

**DISPONIBILIDAD HÍDRICA, CAMBIO CLIMÁTICO Y
CONFIGURACIONES TERRITORIALES EN
TAURAMENA, CASANARE**

IVONNE ANGÉLICA MONTAÑA MOLINA

**UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS
ÁREA DE DEMOGRAFÍA Y ESTUDIOS DE POBLACIÓN
BOGOTÁ D.C.
2019**

**DISPONIBILIDAD HÍDRICA, CAMBIO CLIMÁTICO Y
CONFIGURACIONES TERRITORIALES EN TAURAMENA, CASANARE**

IVONNE ANGÉLICA MONTAÑA MOLINA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de: Magíster en
Planeación Territorial y Dinámicas de Población**

Asesores:

Norma Rubiano

Orlando Velazco

Docentes Área de Demografía y Estudios de Población

**Proyecto Marco: Planeación Territorial, Dinámicas Poblacionales Y Cambio
Climático**

**UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS
CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DINÁMICA SOCIAL (CIDS)
ÁREA DE DEMOGRAFÍA Y ESTUDIOS DE POBLACIÓN
BOGOTÁ D.C. 2019**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a la vida por los distintos caminos que me han llevado a la Universidad Externado, pues allí no sólo he crecido como profesional y ahora magíster, sino que he crecido como una persona con conciencia ético-política crítica y un compromiso hacia la transformación que incorpora al ser y trasciende al colectivo. Agradezco a la doctora Lucero Zamudio (Q.E.P.D.) y a los docentes del área de Demografía y Estudios de Población, especialmente al equipo que desarrolla BIT-PASE: Norma Rubiano, Alejandro González, Juan Andrés Castro, Orlando Velasco y Rafael Navarro; ellas y ellos me han brindado las oportunidades para aprender en un entorno de crecimiento pleno, personal e intelectual.

Agradezco infinitamente a mis padres, Alicia Molina y Fernando Montaña, quienes han dado absolutamente todo de sí mismos para apoyarme incondicionalmente en el cumplimiento de mis objetivos. Agradezco a mi hermana por su compañía incondicional en el caminar y a mi familia materna en general por sus ánimos, aportes, colaboración, entre otros tantos regalos para mí, especialmente a Andrea Rodríguez, Natalia Guzmán y Alexander Monsalve.

Finalmente, agradezco a mi abuelo Cristóbal Molina, quien además de ser un gran apoyo para terminar la maestría, posibilitó mi reencuentro con Tauramena y me llevó al hogar de Paco Molina, Mileidy Aguiar y su familia; gracias a ellos, al señor alcalde Javier Álvarez y al Secretario de Planeación Ing. Gundisalvo Vega, fue posible el desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a todas aquellas personas que aman su tierra, que ponen el alma y el cuerpo para cuidar una tierra bendecida como Tauramena, en medio de tantas situaciones adversas ante las cuales no vale desistir, sin importar cuán dura sea la lucha. Especialmente la dedico a mis abuelos, al amor por su tierra y al legado cultural que ha trascendido generaciones, prevaleciendo sobre el olvido.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
1. INTRODUCCIÓN	11
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
2.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	14
3. OBJETIVOS	14
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. MARCO REFERENCIAL.....	17
5.1. MARCO CONTEXTUAL	17
5.2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
5.3. MARCO NORMATIVO.....	26
6. METODOLOGÍA.....	29
7. RESULTADOS.....	40
7.1. DISPONIBILIDAD HÍDRICA Y CAMBIO CLIMÁTICO: DINÁMICAS TERRITORIALES EN LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO	40
7.1.1. DIMENSIÓN AMBIENTAL: OFERTA HÍDRICA Y CAMBIO CLIMÁTICO	40
7.1.2. DIMENSIÓN ECONÓMICA	69
7.1.3. DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL	81

7.1.4. DIMENSIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA	91
7.1.5. DINÁMICA DEMOGRÁFICA E IMPLICACIONES EN LAS DIMENSIONES PASE.....	100
7.2. TENSIONES ENTRE LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO Y CONFIGURACIONES TERRITORIALES.....	122
7.2.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE TENSIONES PRESENTES EN EL TERRITORIO.....	122
7.2.2. ESPACIALIZACIÓN DE TENSIONES	129
7.2.3. IDENTIFICACIÓN DE RACIMOS Y EJES ESTRUCTURANTES	132
7.2.4. CONFIGURACIÓN ACTUAL DEL TERRITORIO	136
7.3. ESCENARIOS POSIBLES TAURAMENA 2032	143
7.3.1. ESCENARIO TENDENCIAL DE LA CONFIGURACIÓN ACTUAL ...	143
7.3.2. ESCENARIO DESEADO AÑO 2032	148
8. CONCLUSIONES	150
9. REFERENCIAS.....	154

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de categorías, variables e indicadores.	37
Tabla 2. Quebrada Tauramenera. Oferta Hídrica Anual en Millones de Metros Cúbicos (Mmc).	56
Tabla 3. Oferta Río Chitamena en m ³ /s – Extrapolación Río Unete 2008.....	57
Tabla 4. Sensibilidad frente al cambio climático. Tauramena	61
Tabla 5. Cobertura de acueducto. Tauramena 2015.....	64
Tabla 6. Demanda hídrica estimada para uso pecuario.....	76
Tabla 7. Demanda hídrica por usos en relación con la oferta hídrica media, expresadas en litros/segundo (l/s).	79
Tabla 8. Estimación número actual de habitantes, hogares y viviendas. Tauramena, Casanare, 2017.....	107
Tabla 9. Síntesis identificación y valoración de tensiones.....	128
Tabla 10. Convenciones espacialización de tensiones	129
Tabla 11. Síntesis ejes estructurantes.....	140
Tabla 12. Valoración final de las tensiones.	144

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje del valor agregado municipal por actividad económica.....	71
Gráfico 2. Población total según Censos DANE 1964-2005.....	102
Gráfico 3. Tamaño poblacional según fuentes de información secundaria 2009-2018 ..	103
Gráfico 4. Estimación de hogares. Tauramena, Casanare.....	105
Gráfico 5. Suscriptores de servicios públicos. Cabecera municipal	106
Gráfico 6. Dinámica de crecimiento en valores absolutos 1998-2018.....	111
Gráfico 7. Dinámica de crecimiento en tasas. 1998-2018	112
Gráfico 8. Dinámica de crecimiento en tasas. Casanare, 2014.	114
Gráfico 9. Tauramena: Distribución de la población 1985 - 2020.....	116
Gráfico 10 Tauramena: Población proyectada a 2032	119

