dos sectores rurales ubicados en el extremo oeste de Neira, todos con un rango del 58,6 al 59,8%.

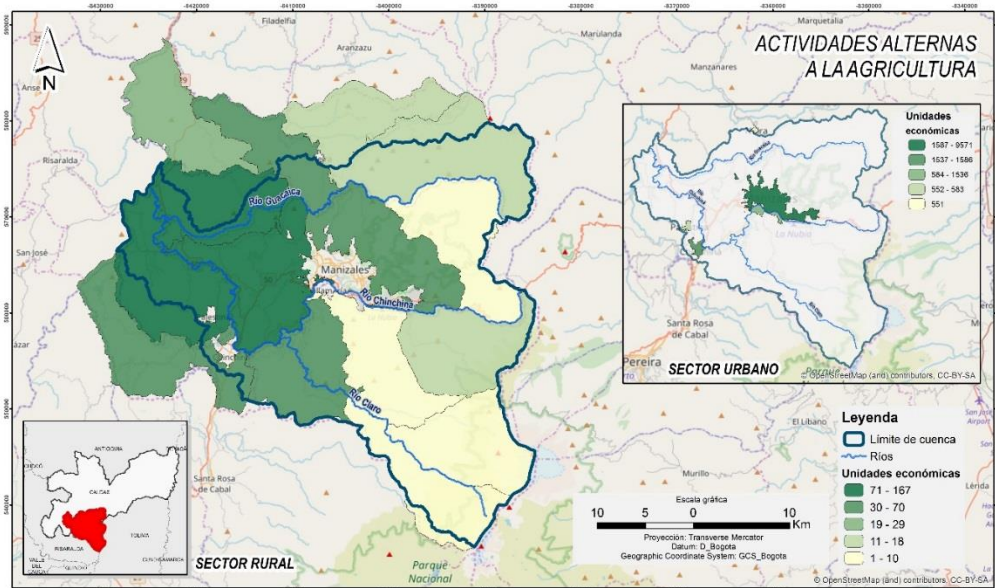
4.2.5.6. Población actividades económicas alternas a la agricultura

Esta variable se refiere a todas las actividades económicas que no se encuentran relacionadas con las actividades agropecuarias. Las mismas que hacen menos susceptible a una población afectada

por un fenómeno climático adverso, ya que éste afecta principalmente a la agricultura. Entre las actividades declaradas por la población se tienen:

- Industria
- Comercio
- Servicios
- Otras actividades económicas
- Unidades Auxiliares Tipo Gerencia
- Unidades Auxiliares Diferentes de Gerencia
- Desocupada

El siguiente mapa muestra la distribución de la población concentrada en dichas actividades expresada en Unidades Económicas (número de servicios de cada actividad).



Mapa 19 Población con actividades económicas diferentes a la agricultura.

ELABORADO POR: CIIFEN

En el sector rural es realmente poca la presencia de otras actividades económicas, no obstante se puede observar que en la zona baja de la cuenca, al oeste de Manizales, Palestina y Neira, existen otro tipo de actividades económicas que no se relacionan con las agropecuarias, lo que no quiere decir que no existan, sino por lo contrario, que además de desarrollar actividades agropecuarias, existen otras relacionadas con la industria, el comercio y servicios varios.

En el sector urbano es fácilmente notable que es donde existe mayor diversidad de actividades económicas no relacionadas con las agropecuarias.

4.2.6. Descripción de infraestructuras

Para la descripción de las infraestructuras en la cuenca del río Chinchiná, se ha seleccionado dos variables: red vial e infraestructura eléctrica.

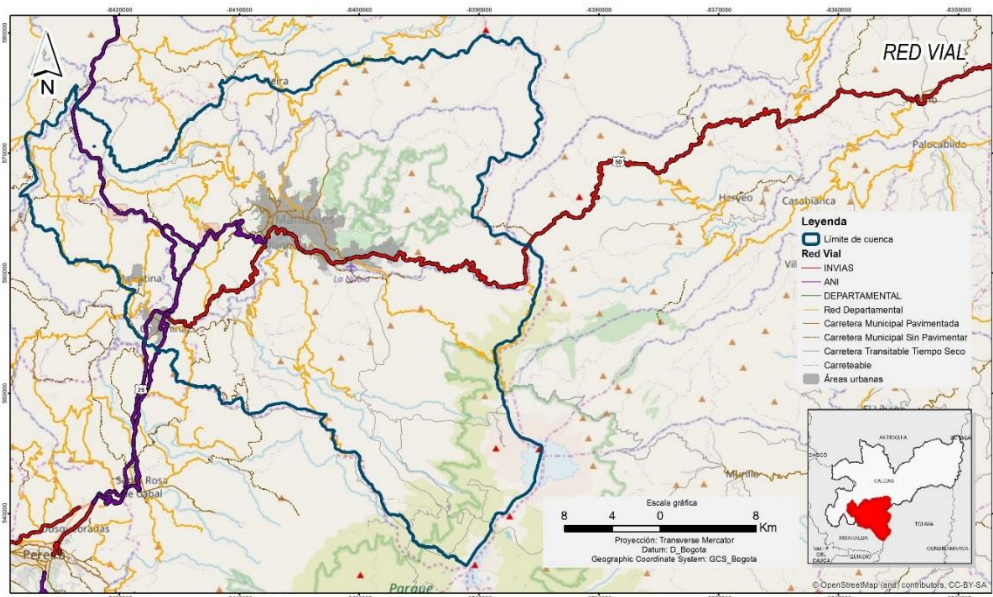
4.2.6.1. Red vial

La cuenca posee una infraestructura vial de distintos niveles y administrada por organismos adscritos al Ministerio de Transporte como son: INVIAS encargado de la ejecución del proyecto y políticas públicas relacionados con infraestructura vial no concesionada a nivel nacional. Por otro lado el Agencia Nacional de Infraestructura - ANI se encarga de la construcción e implementación de proyectos de infraestructura concesionada del país. Ambas instituciones tienen a su cargo la red vial primaria y troncales como es el caso de la transversal Las Animas-Bogotá con el trayecto oriente-occidente, partiendo de Bogotá hasta Manizales, conectada posteriormente a la vía de acceso de Manizales por el sector Norte-Este y Sur de este municipio (INVIAS, 2017).

Hacia el lado Este de Manizales pasa la troncal del Eje Cafetero a cargo de ANI, siguiendo hacia el Sur y conectándose con Pereira y Armenia.

A nivel departamental existe una red de vías que conectan las cabeceras municipales y a su vez los corregimientos. Estas vías son:

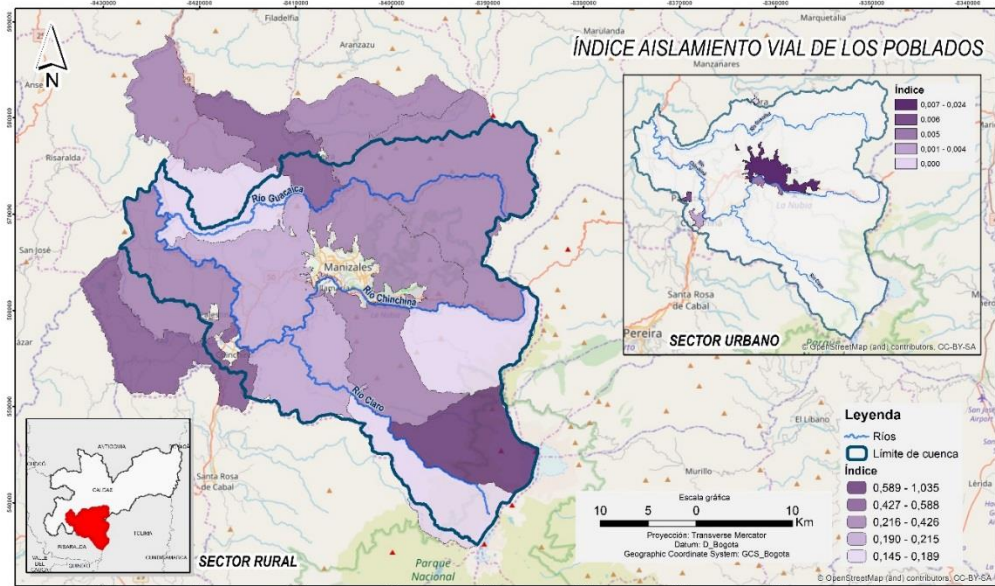
- Red Departamental
- Carreteras municipales pavimentada
- Carreteras municipales sin pavimentar
- Carreteras accesible en tiempo seco
- Carreteable



Mapa 20 Distribución de la red vial de la cuenca Chinchiná.

ELABORADO POR: CIIFEN

A partir de la distribución de la red vial y de los centros poblados, se realizó el cálculo de un índice de aislamiento de los poblados a las vías, el que fue elaborado a partir de la relación de distancia entre la red vial a nivel municipal y los centros poblados, identificando para esto la vía más cercana y el orden o tipo al que pertenece.



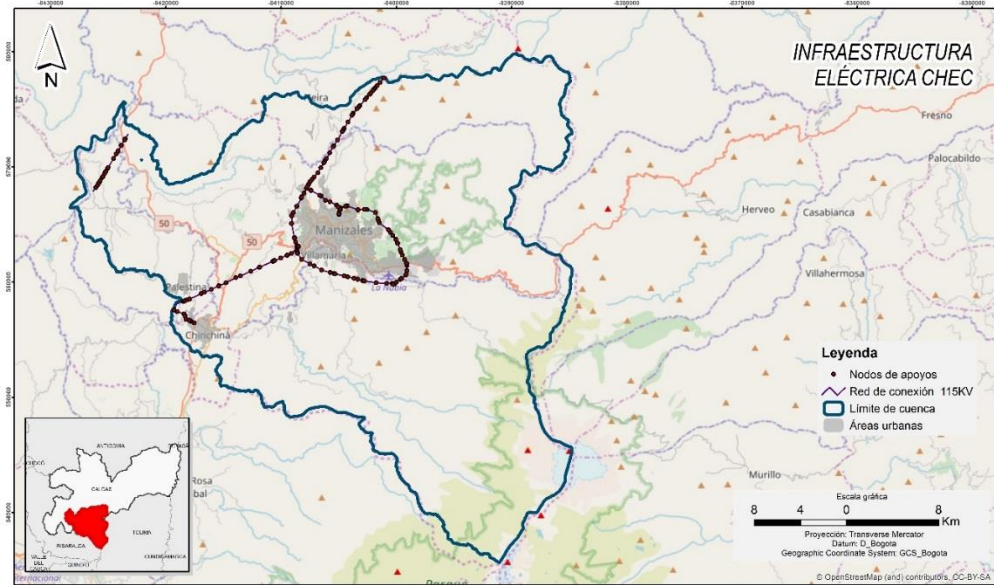
Mapa 21 Aislamiento de la población a las vías.

ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa 21 muestra que los sectores rurales con mayor índice de aislamiento son los ubicados en la zona de los nevados, Chinchiná y Neira. De manera general la cuenca tiene un índice de aislamiento bajo dada su superficie y densidad de centros poblados con valores que van de 0 a 1.

4.2.6.2. Infraestructura eléctrica

La generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica en Caldas se encuentra a cargo de la CHEC, contando con una capacidad de generación hidroeléctrica de 190 MW y termoeléctricas de 50 MW; distribuyendo la electricidad a un aproximado de 376.626 clientes del departamento de Caldas. Con 177 nodos de apoyo que conectan a Chinchiná, Palestina con Villamaría, Manizales (límite periurbano), hasta Neira. Los nodos se conectan a través de 201 líneas de transmisión, cada una de ellas con una potencia de 115 KV, como se muestra en el mapa 22.



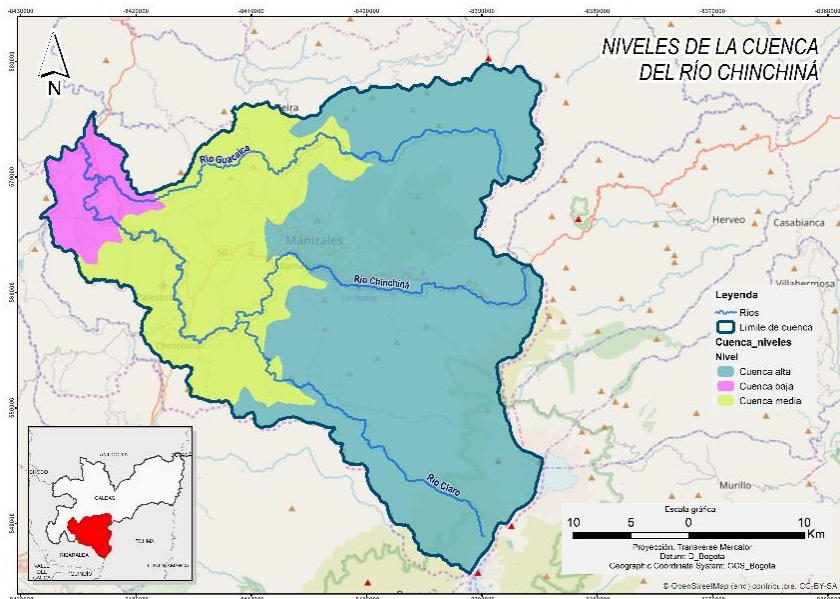
Mapa 22 Infraestructura eléctrica.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.3. Principales características biofísicas

4.3.1. Niveles de cuenca

La cuenca según el análisis fisiográfico y morfométrico del POMCA (CORPOCALDAS, 2013), se clasifica en tres niveles: cuenca alta (5.200 -2.000 msnm), cuenca media (2.000 – 1.100 msnm) y cuenca baja (1.100 a 900 msnm aproximadamente). El mapa 23 muestra la distribución de los niveles fisiográficos de la cuenca:



Mapa 23 Niveles de fisiográficos de la cuenca. (Fuente: Diagnóstico del POMCA, 2013).

ELABORADO POR: CIIFEN

Cuenca alta, zona rural del municipio de Manizales y Villamaría, desde el nacimiento del río Chinchiná en la laguna Negra hasta los 2.000 msnm. En ella se encuentran los nevados y una alta densidad de bosques, áreas seminaturales y pastos. Sirve como abastecimiento de agua potable y recibe las aguas de las quebradas Tolda Fría, Chupaderos y Manizales, entre otras.

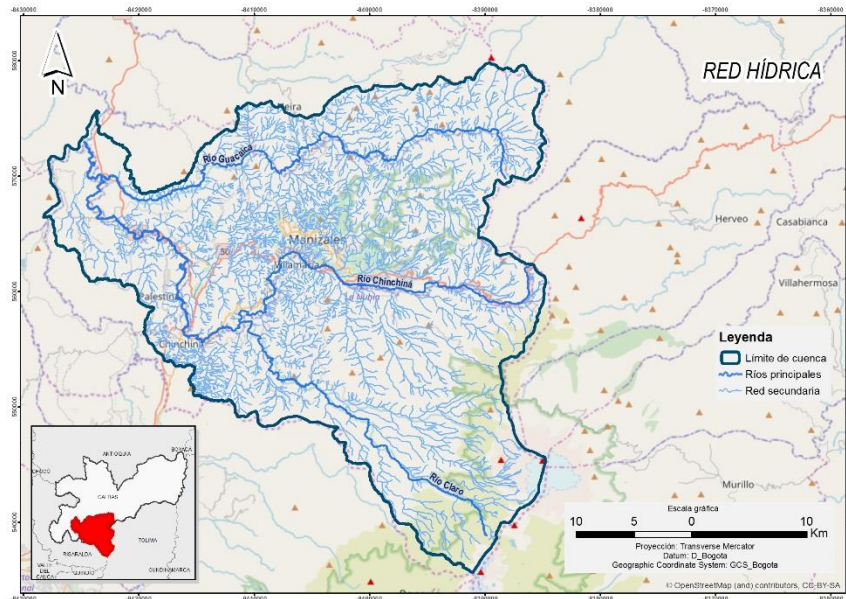
Cuenca media, ubicada entre los 2.000 y 1.100 msnm, posee fuertes pendientes con una alta producción de cultivos de café con procesos de tecnificación, principalmente en el municipio de Chinchiná. Entre los principales tributarios se encuentran el río Río Claro, las quebradas Los Cuervos, Cameguadua, El Rosario y Manzanares.

Cuenca baja, desde los 1.100 msnm hasta la desembocadura del río Chinchiná en el río Cauca. Tiene una topografía suave y redondeada de pendientes moderadas a tenues, con dedicación agropecuaria y producción de pastos. Los principales tributarios son la quebrada Cartagena, el río Guacaica, la quebrada Carminales, entre otros.

4.3.2. Red hidrográfica

El sistema de drenaje de una cuenca es constituido por el cauce principal y sus tributarios. La forma en que se conectan influye en la respuesta de la cuenca a un evento de precipitación.

La densidad de drenaje (relación entre longitud total de los cursos de agua y el área total de la cuenca) para la cuenca del río Chinchiná es de 0,61 km/km², considerado como un drenaje pobre y tiene un coeficiente de torrencialidad alto, es decir el potencial erosivo de la cuenca es alto (CORPOCALDAS, 2013).



Mapa 24 Red hídrica principal y secundaria.

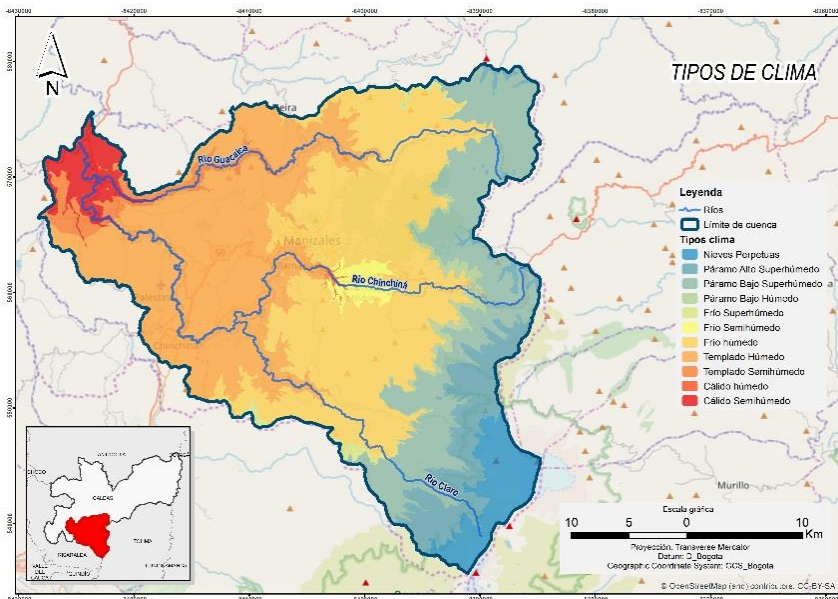
ELABORADO POR: CIIFEN

El caudal ambiental (volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios) para la cuenca del río Chinchiná corresponde a 13,91m³/s, equivalente a 438,6 m³ por año. Por su parte la demanda asciende a 664,07 m³/año, y corresponde a usos humano/doméstico, pecuario, manufacturero, servicios, acuícola, agrícola y energético, siendo este último el de mayor demanda (86,4%).

Por su parte el índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento (grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el desabastecimiento de agua), es medio para la cuenca del Río Claro, alto para la cuenca del Guacaica y muy alto en los aferentes directos al río Chinchiná.

4.3.2.1. Tipo de clima

En la cuenca existen diferentes tipos de clima que se clasifican de acuerdo a la temperatura y la humedad: nieves perpetuas, páramo año súper húmedo, páramo bajo súper-húmedo, páramo bajo húmedo, frío súper-húmedo, frío húmedo, templado húmedo, templado semi-húmedo, cálido húmedo, cálido semi-húmedo (CORPOCALDAS, 2013).



Mapa 25 Tipos de clima de la cuenca del río Chinchiná.

ELABORADO POR: CIIFEN

La *cuenca alta* se encuentra categorizada por un tipo de clima nival sobre los 4.200 msnm en la zona de los nevados, páramo alto y bajo entre los 3.000 y 4.200 msnm y frío entre los 2.000 y 3.000 metros, variando entre húmedo, semi-húmedo y super-húmedo en la zona más baja. Principalmente esta sección de la cuenca tiene un tipo de clima frío húmedo y es a partir de donde nacen los principales afluentes que conforman el río Guacaica, Chinchiná y Claro.

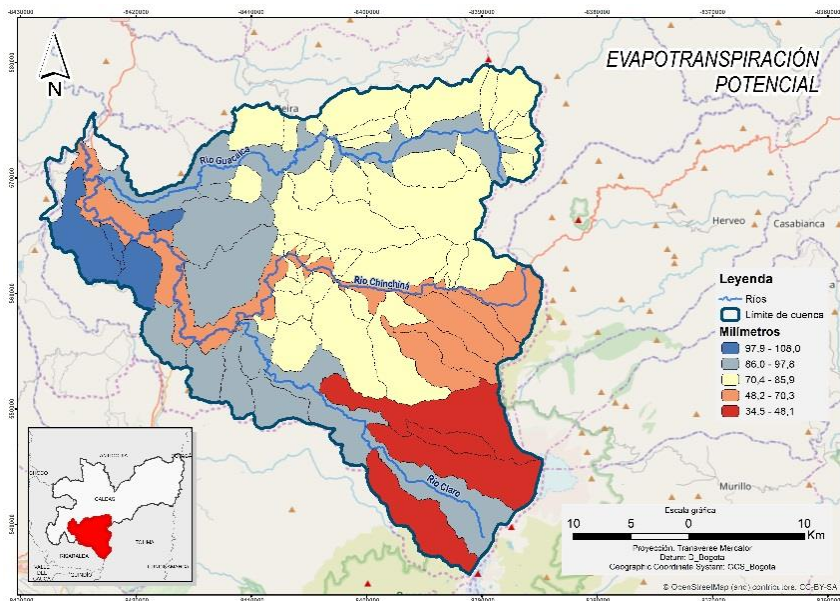
La *cuenca media*, se caracteriza por tener un clima templado húmedo, y es en esta zona donde se desarrollan el mayor porcentaje de cultivos de café en la cuenca. Este tipo de clima sufre un

cambio en el área de influencia del río Guacaica, al norte de la cuenca y a la altura de las quebradas Cedritos, Guineo y Olivares, pasando de templado húmedo a templado semi-húmedo.

El clima de la *cuenca baja* es principalmente cálido semi-húmedo y cálido húmedo. Es en esta sección donde el río Guacaica aporta al río Chinchiná hasta su desembocadura en el río Cauca.

4.3.2.2. Evapotranspiración

La mayor evapotranspiración potencial (ETP) de la cuenca se localiza en la parte media y baja, lo que se relaciona con el tipo de clima húmedo, templado húmedo-semihúmedo y cálido húmedo-semihúmedo, esta información se encuentra categorizada en cinco niveles y expresada en milímetros de agua de evapotranspiración potencial a escala mensual. La zona alta de la cuenca (paramos y zona nival) posee sin duda el menor valor de ETP (CORPOCALDAS, 2013).

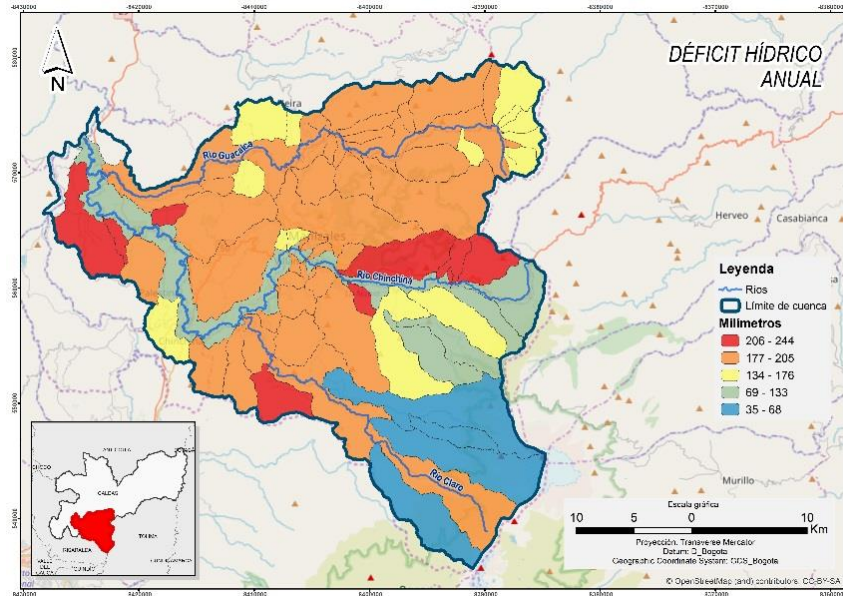


Mapa 26 Evapotranspiración potencial a escala mensual.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.3.2.3. Déficit hídrico

El informe de caracterización climática de la cuenca describe el déficit hídrico expresado en milímetros por año (mm/año) (CORPOCALDAS, 2013). Muestra el mayor déficit de este recurso en la subcuenca del río Chinchiná con un promedio de 186,56 mm al año, siguiéndole el río Guacaica con 180,3 y el río Claro con 111,8 mm (mapa 27).



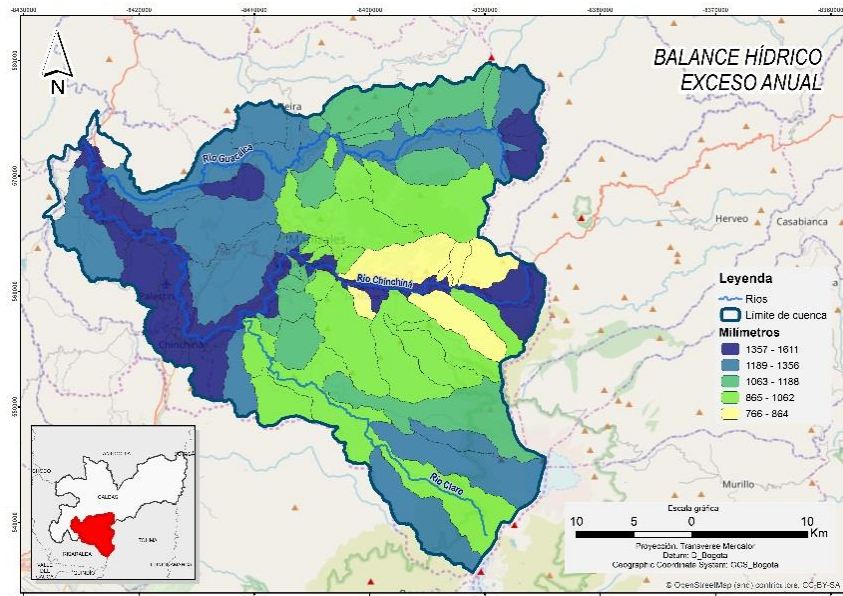
Mapa 27 Déficit hídrico.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.3.2.4. Balance hídrico

Balance hídrico por exceso

Este indicador fue extraído del POMCA y contiene información de balance hidrológico para cada microcuenca, a partir de la precipitación media de las microcuencas (polígonos de Thiessen), evapotranspiración potencial (Thornwaite) y la evapotranspiración real (modelación hidrológica) (CORPOCALDAS, 2013). Muestra las microcuencas donde la cantidad de precipitación es superior a la evapotranspiración. Se encuentra expresada en rangos de 5 niveles según intervalos naturales:



Mapa 28 Balance hídrico por exceso.