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Municipio de Tauramena en Colombia.	19
Figura 2. Adaptación de la Ruta Lógica BIT-PASE.....	29
Figura 3. Secuencia para la formulación de tensiones	32
Figura 4. Ciclo hidrológico	41
Figura 5. Áreas Protegidas declaradas en el RUNAP. Municipio de Tauramena, Casanare	44
Figura 6. Áreas protegidas y predios adquiridos por el Municipio.....	46
Figura 7. Zona de Convergencia Inter Tropical (IZCT en inglés)	48
Figura 8. Temperatura y precipitación promedio Casanare 1976-2100.....	50
Figura 9. Oferta hídrica superficial	53
Figura 10. Tauramena, Escorrentía año medio y año seco.	54
Figura 11. Rendimiento Hídrico condiciones año medio y año seco. Tauramena, Casanare	55
Figura 12. Posibilidad de desabastecimiento hídrico. Tauramena, Casanare. 2010	60
Figura 13. Mapa cobertura acueducto urbano.....	65
Figura 14. Mapa cobertura Macro acueductos Río Caja y Cacical.....	67
Figura 15. Mapa de bloques petroleros	72
Figura 16. Cobertura y uso actual. Tauramena, Casanare.....	74
Figura 17. Demanda hídrica por sectores en Millones de Metros Cúbicos (Mmc).	78
Figura 18. Concepto de Huella Hídrica. ENA 2014	85
Figura 19. Huella hídrica azul multisectorial en Millones de milímetros cúbicos (Mm ³). Tauramena, Casanare	87

Figura 20. Huella hídrica verde estimada en Millones de milímetros cúbicos (Mm ³). Tauramena, Casanare.....	89
Figura 21. Licencias ambientales para hidrocarburos y áreas protegidas para usos de conservación	97
Figura 22. Espacialización de tensiones presentes en el territorio alrededor de la disponibilidad hídrica y cambio climático.....	130
Figura 23 Tauramena: Racimos para la disponibilidad hídrica en relación con el cambio climático.....	133
Figura 24. Ejes estructurantes de la disponibilidad hídrica y cambio climático en Tauramena.....	136
Figura 25. Escenario tendencial de la configuración actual. Año 2032.....	146
Figura 26. Configuración en el escenario deseado. Año 2032.....	148

LISTA DE SIGLAS

ANH. Agencia Nacional de Hidrocarburos

ANLA. Agencia Nacional de Licencias Ambientales

BDUA. Base de Datos Única de Afiliados del Sistema General de Seguridad Social en Salud.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CORPOBOYACÁ. Corporación Autónoma Regional de Boyacá.

CORPORINOQUÍA. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia.

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DMI. Distrito Regional de Manejo Integrado

DNP. Departamento Nacional de Planeación.

ENA. Estudio Nacional del Agua.

EOT. Esquema de Ordenamiento Territorial.

GEI. Gases Efecto Invernadero.

ICA. Instituto Colombiano Agropecuario.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

INE. Instituto Nacional de Estadística – Bolivia.

INE. Instituto Nacional de Estadística de Venezuela.

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú.

INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador.

MADS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

PDM. Plan de Desarrollo Municipal

PND. Plan Nacional de Desarrollo.

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

POMCA. Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

POT. Plan de Ordenamiento Territorial

RUNAP. Registro Único Nacional de Áreas Protegidas

SINAP. Sistema Nacional de Áreas Protegidas

SISBEN. Sistema de Selección de Beneficiarios Para Programas Sociales.

SUI. Sistema Único de Información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

TCNCC. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

UNGRD. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un líquido vital para todas las formas de vida en el planeta Tierra, donde se estima que menos del 2% es apta para sostener la vida humana (Arévalo, Lozano, & Sabogal, 2011). Su relación intrínseca con los fenómenos climatológicos, y por ende, con el proceso de calentamiento global, reviste grandes retos para el conocimiento, y aún más, para la toma de decisiones que conlleven a garantizar el acceso a este precioso líquido, en contextos de alta transformación de los ecosistemas estratégicos para su producción (Fundación Natura Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia, 2015).

El municipio de Tauramena, ubicado en el piedemonte llanero, departamento del Casanare, presenta dinámicas que generan tensiones entre oferta y demanda hídrica, ante la variabilidad climática extrema, producto del calentamiento global. Su entorno brinda productos fundamentales para la sociedad contemporánea de consumo nacional, como son el petróleo, la carne, el arroz y la palma africana, productos con altas demandas hídricas y con dinámicas sociales que, en conjunto, generan presiones a los ecosistemas proveedores del recurso hídrico.

La complejidad de estas interacciones lleva a plantear la presente investigación como una aplicación del modelo BIT-PASE, ofreciendo una perspectiva de análisis del territorio, la disponibilidad hídrica y el cambio climático desde las interacciones y las situaciones de tensión, para llegar a la comprensión de la configuración del territorio. Así, el enfoque de la presente investigación es cuali-cuantitativo, basado en la teoría crítica-marxista y aportes del paradigma de la complejidad.

El presente documento en su primera parte, ilustra los fundamentos de la investigación: El problema, los objetivos, la justificación, el marco referencial (contextual, conceptual y normativo), finalizando con la metodología empleada, para dar paso a la segunda parte en la que se detallan los resultados a través de tres secciones centrales.

La primera sección de resultados es la más extensa: Presenta la base documental, tanto de fuentes primarias como secundarias, para la identificación de las dinámicas incidentes en el problema de investigación, retomando las dimensiones ambiental, económica, sociocultural y político-administrativa. Esta sección finaliza con el análisis de la dinámica demográfica y sus implicaciones en las dimensiones previamente descritas.