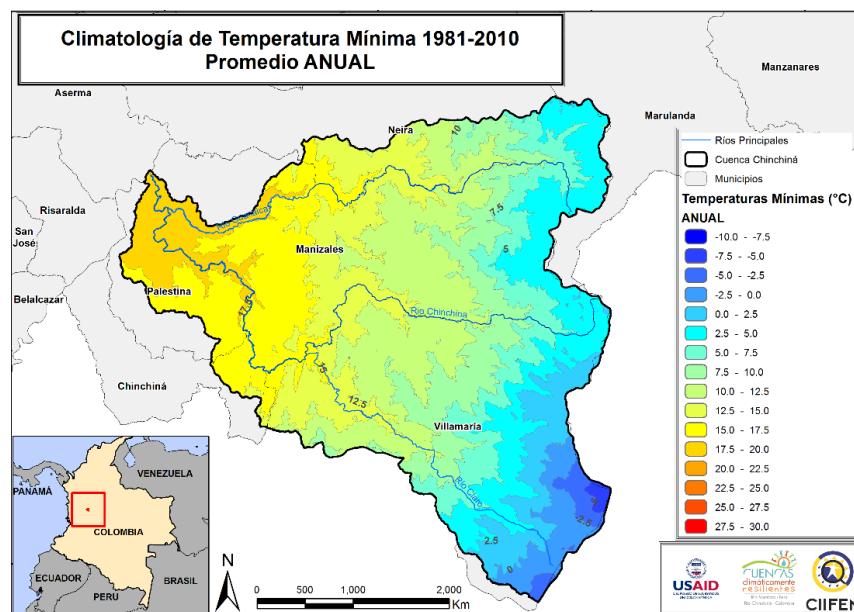
ELABORADO POR: CIIFEN

En promedio, la subcuenca del río Guacaica tiene el balance hídrico por exceso más alto con 1.223,3mm, le sigue el río Claro con 1.156,2 y por último el río Chinchiná con 1.086,0 mm.

4.3.2.5. Temperatura del aire

Temperatura mínima

La temperatura mínima en la cuenca va desde los -10° en la zona alto andina sobre los 5.200 msnm (nevados), hasta los 20°C en la parte baja de la cuenca a los 900 msnm aproximadamente, entre el norte del municipio de Palestina y el oeste de Manizales en la desembocadura del río Chinchiná.

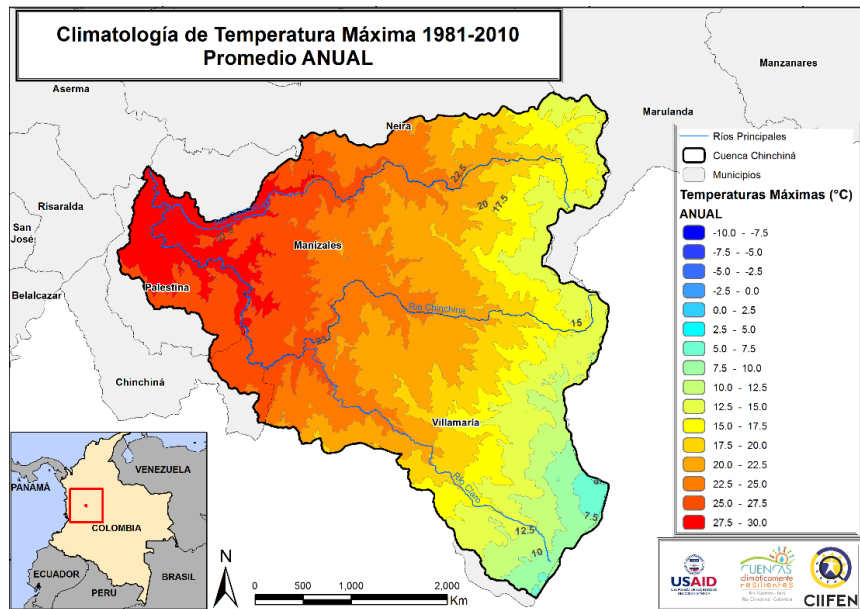


Mapa 29 Temperatura mínima promedio anual del periodo 1981-2010.

ELABORADO POR: CIIFEN

Temperatura máxima

La temperatura máxima en la cuenca va desde los 5°C en cuenca alta y zona alto andina (nevados) aumentando a 20° en la parte media hasta llegar a los 30°C la parte baja de la cuenca, entre el municipio de Palestina y el oeste de Manizales (ver documento de caracterización climática de la cuenca del río Chinchiná).

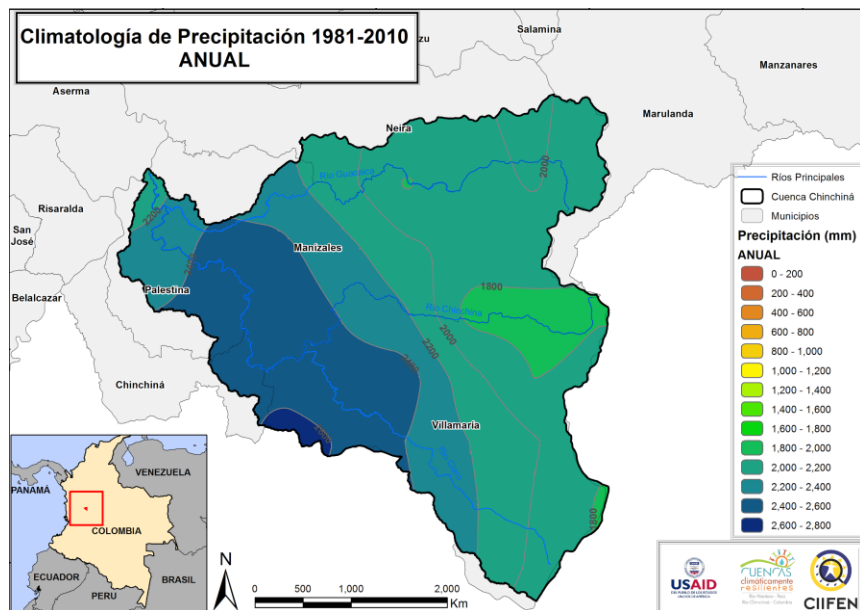


Mapa 30 Temperatura máxima promedio anual del periodo 1981-2010.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.3.2.6. Precipitación

La precipitación en la cuenca tiene un comportamiento bimodal, es decir que durante el año posee dos periodos o ciclos en los que se presentan valores máximos y mínimos de lluvia, lo cual se ve influenciado por la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en la región andina de Colombia (Poveda, y otros, 2014).



Mapa 31 Precipitación promedio anual del periodo 1981-2010.

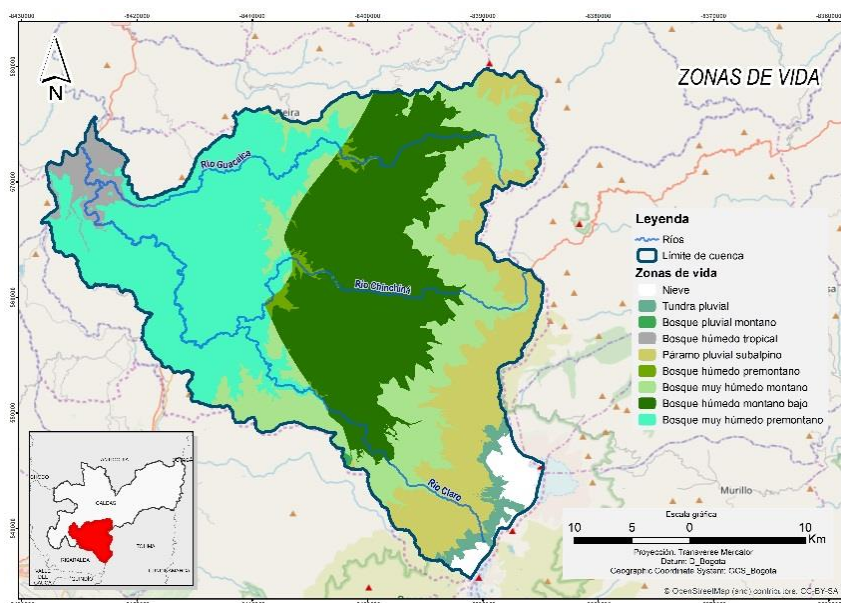
ELABORADO POR: CIIFEN

4.3.2.7. Variabilidad climática y cambio climático

El principal modo de variabilidad climática interanual que afecta la cuenca es el Fenómeno de El Niño- Oscilación del Sur- ENSO en sus dos fases: El Niño (episodios cálidos) y La Niña (episodios fríos) (Poveda, y otros, 2014). El diagnóstico climático de la cuenca del río Chinchiná, elaborado por CIIFEN para la cuenca del río Chinchiná, brinda un mejor detalle del comportamiento de la variabilidad climática en la cuenca. La precipitación, la temperatura también presenta un comportamiento bimodal con mayores valores entre diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto. La humedad, la cuenca presenta dos períodos de exceso de marzo a junio y de septiembre a diciembre. Los meses restantes corresponden a los períodos con menor humedad, vegetación, ecosistemas y biomas (CORPOCALDAS & ASOCARS, 2015).

4.3.2.8. Zonas de Vida

Las zonas de vida están categorizadas por: nieve, tundra pluvial, bosque pluvial montano, bosque húmedo tropical, páramo pluvial subalpino, bosque húmedo premontano, bosque muy húmedo montano, bosque húmedo montano bajo y bosque muy húmedo premontano. Están definidas con base a la altitud y la condición climática, las formaciones vegetales y las manifestaciones bióticas en general, lo que da lugar a plantas y animales características de cada zona (CORPOCALDAS, 2013).



Mapa 32 Zonas de vida.

ELABORADO POR: CIIFEN

De acuerdo a la zonificación climática de Holdridge, en la cuenca del río Chinchiná se presentan 10 zonas de vida:

Tabla 5 Zonas de vida de la cuenca del río Chinchiná.

Fuente: POMCA 2013

Código	Zona de Vida	Área (Has.)	Área (%)
Bh-MB	Bosque húmedo montano bajo	30.071,	28,6
Bh-PM	Bosque Húmedo premontano	1.079,2	1,0

Bh-T	Bosque húmedo tropical	1.976,6	1,9
Bmh-M	Bosque muy húmedo montano	16.047,4	15,3
Bmh-MB	Bosque muy húmedo montano bajo	6.314,3	6,0
Bmh-PM	Bosque muy húmedo premontano	29.689,0	28,4
Bp-M	Bosque pluvial montano	85,1	0,1
N	Nieve	2.330,8	2,2
Pp-SA	Páramo pluvial subalpino	15.521,1	14,8
Tp-A	Tundra pluvial	1.819,5	1,7
Sin definir		110,9	0,1
Total		105.224,9	100

ELABORADO POR: CIIFEN

4.3.2.9. Estrategias de Conservación

Respecto a las áreas protegidas, en el territorio de la cuenca existen ocho áreas correspondientes a diversas categorías de conservación ya sean de carácter nacional, regional o local, las cuales representan el 18,9% del área total de la cuenca.

Adicionalmente, en los POATs (Planes de Ordenamiento Ambiental Territorial) se encuentran determinadas las áreas de interés ambiental entre las que se encuentran las microcuencas abastecedoras de acueductos, los humedales, áreas protegidas de carácter local, las laderas de protección y las zonas de páramo.

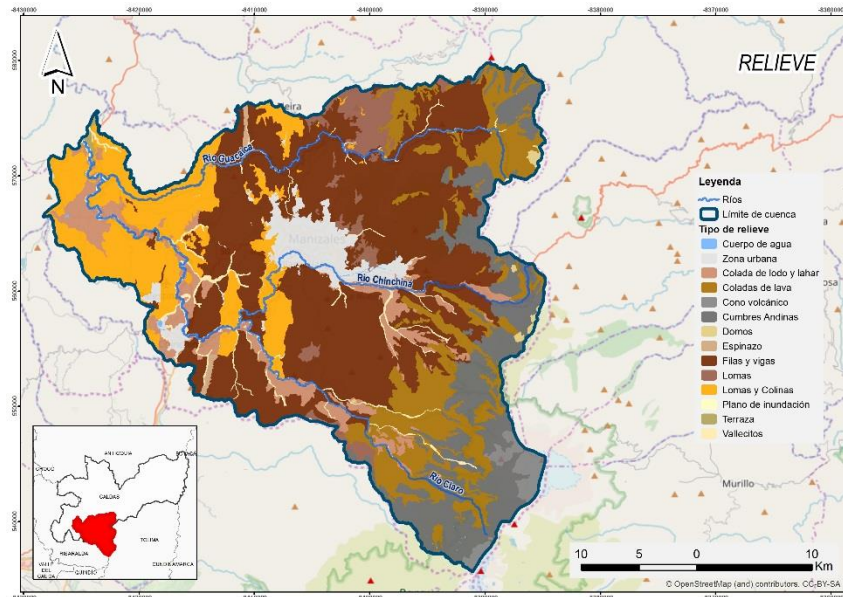
En gran parte de estas áreas protegidas o zonas de protección se encuentra una importante diversidad de especies vegetales. Se han registrado para la cuenca 1.266 especies vasculares, de las cuales 156 están en una categoría de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN. En cuanto a la fauna no hay un consolidado de número de especies presentes en la cuenca, sin embargo en estudios realizados en sectores se reporta un importante número de especies, muchos de ellos asociados a ecosistemas bastante vulnerables en el territorio como los páramos.

En cuanto al uso del suelo, el IGAC en el estudio semidetallado de suelos determinó para la cuenca las zonas de aptitud de uso, correspondiendo el 11% de su territorio (11.152 has.) al de la aptitud de uso agrícola, y de uso ganadero del 2% (2.100 has.), no obstante en la actualidad más del 50% de la cuenca corresponde a territorios de usos agrícolas. Por su parte el 62% de la cuenca presenta una aptitud de uso agrosilvopastoral y forestal y el 20% debería ser determinado como zonas de conservación y recuperación.

De esta manera se observa que 27.629,09 has., están en conflicto de uso de suelo, cerca del 27% del total del territorio de la cuenca.

4.3.3. Relieve

La cuenca del río Chinchiná, presenta diferentes tipos de relieves como: Filas (vigas), lomas (colinas), coladas de lava, cumbres andinas, coladas de lodo y lahar, lomas, vallecitos, cono volcánico, espinazo, domos, terrazas y plano de inundación.



Mapa 33 Relieve de la cuenca del río Chinchiná. (Fuente: Estudio Semidetallado de suelos IGAC, 2012)
 ELABORADO POR: CIIFEN

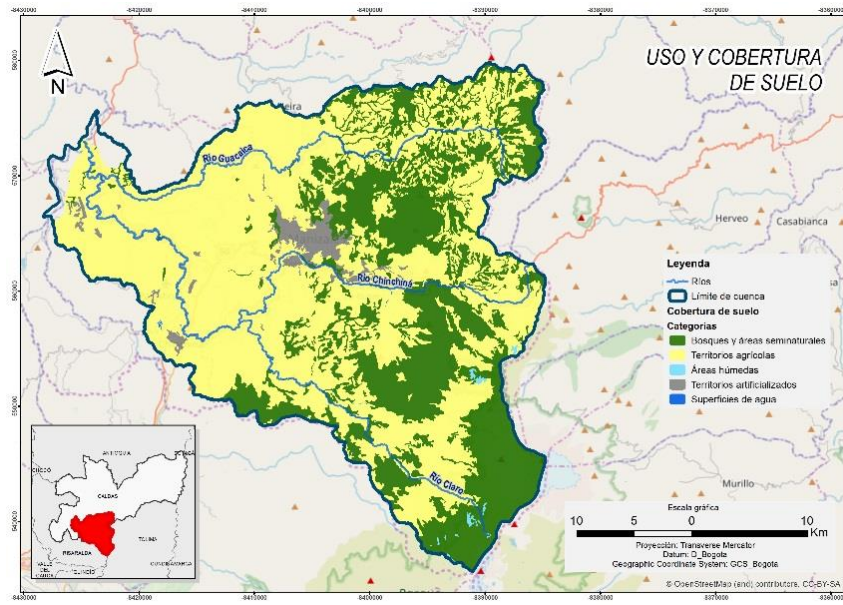
Su relieve está conformado principalmente por filas (vigas) y lomas (colinas), abarcando en conjunto más del 50% de la superficie total. Las caladas de lava y las cumbres andinas se emplazan desde la cabecera de la cuenca hasta el inicio de las filas y vigas, con cerca del 26% de la superficie total, el porcentaje restante se encuentra conformado por coladas de lodo y lahar, lomas, vallecillos, entre otros (IGAC, 2012).

Estas características de la posición del terreno determinan la dinámica de pérdida de suelo por la alteración de minerales, residuos orgánicos o erosión, así como el depósito de materiales arrastrados desde otros lugares de la cuenca.

4.3.4. Suelo

4.3.4.1. Clasificación por tipo suelo

En el territorio de la cuenca se encuentran 7 clases de uso de suelo y 40 tipos de cobertura (Metodología Corine Land Cover), a saber: territorios artificializados que comprende ciudades, zonas de expansión urbana, industriales, de servicios y recreativos; territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas, superficies de agua y suelos desnudos y zona nival; la mayor parte de la cuenca corresponde a territorios agrícolas (63,8%) en el que predomina las coberturas asociadas a cultivo de café a plena exposición y con semisombrío (17.121 has.), mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (20.250 has.) y los pastos limpios 27.233 has.). En segundo lugar correspondiente al 32,9% están los bosques y áreas seminaturales, de los cuales se destacan las coberturas de bosque denso alto de tierra firme (15.715 has.) y el bosque fragmentado con pastos y cultivos (6.280 has.) (CORPOCALDAS, 2013).



Mapa 34 Tipo de suelo.

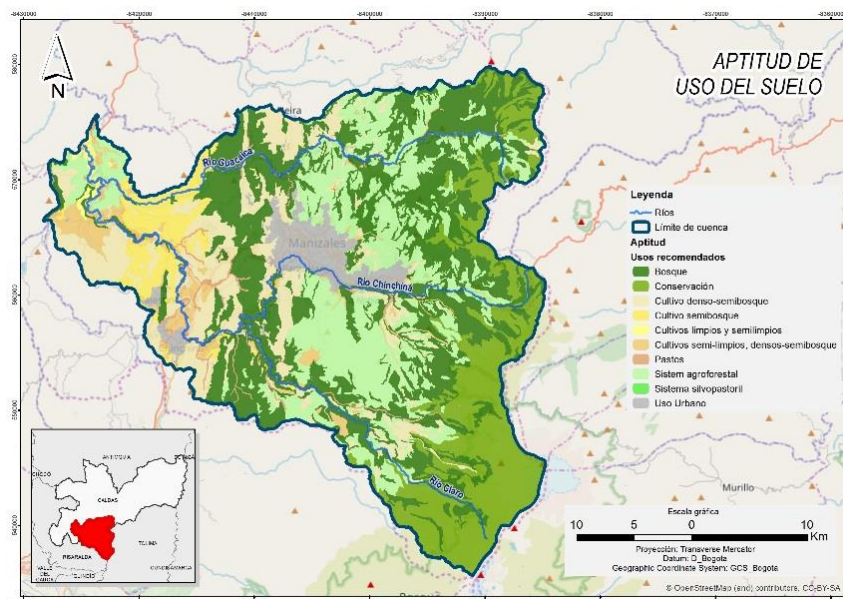
ELABORADO POR: CIIFEN

En los análisis de cambio de coberturas se destaca entre los años 2002 y 2010, una tasa de disminución para la cobertura nival de 32%, de rastrojos comparados con Arbustal denso de 54%, bosques con bosques y áreas naturales de 31%, y un aumento de territorios agrícolas de 118% y de pastos del 21%. Cabe destacar que esta comparación no tiene la suficiente precisión debido a que la determinación de las coberturas de 2002 y 2010, se hizo con metodologías diferentes por tanto con denominaciones diferentes, sin embargo son un punto de referencia importante.

La capa de cobertura de uso del suelo fue extraída del POMCA y contiene información referente al tipo de cobertura del suelo, clase de cobertura y subclase.

4.3.4.2. *Aptitud de uso del suelo*

La información fue extraída del POMCA y contiene una clasificación del uso recomendado del suelo con respecto a su aptitud. Para su análisis es presentada en el mapa 35, donde se puede observar que el principal uso recomendado de la cuenca es la conservación de bosques y sistemas agroforestales (CORPOCALDAS, 2013).



Mapa 35 Aptitud y uso recomendado del suelo.

ELABORADO POR: CIIFEN

En la tabla 6 se presentan los porcentajes del área de uso del suelo recomendado en la cuenca, donde como ya se dijo, la principal recomendación es el de *bosques* con el 33,68% del área de la cuenca y distribuido de manera irregular en la zona alta y media, principalmente en las áreas de la cuenca aportante de los afluentes de los ríos Guacaica, Chinchiná y Claro.

La zona alta de la cuenca, donde se encuentran las áreas de reserva forestal y los nevados, constituye en 17,21% del total de la cuenca. Los sistemas agroforestales tienen un área recomendada de 22,04% ubicada en la cuenca media. Aproximada el 30% del área de la cuenca tiene un uso recomendado para cultivos y pastos, asociados con bosques, en zonas bajas de la cuenca.

Tabla 6 Porcentaje de área según el uso recomendado del suelo.

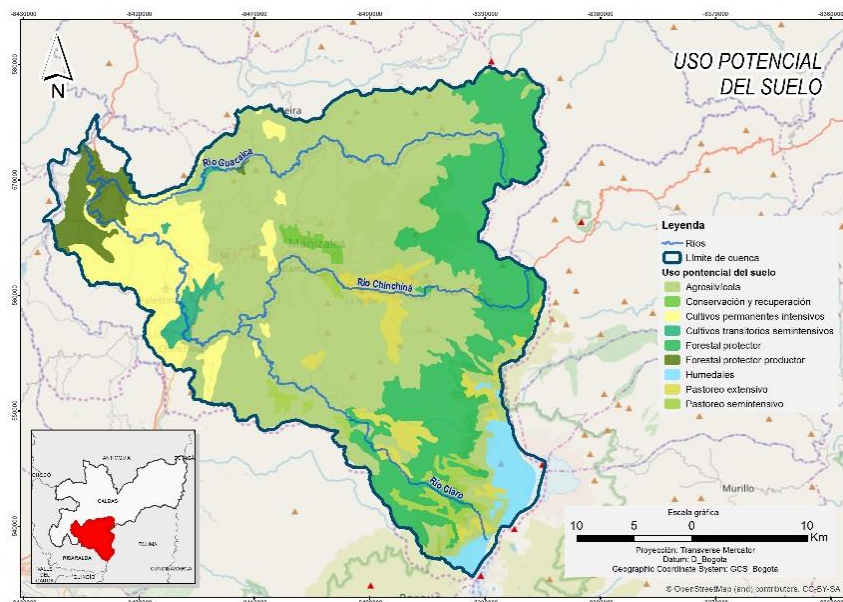
Fuente: POMCA 2013

Aptitud y uso recomendado del suelo	Área (km ²)	Área (%)
Bosque	354,40	33,68
Sistema agroforestal	231,96	22,04
Conservación	181,11	17,21
Cultivo denso-semi-bosque	147,71	14,04
Uso Urbano	52,22	4,96
Cultivo semi-bosque	48,21	4,58
Cultivos semi-limpios, densos y de semi-bosque	38,38	3,65
Pastos	21,69	2,06
Cultivos limpios y semi-limpios	5,98	0,57

ELABORADO POR: CIIFEN

1.1.1.1. Uso potencial del suelo

Según el Estudio Semi-detallado de Suelos (IGAC, 2012), el principal uso potencial de la cuenca es Agrosilvícola (53%) emplazado en la cuenca media y forestal protector con el 21% en la cuenca alta, lo que muestra un desarrollo asociado a sistemas agrícolas y forestales, marcando un beneficio importante para el suelo por las funciones ecológicas de protección que ejercen los arboles al suelo en los efectos directos del sol, el agua y el viento (IGAC, 2012). En cuanto a cultivos y pastoreo, existe un uso aproximado del 22% ubicados principalmente en la cuenca baja, y tan solo un 3.6% entre áreas de conservación y humedales presentes en la zona de los nevados.



Mapa 36 Uso potencial del suelo de la cuenca del río Chinchiná.

ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa 36 muestra la distribución de los diferentes usos que tiene la cuenca, como son: agrosilvícola (53.4%), forestal protector (21.4%), cultivos permanentes intensivos (10.2%). El pastoreo extensivo, forestal protector productos, humedales, pastoreo semi-intensivo, cultivos transitorios semi-intensivos y conservación y recuperación, en conjunto conforman cerca del 15% del área de la cuenca.

Tabla 7 Uso potencial del suelo.
Fuente: Estudio Semidetallado del Suelo, IGAC 2012.

Uso potencial del suelo	Área (%)	Área (Km2)
Agrosilvícola	53,4	562,2
Forestal protector	21,4	225,0
Cultivos permanentes intensivos	10,2	107,2
Pastoreo extensivo	4,9	51,2
Forestal protector productor	3,6	38,3

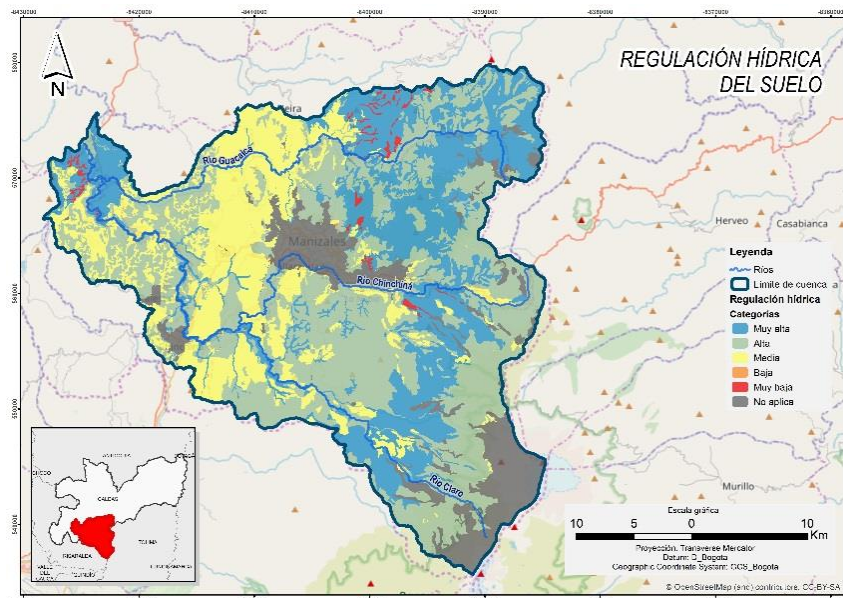
Humedales	3,0	31,7
Pastoreo semintensivo	2,3	24,4
Cultivos transitorios semintensivos	1,3	13,7
Conservación y recuperación	0,7	7,2

ELABORADO POR: CIIFEN

Analizando únicamente las áreas con uso potencial asociado a la conservación, se tiene que aproximadamente un 78% del área de la cuenca debe estar dedicado a este fin.

1.1.1.2. Regulación hídrica

También definida como la capacidad de infiltración del suelo, por sus componentes, ha sido elaborada por el IGAC en el estudio semi-detallado de suelos (IGAC, 2012), a partir de información de: morfometría de la cuenca (índice de forma, pendiente de escurrimiento y análisis de drenajes naturales), las coberturas vegetales (índice de protección hidrológica) y las condiciones hidrodinámicas de los suelos (permeabilidad - drenabilidad). El índice de regulación hídrica permite comprender la conexión que existe entre la morfometría de la cuenca y dos variables que influyen en la regulación de las aguas: las coberturas vegetales y las condiciones edáficas, a cuya escala pueden distinguirse los servicios ambientales de los suelos (IGAC, 2012).



Mapa 37 Regulación hídrica del suelo de la cuenca del río Chinchiná.

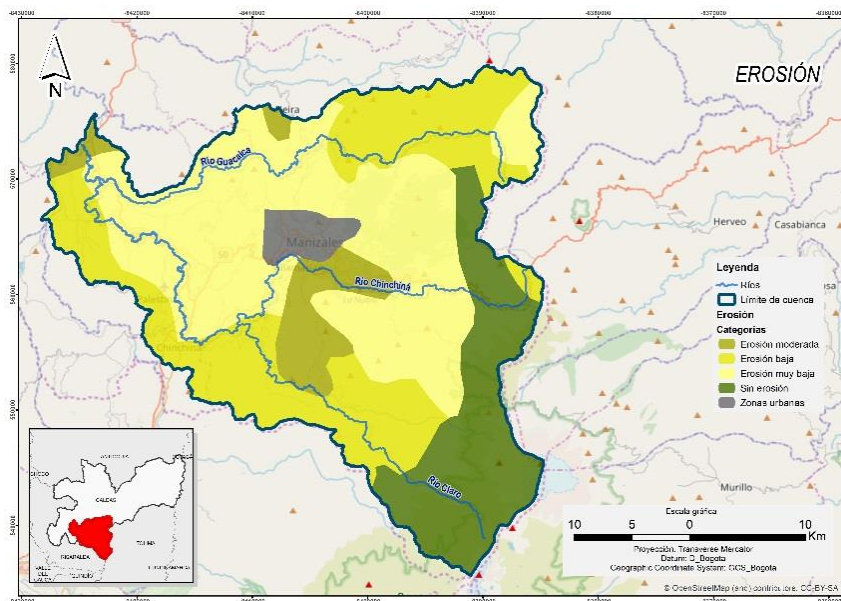
ELABORADO POR: CIIFEN

En la cuenca del río Chinchiná se han identificado cinco niveles de capacidad de infiltración y regulación hídrica del suelo, los que van desde muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. De manera general la cuenca posee una capacidad de infiltración alta y muy alta, con un marcado emplazamiento en la cuenca alta, media y baja con un porcentaje aproximado del 68,7% de la superficie, lo que coincide con las zonas de bosques, áreas seminaturales y cierto tipo de

pastizales principalmente en la cuenca alta. El color amarillo representa la regulación media, abarcando el 21,3% del total de la superficie de la cuenca, distribuido en pequeñas porciones desde la cuenca alta principalmente en las superficies onduladas asentadas sobre cenizas volcánicas, extendiéndose hacia la cuenca media y baja, sobre zonas de laderas, conformadas por material sedimentario y rocas metamórficas. Es aquí donde se encuentra concentrado el 31 % de los cultivos existentes en la cuenca según la capa de cobertura y uso del suelo de (IGAC, 2012).

1.1.1.3. Erosión

El indicador de erosión fue extraído de la capa de “características del suelo” del Estudio Semidetallado de suelos de IGAC 2012. La erosión es considerada como un indicador de vulnerabilidad debido a que los suelos erosionados propician la escorrentía superficial y por ende incrementa los impactos de las lluvias intensas.



Mapa 38 Erosión de la cuenca del río Chinchiná.

ELABORADO POR: CIIFEN

La cuenca posee de manera general una erosión *muy baja*, categoría que cubre el 42.6% del territorio, caracterizado por zonas de laderas, con ondulaciones, cimas y vegas, compuestas a su vez por cenizas volcánicas, rocas sedimentarias y metamórficas, territorios en su mayoría dedicados a las actividades agrícolas, en el sector de la cuenca media baja y presencia de bosques y áreas semi-naturales en la zona media alta de la cuenca.

Otras categorías como moderada y baja ocupan respectivamente el 8 y 30 % del territorio de la cuenca, mientras que las zonas sin procesos erosivos ocupan el 18,6% de la cuenca y constituyen el área de nevados y bosques de la cuenca.

4.3.5. Clima

La cuenca del río Chinchiná presenta un clima bimodal, producto del desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) sobre la región andina colombiana, presentando incremento en las precipitaciones durante los meses marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre. La

precipitación en la cuenca es alta, entre 2.000 y 2.200 mm/año, menor que el promedio a nivel nacional (3.000 mm/año), pero mayor que la media mundial (900 mm/año) y suramericana (1.600 mm/año) (Ocampo, 2012). Otros fenómenos macroclimáticos que influyen en el comportamiento del clima en la región son la circulación atmosférica del pacífico, la corriente del chorro del Chocó, los aportes de humedad procedentes del Amazonas, los vientos Alisios que ingresan por el Atlántico y la presencia de los tres ramales de la cordillera de los Andes⁵. Sin embargo, el principal modo de variabilidad climática interanual que afecta la cuenca es el evento El niño- Oscilación del Sur- ENSO en sus dos fases: El Niño (Episodios cálidos) y La Niña (episodios fríos)⁶.

La temperatura y la precipitación son unas de las principales variables que permiten definir el clima de una zona. Adicionalmente, el análisis de la humedad relativa, el viento y el brillo solar también ayudan a determinar las características climáticas.

Al igual que la precipitación, la temperatura también presenta un comportamiento bimodal con mayores valores en los meses de diciembre a febrero y junio a agosto. La cuenca cuenta con la presencia de todos los pisos térmicos debido a su marcado gradiente altitudinal con variaciones desde los 5.289 msnm en la región del parque Nacional Natural Los Nevados, hasta los 804 msnm en la desembocadura del río Chinchiná sobre el río Cauca.

Con relación a la humedad, la cuenca presenta dos períodos de exceso en los meses de marzo a junio y septiembre a diciembre. Los meses restantes corresponden a los períodos con menor humedad (CORPOCALDAS, ASOCARS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES, 2015). Según el mapa de humedad relativa media anual (IDEAM, 2005a) fluctúa entre 85-90% en la parte alta de la cuenca y entre 75-85% en la parte media-baja.

El brillo solar muestra una relación inversamente proporcional a la altitud. En la cuenca alta del río Chinchiná, se presentan los menores valores mensuales de brillo solar, aumentando progresivamente a medida que la elevación disminuye (Ocampo, 2012).

Según el Atlas de Radiación Solar de Colombia (IDEAM, 2005b), en la zona se presentan variaciones en la radiación solar entre 4-5 Kw-h/m² con una distribución bimodal con menores valores en los períodos lluviosos y mayores en los secos.

4.3.6. Áreas protegidas

Las áreas protegidas de la cuenca están situadas principalmente en la zona alta, sobre los 2.000 metros de altitud:

- Parque Nacional Natural Los Nevados
- Reserva Forestal La Marina
- Reserva Forestal Plan Alto
- Reserva Forestal Protectora Bosque CHEC
- Reserva Forestal Rio Blanco
- Reserva Forestal Sabinas
- Reserva Forestal Torre 4

⁵ CORPOCALDAS, ASOCARS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES, 2015; Jaramillo, 2005.

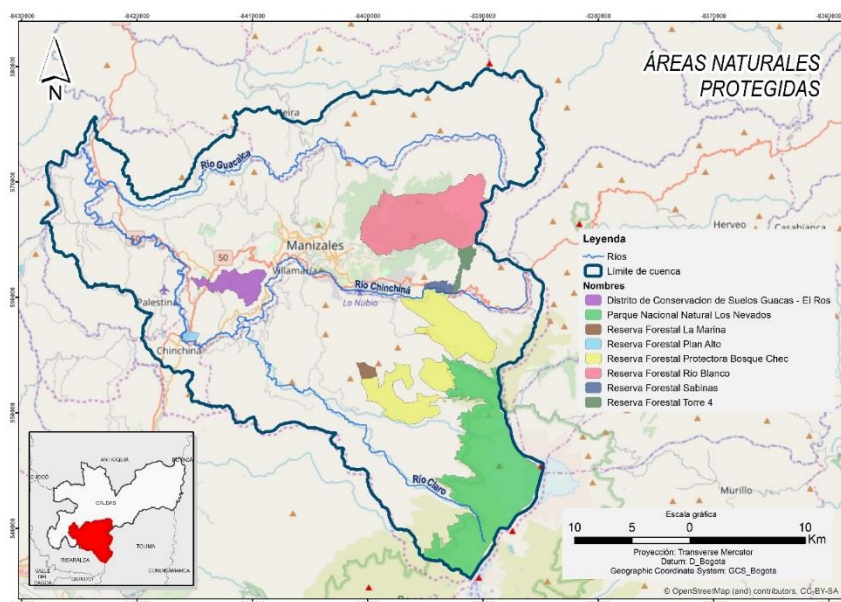
⁶ Ocampo, Vélez & Londoño, 2014.

El Distrito de Conservación de Suelos Guacas - El Rosario y la Reserva Forestal Plan Alto, ubicados en la cuenca media y baja, pertenecen también a los municipios de Manizales y Chinchiná a los 1.500 y 1.300 metros de altitud respectivamente. La extensión y ubicación dentro de la cuenca se describe en la siguiente tabla.

Tabla 8 Superficies y ubicación de áreas protegidas.

Área protegida	Sector	Área (has.)
Reserva Forestal La Marina	Cuenca alta	168,8
Reserva Forestal Sabinas	Cuenca alta	185,9
Reserva Forestal Torre 4	Cuenca alta	310,3
Reserva Forestal Protectora Bosque CHEC	Cuenca alta	4766
Reserva Forestal Rio Blanco	Cuenca alta	4932,6
Parque Nacional Natural Los Nevados	Cuenca alta	8452,5
Distrito de Conservación de Suelos Guacas - El Ros	Cuenca media	992,5
Reserva Forestal Plan Alto	Cuenca media	93,3

ELABORADO POR: CIIFEN



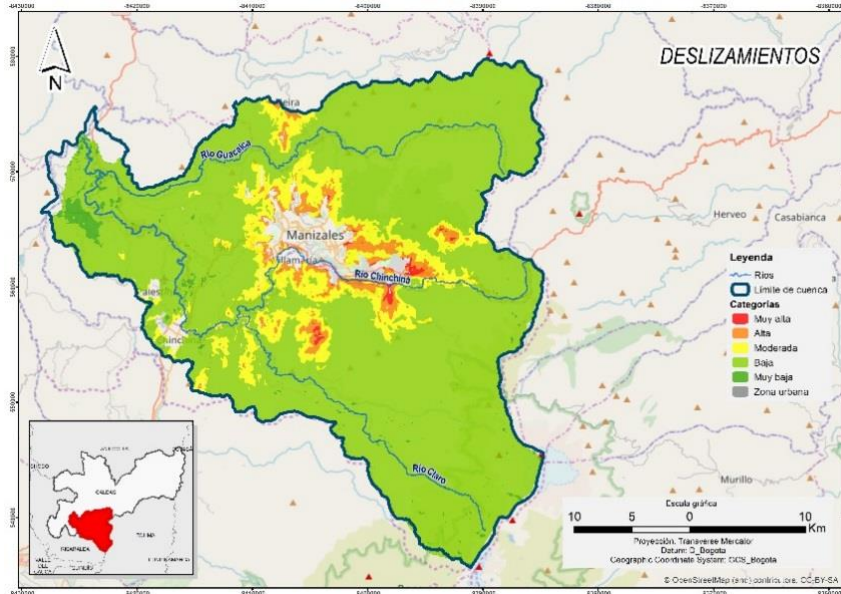
Mapa 39 Áreas protegidas.

ELABORADO POR: CIIFEN

4.3.7. Amenazas

Como parte de los estudios elaborados para la determinación de las amenazas naturales existentes en la cuenca, considerados en el reglamento del artículo 189 sobre la *“Inclusión de la gestión de riesgos en los planes de ordenamiento territorial (Ministerio de Vivienda, 2014)”*, el POMCA ha elaborado mapas de zonificación de amenazas por movimientos en masa, inundaciones, incendio forestales, amenaza sísmica, por flujos de lodo y avalanchas y amenazas volcánica (CORPOCALDAS, 2013).

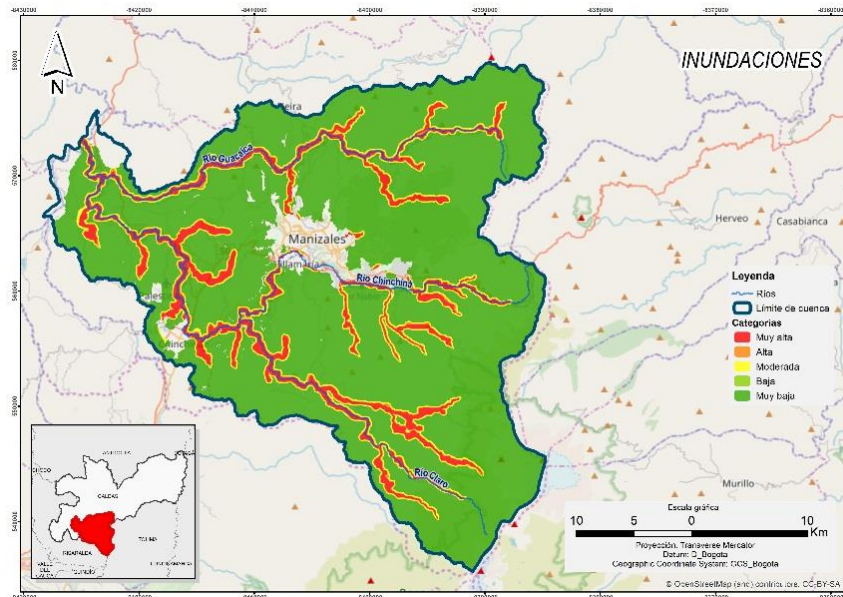
Los deslizamientos en la cuenca se presentan de manera más recurrente en el municipio de Manizales, Villamaría y Neira. La zona periurbana de estas ciudades presenta el nivel “muy alto” de amenaza por deslizamientos.



Mapa 40 Amenaza de deslizamiento.

ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa 41 muestra la mayor amenaza de inundaciones en la ribera de los ríos Guacaica, Chinchiná y Claro, así como de sus principales afluentes. La amenaza “muy alta” se presenta en el borde de los ríos y disminuye conforme se aleja de él, hasta llegar a la categoría moderada. La cuenca baja del río Chinchiná muestra un mayor predominio de la categoría muy alta principalmente en las quebradas del río Manzanares, Cartagena y el Rosario, ubicadas en la cuenca baja.

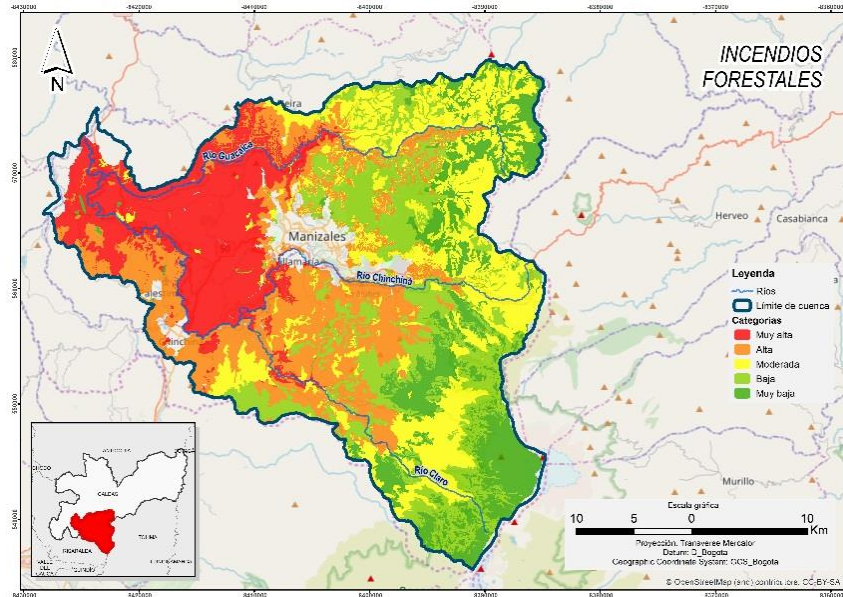


Mapa 41 Amenaza de inundaciones.

ELABORADO POR: CIIFEN

La quebrada Olivares, afluente del río Guacaica representa una amenaza muy alta principalmente por su paso en el sector norte de la ciudad de Manizales.

Los incendios forestales representan una amenaza “muy alta” en la cuenca baja del río Chinchiná. De manera dispersa se extiende hacia la zona media con una amenaza alta y media, hasta la zona de las Áreas Protegidas y Reservas Forestales.



Mapa 42 Amenaza de Incendios forestales.

ELABORADO POR: CIIFEN

5. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

El análisis de vulnerabilidad es realizado a partir de mapas temáticos representativos de cada indicador debidamente valorado. Los mapas resultantes, muestran el nivel de vulnerabilidad y sus componentes (susceptibilidad y capacidad adaptativa), a través de una categorización de cinco niveles de presentados con cinco (5) colores que van desde el rojo (muy alto) al verde oscuro (muy bajo), siendo los colores inversos para la capacidad adaptativa. La valoración de los indicadores considera las amenazas identificadas en el capítulo de amenazas climáticas, siendo para la cuenca del río Chinchiná, los deslizamientos y las inundaciones.

El análisis de resultados se realiza de manera separada para el sector rural y el sector urbano de la cuenca, por la diferencia existente en la distribución de los datos de la población urbana con relación a la población rural. Los mapas resultantes permiten al usuario de esta información, ubicarse en el territorio, identificar su vulnerabilidad y tomar decisiones.

5.1. Marco metodológico

El presente estudio acopia las metodologías citadas en el marco conceptual y estado del conocimiento, define los indicadores para la construcción de la metodología de vulnerabilidad en base a los información disponible en fuentes oficiales y estudios elaborados en la cuenca del río Chinchiná, así como en el departamento de Caldas. Dicha metodología es reforzada con la experiencia de CIIFEN en la elaboración de este tipo de estudios, para lo cual se incluyen los saberes locales, la consulta a expertos y la validación de los resultados en territorio (CIIFEN, 2017).

El análisis de vulnerabilidad de los factores sociales y naturales de la cuenca del río Chinchiná fue desarrollado en las siguientes etapas:

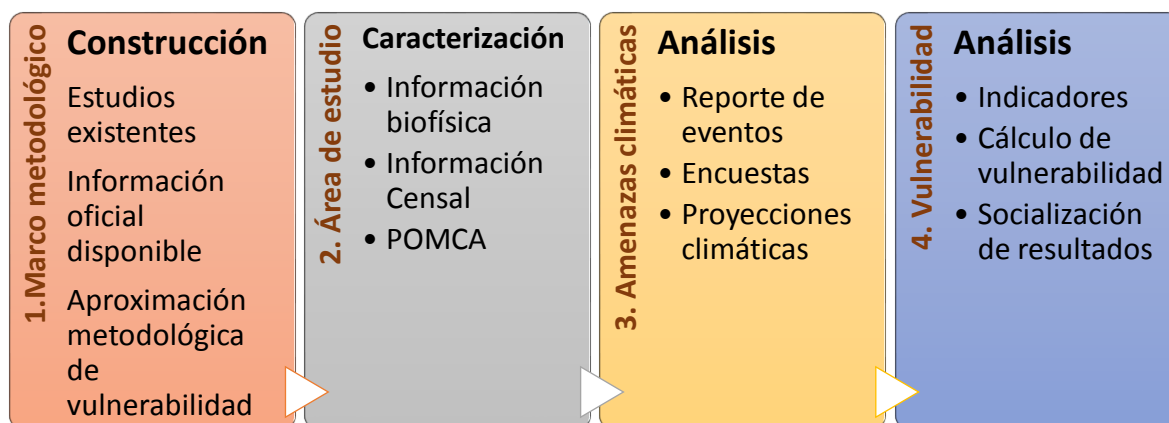


Gráfico 3 Etapas del análisis de vulnerabilidad.

5.1.1. Construcción de la metodología de vulnerabilidad

Según el IPCC en su Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático SREX (IPCC, 2012), el carácter y la gravedad de los impactos de los extremos climáticos no solo depende de la intensidad de

estos mismos, sino también de los factores de exposición y de vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales. Los extremos climáticos, la exposición y la vulnerabilidad están influenciados por una amplia gama de factores, incluidos en el cambio climático, la variabilidad climática natural y el desarrollo económico.

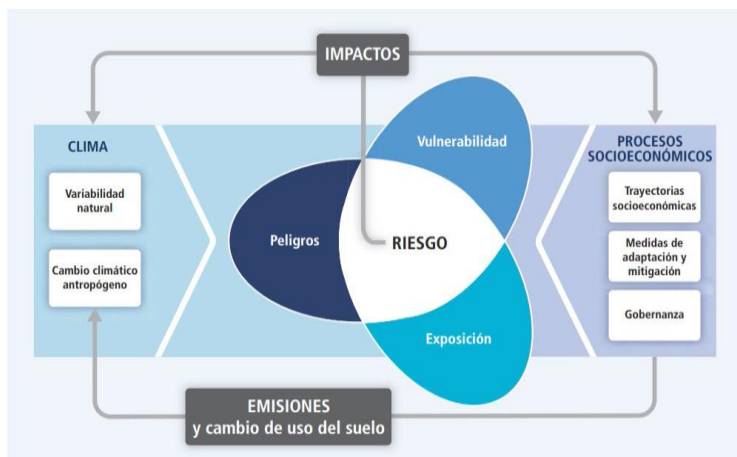


Gráfico 4 Evaluación de la exposición y la vulnerabilidad a los fenómenos meteorológicos y climáticos determinan los impactos y la probabilidad de desastres (riesgo de desastres). Fuente IPCC 2012.

La vulnerabilidad al estar definida como la propensión de un sistema a verse afectado negativamente por la amenaza (IPCC, 2014), es un factor importante que al igual que la exposición, determinan el nivel de impacto de un sistema social o natural, es por eso que la gestión de riesgos de desastres se centra en la reducción de la exposición y vulnerabilidad, aumentando la resiliencia ante impactos adversos potenciales de los extremos climáticos, dado que habitualmente la amenaza no puede ser eliminada.

En este contexto, la metodología para el análisis de la vulnerabilidad social y natural de la cuenca del río Chinchiná se encuentra fundamentada en la siguiente expresión:

$$R = A \times V$$

Siendo:

- R= Riesgo
- A= Amenaza
- V= Vulnerabilidad

$$V = S - CA$$

Siendo:

- S= Susceptibilidad o fragilidad de un sistema
- CA= Capacidad adaptativa (resiliencia)

Los pasos aplicados para la determinación de la vulnerabilidad, se explican en el siguiente gráfico:

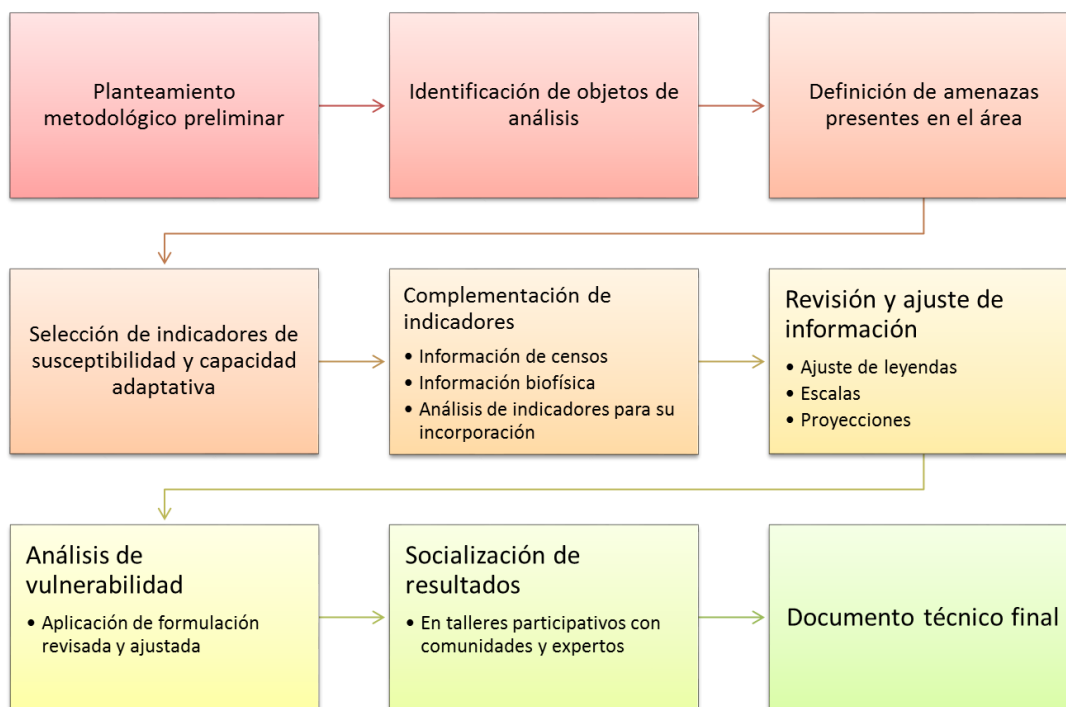


Gráfico 5 Pasos generales para la determinación de vulnerabilidad.