En la segunda sección se introduce la lectura relacional de los resultados previos, a partir de la identificación de tensiones presentes en el territorio alrededor del problema de investigación, finalizando con la configuración actual para el municipio, la cual explica y da sentido a las dinámicas y tensiones presentes. Finalmente, el tercer capítulo presenta un panorama de los escenarios posibles a futuro para la configuración actual, culminando con las conclusiones centrales del ejercicio investigativo.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Plan Nacional de Desarrollo (en adelante PND) 2014-2018, documenta cómo la producción agropecuaria del país y los conflictos por usos del suelo derivados generan altos consumos de agua y contribuyen a la emisión nacional de GEI en un 38 %, mucho mayor que “la minería de carbón (1,8 %), el petróleo y gas natural (2,4 %,) o los procesos industriales y consumo de combustibles fósiles con fines energéticos en industria y construcción (2 %)” (DNP, 2014, pág. 523). En algunas zonas de los departamentos Meta y Casanare, se presentan conflictos por la apropiación o asignación del agua de riego, así como un “acelerado cambio ecológico y económico, a un ritmo mayor que el de la conservación de la biodiversidad” (Andrade, 2013, pág. 134).

Tauramena, Casanare, un municipio privilegiado biofísicamente para su abastecimiento hídrico, presenta algunas de estas situaciones, específicamente conflictos de uso de suelo por sus actividades económicas y pérdida de cobertura vegetal (Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Cusiana - POMCA, 2008), fenómenos que aumentan la sensibilidad territorial y reduce su capacidad adaptativa ante eventos climáticos extremos (CEPAL, 2015).

Así, surge la necesidad de una investigación integral, multidisciplinar y relacional, sobre la disponibilidad hídrica y su relación con el cambio climático, que permita conocer las tensiones presentes en el territorio y su configuración actual, a fin de viabilizar alternativas estratégicas para el futuro y aprehender modelos para el conocimiento y la planificación en otros territorios.

2.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son las tensiones presentes en el territorio, alrededor de la disponibilidad hídrica y su relación con el cambio climático?
- ¿Cuál es la configuración territorial que articula estas tensiones?
- A partir de la configuración actual, ¿Cuáles son los escenarios posibles para la disponibilidad hídrica en contextos de cambio climático?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Analizar integralmente la disponibilidad hídrica y su relación con el cambio climático para el municipio de Tauramena, a partir del análisis de dimensiones territoriales y sus tensiones, así como la construcción de la configuración actual del territorio y aproximaciones a escenarios posibles para el año 2032

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Caracterizar las dimensiones del desarrollo relacionadas con la disponibilidad hídrica y el cambio climático en el municipio de Tauramena, así como las implicaciones de la dinámica demográfica municipal.

3.2.2. Identificar las tensiones entre las dimensiones del desarrollo y construir la configuración actual del territorio.

3.2.3. Describir los escenarios posibles de la configuración actual para el año 2032.

4. JUSTIFICACIÓN

La Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (en adelante TCNCC), es un estudio elaborado por distintas entidades del nivel nacional para analizar el riesgo de efectos desfavorables del cambio climático en los sistemas naturales y humanos. Por medio de un análisis multidimensional, se cuenta con indicadores de todos los sectores para cada departamento y, por primera vez, para cada municipio (Gutierrez, 2018).

Los resultados de este importante insumo, sin embargo, no dan cuenta del entramado de relaciones que organiza y da sentido a esta información para cada territorio en particular. Es así como se cuenta con estándares generales sobre las acciones que aumentan el riesgo para los territorios frente al cambio climático, pero se desconocen las relaciones que las conectan y que aportan las soluciones estratégicas para su transformación particular en cada territorio.

La administración municipal de Tauramena cuenta con información para orientar su planificación hacia la atención de algunas problemáticas relacionadas, como los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA), o el Plan Maestro de Acueducto. Sin embargo, al ser el cambio climático un tema que recién se ha trabajado a nivel municipal, con poca difusión a escala local hasta el año 2018, es escasa la información que permita tomar decisiones específicas para la mitigación y adaptación al cambio climático, a pesar de estar estrechamente relacionadas con la preservación de la base ambiental.

El municipio de Tauramena ha sido objeto de estudio para investigaciones que profundizan en algunos aspectos: Los cambios demográficos y sociales sufridos por el territorio con la

explotación de hidrocarburos (Dureau & Flórez, 2000), aspectos económicos e institucionales relacionados con esta actividad (Sánchez, Martínez, & Mejía, 2005), impacto ambiental de la ganadería y la agroindustria, frente al cambio climático (Andrade, 2013), mas no se cuenta con una investigación que integre estos conocimientos y brinde un insumo para orientar la planificación territorial hacia soluciones estratégicas.

Esta investigación se plantea como una respuesta a estos vacíos, buscando relacionar la información disponible con conocimientos y experiencias de actores locales, desde el análisis de interacciones, tensiones y configuraciones territoriales, análisis interdisciplinario que permite comprender un fenómeno complejo como es la disponibilidad hídrica en relación con el cambio climático, las dinámicas territoriales del municipio y su entorno.

Adicionalmente, aún no se cuenta con la información a nivel municipal del último censo oficial realizado en el año 2018, por lo cual la presente investigación aporta un insumo fundamental para el municipio ya que no sólo incluye una proyección de población, sino que revisa la tendencia histórica de su dinámica de crecimiento poblacional y las variables que han incidido en el mismo, análisis pertinente para todos los ejercicios de planificación territorial.

De esta forma, la presente investigación contribuye a una necesidad latente en los territorios locales: comprender la red de relaciones de las que depende su disponibilidad hídrica, en relación con el cambio climático; conocimiento que no sea empleado únicamente dentro de los procesos de planificación territorial, sino que sirva como insumo comprensivo para la orientación del desarrollo territorial en todos los procesos de la gestión pública.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. MARCO CONTEXTUAL

El cambio climático, un concepto que ha tomado fuerza en la agenda política internacional, pone sobre la mesa los impactos negativos para el medio ambiente generados por el desarrollo del capitalismo a nivel mundial (Lo Vuolo, 2015), llevando a la generación de compromisos a nivel mundial para evitar el aumento de la temperatura promedio global por encima de los 2 °C (IDEAM, 2018).

En la COP21¹ se firmó el Acuerdo de París, comprometiendo tanto a los países industrializados para la reducción de sus emisiones de Gases Efecto Invernadero (en adelante GEI), como a los países que no aportan significativamente a las emisiones, a generar sus propias Contribuciones Nacionales Determinadas², es decir, sus propuestas para la mitigación y adaptación al cambio climático (Fundación Natura Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia, 2015). Bajo estos lineamientos, Colombia elaboró la TCNCC, que, como se mencionó, es un insumo fundamental para el conocimiento de la vulnerabilidad de los territorios frente al cambio climático.

¹ Vigésima primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) realizada en diciembre de 2015 en París, Francia.

² (INDC, por su sigla en inglés)

Sin embargo, los últimos PND (incluyendo las bases actuales para el proyecto que será discutido por el Congreso de la República), mantienen el énfasis sobre el crecimiento económico basado en actividades que contradicen estas disposiciones frente al cambio climático, como la explotación de minas e hidrocarburos, junto con la agroindustria, las denominadas “locomotoras del desarrollo” (DNP, 2014).

Los fenómenos meteorológicos que inciden en la precipitación y la temperatura, variables en las que se evidencia el cambio climático, interactúan entre el nivel macro y los factores de mesoescala, es decir, la escala en la que los elementos climáticos son afectados por factores como la vegetación o la topografía (Pacheco & León, 2001). Por esto, en todo el país se han registrado aumentos de temperatura que se han intensificado en las últimas décadas (IDEAM, 2018), aunque el comportamiento de la precipitación es diferenciado; mientras en algunas regiones se han intensificado las lluvias, en la Orinoquía se ha registrado una disminución de la precipitación (Cabrera, Cuervo, Duarte, Lozano, & Rivera, 2010).

Dentro de la Orinoquía, en el piedemonte llanero, se ubica el municipio de Tauramena en el departamento del Casanare. Limita Al Norte con Chámeza, Recetor y Aguazul, al Este con Aguazul y Maní; al Oeste con Villanueva y Monterrey, al Sur con el río Meta. Su extensión comprende distintos niveles de relieve con vegetación que varía entre bosques primarios, rastrojos, esteros, pantanos, matorrales y pastos para el desarrollo de la ganadería. Estas características biofísicas hacen del municipio un territorio bañado por diversas fuentes hídricas y de ahí se deriva su nombre, que en la lengua de los primeros pobladores significa “Entre aguas” (Actor4, 2018).

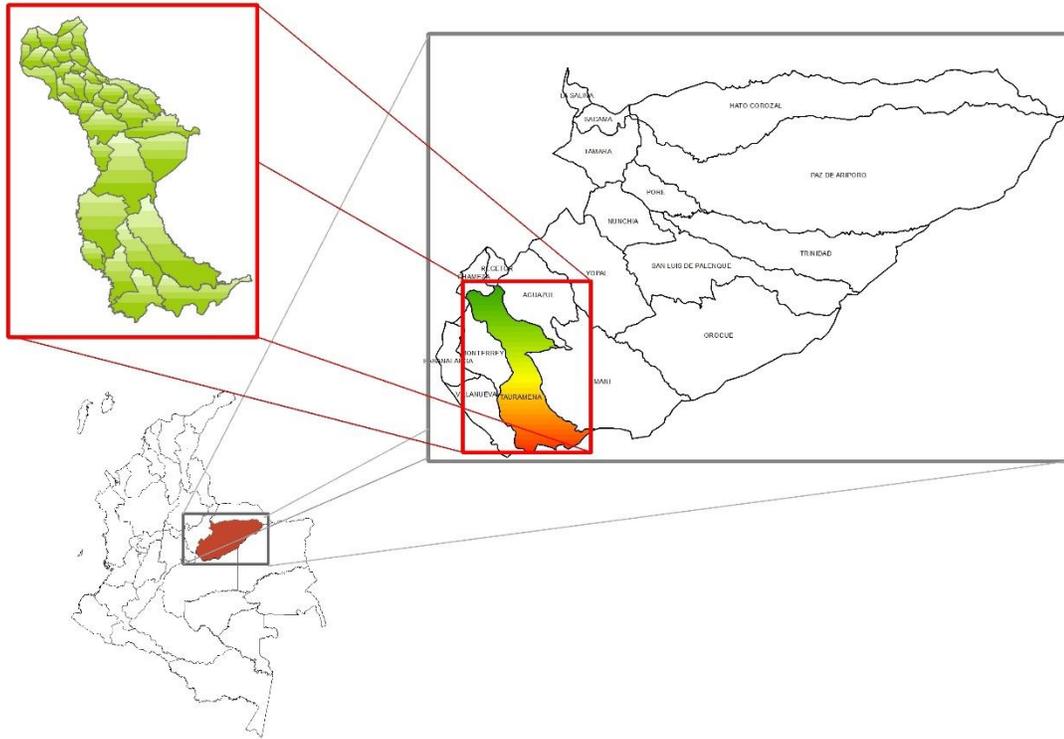


Figura 1. Municipio de Tauramena en Colombia.

Fuente: (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2019)

En Tauramena se hizo el hallazgo petrolero más importante en la historia colombiana de los últimos 50 años (Ruiz, 2011), antes del auge de los pozos petroleros activos en el Meta. Adicionalmente, la base productiva del municipio incluye actividades de ganadería y agroindustria, con cultivos de arroz y palma de aceite a gran escala (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2014), actividades altamente demandantes de agua (IDEAM, 2014) y con una fuerte vulnerabilidad ante los cambios en la temperatura y la precipitación (IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015), frente a los cuáles el municipio de Tauramena presenta condiciones biofísicas que favorecen su rendimiento hídrico, pero que presentan transformaciones producto de actividades antrópicas como se documentará a lo largo de esta investigación.

A nivel municipal se observa el impacto las actividades económicas en la transformación del territorio, pues tres de las seis categorías de observación en la TCNCC, generan un riesgo alto para la entidad territorial: Seguridad Alimentaria, Recursos Hídrico y Biodiversidad (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017). Igualmente, las variables que más generan amenazas de afectaciones para el territorio están relacionadas con cambios en las superficies con aptitud forestal, pérdida de bosques y ecosistemas naturales y alta demanda hídrica urbana para uso doméstico (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017).

5.2. MARCO CONCEPTUAL

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste “se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IDEAM, 2017). Siendo un proceso de largo plazo y a gran escala, el *cambio climático*, incide paulatinamente en la *variabilidad climática*, es decir, en los ciclos en los que se presentan eventos climáticos extremos y su duración (IDEAM, UNAL, 2018).