5.1.1.1. Planteamiento metodológico preliminar

Para la construcción de la metodología de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná, se ha convenido considerar experiencias previas en el país en torno a estudios para la evaluación de riesgos de desastres por amenazas naturales, en específico, aquellos vinculados a los cambios extremos en el clima y el cambio climático per se. La Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2017), pone en evidencia la necesidad de evaluar los diferentes sectores de la sociedad y su ambiente natural, reflejado en el acceso y uso sustentable de los recursos naturales. Los indicadores usados para la aplicación del modelo de vulnerabilidad orientados a la metodología de ND-GAIN (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2017): Seguridad Alimentaria, Recurso Hídrico, Salud, Hábitat Humano e Infraestructura; los mismos que guardan relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas en su agenda para el 2030. En este sentido, el enfoque metodológico de este estudio, parte de las dimensiones de vulnerabilidad aplicadas en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Colombia.

Las dimensiones consideran un factor humano y otro natural, definidos por la información existente y disponible que ayuden a determinar la vulnerabilidad de cada uno de estos factores.

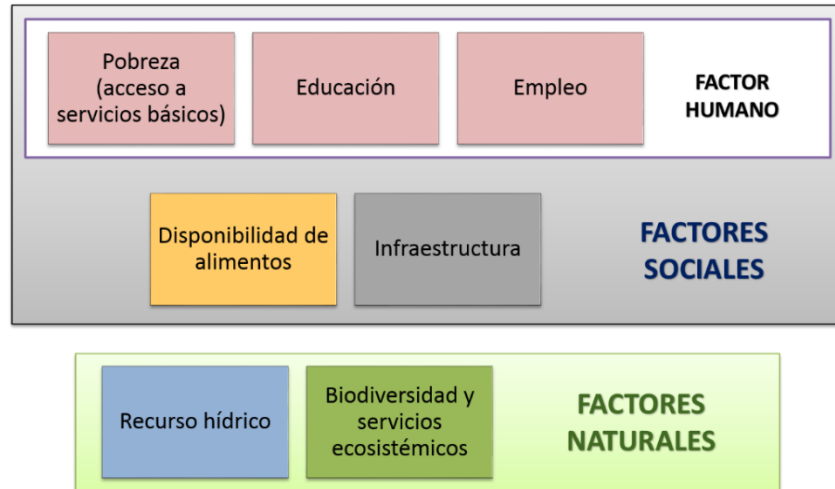


Gráfico 6 Enfoque metodológico de la vulnerabilidad de la cuenca.

El **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** engloba los sectores considerados para la estimación de la vulnerabilidad y su enfoque metodológico. La aproximación de vulnerabilidad aplicada para los factores sociales y naturales, se define en las siguientes aproximaciones:

Vulnerabilidad de factores sociales:

$$V = FH + DA + I$$

Siendo:

V= Vulnerabilidad

FH= Factores humanos

DA= Disponibilidad de alimentos

I= Infraestructura

A su vez los factores humanos se encuentran definidos por:

$$FH = P + Ed + Em$$

Siendo:

P= Pobreza (acceso a servicios básicos)

Ed= Educación (acceso a educación)

Em= Empleo (acceso a empleo)

Dentro de la disponibilidad de alimentos (DA) se consideró como indicadores de susceptibilidad: la población dedicada a las actividades agropecuarias, hogares con cultivos agrícolas y de peces, las superficies agropecuarias y actividades alternas de la agricultura como indicadores de adaptación. Dentro de la infraestructura (I) se consideró el tipo de viviendas de la población y el acceso a la red vial (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Vulnerabilidad de factores naturales:

$$FN = RRHH + BdSe$$

Siendo:

RRHH= Recursos hídricos

BdSe = Biodiversidad y Servicios ecosistémicos

Dentro de los factores naturales se consideró la dotación hídrica y la biodiversidad y servicios ecosistémicos que presta la cuenca.

5.1.1.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis usada para representación y cálculo de la vulnerabilidad por factores sociales corresponde a la de sector rural y urbano, mientras que para la vulnerabilidad por factores naturales esta corresponde a los límites de las microcuencas.

La información social y económica empleada para el análisis de vulnerabilidad (factores sociales), son los datos de población, hogar y vivienda del Censo Básico de 2005, realizado y publicado por el DANE a través de la herramienta Redatam y el portal del Marco Geoestadístico Nacional, cartografía política de Caldas al 2005.

En el caso de los factores sociales, son analizados los cinco municipios que forman parte de la cuenca del río Chinchiná: Chinchiná, Manizales, Neira, Palestina y Villamaría. En calidad de unidad de análisis fueron considerados 15 sectores rurales y cinco cabeceras municipales correspondientes a los cinco municipios señalados, los que se muestran en el siguiente gráfico:

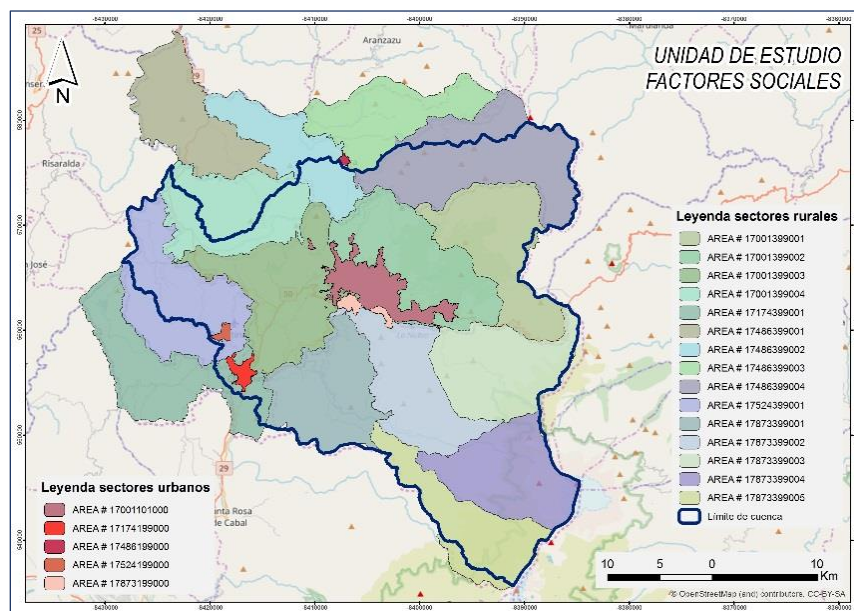


Gráfico 7 División de sectores rurales y urbanos.

En el caso de los factores naturales, la unidad de análisis se encuentra conformada por 67 microcuencas, de las cuales 25 corresponden a las subcuencas del río Guacaica al norte, 7 al río

Claro, 35 al río Chinchiná, distribuidas en la cuenca alta y media hasta la desembocadura del río principal, también denominado río Chinchiná (cuenca baja).

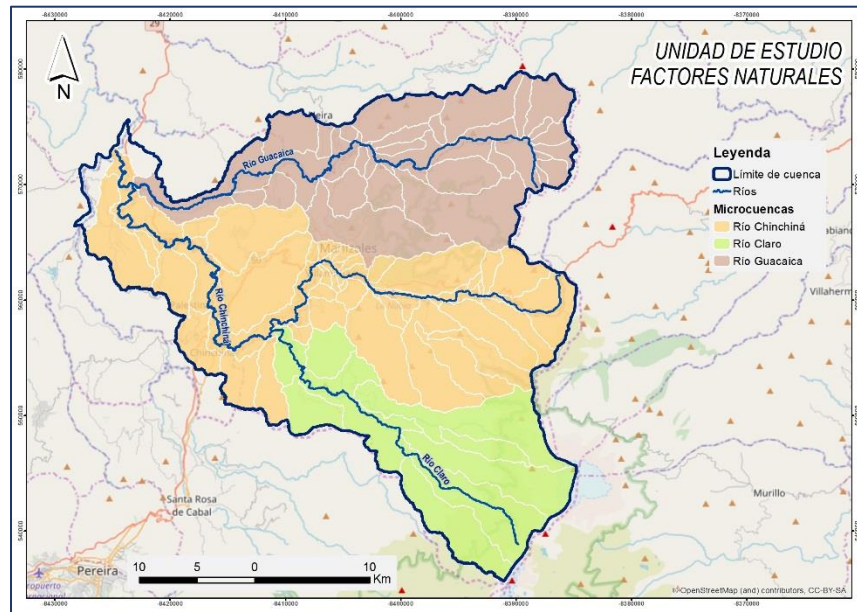


Gráfico 8 División de microcuencas

Para la representación de los niveles de vulnerabilidad y capacidad adaptativa fueron utilizados los siguientes cinco niveles y coloraciones:



1. Niveles de vulnerabilidad y susceptibilidad



2. Niveles de capacidad adaptativa

Los colores presentados van desde el color rojo (muy alta) hasta el color verde oscuro (muy baja) en el caso de la vulnerabilidad y susceptibilidad. La capacidad adaptativa tiene una representación inversa a la vulnerabilidad, considerando para eso como muy alto el color verde oscuro y como muy bajo el color rojo.

5.1.1.3. Identificación de amenazas climáticas

Las amenazas climáticas en la cuenca fueron identificadas a partir de información primaria como encuestas a la comunidad y secundaria, como reportes de eventos alojados en la base de datos de

Desinventar (Corporación OSSO, 2013) y de la observación de la información de eventos climáticos extremos como parte de la variabilidad climática y cambio climático, que actualmente existen para la cuenca (IDEAM).



Gráfico 9 Proceso de identificación de amenazas

Percepción de actores en el territorio

Las percepciones sobre la presencia de cambios en el clima como parte de la variabilidad climática y cambio climático, fueron levantadas durante talleres comunitarios en los municipios de Chinchiná, Neira y Manizales. En esta actividad se elaboraron mapas de amenazas con los participantes y a través de una lluvia de ideas, se pudo conocer la percepción de los cambios ocurridos en el clima en su municipio y la identificación de propuestas para reducir los impactos generados por dichos cambios.

Adicionalmente fueron elaboradas encuestas a los participantes durante los talleres de percepción, las que tuvieron la finalidad de conocer un poco más acerca los impactos que los eventos hidroclimáticos extremos han provocado en su territorio (cultivos, animales, casas y enseres, vías, etc.) y la respuesta que han tenido a nivel local y por parte de las autoridades ante la presencia de este tipo de eventos adversos, la presencia de sistemas de alerta temprana y medios de difusión.

Como resultado se pudo evidenciar que los principales eventos adversos que han producido daños en sus recursos son: las lluvias intensas, las sequías y los deslizamientos (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), encontrándose la mayor afectación en sus cultivos, en la infraestructura vial y en sus viviendas.

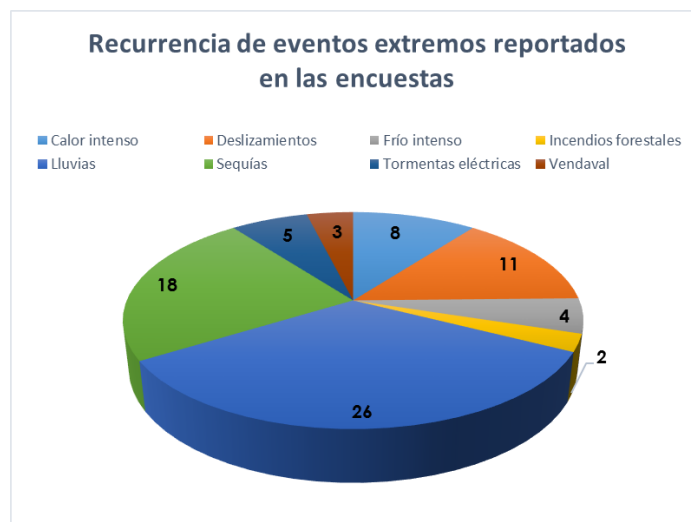


Gráfico 10 Recurrencia de eventos declarados en encuestas

Como parte de la respuesta de la comunidad ante un desastre, esta recurre a la solicitud de préstamos y de apoyo entre vecinos. En cuanto a las alertas, declararon haber sido informados por medio de la radio y la televisión, a pesar de que la mayoría de ellos dicen no confiar en los pronósticos y alertas del Servicio Meteorológico, mientras otro porcentaje de la población declara si confiar en ellos.

Las mayores afectaciones provocadas por eventos climáticos extremos guardan, relación con las lluvias intensas, teniendo como evento asociado los deslizamientos de tierra y las inundaciones. En el caso de eventos relacionados con sequías, éstas se encuentran asociadas principalmente a la presencia del evento El Niño, como por ejemplo el ocurrido entre el 2015 y 2016, así como por deficiencias en el abastecimiento de agua, acceso a acueductos, mal uso y manejo del suelo.

Registros de eventos

A partir de las bases de datos de reportes de Desinventar, fue contabilizada la frecuencia con la que han ocurrido eventos de índole hidroclimática en la cuenca, identificando al mismo tiempo cada uno de ellos con los impactos generados en el territorio.

Tabla 9 Resumen de eventos hidroclimáticos extremos.

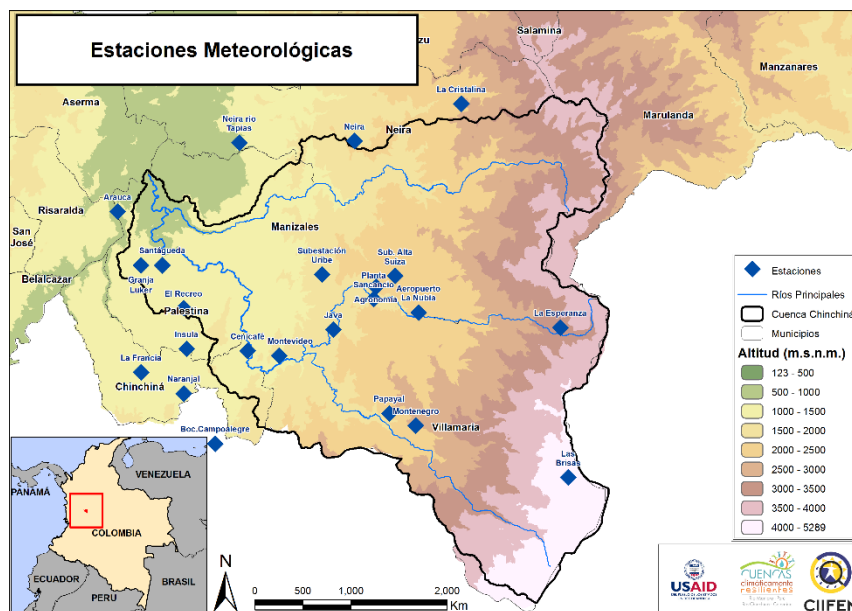
	Amenazas	Recurrencia
Lluvias intensas	Deslizamiento	433
	Inundación	56
	Vendaval	30
	Avenida torrencial	28
	Tempestad	16
	Incendio forestal	15
Lluvias		13
Sequía		1

En el caso de los deslizamientos y las inundaciones, sus principales impactos se ven reflejados en pérdida de vidas humanas y en infraestructuras, entre ellas viviendas y vías (ver informe de siniestralidad).

Proyección climática futura

Variabilidad climática

Para el conocimiento sobre el estado de la variabilidad climática en la cuenca, (Marín, 2017) en su trabajo “Dinámica de los eventos hidrometeorológicos extremos en la cuenca del río Chinchiná por efecto de variabilidad climática”, realiza la evaluación de



Mapa 43 Estaciones meteorológicas usada para el cálculo de tendencias de extremos climáticos.

PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA
PRCPTOT	TXx
SDII	TNn
CDD	DTR
CWD	
R95p	
R99p	

Índices de precipitación

PRCPTOT (precipitación anual total en los días lluviosos), muestran tendencias en su mayoría crecientes en la cuenca del río Chinchiná, con un incremento significativo de 445,32 mm, durante el periodo comprendido entre 1981 y 2012. De manera específica, en la estación Ínsula del municipio de Chinchiná presenta el extremo más alto de precipitación con 1.234,36 mm en el periodo estudiado.

SDII (índice simple de intensidad diaria), muestra que para la cuenca del río Chinchiná se obtuvo un valor promedio de SDII de 0,01 mm/día, correspondientes a 0,35 mm/día*año para el registro

histórico evaluado, lo que supone un aumento en la intensidad de la precipitación registrada por día con evolución anual.

CDD (días secos consecutivos), En general, para la cuenca el índice CDD presentó una tendencia creciente con un incremento promedio de 0,007 días/año, correspondientes a 0,2 días en el período 1981-2012. De manera diferenciada, el índice muestra que existe un decremento de los días secos en la cuenca alta y media, mientras que las estaciones Ínsula y Arauca, ubicadas en la cuenca baja, entre los municipios de Chinchiná y Palestina, mostraron los extremos más altos de días secos consecutivos

CWD (número de días húmedos consecutivos), en la cuenca, el número de días húmedos consecutivos ha aumentado aproximadamente 0,14 días/año, que para el período evaluado (1981-2012) corresponde a 4,3 días. La estación Papayal en el municipio de Villamaría posee un incremento extremo de 14,4 días para el periodo 1981-2012.

R95p (días muy húmedos), la intensidad de la precipitación en la cuenca ha ido aumentando significativamente y se ha distribuido a lo largo y ancho de la región con un aumento en promedio de 6,54 mm/año, correspondientes a 202,75 mm para el período 1981-2012.

R99p (días extremadamente húmedos), para el periodo evaluado se presentó un incremento de los días extremadamente húmedos de 59,1 mm para el período 1981-2012. La subestación Uribe ubicada en el centro de la cuenca y oeste de la ciudad de Manizales, mostró el mayor incremento con 63 mm/década.

Índices de temperatura:

TXx (valor mensual máximo de temperatura máxima diaria), ha aumentado 0.34°C durante el período histórico 1981-2012, particularmente en la cuenca media - baja. La estación de Cenicafé presente el mayor aumento en el periodo evaluados con 1.27°C.

TNn (valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria), la cuenca mostró un incremento promedio de 1.27°C durante el periodo analizado. El valor más extremo se observó en el Aeropuerto La Nubia, en el Municipio de Manizales con 2.6°C para el periodo analizado.

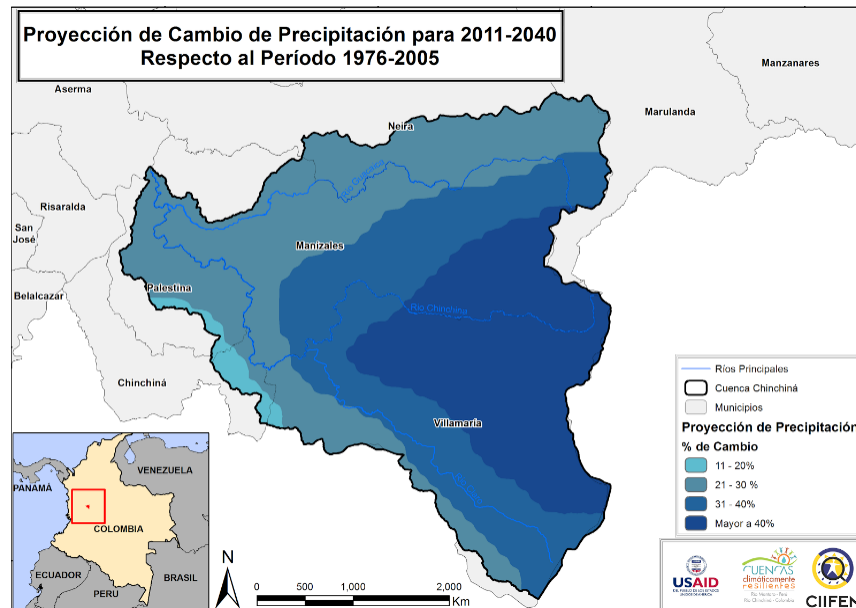
DTR (rango diurno de temperatura), la cuenca presenta una disminución 0.15°C/década. La estación más sensible a esta reducción es Santágueda, ubicada en la cuenca baja, con un valor promedio de 1.27°C en el periodo 1981-2012.

“En resumen, la variabilidad climática en la cuenca se manifiesta con el aumento de los extremos de humedad en la cuenca alta y media, mientras que en la cuenca baja se manifiesta en el aumento de los días secos. En cuanto a la temperatura máxima, este valor aumenta en la cuenca baja y media 1.27°C, la temperatura mínima aumenta en la cuenca media y alta con 1.27°C y en la cuenca baja el rango diurno de temperatura presenta una disminución de 1.27°C”.

Cambio climático

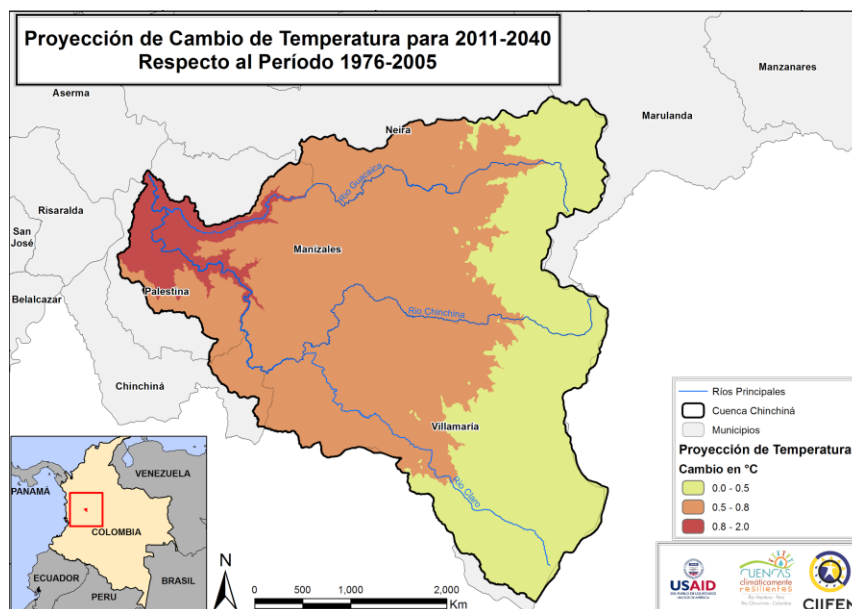
El análisis de las proyecciones de cambio de precipitación y temperatura del aire se realizó para el periodo 2011 a 2040 tomando como referencia el periodo 1976-2005 a partir de (IDEAM, 2016).

Las proyecciones de precipitación presentan un incremento para toda la cuenca en aproximadamente el 10% y 40% por encima de lo normal (1976-2005), principalmente en la cuenca alta.



Mapa 44 Proyección de cambio de precipitación para 2011-2040, respecto al periodo 1976-2005, (IDEAM, et al., 2017)

En cuanto a la temperatura del aire, se prevé un calentamiento en toda la cuenca con un valor máximo de 2°C en la cuenca baja, mientras que en la cuenca alta, cercano a los 5.000 metros de altura, se estima un incremento de 1°C.



Mapa 45 Tendencia de días secos consecutivos (CDD) del periodo 1981-2012, (IDEAM, et al., 2017).

Con relación a los impactos y la recurrencia de este último fenómeno, CORPOCALDAS a través de GOTTA (GOTTA, CORPOCALDAS, 2017), realizó un estudio a partir del cálculo del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), donde se muestra claramente que la recurrencia de las sequías extremas en la cuenca tiene un periodo de retorno de aproximadamente 28 años (ver diagnóstico climático de la cuenca del río Chinchiná).

5.1.1.4. Selección de indicadores de susceptibilidad y capacidad adaptativa (vulnerabilidad)

La tabla 10 muestra el detalle de las fuentes de información para cada componente evaluado en este estudio. Inicialmente fue definido un listado de información mucho más completo, consultado con actores claves de la cuenca, el mismo fue filtrado y ajustado a la disponibilidad de la información espacial y actual requerido para el modelamiento del estado de vulnerabilidad de la cuenca. Dicho listado quedó resumido para los factores sociales en la siguiente tabla:

Información base

La información base usada para al cálculo se presenta en la tabla 10:

Tabla 10 Listado de información social y económica

Indicador general Socioeconómico	Indicador desagregado
Población	Densidad poblacional
	Población menor de 5 años
PEA	Población que no trabaja en edad de trabajar
Dependencia económica	Índice de dependencia económica (Relación de la población menor a 14 y mayor de 65 años)

<i>Educación</i>	Porcentaje de la población analfabeta
	Población en edad escolar que asiste a un establecimiento educativo
	Población en edad escolar según el tipo de estudios cursados
<i>Ocupación en actividades agropecuarias</i>	Porcentaje de la población dedicada a actividades agropecuarias
	Hogares con cultivos agrícolas
	Hogares con cultivos de peces
	Porcentaje de superficies agropecuarias en cada unidad de análisis
<i>Actividades alternativas</i>	Otras actividades económicas o unidades económicas NO agropecuarias
<i>Servicios básicos</i>	Acceso al sistema de acueducto
	Acceso al sistema de alcantarillado
	Acceso al sistema eléctrico
	Acceso al servicio de telefonía
<i>Infraestructura</i>	Tipo de viviendas
	Densidad vial – tipo de vías

Tabla 11 Listado de información biofísica

Indicadores biofísicos
Dotación hídrica
Infiltración (Textura del suelo, Pendientes, Vegetación)
Balance hídrico por exceso
Erosión
Estado de intervención del zonas de ecosistemas (Zonas de vida Ecosistemas)
Áreas protegidas
Susceptibilidad por deslizamientos
Susceptibilidad por inundación

La tabla 10 y 12 resume los indicadores de susceptibilidad y capacidad adaptativa que luego de un proceso de verificación con fuentes oficiales, fueron definidos para la construcción de la vulnerabilidad por factores sociales y naturales.