Al interrelacionar los eventos climáticos con las actividades humanas en todas las escalas (local-global), es necesario precisar el concepto de *territorio*, pues éste es el escenario de dichas actividades y no solamente el marco espacial que delimita la soberanía de un Estado (Montañez & Delgado, 1998). De esta forma, el territorio se comprende como “una extensión terrestre delimitada que incluye una relación de poder o posesión por parte de un individuo o grupo social.

Contiene límites de soberanía, propiedad, apropiación, disciplina, vigilancia y jurisdicción y trasciende la idea de cerramiento” (Montañez & Delgado, 1998, pág. 123).

El cambio climático y su relación con las dinámicas presentes en el territorio, requiere de una lectura multidisciplinar soportada en el análisis de relaciones y la integración lógica de saberes, bases para la construcción crítica del conocimiento en las Ciencias Humanas y la planificación territorial integral (Morin, 1999), (Poggiese, 2000). Para ello, la presente investigación se fundamenta en el modelo teórico y conceptual *BIT-PASE* (Balance de Interacciones y Tensiones presentes en las dimensiones Poblacional, Ambiental, Social y Económica).

Este modelo parte de una concepción sobre las *poblaciones humanas*, entendidas como un “conjunto orgánico de sujetos que interactúan entre sí y sobre un territorio, para su producción y reproducción biológica y social. (...) Son sujetos activos que crean y recrean permanentemente el territorio” (Rubiano, González, Toledo, & Zamudio, 2003, pág. 19). La relación entre la población como un colectivo con su propia dinámica y el territorio, es una relación consciente, intencionada y permeada por intereses, mediada, a su vez, por el modo de producción, la cultura y la organización socio-política, es decir, por el modelo de desarrollo vigente en el territorio.

Así, *BIT-PASE* define el *desarrollo* como una potencialidad que trasciende el carácter económico: “la garantía de condiciones para el despliegue de la condición humana en toda su magnitud; y como el despliegue de las condiciones de posibilidad de la existencia Humana Social y de la Trama Planetaria de la Vida” (Rubiano, González, & Castro, 2012, pág. 30). Así entendido, el desarrollo es un proceso integral que debe asegurar simultáneamente el desarrollo económico y

social, en armonía con el bienestar de la población y la sostenibilidad ambiental (Rubiano, González, & Castro, 2012).

Para la planificación territorial, el desarrollo integral es posible abordando los ámbitos en los que tienen lugar las “actividades de los seres humanos y de su vida en sociedad, es decir, las *dimensiones del desarrollo*” (Rubiano, González, & Castro, 2012, pág. 20). Estas dimensiones son: Poblacional, Ambiental (Natural y Construido), Socio-cultural, Económica y Político-administrativa, o dimensiones PASE³ (Rubiano, González, & Castro, 2012).

Siguiendo con la línea conceptual propuesta, cada dimensión PASE presenta una dinámica interna que incide simultáneamente en las otras dimensiones del desarrollo, generando intercambios de materia, información o poder, que en algunos casos generan desequilibrios en el sistema territorial; estos últimos intercambios son las tensiones, necesarias para la vida en el planeta pues aseguran el intercambio constante de flujos de energía (Castro & Rubiano, 2016).

Una *tensión* se define como “el conjunto de presiones provenientes de una o varias dimensiones del desarrollo, que actúan en diferentes direcciones, generando cierto grado de estrés gracias al cual se mantienen o transforman las dinámicas demográficas, ambientales, sociales y/o económicas” (González y Rubiano (2009). En: (Castro & Rubiano, 2016, pág. 664). Una tensión puede ser problemática cuando un polo ejerce una presión creciente, que no puede ser resuelta por

³ En las primeras versiones del modelo BIT-PASE, la dimensión Político-administrativa hacía parte de la dimensión Social, por lo cual las iniciales de las dimensiones del desarrollo conformaban la palabra PASE, que dio origen al nombre del modelo. Con desarrollos posteriores, se vio la necesidad de analizar por separado los elementos relacionados con las estructuras políticas y las acciones de las administraciones locales, regionales y nacionales, por lo cual se constituyó la dimensión Político-Administrativa. De igual forma, con el tiempo se hizo necesario abordar por aparte las temáticas relacionadas con infraestructuras, originando la dimensión de Ambiente Construido.

los mecanismos de la sociedad, el control institucional o el conocimiento, implicando daños en uno o varios de los polos en tensión” (Universidad Externado de Colombia. UNFPA, 2014). De esta forma, se identifican los *polos en tensión*, es decir, las relaciones y/o interacciones inequitativas en cada dimensión del desarrollo que generan una situación problemática, con localización específica, magnitud y temporalidad (Rubiano & Castro, 2015).

La articulación de elementos que explican las tensiones presentes en cada lugar, son los *racimos*, que dan lugar a los *ejes estructurantes* o “los encadenamientos que se dan entre los elementos reiterados o identificados en los racimos. Los ejes estructurantes pueden referirse a procesos económicos, sociales, ambientales o institucionales de nivel macro inherentes a la forma como está constituida la organización social, económica y política del país (Rubiano & Castro, 2015, pág. 148)”.

A través de la identificación de tensiones, racimos y ejes estructurantes, es posible generar una lectura estratégica del territorio, sin caer en generalizaciones deterministas donde se pierden las particularidades subjetivas que otorgan significado a las dinámicas presentes (De la Garza, 2010) y que son igualmente relevantes para la planificación territorial. A partir de allí, se concibe la *configuración territorial*, como un concepto que permite “enlazar al sujeto con las estructuras y a éstas con las significaciones e interacciones” (De la Garza, 2010, pág. 246).

Una *configuración* es una estructura lógica que facilita la interpretación de las tensiones, en la medida en que establece una conexión de sentido entre ellas, relacionándolas temporal y

espacialmente. Ofrece así una visión sintética e integral de la realidad y su cambio en el tiempo (Rubiano, González, & Castro, 2012). Al respecto, Rubiano (2016) comenta:

“En una configuración, cada una de las tensiones queda explicada por el tipo de relaciones que guarda con las demás, ofreciendo una visión integral de la realidad de la entidad territorial y de su cambio en el tiempo. Este ejercicio permite identificar los grandes ejes que las articulan, los cuales se van a convertir luego en los grandes retos para la planeación del desarrollo local” (Rubiano, 2016).