Tabla 12 Componentes de la vulnerabilidad por factores sociales y sus indicadores.

Componentes de la vulnerabilidad por factores sociales								
Indicadores	Factor humano			Disponibilidad de alimentos	Infraestructura			
	Pobreza (servicios básicos)	Educación	Empleo					
Susceptibilidad por acceso a acueducto	X							
Susceptibilidad por acceso a energía eléctrica	X							
Susceptibilidad por acceso a alcantarillado	X							
Susceptibilidad por acceso a telefonía	X							
Susceptibilidad por población dedicada a las actividades agropecuarias				X				
Susceptibilidad por hogares con cultivos agrícolas				X				
Susceptibilidad por hogares con cultivos de peces				X				
Susceptibilidad por superficies agropecuarias				X				
Capacidad adaptativa por actividades económicas alternas a la agricultura					X			
Susceptibilidad por población en edad escolar y tipo de estudios que cursó		X						
Susceptibilidad por población en edad escolar que asiste a un establecimiento educativo			X					
Susceptibilidad por analfabetismo			X					
Susceptibilidad por población que no trabaja en edad de trabajar						X		
Susceptibilidad por tipo de viviendas							X	
Capacidad adaptativa por acceso de los poblados a la vías								X

Tabla 13 Componentes de la vulnerabilidad por factores naturales.

Vulnerabilidad de factores naturales		
INDICADORES	Componentes	
	Recurso hídrico	Biodiversidad y servicios ecosistémicos
Dotación hídrica	X	
Infiltración (Textura del suelo, Pendientes, Vegetación)	X	
Balance hídrico por exceso	X	
Erosión	X	
Estado de intervención de zonas de ecosistemas (Zonas de vida - Ecosistemas)		X
Áreas protegidas		X

Las fuentes de información consultadas y utilizadas para la construcción del análisis fueron las siguientes:

Tabla 14 Detalle de fuentes de información consultada para el estudio.

Amenazas climáticas	Vulnerabilidad /capacidad adaptativa de factores sociales	Vulnerabilidad factores naturales
Proyecciones de cambio climático de IDEAN	Censo básico de población y vivienda de 2005 del DANE	Información temática biofísica del estudio de diagnóstico del POMCA 2013
Estudio de Sequías usando SPI de Gotta y Corpocaldas 2017	Cartografía censal 2005 del DANE	Estudio semidetallado del suelo, IGAC 2012
Zonificación de amenazas del POMCA 2013	Cartografía base del POMCA 2013	Estudio de ecosistemas de Caldas de la WWF - Corpocaldas

5.1.1.5. Formulación y análisis de vulnerabilidad

Una vez definidos los indicadores de vulnerabilidad de social y natural, fueron establecidas las fórmulas a ser aplicadas en el cálculo.

Tabla 15 Indicadores de susceptibilidad y capacidad adaptativa social

Formulación de la vulnerabilidad por factores sociales		
1.Vulnerabilidad factores sociales	V = FH + DA + I	FH= Factor humano DA= Disponibilidad de alimentos I= Infraestructura
1.1 Factor humano	FH= P + Ed + Em	P= Pobreza Ed= Educación Em= Empleo
1.1.1 Pobreza (acceso a servicios básicos)	Acu + EE + AI + Tif	Acu= Susceptibilidad por acceso a acueducto EE= Susceptibilidad por acceso a energía eléctrica AI= Susceptibilidad por acceso a alcantarillado Tif= Susceptibilidad por acceso a telefonía
1.1.2 Educación	TE + AEE + Anf	TE= Susceptibilidad por población en edad escolar y tipo de estudios que cursó AEE= Susceptibilidad por población en edad escolar que asiste a un establecimiento educativo Anf= Susceptibilidad por analfabetismo
1.1.3 Empleo	Em	Em= Acceso a empleo
1.2 Disponibilidad de alimentos	DAg+CAg+CPs+SAg-AAAg	Dag= Susceptibilidad por población dedicada a las actividades agropecuarias Cag= Susceptibilidad por hogares con cultivos agrícolas CPs= Susceptibilidad por hogares con cultivos de peces SAg= Susceptibilidad por superficies agropecuarias AAAg= Capacidad adaptativa por actividades económicas alternas a la agricultura
1.3 Infraestructura	TViv+AV	TViv= Susceptibilidad por tipo de viviendas AV= Capacidad adaptativa por acceso de los poblados a la vías

El análisis de la vulnerabilidad por factores naturales se encuentra enfocado a amenazas relacionadas con eventos asociados a las lluvias intensas, como deslizamientos e inundaciones, amenazas que ya fueron definidas en el capítulo anterior.

Tabla 16 Indicadores de vulnerabilidad por factores naturales.

Vulnerabilidad de factores naturales por lluvias intensas (eventos asociados)		
Componentes	Deslizamientos	Inundaciones
	<i>DH + I +BH+ E +SD</i>	<i>DH + I +BH+ E +SI</i>
Recurso hídrico	DH= Dotación hídrica I= Infiltración (Textura del suelo, Pendientes, Vegetación) BH= Balance hídrico por exceso E= Erosión EIE= Susceptibilidad por el estado de intervención de ecosistemas (Zonas de vida -Ecosistemas) AP= Susceptibilidad por ausencia de Áreas protegidas SD= Susceptibilidad por deslizamientos	DH= Dotación hídrica I= Infiltración (Textura del suelo, Pendientes, Vegetación) BH= Balance hídrico por exceso E= Erosión EIE= Susceptibilidad por el estado de intervención de ecosistemas (Zonas de vida Ecosistemas) AP= Susceptibilidad por ausencia de Áreas protegidas SD= Susceptibilidad por inundaciones
Biodiversidad y servicios ecosistémicos	<i>EIE + AP + SD</i> EIE= Susceptibilidad por el estado de intervención de ecosistemas (Zonas de vida Ecosistemas) AP= Susceptibilidad por ausencia de Áreas protegidas SD= Susceptibilidad por deslizamientos	<i>EIE + AP + SI</i> EIE= Susceptibilidad por el estado de intervención de ecosistemas (Zonas de vida Ecosistemas) AP= Susceptibilidad por ausencia de Áreas protegidas SI= Susceptibilidad por inundación

5.1.1.6. Cálculo de la vulnerabilidad

Una vez definidos los indicadores a ser usados para la construcción de la vulnerabilidad, se realiza un proceso de normalización (entre 0 y 100) y ajuste de las variables a fin de obtener valores estandarizados para el cálculo.

$$Val_{Est} = \frac{(Val_{Ini} - Val_{Min})}{(Val_{Max} - Val_{Min})} \times 100$$

Dónde:

Val_{Est}	→	Nuevo valor estandarizado
Val_{Ini}	→	Valor inicial de la variable
Val_{Min}	→	Valor mínimo de la serie
Val_{Max}	→	Valor máximo de la serie

Este proceso de normalización da la oportunidad de que todas las variables sean sometidas a los mismos umbrales, indistintamente de la amplitud de sus valores.

5.1.1.7. Socialización de resultados

Una vez obtenidos los resultados de vulnerabilidad para el componente socioeconómico y biofísico, se genera un informe que posteriormente es socializado con los actores claves de la cuenca, entre los que se encuentran la comunidad y las instituciones vinculadas con la gestión del territorio. Posterior a la socialización, se realiza el ajuste de los resultados, los que son publicados y usados para el desarrollo de medidas de adaptación y mitigación ante la variabilidad y cambio

climático. Por lo general, para la socialización de resultados, se realizan talleres participativos donde se recopilan las observaciones realizadas por los participantes. Dichos talleres son realizados en los mismos sitios donde se socializó el proyecto y recopilaron percepciones de vulnerabilidad.

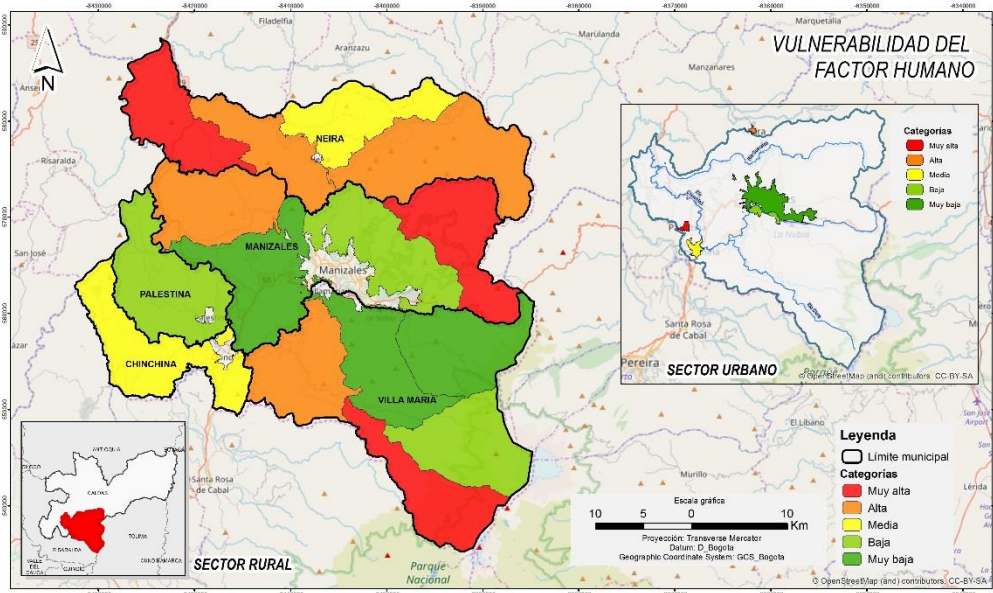
6. RESULTADOS

6.1. Vulnerabilidad de los factores sociales

El cálculo de la vulnerabilidad de los factores sociales, considera las fórmulas descritas en el capítulo de cinco (5) del marco metodológico, con indicadores de susceptibilidad y capacidad adaptativa ajustados y normalizados para este fin.

6.1.1. Vulnerabilidad del factor humano

Esta vulnerabilidad es generada a partir de indicadores de pobreza, educación y empleo. En el mapa 46, se observa que el municipio con la vulnerabilidad más alta es Neira con niveles que van desde el medio en su sector centro, alto y muy alto en el extremo oeste del municipio. Adicionalmente se evidencia una muy alta vulnerabilidad en la zona de las Reservas Forestales y Nevados, cuenca alta del río Chinchiná, donde la densidad poblacional es muy baja (ver capítulo de caracterización social), lo que así mismo representa un bajo nivel de intervención de estas zonas protegidas. Chinchiná posee un vulnerabilidad baja y ciertos sectores, principalmente los contiguos a la cabecera urbana de Manizales, incluyendo sectores rurales de Villamaría tienen así mismo, una vulnerabilidad baja y muy baja.



Mapa 46 Vulnerabilidad de los factores humanos.

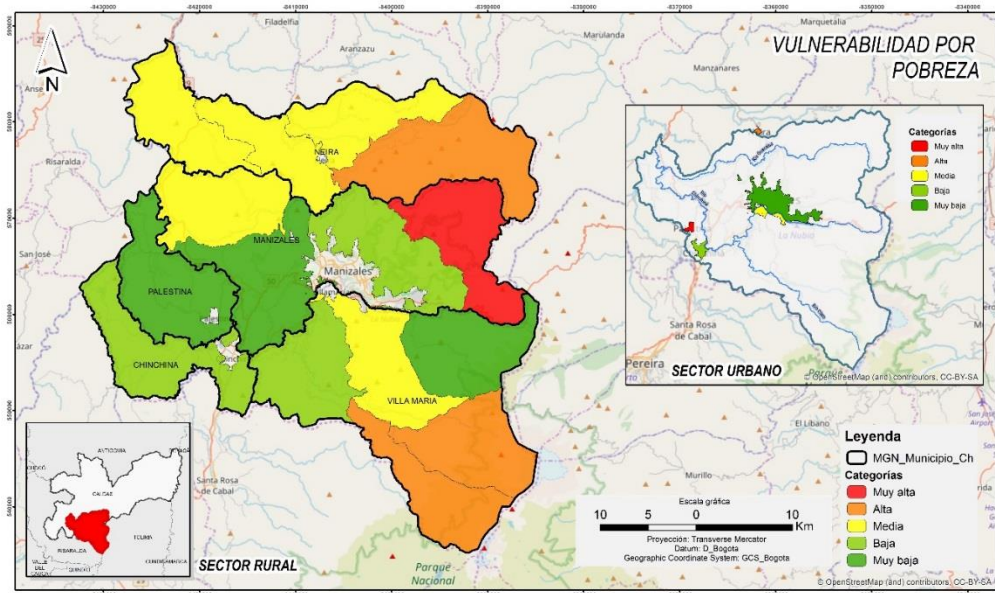
ELABORADO POR: CIIFEN

En cuanto al sector urbano, Palestina posee la vulnerabilidad por factores humanos muy alta, siguiendo a esto Neira con un nivel alto y Chinchiná con un nivel medio. Villamaría y Manizales son cabeceras urbanas cuya vulnerabilidad de los factores humanos es baja y muy baja respectivamente.

6.1.1.1. Vulnerabilidad por pobreza

Esta vulnerabilidad se compone por los indicadores de acceso a servicios básicos como: *acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y telefonía*, los mismos que fueron normalizados en el sentido de

la susceptibilidad y categorizados en cinco (5) rangos o niveles de susceptibilidad para su representación.



Mapa 47 Vulnerabilidad por pobreza.

ELABORADO POR: CIIFEN

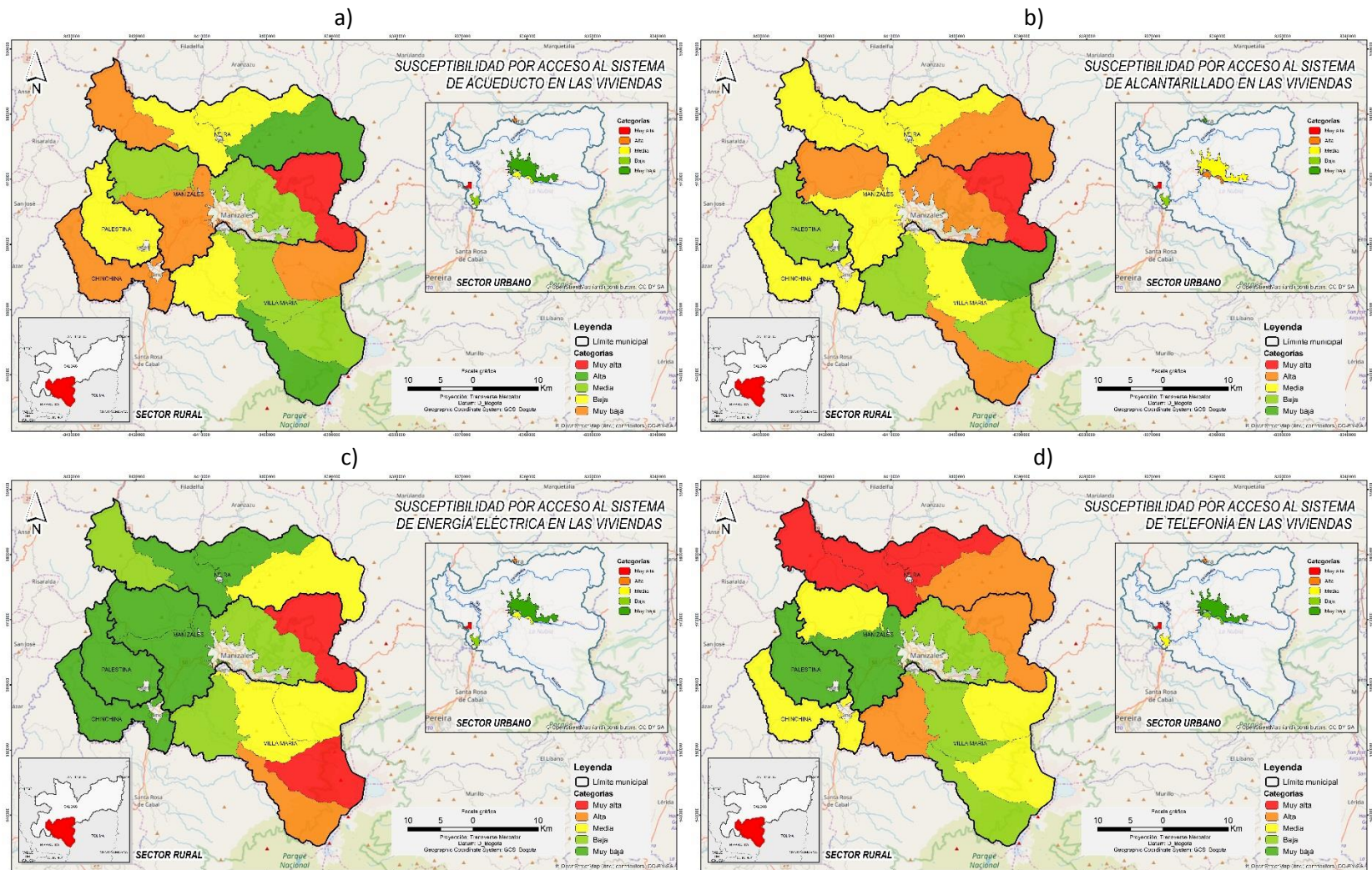
Como se observa en el mapa 47, la combinación de los factores de pobreza muestran a Neira como el municipio con mayor nivel de pobreza por acceso a servicios básicos en la cuenca, la zona de Reservas Forestales y Nevados figuran igualmente una alta y muy alta vulnerabilidad, principalmente al Este de Manizales en la Reserva Forestal del Río Blanco.

Los sectores rurales de la cuenca media y baja (Manizales, Palestina, Chinchiná y Villamaría) presentan una vulnerabilidad baja y muy baja por factores de pobreza. Por otro lado, las cabeceras urbanas muestran la siguiente distribución de vulnerabilidad:

Cabecera urbana	Vulnerabilidad
Manizales	Muy baja
Chinchiná	Baja
Villamaría	Media
Neira	Alta
Palestina	Muy alta

ELABORADO POR: CIIFEN

Los indicadores que permitieron definir la vulnerabilidad por pobreza se analizan a continuación:



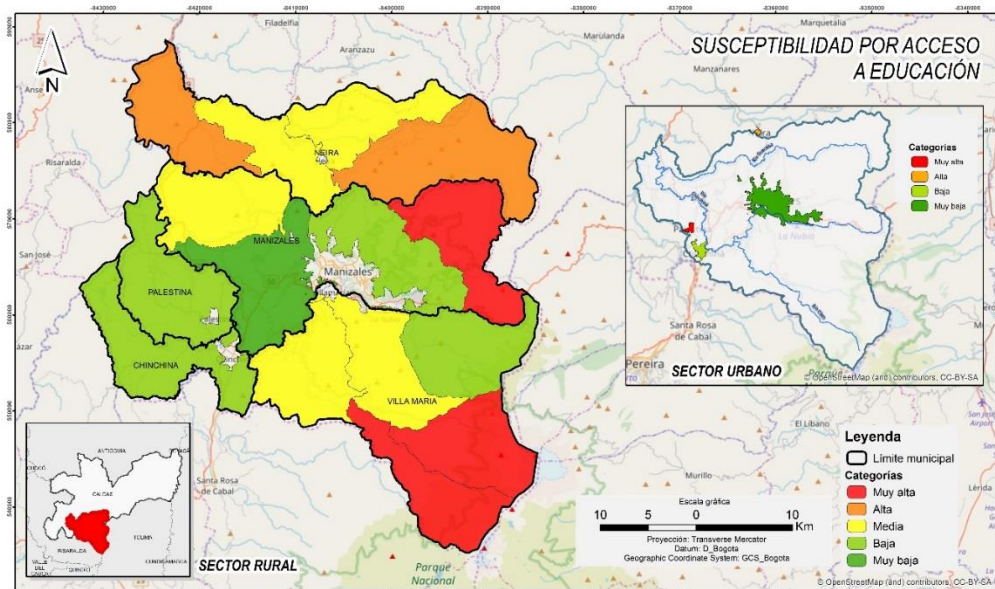
Mapa 48 Mosaico de mapas de susceptibilidad que componen la pobreza por acceso a servicios básicos. a) Susceptibilidad por acceso a acueducto, b) Susceptibilidad por acceso a alcantarillado, c) Susceptibilidad por acceso a energía eléctrica y d) Susceptibilidad por acceso al servicio de telefonía. ELABORADO POR: CIIFEN

La suma de estos indicadores dieron lugar a la vulnerabilidad por factores humanos y como se observa, los sectores rurales con mayor susceptibilidad en el caso de acceso alcantarillado (b) y telefonía (d) y acueducto (a), se encuentran en Neira, presentando este último un nivel de susceptibilidad entre medio y alto desde el centro, hasta el extremo oeste del municipio. La zona de las Reservas forestales y nevados, presenta en la mayoría de los casos una alta susceptibilidad por el limitado acceso a estos servicios, entendiéndose que son zonas de reserva y por ende la densidad poblacional en estos sectores es baja. Uno de los servicios básicos al 2005 que mejor cobertura y acceso brinda en la cuenca es la energía eléctrica (c), principalmente en la cuenca baja cubriendo los municipios de Palestina, Chinchiná, centro Oeste de Manizales y Neira.

6.1.1.2. Vulnerabilidad por acceso a educación

Se encuentra conformada por indicadores que permiten aproximarse a la vulnerabilidad por acceso a la educación. Para su introducción a la fórmula fueron normalizados entre 0 y 100 y categorizados en cinco (5) niveles de susceptibilidad para su presentación en mapas.

Entre los indicadores usados se encuentran: *población en edad escolar que asiste a un establecimiento educativo, población en edad escolar según el tipo de estudio cursado y población que no sabe leer y escribir (analfabetismo).*



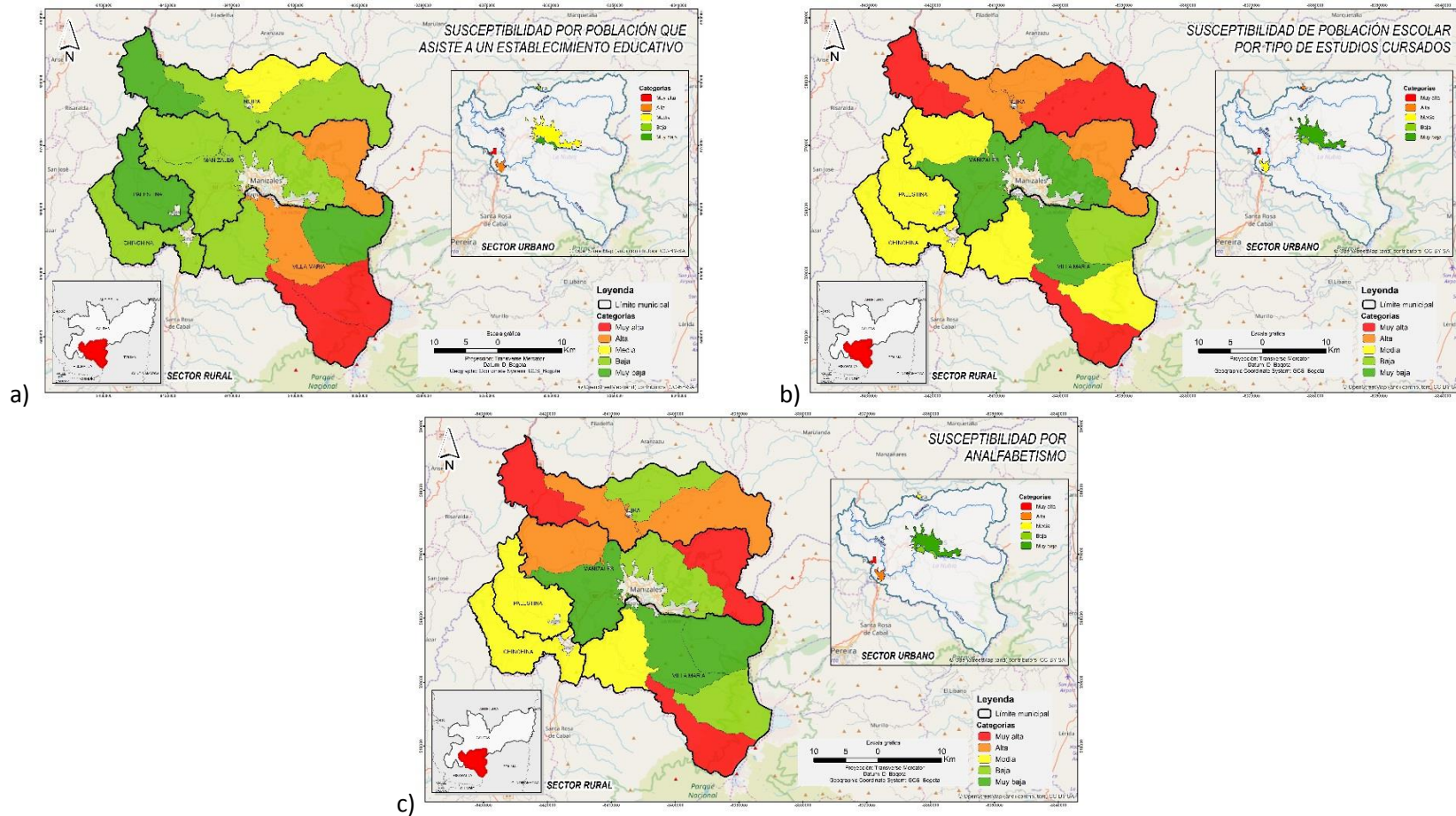
Mapa 49 Vulnerabilidad por acceso a educación.