El modelo BIT-PASE, como fundamento para leer las dinámicas presentes en el territorio relacionadas con el cambio climático, ofrece una perspectiva alternativa para el análisis de la *disponibilidad hídrica*. Mientras que usualmente se aborda como la oferta de agua dulce en relación con la precipitación (Ojeda & Arias, 2000), en la presente investigación se asume como un concepto más amplio que engloba el análisis conjunto de la *oferta* y la *demand hídrica*, así como los aspectos ambientales, socio-culturales, económicos y político administrativos inciden en estas dos variables y que hacen de la disponibilidad hídrica un resultado de múltiples interacciones.

En esta lectura territorial, igualmente, se identifican los procesos que contribuyen al riesgo que presenta el territorio frente al cambio climático, comprendido como el resultado de la relación entre la *amenaza* y la *vulnerabilidad* territorial. La *amenaza* es definida como “el peligro latente de que un evento se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas materiales, humanas o ambientales” (DNP, IDEAM, MADS, UNGRD, 2015, pág. 26). Por su parte, la *vulnerabilidad* del territorio comprende dos conceptos: La *sensibilidad*, que se refiere a la debilidad del sistema territorial ante la variabilidad climática extrema, y su *capacidad adaptativa* para afrontar y recuperarse de estos eventos extremos (DNP, IDEAM, MADS, UNGRD, 2015).

Finalmente, el concepto de *Estructura Ecológica (EE)*, ilustra las directrices estratégicas para garantizar la disponibilidad hídrica, la capacidad adaptativa del territorio y disminuir la sensibilidad frente al cambio climático, específicamente desde la planificación ambiental y el ordenamiento territorial. Ésta se define como el “conjunto de ecosistemas naturales y seminaturales que tienen una localización, extensión, conexión y estados de salud tales que garantizan la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima)” (Márquez & Valenzuela, 2008). En relación con el ordenamiento territorial, la normatividad nacional define la EE como:

Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. (Decreto 3600, 2007, art. 1)

Así pues, resulta importante hacer énfasis en este concepto, puesto que aborda elementos ambientales determinantes para el ordenamiento y la planificación territorial, pues son la base para la prestación de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte, siendo éstas las determinantes de mayor jerarquía para los POT y las acciones derivadas en el territorio como factores preponderantes en los componentes urbano y rural de los mismos.

Entre los elementos que constituyen la EE se encuentran las áreas protegidas, las rondas hídricas, los lagos y lagunas, los ecosistemas estratégicos, las estrategias complementarias de conservación, las áreas de entorno y conectividad regional, bosques y áreas seminaturales entre otras, de manera que su preservación puede asegurar la prestación de importantes servicios como

la regulación climática. Es importante aclarar que la determinación cabal y espacial de la misma para el municipio de referencia excede el marco de la presente investigación, pues el municipio no la ha identificado y metodológicamente implica conocimientos de base ambiental y físico-espacial que no son objeto del presente curso de maestría. Sin embargo, resulta necesario para futuras investigaciones profundizar en el desarrollo metodológico requerido para determinar la EE, pues ésta debe ser una de las primeras capas a incorporar en el ordenamiento territorial, y con base en la cual se deben estructurar los demás elementos que constituyen el modelo de ocupación (Veeduría Distrital, 2018).

5.3. MARCO NORMATIVO

En el año 2015 Colombia presentó ante la Secretaría de la Convención de Cambio Climático sus Contribuciones (INDC), en las que acuñó la perspectiva de mitigación y adaptación al Cambio Climático, consistentes fundamentalmente en: Los “Lineamientos de política de cambio climático”, la "Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono" (ECDBC), la "Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal" (ENREDD+) y el "Plan Nacional de Adaptación de Cambio Climático" (PNACC) (Fundación Natura Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia, 2015).

Estas políticas, sin embargo, aún no se han materializado en los ejercicios de planificación en el nivel local, aunque las Estrategias han permitido la financiación de proyectos implementados en municipios y departamentos de los llanos orientales colombianos (Fundación Natura Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia, 2015).

Al relacionar la disponibilidad hídrica con cambio climático, la normatividad ambiental en materia de planificación entra a jugar un papel fundamental a la hora de garantizar los equilibrios en el territorio para que el modelo de desarrollo, en teoría, no genere un deterioro irreversible en la Estructura Ecológica Principal (Márquez & Valenzuela, 2008), pues en ella se soportan todas las actividades humanas, es decir, las relaciones presentes en las dimensiones del desarrollo.

La Ley fundamental para el ordenamiento territorial es la 388 de 1997, donde se definen las determinaciones para el desarrollo territorial y los instrumentos, o en el caso de Tauramena, el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)⁴; en estos instrumentos de planificación se “identifican y caracterizan los ecosistemas de importancia ambiental del municipio, de común acuerdo con la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, para su protección y manejo adecuados” (Ley 388, 1997, Art. 8). Este manejo adecuado implica que en el EOT, el municipio de Tauramena debe definir las políticas y directrices relacionadas con la conservación, preservación y uso de áreas consideradas como ecosistemas estratégicos, (Ley 388, 1997).

La Ley 99 de 1993 es fundamental para el sector salud, pues da origen al Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. A su vez, el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 compila la normatividad relacionada con el sector Ambiente y establece que, dentro de las determinantes ambientales para el ordenamiento territorial, las áreas protegidas son determinantes ambientales

⁴ El POT es diferencial para cada municipio de acuerdo con su categoría municipal, relacionada con el número de habitantes y el P.I.B. Tauramena es un municipio categoría sexta, por lo cual su plan de competencia es el Esquema de Ordenamiento Territorial.

de superior jerarquía. A fin de generar respuestas articuladas para la protección ambiental entre ámbitos locales-nacionales, incluso hacia el nivel internacional, se creó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), reglamentado por el Decreto 2372 de 2010, con el fin de articular “el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión (...) que contribuyen como un todo al cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país” (Decreto 2372, 2010, Art. 3).

Otros instrumentos de planificación que se deben considerar son los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, reglamentados por el Decreto 1640 de 2012, que permiten “realizar la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura fisicobiótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico” (Decreto 1640, 2012, Art. 18).

El avance en la implementación de las políticas de cambio climático ha llevado a la elaboración de una hoja de ruta por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuya socialización en el ámbito local se ha llevado a cabo principalmente en el año 2018 sin contar con una materialización práctica en la planificación a escala municipal.