ELABORADO POR: CIIFEN

La combinación de los indicadores definidos para la vulnerabilidad de la educación, muestra que los sectores rurales de Neira y Villamaría tienen el mayor nivel de vulnerabilidad por acceso a este recurso. En el caso de Neira, presentan una vulnerabilidad media y alta desde el centro, contiguo a la cabecera urbana, hasta el extremo este y oeste del municipio. Villamaría por su parte muestra en la zona de nevados la mayor vulnerabilidad, junto con el sector rural donde se encuentra la reserva Forestal río Blanco al Este de Manizales.

Estos resultados se evidencian en el comportamiento de la susceptibilidad parcial, es decir de cada indicador usado para este cálculo.

En el área urbana, la cabecera con mayor vulnerabilidad por acceso a educación es Palestina, seguida inmediatamente por Neira. Manizales, Villamaría y Chinchiná, poseen una vulnerabilidad muy baja.

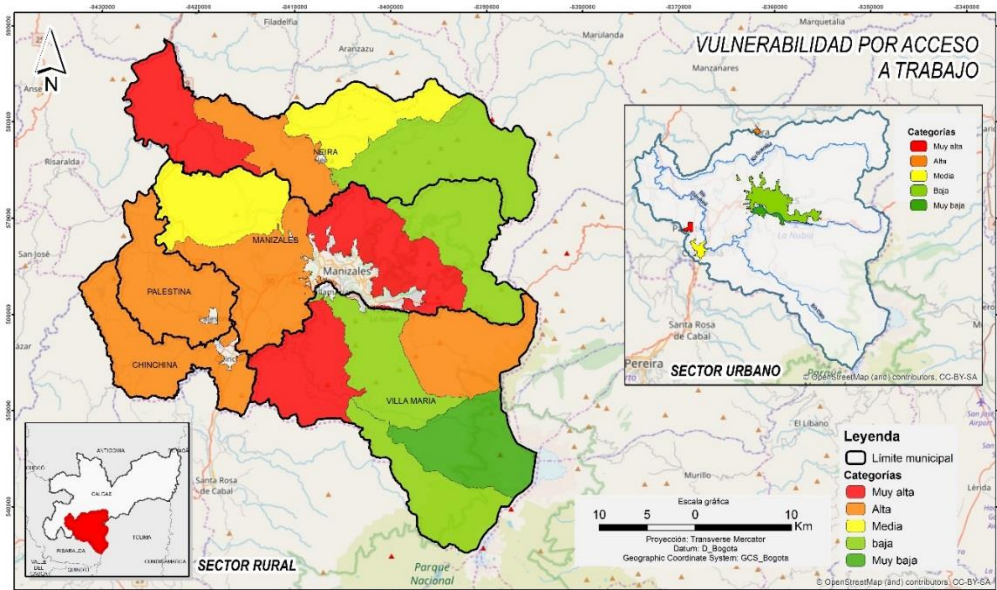


Mapa 50 Mosaico de indicadores de susceptibilidad de educación. a) Susceptibilidad por población que asiste a un establecimiento educativo, b) Susceptibilidad por tipo de estudios cursados y c) Susceptibilidad por analfabetismo. Elaborado por: CIIFEN

Según a) los sectores rurales con mayor susceptibilidad por acceso a un establecimiento educativo se encuentran en la zona de los nevados y reservas forestales, mientras que las variables b) susceptibilidad por tipo de estudios y c) analfabetismo, poseen un comportamiento más distribuido en la cuenca. Siendo así que para b) el municipio de Neira tiene una mayor susceptibilidad por presencia de profesionales con nivel de educación de tercer y cuarto nivel, mientras que los sectores rurales cercanos a la cabecera urbana e Manizales tienen una susceptibilidad muy baja, lo que se traduce que en eso sectores existen mayor número de personas con este nivel de estudios. En cuanto al analfabetismo c) Neira posee los mayores niveles y solo en el sector norte de la cabecera urbana existe una baja vulnerabilidad, de la misma manera que en los sectores contiguos a Manizales.

6.1.1.3. Vulnerabilidad por acceso a empleo

Esta vulnerabilidad fue obtenida a partir del indicador de acceso a empleo descrito en la caracterización social de la cuenca. Para su introducción en la fórmula, fue normalizado en el sentido de la vulnerabilidad, entre 0 y 100, para posteriormente ser categorizado en cinco niveles (5) desde muy alta a muy baja.



Mapa 51 Vulnerabilidad por acceso a empleo.

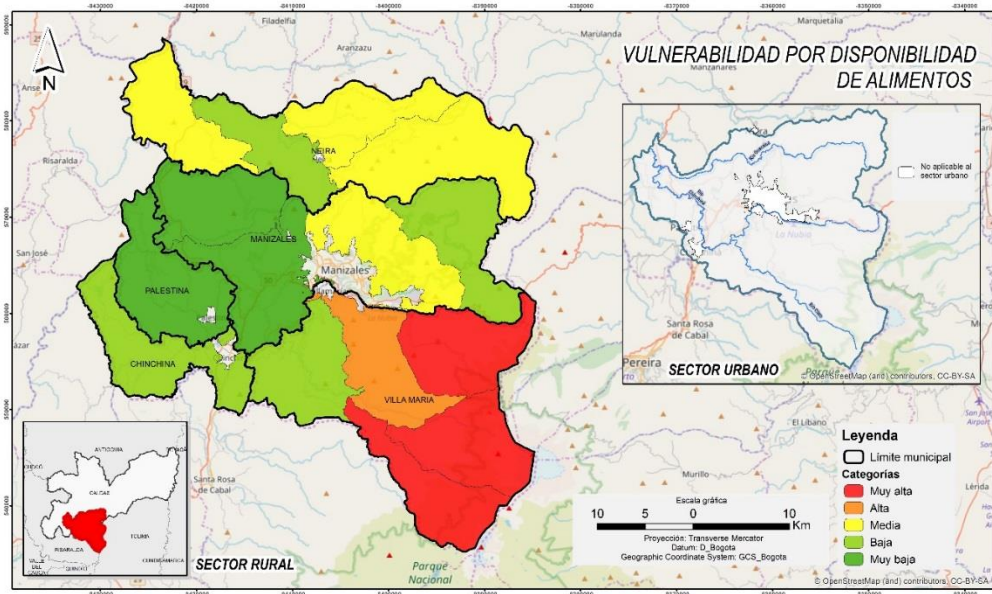
ELABORADO POR: CIIFEN

Como muestra el mapa 51, en la cuenca la vulnerabilidad por acceso a empleos en relación de dependencia es alta, principalmente en la cuenca media y baja, lo que tiene su explicación en que la principal actividad económica de estos sectores es la agropecuaria y comercial. A nivel de cabeceras urbanas Palestina y Neira poseen la mayor vulnerabilidad, mientras que Manizales y Villamaría tienen una vulnerabilidad baja y muy baja debido a que son ciudades con mayores fuentes de empleo en la cuenca.

6.1.2. Vulnerabilidad por disponibilidad de alimentos

La vulnerabilidad por disponibilidad de alimentos fue construida con información censal y de superficies con dedicación a las actividades agropecuarias, referida a sectores rurales. La valoración está orientada a que la mayor vulnerabilidad se da en los sectores con menos dedicación a la actividad agropecuaria, hogares con menor superficie de suelo dedicada a los cultivos agrícolas y de peces, así como menos superficies dedicadas a la actividad agrícola, considerando la disponibilidad de los alimentos como objeto de análisis. Las variables usadas para este fin fueron:

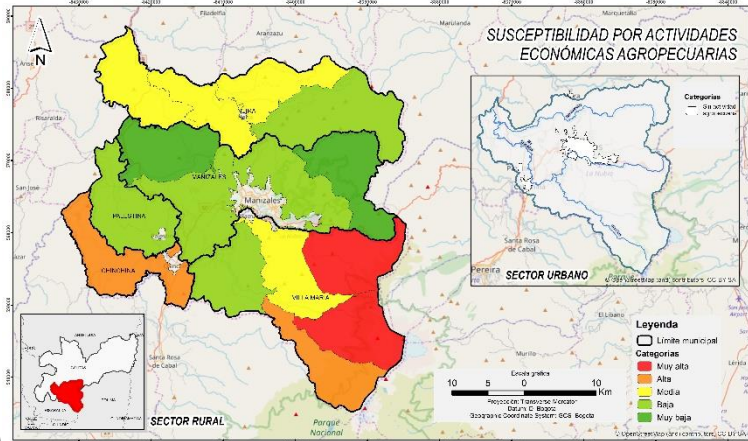
- Dedicación de la población a actividades agrícolas
- Hogares con cultivos agrícolas (unidades agropecuarias)
- Hogares con cultivos de peces (unidades agropecuarias)
- Superficies agropecuarias
- Actividades alternas a la agricultura



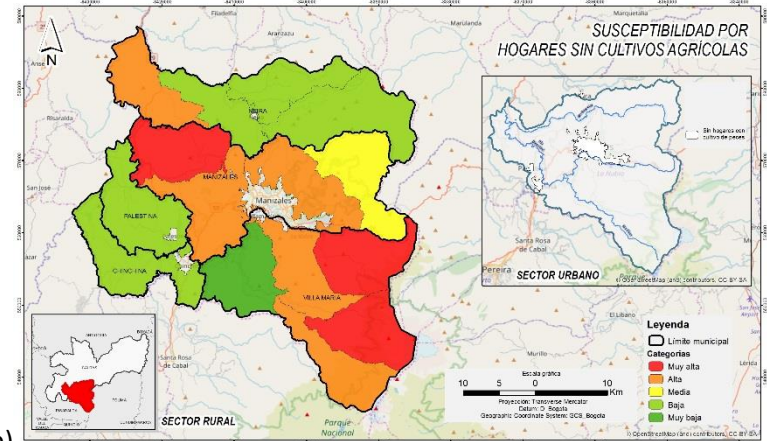
Mapa 52 Vulnerabilidad por disponibilidad de alimentos.

ELABORADO POR: CIIFEN

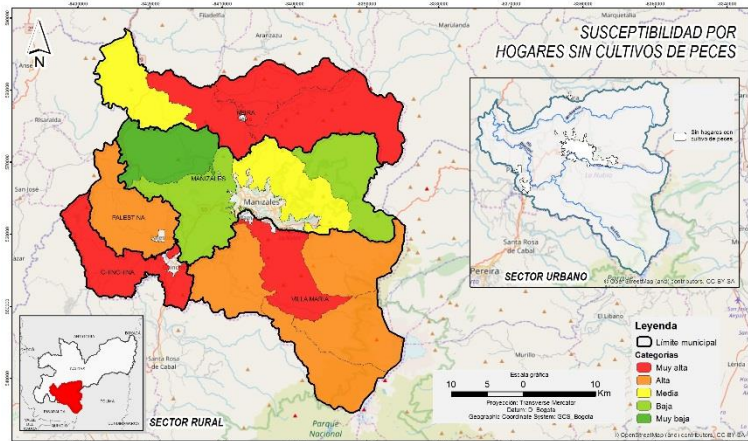
El mapa 52 muestra una vulnerabilidad muy alta en la zona de los nevados, al Este de Villamaría y una baja y muy baja vulnerabilidad en la cuenca media y baja, en los municipios de Palestina, Chinchiná y Oeste de Manizales. La configuración de este mapa se explica a continuación:



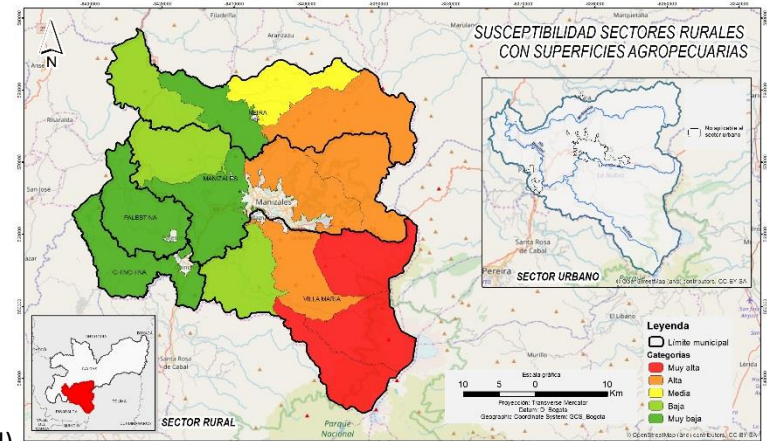
a)



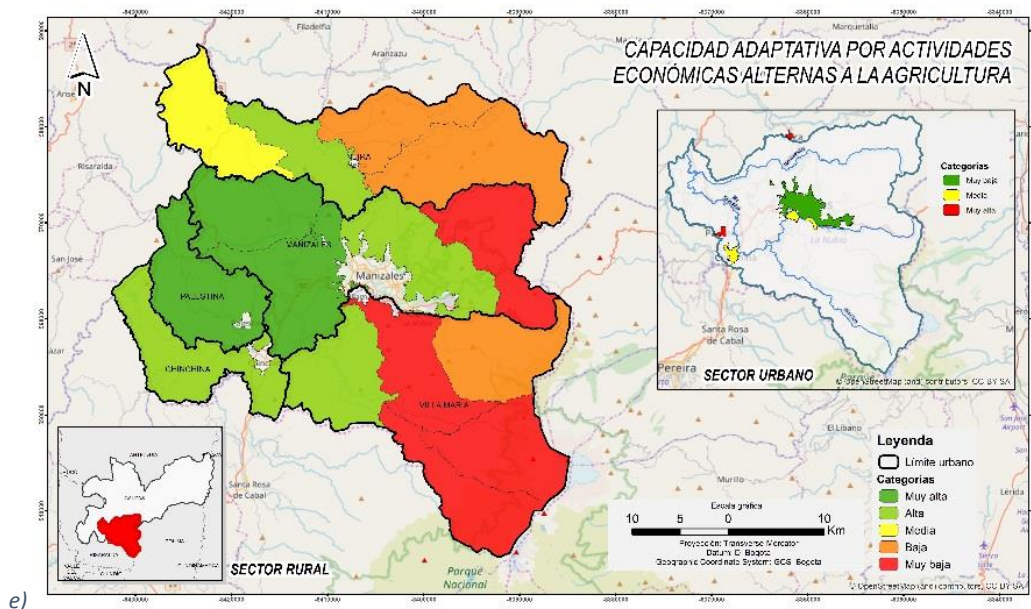
b)



c)



d)



Mapa 53 Mosaico de indicadores de vulnerabilidad por disponibilidad de alimentos. a) Susceptibilidad por actividades económicas agropecuarias, b) Susceptibilidad por hogares con cultivos agrícolas, c) Susceptibilidad por hogares con cultivos de peces, d) Susceptibilidad por superficies agropecuarias, e) Capacidad adaptativa por actividades alternas a la agricultura. Elaborado por: CIIFEN

En este sentido el mapa a) muestra que la zona de los nevados posee la mayor vulnerabilidad por personas sin dedicación a actividades agropecuarias, con una diferencia marcada en el sector centro de la cuenca, en Manizales, Palestina y Villamaría, donde se observa una baja y muy baja vulnerabilidad.

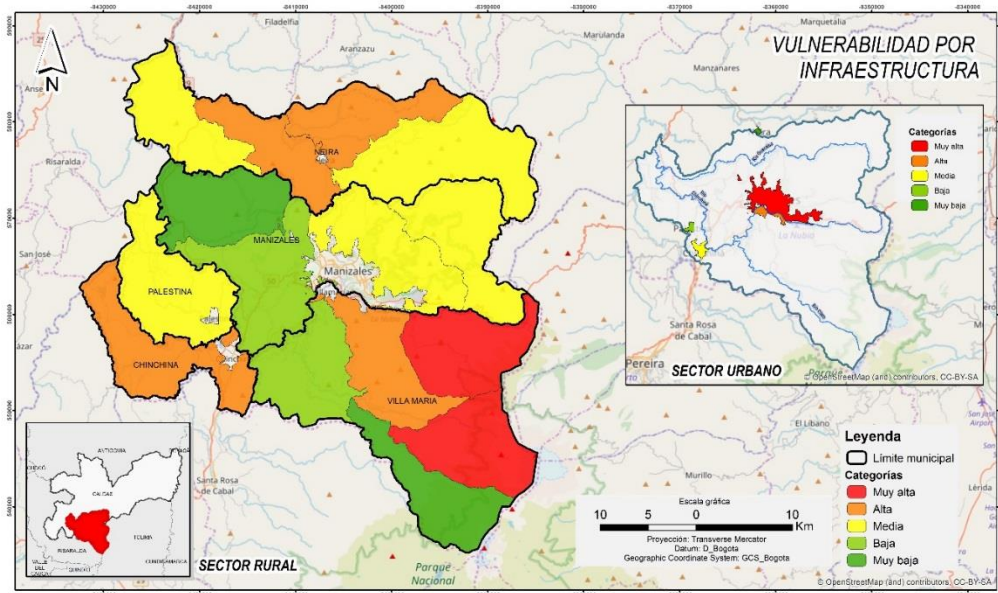
A pesar de que en la zona centro de la cuenca exista la mayor población con dedicación agropecuaria, según las unidades agropecuarias censadas en este mismo sector, la susceptibilidad es muy alta y alta, recordando que se trata de hogares que declararon no tener áreas de cultivos.

En cuanto a la susceptibilidad de hogares con cultivos de peces c), se observa una mayor susceptibilidad en la zona norte y sur de la cuenca, en los municipios de Neira, Villamaría, Chinchiná y Palestina. Manizales al tener una mayor existencia de cultivos de peces, presenta una menor susceptibilidad. Según la presencia de superficies con dedicación agropecuaria, el mapa d) muestra que la mayor vulnerabilidad se encuentra en la zona Este de la cuenca, en el área donde se ubican las Reservas Forestales y Nevados, lo cual se encuentra directamente relacionado con que es un área destinada a la conservación y protección.

Otro factor que determinó el resultado de vulnerabilidad por disponibilidad de alimentos fue la capacidad adaptativa por actividades alternas a la agricultura e), donde se consideran todas las actividades que no se encuentran relacionadas con la actividad agropecuaria, como unidades económicas, encontrándose la mayor capacidad adaptativa en cuenca media y baja como se observa en el mapa d).

6.1.3. Vulnerabilidad por infraestructura

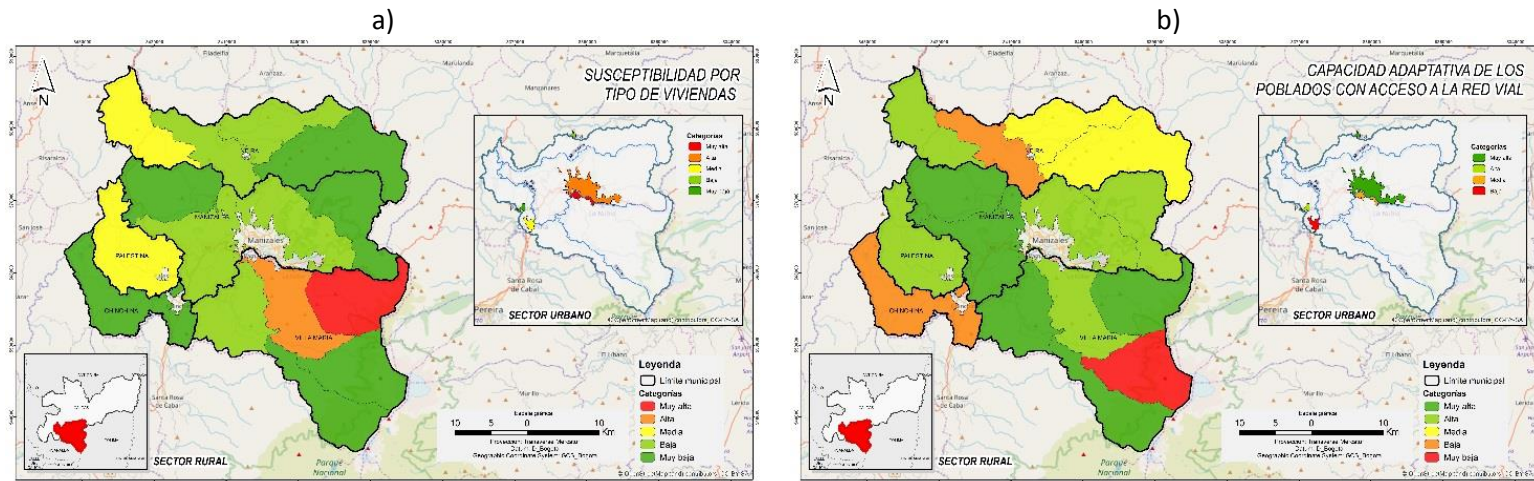
Fue construida a partir de la información vial, centros poblados y tipo de viviendas en la cuenca. Como un factor de susceptibilidad se consideró el tipo de viviendas, principalmente aquellas que no fueron construidas con materiales resistentes, como tipo hormigón. Como capacidad de adaptación fue considerado el índice de distancia de los poblados a las vías según su tipo, elaborado por CIIFEN, a partir de la cobertura de vías y los centros poblados, calculando la distancia del poblado a la vía más cercana, potencializado con el tipo de vía más próxima.



Mapa 54 Vulnerabilidad por infraestructura.

ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa muestra una mayor vulnerabilidad en la zona de los nevados, dado principalmente por el acceso de los poblados a la red vial y el tipo de viviendas en la zona de reservas naturales de la cuenca.

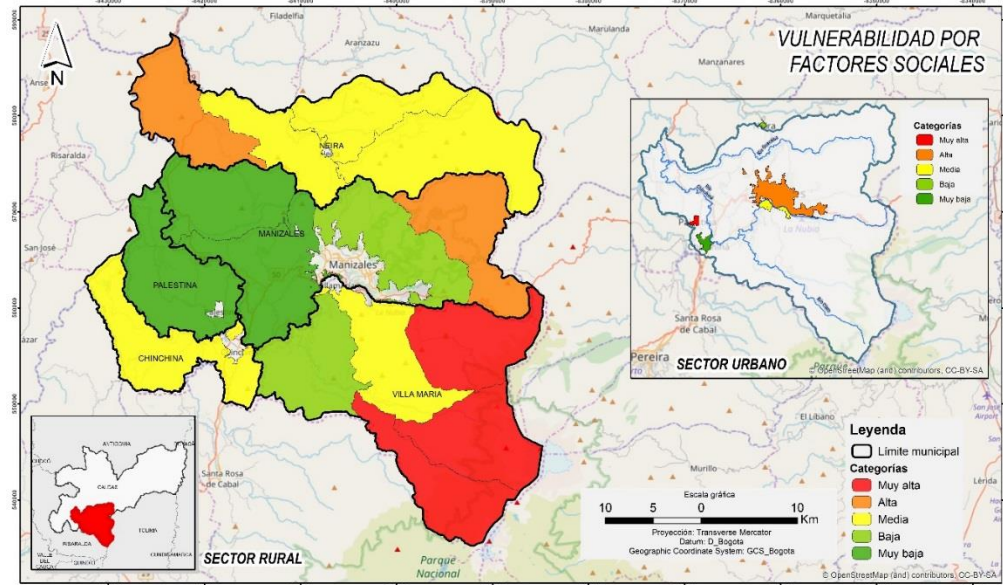


Mapa 55 Mosaico de mapas de vulnerabilidad por infraestructura. a) Susceptibilidad por tipo de viviendas y b) Capacidad adaptativa por acceso de los poblados a la red vial. ELABORADO POR: CIIFEN

En general la cuenca posee un buen acceso a viviendas de tipo hormigón, según lo observado en la sección de caracterización por tipo de vivienda, con cerca del 100% de las viviendas en los sectores rurales construídas de hormigón, por lo que solo la zona de reservas forestales de Villamaría posee una susceptibilidad alta por infraestructura de vivienda a), siguiéndole Palestina y el sector Oeste de Neira con un 2% de déficit de viviendas con este tipo de construcción. En cuanto a la capacidad adaptativa por acceso de los poblados a la red vial b), Manizales, Palestina, el Oeste de Neira y Villamaría, exceptuando la zona de los nevados tienen una alta y muy alta capacidad de adaptación por el acceso a vías.

Vulnerabilidad por factores sociales

Como se describió anteriormente, la vulnerabilidad por factores sociales se encuentra compuesta por la combinación de factores humanos como pobreza, educación y empleo, la disponibilidad de los alimentos dada principalmente por las actividades agrícolas en la cuenca y la infraestructura.



Mapa 56 Vulnerabilidad por factores sociales de la cuenca del río Chinchiná.

ELABORADO POR: CIIFEN

Como se observa en el mapa 66, la mayor vulnerabilidad de los factores sociales se encuentran en el municipio de Neira, a pesar de que en Villamaría el nivel de vulnerabilidad observada sea muy alta, esto se debe a la presencia de áreas de reserva con un limitado acceso a ciertos servicios y recursos necesarios para el desarrollo de la sociedad, lo cual marca un nivel de intervención bajo en el Área Protegida. En Neira el limitado acceso a recursos como la educación y servicios básicos marca una vulnerabilidad media y alta.

Manizales muestra un nivel de vulnerabilidad bajo y muy bajo, por ser el municipio con mejor acceso a servicios básicos, educación, alimentos e infraestructura.

6.2. Vulnerabilidad por factores naturales

Los indicadores usados para el cálculo de la vulnerabilidad por factores naturales fueron valorados en el sentido de las amenazas climáticas previamente identificadas en este estudio: deslizamientos e inundaciones. Los componentes de vulnerabilidad definidos para este fin son: Recursos hídricos y biodiversidad - servicios ecosistémicos.