6. METODOLOGÍA

La presente es una investigación cuali-cuantitativa de alcance explicativo-comprehensivo, correspondiente a una adaptación del modelo BIT-PASE. Por su naturaleza se combinan herramientas y técnicas para la recolección, depuración e interpretación de información bajo un enfoque hermenéutico y crítico social. El modelo BIT-PASE propone tres momentos metodológicos de los cuáles se van a retomar los dos primeros por el alcance de la investigación, adaptados de la siguiente forma:

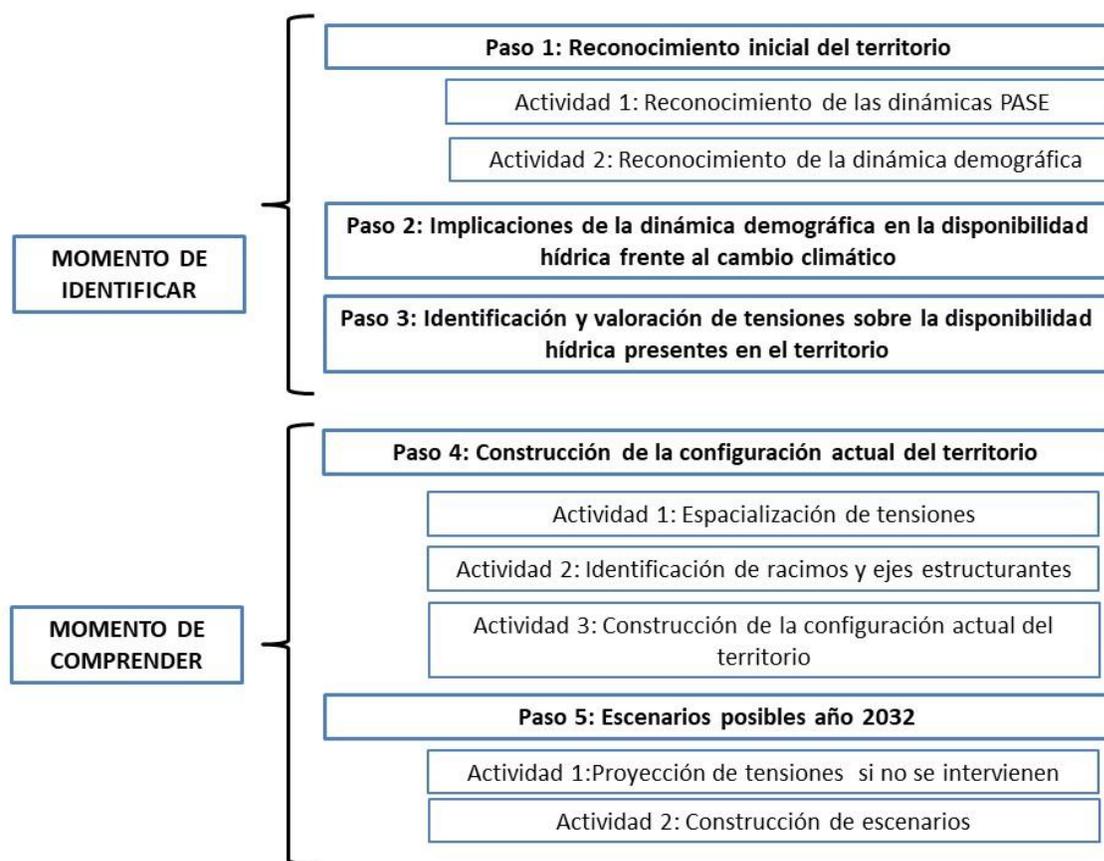


Figura 2. Adaptación de la Ruta Lógica BIT-PASE

Fuente: Elaboración propia con base en (Rubiano, González, & Castro, El modelo BIT-PASE aplicado a la planeación del desarrollo integral, 2012)

6.1. RUTA LÓGICA (SECUENCIA METODOLÓGICA)

La adaptación del modelo BIT-PASE implicó una definición previa de los aspectos observables del problema de investigación en cada dimensión PASE, pues estas temáticas no habían sido trabajadas en ninguna de las adaptaciones del modelo realizadas. Para ello, se requirió una categorización del problema a partir de la cual se definieron las variables y los indicadores de base para el estudio de las dimensiones PASE, las cuales se presentan posteriormente en la Tabla 1.

A partir de esta adaptación, se realizó un cambio en la secuencia de actividades planteada en las distintas guías de adaptación del modelo BIT-PASE consultadas (Lara, Rubiano, & Castro, 2011) (Rubiano, González, & Castro, 2012); (Rubiano & Castro, 2015). En primera instancia, se omitió la actividad inicial, el *reconocimiento de la base físico-espacial*, pues al ser un ejercicio de cartografía social, se postergó y se llevó a cabo en los pasos que involucran esta misma técnica (pasos 4 y 5), dadas las dificultades para un acceso frecuente al territorio y los actores.

En segunda instancia, como esta investigación plantea una aproximación a la identificación de escenarios posibles, se consideró que la actividad de *proyección de tensiones si no se intervienen* sería pertinente para aproximar dichos escenarios, y no antes de construir la configuración actual, como es usual en las distintas adaptaciones hechas al modelo. De esta forma, se incluyó un nuevo Paso 5 que aproxima la elaboración de escenarios posibles, aunque con un nivel de profundización menor que los escenarios prospectivos construidos en las distintas

adaptaciones del modelo BIT-PASE para ejercicios de planificación. A continuación se mencionan los pasos y las actividades, así como las técnicas para recolección de información y las fuentes.

Paso 1: Reconocimiento inicial del territorio

- Actividad 1: Reconocimiento de dinámicas PASE: Se analizan fuentes primarias y secundarias de información identificando las principales variables e indicadores que dan cuenta de la situación actual en relación con el problema de investigación (Ver matriz de fuentes de información). Allí inicia el análisis de la información relacionada con cambio climático, oferta y demanda hídrica, empleando como instrumento la Matriz de Básicos PASE (Anexo 1).

Técnicas: Grupo focal. Análisis documental.

Fuentes: Primarias y Secundarias

- Actividad 2: Reconocimiento de la dinámica demográfica: Empleando el análisis demográfico a partir de variables sintomáticas, se estima el tamaño poblacional actual, así como su estructura, el número de hogares y las viviendas en el área urbana, de acuerdo con los registros disponibles en las fuentes de información que se indicarán más adelante, en la matriz de fuentes de información.