6.2.1. Vulnerabilidad del recurso hídrico

La vulnerabilidad del recurso hídrico es obtenida valorando los indicadores en el sentido de la susceptibilidad ante los deslizamientos y las inundaciones, y se refiere a todos los factores relacionados con los recursos hídricos que hacen más vulnerable a la cuenca ante dichos fenómenos. Los indicadores usados para la construcción de esta aproximación son:

- Dotación hídrica
- Infiltración (Textura del suelo, Pendientes, Vegetación)
- Balance hídrico por exceso
- Deslizamientos
- Inundaciones

Dotación hídrica

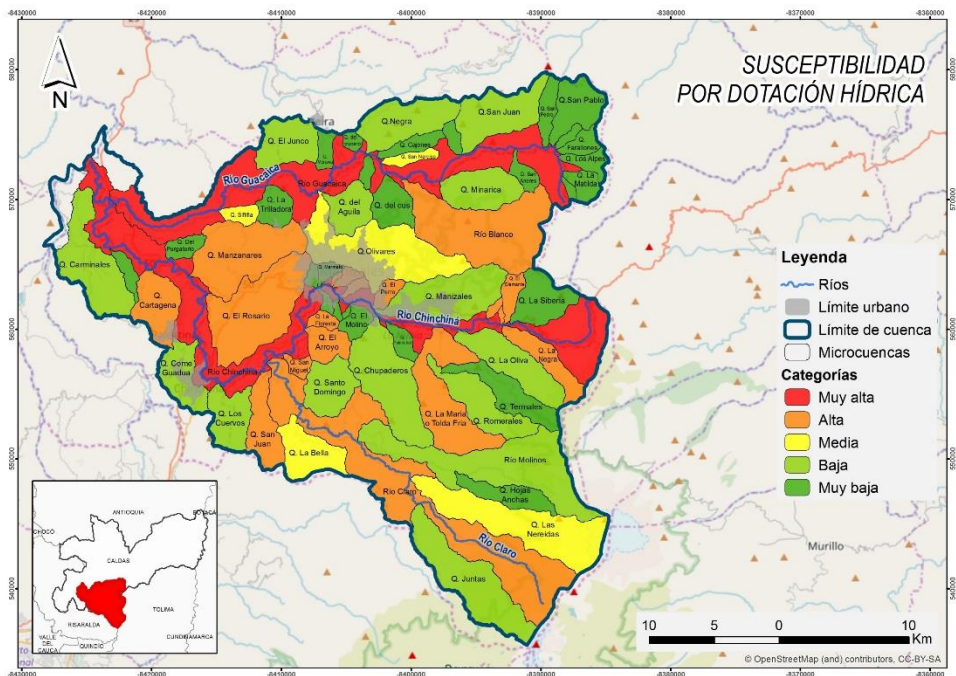
La dotación hídrica de la cuenca fue calculada a partir la cobertura de ríos simples y dobles de la cuenca y el área de la microcuenca. Para esto fue generado un índice que usa información de los órdenes de los ríos y su longitud, cuyo valor es referido al área de la microcuenca.

Tabla 17 Ejemplo de la construcción del índice de dotación hídrica

Aportante No.	Orden del aportante	Longitud del aportante (km)	Total	Índice final
Río 1	1	2	2	0.4
Río 1	2	4	8	1.6
Total índice microcuenca 1				2.0
Río 2	2	3	6	3
Río 2	4	2	8	4
Total índice microcuenca 2				7.0
Río 3	1	3	3	1
Río 3	1	4	4	1.3
Total índice microcuenca 3				2.3

ELABORADO POR: CIIFEN

El índice final es asignando al límite de la microcuenca para posteriormente ser normalizado entre 0 y 100 según el sentido de la susceptibilidad, que para el caso de los recursos hídricos es aplicable tanto para deslizamientos como para inundaciones.



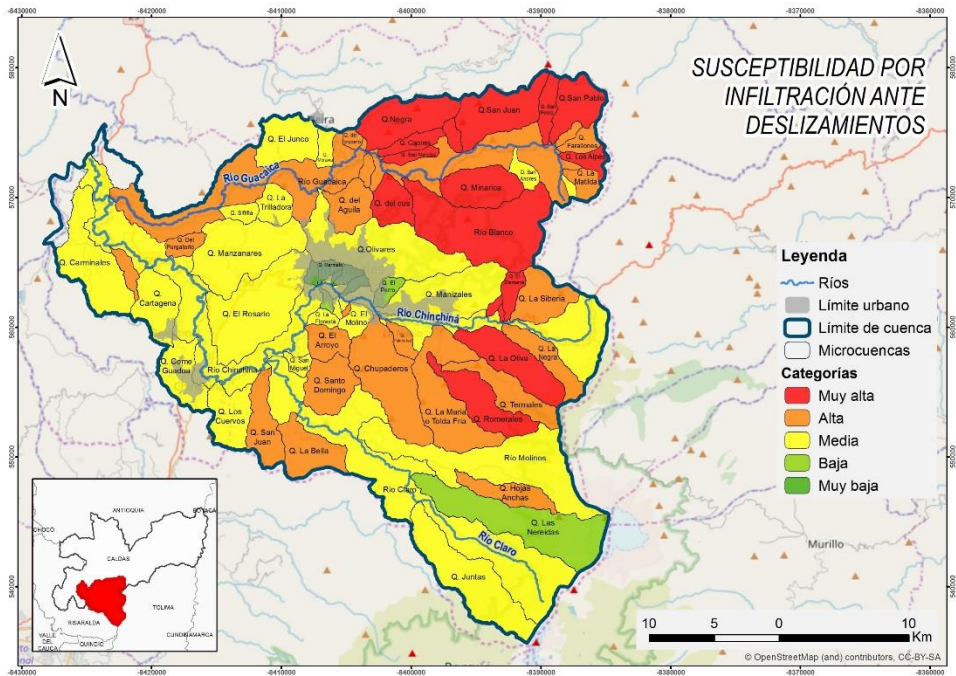
Mapa 57 Susceptibilidad por dotación hídrica.

ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa muestra que la mayor susceptibilidad por dotación hídrica se encuentra en la microcuenca del río Guaicaica y Chinchiná, en su recorrido hasta la desembocadura en el río Cauca. La microcuenca del río Claro posee una susceptibilidad alta, a muy alta en la desembocadura en el río Chinchiná.

Infiltración

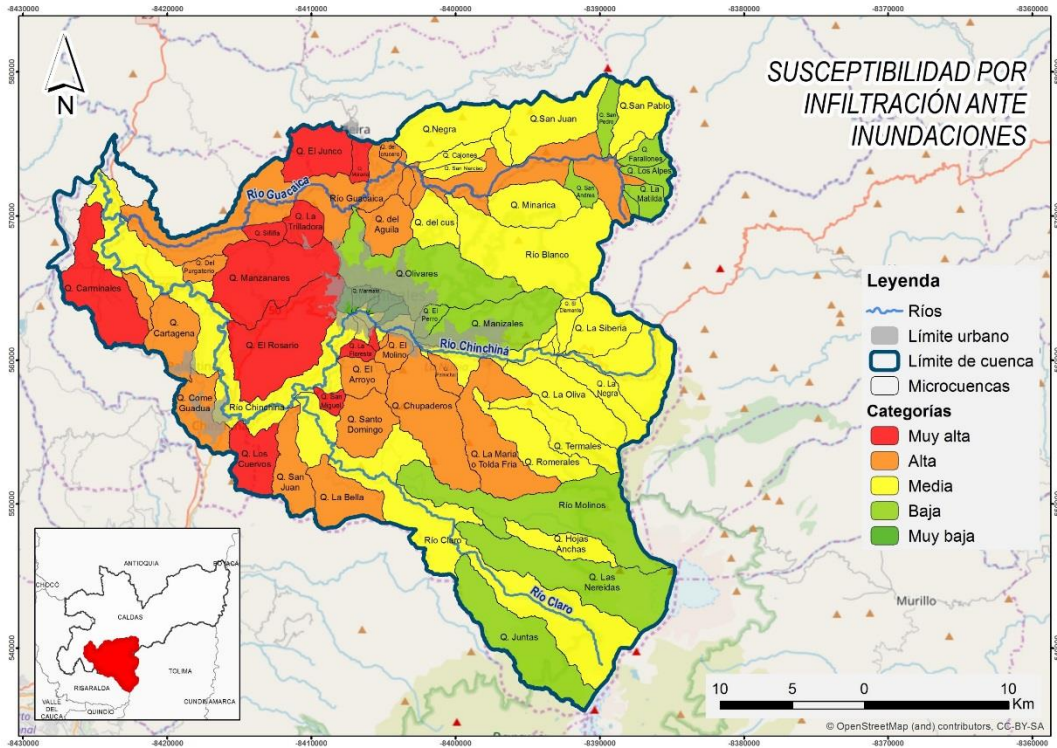
La susceptibilidad por infiltración parte de la valoración del índice de regulación hídrica descrito en la caracterización de la cuenca. Para su introducción en el cálculo de vulnerabilidad fue valorado en el sentido de las amenazas climáticas, obteniendo una susceptibilidad ante deslizamientos y otra para inundaciones.



Mapa 58 Susceptibilidad por infiltración ante deslizamientos.

ELABORADO POR: CIIFEN

La susceptibilidad por infiltración ante deslizamientos es más alta en las microcuencas ubicadas en la parte alta de la subcuenca del río Guacaica y Chinchiná. De manera general la cuenca posee una susceptibilidad por infiltración entre media y alta.



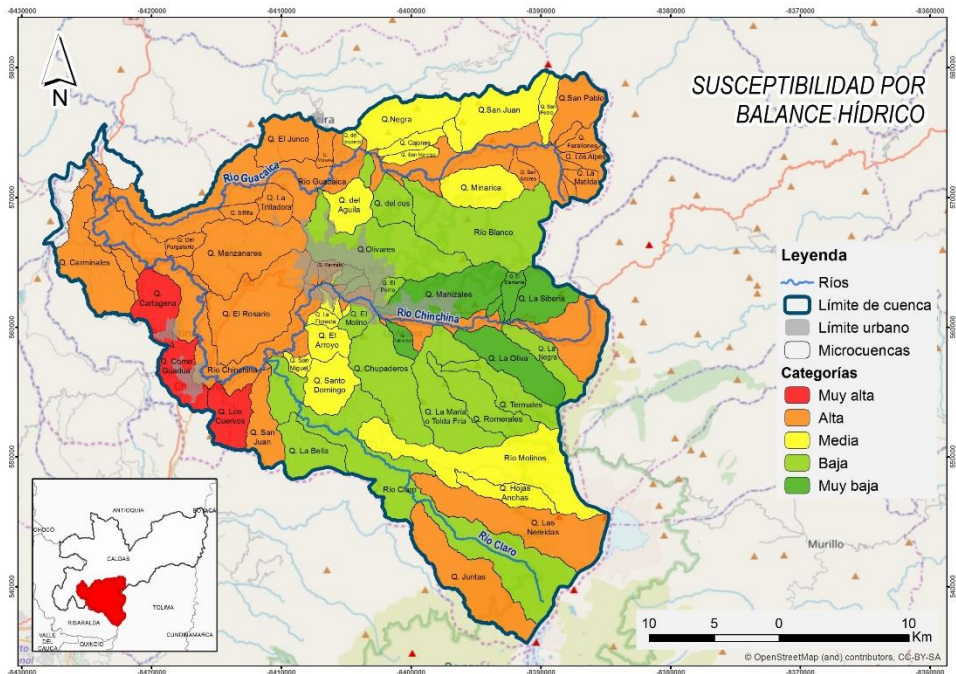
Mapa 59 Susceptibilidad por infiltración ante inundaciones.

ELABORADO POR: CIIFEN

La susceptibilidad por infiltración ante inundaciones, muestra que en la cuenca media y baja existen mayores niveles de susceptibilidad, junto con afluentes del río Chinchiná como la quebrada Chupaderos y Tolda Fría, Santo Domingo, el Arroyo y La Floresta, en el sentido sur del río.

Balance hídrico por exceso

La susceptibilidad por balance hídrico fue obtenida a partir la información de balance hídrico del POMCA y descrita en el capítulo de caracterización. Los valores de balance hídrico fueron llevados al límite de microcuencas y posteriormente normalizados entre 0 y 100 para su inclusión en el cálculo de vulnerabilidad. Este indicador fue considerado para la vulnerabilidad ante deslizamientos e inundaciones.



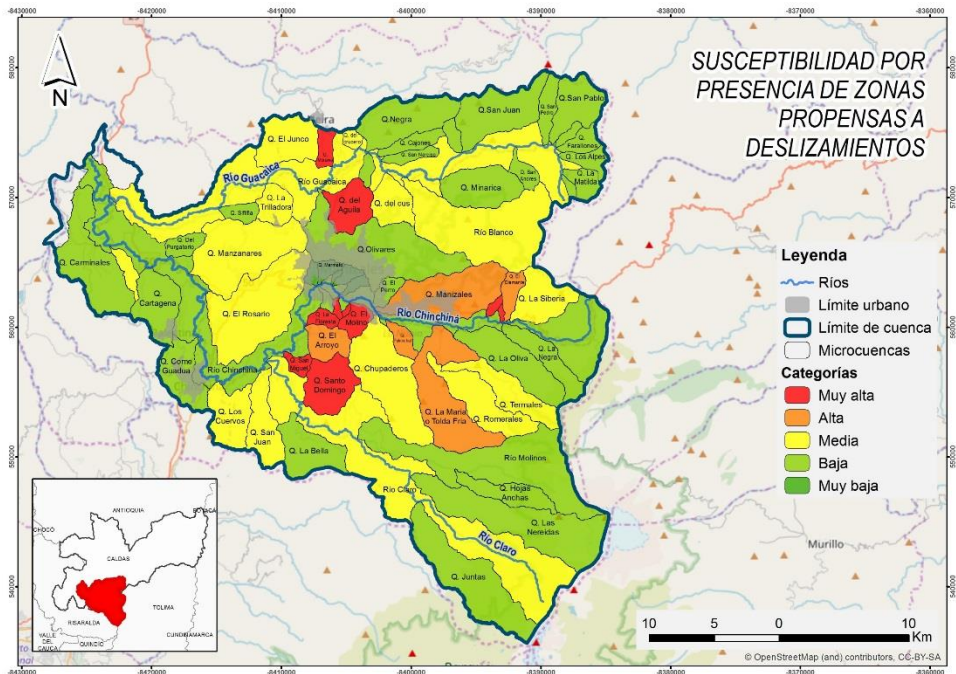
Mapa 60 Susceptibilidad por balance hídrico.

ELABORADO POR: CIIFEN

Muestra su mayor nivel de susceptibilidad en la cuenca media y baja, valores medios en las microcuencas de la ribera del río Guacaica y microcuencas de las quebradas Las Nereidas y las Juntas, la parte alta de la subcuenca del río Claro, en la zona de los nevados. En la cuenca media y alta la susceptibilidad es baja y muy baja.

Zonas propensas a deslizamientos

La susceptibilidad por presencia de zonas propensas a deslizamientos, fue obtenida de la sección de amenazas del POMCA, y para fin de su inclusión en el cálculo, fue referida al límite de las microcuencas. Los valores obtenidos fueron normalizados entre 0 y 100 y aplicados en la fórmula de vulnerabilidad.



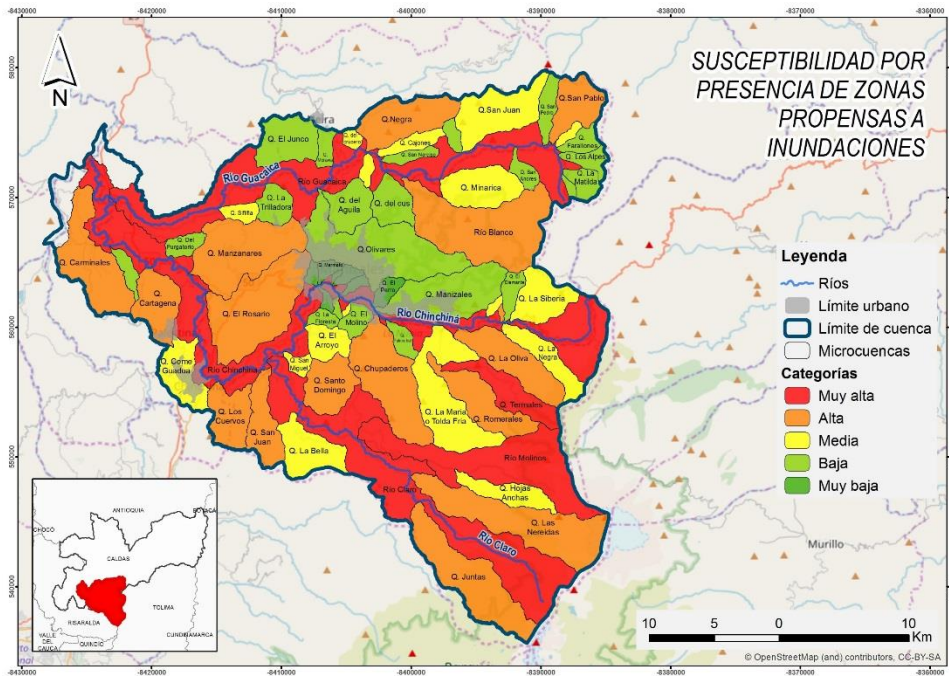
Mapa 61 Susceptibilidad por deslizamientos.

ELABORADO POR: CIIFEN

La mayor susceptibilidad por deslizamientos se encuentra en las zonas sur de Manizales, en la subcuencas del río Chinchiná; las microcuencas de las quebradas Manizales, El Molino, la Floresta y la quebrada del Águila, presentan una susceptibilidad alta y muy alta a los deslizamientos. Hacia el sur, las microcuencas que desembocan al río Claro como son: quebrada San Miguel y Santo Domingo también presentan una susceptibilidad muy alta, como ocurre al norte, en Neira con la quebrada Moravia.

Zonas propensas a Inundaciones

La susceptibilidad por presencia de zonas propensas a inundaciones, fue obtenida de la sección de amenazas del POMCA, y para fin de su inclusión en el cálculo, fue referida al límite de las microcuencas. Los valores obtenidos fueron normalizados entre 0 y 100 y aplicados en la fórmula de vulnerabilidad.

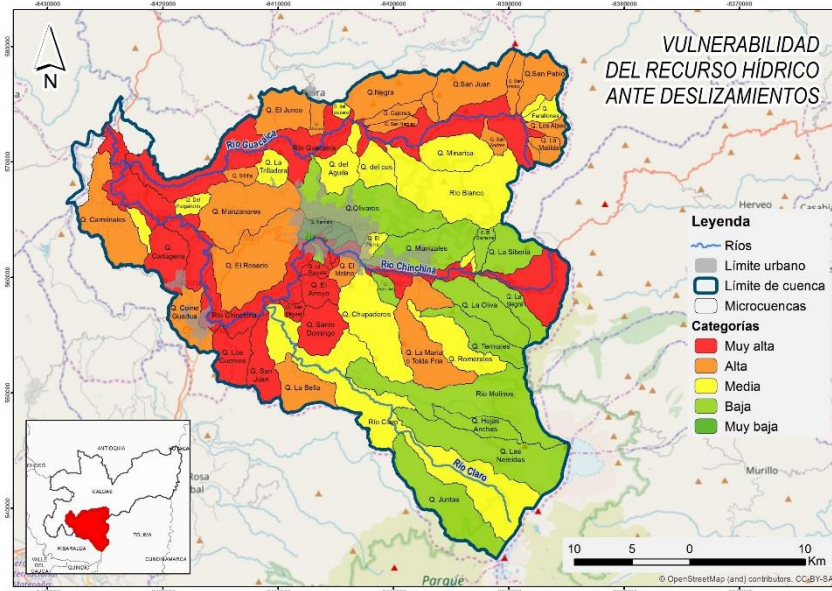


Mapa 62 Susceptibilidad por inundaciones.

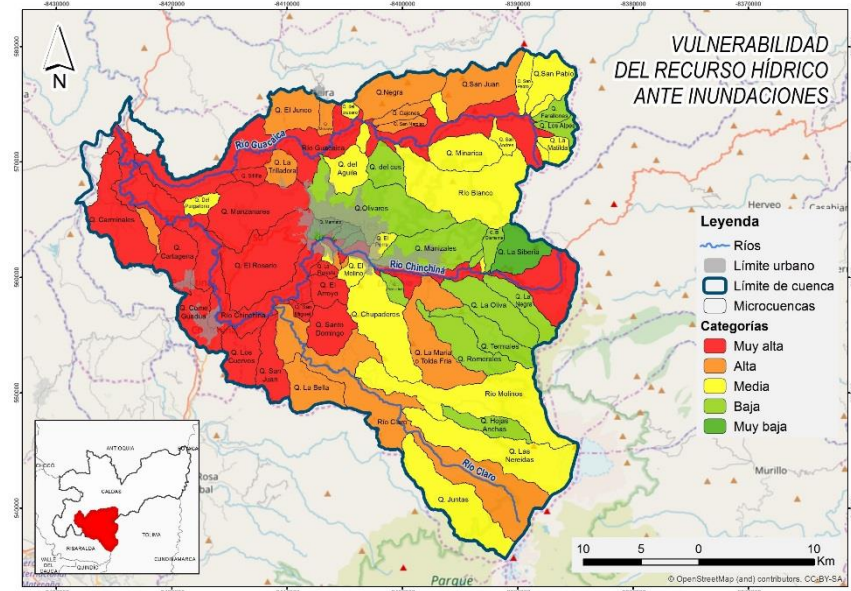
ELABORADO POR: CIIFEN

La susceptibilidad por áreas propensas a inundaciones tiene un nivel muy alto y alto principalmente en las microcuencas de la zona de ribera del río Guacaica, Chinchiná y Claro (río Molinos y quebrada Termas), hasta la desembocadura en el río Cauca. El sector norte de Manizales posee una susceptibilidad baja a las inundaciones.

Vulnerabilidad de los recursos hídricos



a)



b)

Mapa 63 Vulnerabilidad del recurso hídrico ante deslizamientos e inundaciones.

ELABORADO POR: CIIFEN

- a) La vulnerabilidad de los recursos hídricos ante deslizamientos se presenta de manera más marcada en la zona norte en las microcuencas del río Guacaica, hacia el centro de la cuenca, en la microcuenca de la zona de ribera del río Chinchiná, atravesando la ciudad de Manizales, en la quebrada Manzanares y el Rosario con susceptibilidad alta y muy alta en la quebradas Arroyo, Santo Domingo, San Miguel, San José, Los Cuervos y Cartagena, hasta la desembocadura en el río Cauca.
- b) En cuanto a la susceptibilidad de los recursos hídricos ante inundaciones, el mayor nivel se encuentra de manera general en la cuenca media y baja, las microcuencas de la ribera del río Guacaica y Chinchiná también poseen una vulnerabilidad muy alta ante inundaciones desde su parte alta.

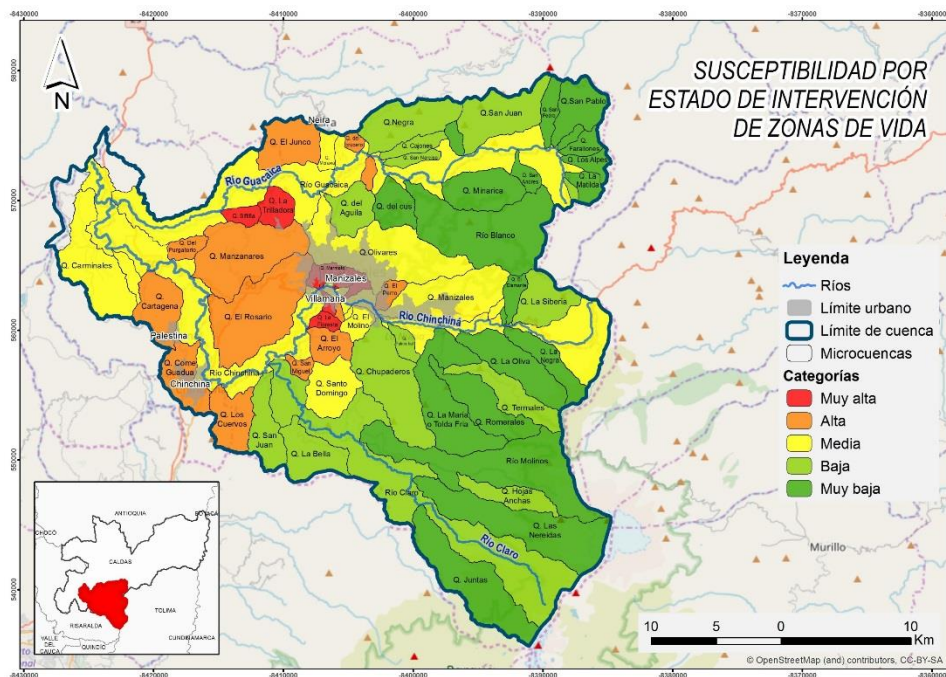
6.2.2. Vulnerabilidad de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

Para la obtención de esta vulnerabilidad fueron considerados indicadores que nos permitan conocer el estado de intervención de los ecosistemas, así como de protección. Para esto fueron definidas las siguientes variables:

- Estado de intervención de los ecosistemas
- Áreas protegidas

Estado de intervención de los ecosistemas

Este indicador fue obtenido a través del cálculo de la diferencia entre la cobertura de zonas de vida de Holdridge y el uso del suelo de 2010, donde fueron analizados y valorados los niveles de intervención de los ecosistemas y el estado actual de los mismos. El resultado de esta valoración fue referida al límite de la microcuenca.



Mapa 64 Susceptibilidad por estado de intervención de zonas de vida.

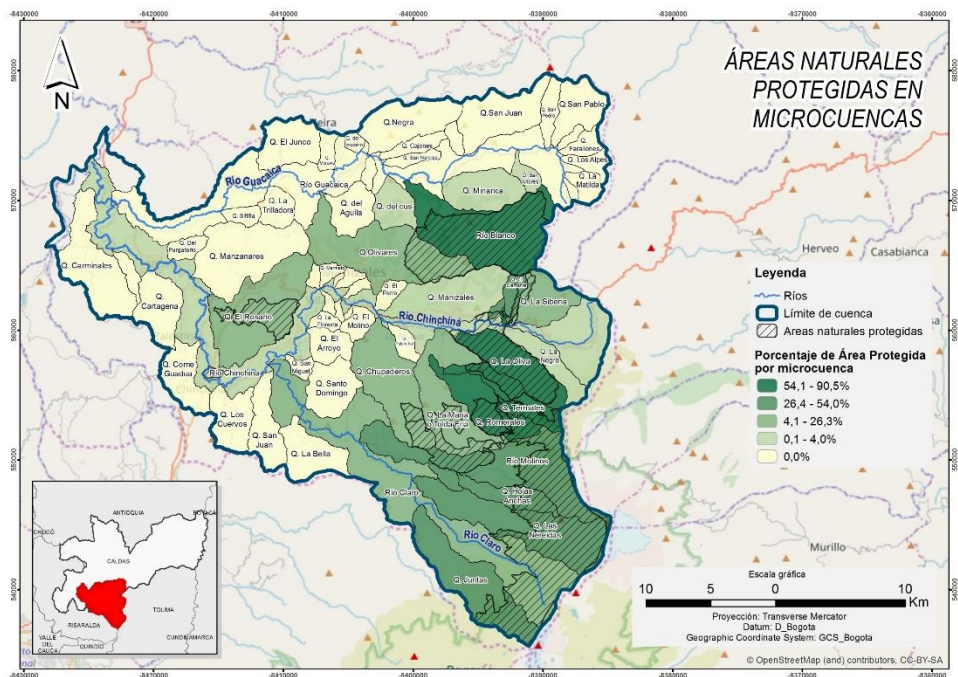
ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa 64 muestra que el mayor nivel de susceptibilidad se encuentra en la cuenca media, en la zona de la cabecera urbana de Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina y Neira, territorio que ha sido notablemente intervenido por la introducción de cultivos en zonas de vida de bosques premontanos, lo que fue evidenciado en la capa de estado de intervención obtenida del proceso antes mencionado.

Áreas protegidas

La susceptibilidad por cobertura de áreas protegidas en la cuenca fue considerada como un factor de protección de ecosistemas y su biodiversidad. Para su inclusión en la fórmula de vulnerabilidad,

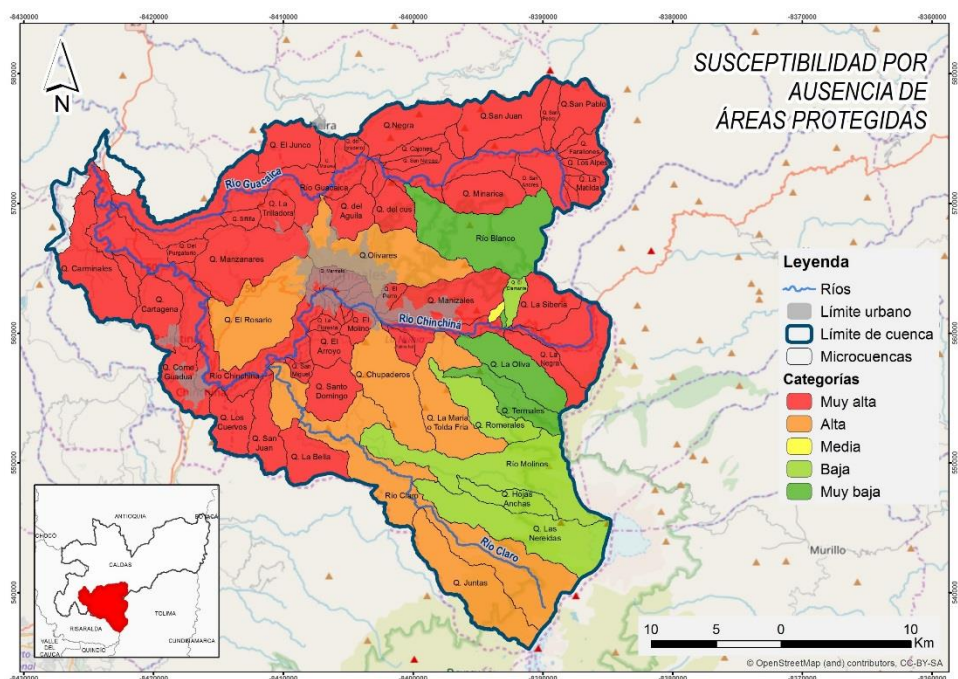
fue calculado el porcentaje de la superficie destinada para la protección de los ecosistemas, con relación al área de la microcuenca.



Mapa 65 Porcentaje de Áreas Protegidas por microcuenca.

ELABORADO POR: CIIFEN

La susceptibilidad por ausencia de áreas protegidas se presenta a continuación:



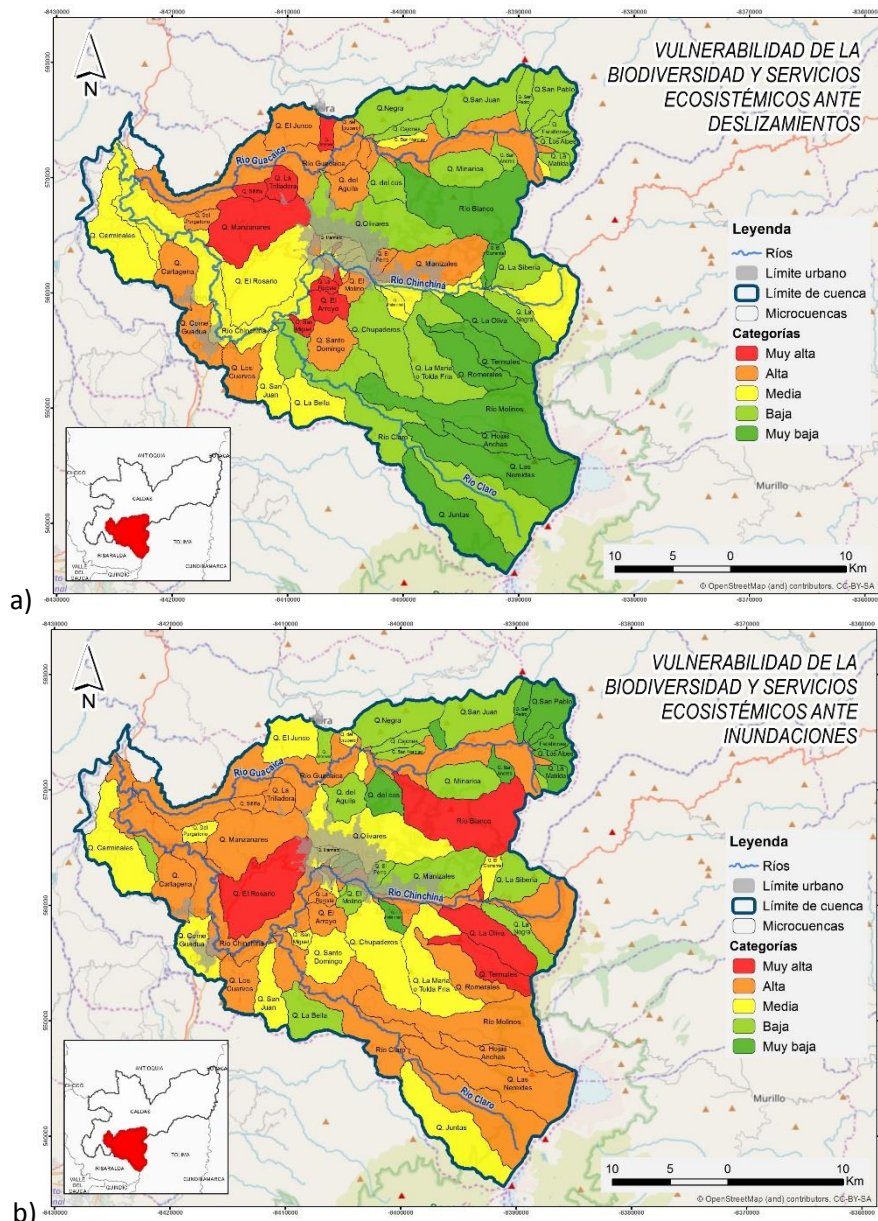
Mapa 66 Susceptibilidad por ausencia de áreas protegidas.

ELABORADO POR: CIIFEN

El mapa muestra que las zonas con susceptibilidad por presencia de áreas protegidas más baja se encuentran en la cuenca alta del río Chinchiná, lo que se hace evidente por la existencia de reservas forestales, zonas de conservación de suelos y el Parque Nacional Los Nevados. Exceptuando la zonas de reserva, la subcuenca del río Guacaica, Chinchiná y el sector medio de la subcuenca del río Claro, las que poseen una vulnerabilidad muy alta por la ausencia de áreas de protección natural.

Vulnerabilidad de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

Usando los indicadores antes descritos fue aplicada la fórmula de vulnerabilidad, integrando al cálculo la susceptibilidad por zonas propensas a deslizamientos e inundaciones ya descritas en la vulnerabilidad de recursos hídricos, obteniendo los siguientes resultados:



Mapa 67 Vulnerabilidad de la biodiversidad y servicios ecosistémicos ante deslizamientos e inundaciones.

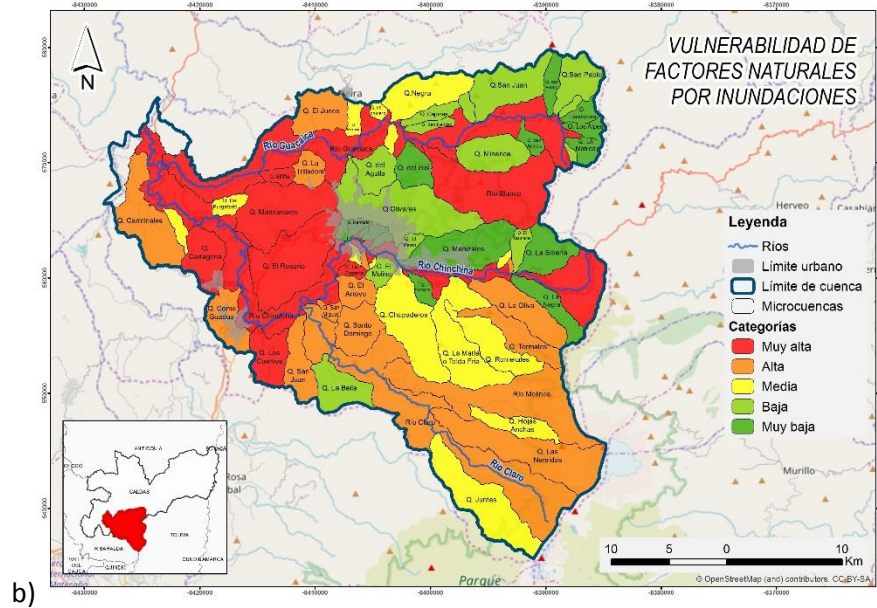
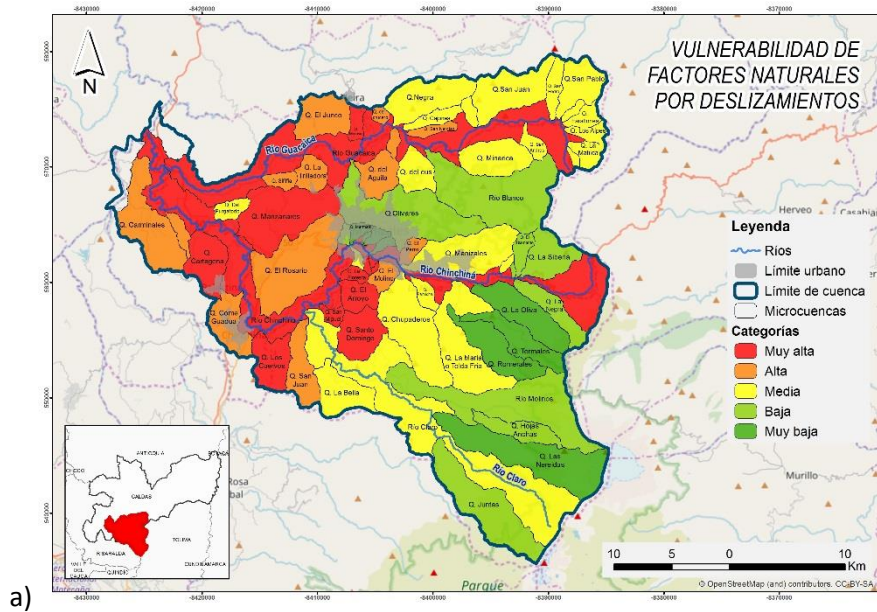
ELABORADO POR: CIIFEN

Esta vulnerabilidad tiene sus mayores niveles en la cuenca media y baja, principalmente en las subcuencas del río Guacaica y Chinchiná, antigua a la ciudad de Manizales, la quebrada Manzanares, la Trilladora y la Sifilia evidencian la mayor vulnerabilidad por deslizamientos. Al sur de Neira la quebrada Moravia muestra la mayor vulnerabilidad por deslizamientos. La cuenca alta presenta una vulnerabilidad muy baja por la presencia de áreas protegidas y sin intervención. b) La vulnerabilidad se encuentra distribuida de manera irregular en la cuenca, manteniendo una tendencia a un nivel alto en las microcuencas del río Guacaica, Chinchiná y Claro. La quebrada El Rosario, ubicada al Oeste de Manizales, muestra una vulnerabilidad muy alta por inundaciones, al igual que las quebradas La Olivia y Termales, afluentes del río Chinchiná.

Una vulnerabilidad muy baja se observa en la cuenca alta del río Guacaica, dada por el muy bajo estado de intervención de la cuenca en su parte alta.

Vulnerabilidad por factores naturales

Los mapas a continuación contienen el valor total de vulnerabilidad considerando los recursos hídricos y la Biodiversidad y servicios ecosistémicos para cada amenaza.



Mapa 68 Vulnerabilidad total de los factores naturales por deslizamientos e inundaciones.

ELABORADO POR: CIIFEN

a) El mapa muestra un marcado nivel de vulnerabilidad alta y muy alta en las microcuencas de la ribera del río Guacaica y Chinchiná, como ya se mencionó en el análisis de los componentes o vulnerabilidades parciales ante deslizamientos. La cuenca media y baja también presenta el mismo nivel de vulnerabilidad (alta y muy alta). La cuenca alta presenta un nivel de vulnerabilidad bajo y muy bajo por su bajo estado e intervención y presencia de áreas protegidas.

En cuanto la vulnerabilidad de los factores naturales ante inundaciones, la mayor vulnerabilidad se evidencia en las microcuencas de las riberas de los ríos Guacaica, Chinchiná y Claro. Existe un área con vulnerabilidad baja y muy baja entre la subcuenca del río Guacaica y Chinchiná (aportantes), lo que se ve relacionado al bajo estado de intervención de la cuenca en estos sectores. La cuenca media y baja, hasta la desembocadura en el río Cauca, posee una vulnerabilidad alta y muy alta ante las inundaciones.

Socialización de resultados

La socialización de los resultados del estudio de vulnerabilidad por factores sociales y naturales de la cuenca del río Chinchiná fue realizada en las ciudades de Neira, Chinchiná y Manizales, para lo cual fueron presentadas las bases conceptuales de riesgo y vulnerabilidad, la metodología aplicada para el análisis de amenazas climáticas del territorio y los estudios relacionados con la vulnerabilidad ante el cambio climático y variabilidad climática existentes en la cuenca.

Se realizó principal énfasis en el aporte que tendrán los resultados del estudio y metodología usada en la gestión de riesgos de los municipios de la cuenca y Corporación.

Los participantes realizaron una dinámica grupal donde se ejemplificó la importancia de la interdisciplinariedad de los estudios de vulnerabilidad, su relación con los actores locales y personal técnico, para la toma de decisiones. Finalmente se realizó una ronda de preguntas, enfocadas al tipo de información utilizada y la metodología para el cálculo de vulnerabilidad.

A los talleres asistió personal técnico de las alcaldías, ONGs, la academia y la comunidad, como se describe a continuación (anexo):

Taller Neira:

Alcaldía de Neira, Bomberos de Neira, Secretaría de desarrollo Rural, Unidades Municipales de Asistencia Técnica –UMATA, Comunidad, Dirección territorial de salud de Caldas, Sociedad civil, Corporación Mastul, Comité de ganaderos de Neira, Consejo de cuencas del Tapias, Comité de cafeteros.

Taller Chinchiná:

Participantes del taller de Chinchiná: Alcaldía de Chinchiná, Institución Educativa Santagueda, Fundación Ecológica Cafetera, Personería Municipal, Veeduría Municipal, Fundación Groch, Comité de Cafeteros, Asojac Palestina, FINDETER, Docentes.

Taller Manizales:

Participantes del taller en Manizales: Aguas de Manizales, Aguas de Manizales, Universidad Católica de Manizales, Corporación Transformación, Parque Nacional Los Nevados, Asociación Juntas de Acción Comunal, CHEC, Universidad de Caldas, Corpocaldas, Universidad Nacional, PARA-AGUA, Fundación Pangea, Alcaldía de Villamaría.

En conclusión, se tuvo que la socialización de los resultados de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná, en la ciudad de Neira, permitió establecer compromisos para la capacitación de los técnicos del municipio en la elaboración y actualización del estudio de vulnerabilidad para el municipio, con la información disponible.

Durante la socialización de los resultados de vulnerabilidad en la ciudad de Chinchiná y Manizales, los participantes realizaron preguntas en torno a la metodología e información utilizada, no obstante, no se tuvieron sugerencias de ajustes al estudio relacionados con la metodología y sus resultados.

Una importante conclusión en los 3 talleres de socialización fue la diversa y al mismo tiempo limitada información disponible para los estudios de vulnerabilidad, para lo cual se sugirió que los estudios sean particularizados para cada municipio con información actualizada y a nivel de veredas.

Limitaciones encontradas

La principal limitación encontrada fue en el acceso y disponibilidad de datos de población y vivienda actualizados y atribuidos a las divisiones político administrativas más pequeñas para espacializar dichos datos a través de un SIG, en el territorio de la cuenca del río Chinchina, limitando el uso de índices de susceptibilidad y capacidad de adaptación. A fin de poder realizar una aproximación de la vulnerabilidad por factores sociales se utilizó la división política a nivel de sector rural y urbano de DANE, ligada a un número limitado de variables del Censo Básico de Población y Vivienda del DANE al 2005.

Por otro lado, durante los talleres de socialización de la metodología de vulnerabilidad fue recomendado el uso de información a nivel de veredas de los municipios, la misma que fue consultada y solicitada, encontrando una heterogeneidad en las variables disponibles para cada municipio. El SISBEN por su lado maneja información social actual, la que se encuentra estratificada, requiriendo, para efectos de este estudio, que dicha información sea estandarizada y homogénea para todos los municipios de la cuenca.

En cuanto a la información censal del DANE, el censo ampliado cuenta con un número generoso de variables que poseen un grado de incertidumbre alto, el cual depende del municipio censado y del valor proyectado de población al 2005 utilizado para la selección aleatoria de los hogares a ser censados con el formulario ampliado. Es por esto que las variables usadas para el cálculo de vulnerabilidad por factores sociales son reducidas, se basan en los resultados del censo básico y proponen una metodología que es ajustable y que puede ser aplicada en los municipios y particularizada con la información disponible en cada uno de ellos.

7. CONCLUSIONES

El diagnóstico de los estudios relacionados con riesgos climáticos en la cuenca del río Chinchiná, permitió establecer los lineamientos para el desarrollo de la base conceptual y metodológica a partir de la cual fue construida la metodología de vulnerabilidad aplicada en este estudio.

A partir del diagnóstico de estudios realizados en la cuenca, se pudo identificar información disponible y sus fuentes de acceso, proceso que contribuyó a la elaboración de una caracterización social y bifásica de la cuenca, poniendo a disposición indicadores claves para la construcción de la metodología de vulnerabilidad.

La consulta de registros de eventos, consultas con la comunidad y el uso de información científica permitió conocer que las principales amenazas hidroclimáticas de la cuenca se encuentran relacionadas con las lluvias intensas, dando paso a fenómenos asociados como son los deslizamientos y las inundaciones. Estos fenómenos fueron la base para establecer el sentido de la valoración de los indicadores de vulnerabilidad social y natural.

La realización de talleres participativos con la comunidad y personal técnico de instituciones relacionadas con la generación de información, permitieron realizar el ajuste de los indicadores propuestos de manera inicial, los mismos que posteriormente fueron definidos con el acceso a información oficial y en la medida de lo posible actual.

La socialización de los resultados de vulnerabilidad, permitió realizar el ajuste de los resultados obtenidos durante el estudio, mediante la realización de talleres participativos con los actores locales de la comunidad, y el personal técnico inicialmente consultado.

Los mapas de vulnerabilidad social permitieron identificar que los sectores rurales del municipio de Neira poseen una mayor vulnerabilidad, de la misma manera que aquellos sectores ubicados en el sector Este de Villamaría y Manizales, lo que es normal al ser zonas reserva forestal y de Nevados, con un nivel de intervención humana es baja.

La vulnerabilidad de factores naturales ante deslizamientos, evidenció un nivel de vulnerabilidad alta y muy alta en las microcuencas del río Guacaica y Chinchiná, mientras la cuenca media y baja también presenta el mismo nivel de vulnerabilidad. La cuenca alta presenta un nivel de vulnerabilidad bajo y muy bajo por su bajo grado de intervención y presencia de áreas protegidas.

La vulnerabilidad de factores naturales ante inundaciones mostró que la mayor vulnerabilidad se evidencia en las microcuencas de los ríos Guacaica, Chinchiná y Claro, existiendo a su vez un área con vulnerabilidad baja y muy baja entre la subcuenca del río Guacaica y Chinchiná (aportantes), lo que se ve relacionado al bajo estado de intervención de la cuenca en estos sectores. La cuenca media y baja, hasta la desembocadura en el río Cauca, posee una vulnerabilidad alta y muy alta ante inundaciones.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. (2013). *Informe sobre el desarrollo mundial 2014. Panorama general: Riesgo y oportunidad. La administración del riesgo como instrumento de desarrollo*. Washington: DC: Banco Mundial, Licencia: Creative Commons Reconocimiento CC BY 3.0.
- CEPAL. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.
- Chen, C., Noble, I., Hellmann, J., Coffee, J., Murillo, M., & Chawla, N. (2015). *Country Index Technical Report*. University of Notre Dame Global Adaptation Index.
- CIIFEN. (2017). *Comprendiendo la Vulnerabilidad, el riesgo y los impactos para incrementar la resiliencia climática: guía metodológica basada en la experiencia*. Guayaquil, Ecuador.
- Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico* (Vol. 124p). (V. y. Ministerio de Ambiente, Ed.) Bogotá, DC, Colombia.
- Congreso de Colombia. (24 de abril de 2012). Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y establecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. *Ley 1523*. Bogotá, Colombia.
- CORPOCALDAS. (2013). *Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del río Chinchiná departamento de Caldas –POMCA Chinchiná*.
- CORPOCALDAS. (15 de Diciembre de 2017). *Planes y Programas*. Obtenido de Plan de Acción 2016-2019: <http://www.corpocaldas.gov.co/>
- CORPOCALDAS a. (2016). Plan de Acción Institucional 2016-2019. *Actualización del diagnóstico ambiental de Caldas*. Manizales, Caldas, Colombia. Obtenido de <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/331/2016-2019/06-16/ActualizacionDiagnosticoPA-Web.pdf>
- CORPOCALDAS b. (2016). Plan de acción institucional 2016-2019. *Construcción participativa comunitaria y sectorial*. Manizales, Caldas, Colombia. Obtenido de <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/331/2016-2019/06-16/ConstruccionParticipativaPA-Web.pdf>
- CORPOCALDAS c. (2016). Plan de acción institucional 2016-2019. *Acciones Operativas*. Manizales, Caldas, Colombia. Obtenido de <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/331/2016-2019/06-16/AccionesOperativasPA-Web.pdf>
- CORPOCALDAS, & ASOCARS. (2015). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Corporación OSSO. (2013). *Sistema de Inventario de Desastres: DESINVENTAR. Base de datos online*. (L. R. Corporación OSSO, Productor, & Secretaría Nacional de Gestión de Riesgo (SNGR)) Recuperado el 2014, de Base de datos mundial sobre desastres: <http://www.desinventar.org/es/database>

- DANE. (22 de Agosto de 2008). Principales hallazgos del Estudio de la información recolectada en el censo 2005 sobre las unidades económicas independientes y la actividad agropecuaria asociada a la vivienda. (M. I. Gutierrez, Ed.)
- Enns, R. (2010). *It's a Nonlinear World*. Springer.
- GOTTA, CORPOCALDAS. (2017). *Estimación del Indicador de Sequía para Determinar Escenarios de Cambio Climático en la Jurisdicción de Corpocaldas, como insumo para la Incorporación de Cambio Climático en el Ordenamiento de Cuencas y Planes de Manejo*. Medellín, Colombia.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2017). *Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia. Tercera Comunicación de Cambio Climático*. Bogotá, D.C., Colombia.
- IGAC. (2012). *Estudio Semidetallado del Suelo de los Municipios de Manizales, Chinchiná, Palestina, Neira y Villamaría*. Caldas.
- INVIAS. (15 de diciembre de 2017). *Mapas de carreteras*. Obtenido de <http://hermes.invias.gov.co/carreteras/>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 64, 104 pp. (Core Writing Team, Pachauri, R.K, & Reisinger, A., Edits.) Geneva,, Switzerland,.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate. Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the*, 582 pp. (Field, C.B, V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, . . .M. Midgley, Edits.) UK,, NY, USA: Cambridge University Press Cambridge.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1132 pp. (Field, C.B, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, . . . L.L. White, Edits.) United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.
- KfW. (abril de 2016). *Evaluación de aspectos ambientales sociales y climáticos propios de procesos*. Banco de Desarrollo.
- Marín, J. P. (2017). *Dinámica de los eventos hidroclicmáticos extremos en la cuenca del Río Chinchiná por efecto de variabilidad climática. Tesis de Maestría*. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales (en revisión).
- Ministerio de Vivienda, C. y. (19 de septiembre de 2014). Decreto 1807. *Incorporación de la Gestión del Riesgo de Desastres en los Planes de Ordenamiento Territorial*. Bogotá, Colombia.
- Poveda, G., Turbay, S., Vélez, J. J., Ocampo, O., Acevedo, E. C., & Bedoya, M. (2014). *Vulnerabilidad y adaptación a las variaciones climáticas extremas en la cuenca de la quebrada Los Cuervos, afluente del río Chinchiná*.

UNGRD. (2017). *Lineamientos para el análisis de la vulnerabilidad social en los estudios de la gestión municipal del riesgo de desastres*. Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional.

9. ANEXOS

Fotos de los talleres de socialización de los resultados de vulnerabilidad

Neira



Presentación de resultados de vulnerabilidad



Dinámica de grupo

Chinchiná



Presentación de resultados de vulnerabilidad



Dinámica de grupo



Dibujo de Diana, complementado por los participantes



Dibujo de Alfredo, complementado por los participantes

Manizales



Presentación de resultados de vulnerabilidad



Dinámica de grupo



Dibujo de Alexander, complementado por los participantes



Dibujo de Clara, complementado por los participantes