Técnicas: Análisis documental.

Fuentes: Secundarias.

Paso 2: Implicaciones de la dinámica demográfica en la disponibilidad hídrica frente al cambio climático:

En este paso se entrecruzan los indicadores del paso anterior para identificar de qué manera la dinámica demográfica incide en las dimensiones del desarrollo relacionadas con el problema de investigación, utilizando la Matriz de Implicaciones (Anexo 2).

Técnicas: Grupo focal. Análisis documental

Fuentes: Primarias y Secundarias

Paso 3: Identificación y valoraciones de tensiones: A partir de la información obtenida por fuentes secundarias y primarias, se retomó como guía la secuencia orientadora para la identificación de tensiones elaborada en la guía metodológica para elaboración de Planes Territoriales de Salud (Rubiano & Castro, 2015) que facilita la documentación de las relaciones entre las dimensiones PASE. Al asumir una tensión como un conjunto de presiones, se comprende que ésta es una unidad articulada de distintos procesos, definidos como los *componentes* que constituyen una tensión y que se señalan con numerales a continuación:

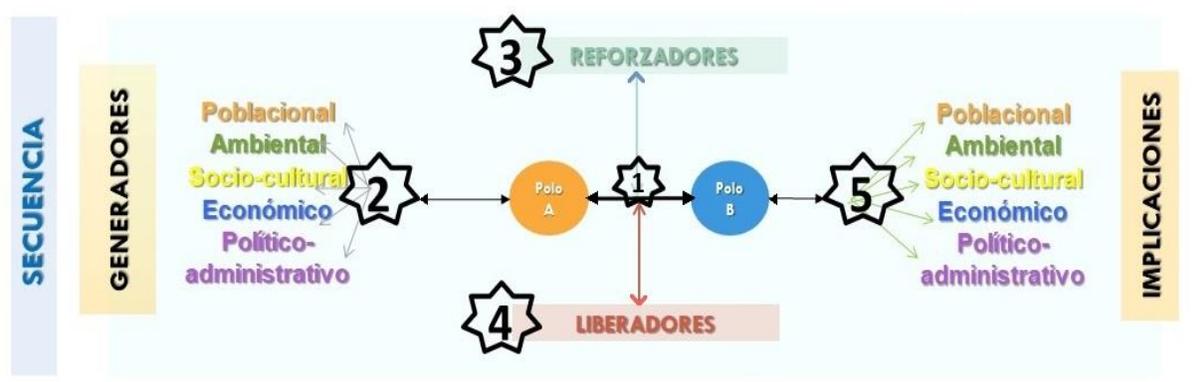


Figura 3. Secuencia para la formulación de tensiones

Fuente: (Rubiano & Castro, 2015, pág. 124)

❖ **1** Evento y polos: Expresan la situación problemática identificada y las relaciones presentes, representadas a través de polos. En la descripción de los mismos se incluye la magnitud del evento o situación, los lugares donde se manifiesta y la duración de la tensión (Rubiano & Castro, 2015, pág. 124).

❖ **2** Generadores: Aspectos de las dimensiones PASE presentes en el territorio o fuera de él que generan la situación identificada (Rubiano & Castro, 2015, pág. 124).

❖ **3** Reforzadores: Elementos presentes en el territorio que agravan la situación identificada o que dificultan el hallar una solución a la misma (Rubiano & Castro, 2015, pág. 124).

❖ **4** Liberadores: Acciones, programas o dinámicas territoriales ayudan a disminuir o mitigar el impacto de la tensión (Rubiano & Castro, 2015, pág. 124).

❖ **5** Implicaciones: Efectos derivados de la tensión, presentes en las dimensiones PASE (Rubiano & Castro, 2015).

A partir de estos elementos se diligencia la Matriz de Identificación y Valoración de tensiones (Anexo 3), en la cual se elabora un texto descriptivo de la tensión con todos sus componentes. Posteriormente, se realiza un balance a partir del valor asignado al evento, los reforzadores y los liberadores, a fin de cuantificar la gravedad o el grado de tensión.

Para el evento, se valora su *intensidad*, *cronicidad*, *impacto* y el nivel de *ingobernabilidad* presente en la situación, asignando un valor de 1 a 3, siendo 1 el valor que indica una menor

gravedad, y 3 el valor para una situación de tensión alta. Los criterios para hacer esta valoración se encuentran dentro de los mismos componentes de la tensión: la magnitud de la situación habla de su *intensidad*, la duración indica su *cronicidad*, y las implicaciones refieren a su *impacto* (Rubiano & Castro, 2015). La ingobernabilidad, por su parte, integra todos los elementos, pues “expresa el grado en que la tensión desborda la capacidad institucional y de la sociedad para superar la tensión y restablecer el equilibrio” (Rubiano & Castro, 2015, pág. 125). El valor asignado a cada uno de los cuatro ítems, se ubica en las celdas dispuestas en el Anexo 3, con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Intensidad} \text{ ______ } + \text{Cronicidad} \text{ ______ } + \text{Impacto} \text{ ______ } + \text{Ingobernabilidad} \text{ ______ }}{4} = \text{Valor del evento} \text{ ______ }$$

Fuente: Elaboración propia con base en: (Rubiano, González, & Castro, 2012); (Rubiano & Castro, 2015).

Una vez realizado este ejercicio, se valora igualmente la acción de los reforzadores y liberadores, calificando en la misma escala de 1 a 3, siendo 1 un valor que indica baja incidencia y 3 alta incidencia en la situación descrita (Rubiano, González, & Castro, 2012). Así, se obtiene el valor inicial de la tensión; el valor final se obtiene en actividades que no hacen parte de la presente adaptación del modelo BIT-PASE, por el alcance de la investigación.

$$\frac{\text{Valor del evento} \text{ ______ } + \text{Valor de los Reforzadores} \text{ ______ }}{\text{Valor de los Liberadores} \text{ ______ }} = \text{Valor inicial de la tensión} \text{ ______ }$$

Fuente: Elaboración propia con base en (Rubiano, González, & Castro, 2012); (Rubiano & Castro, 2015).

De esta forma, si la tensión cuenta con un valor inicial inferior a 2, su balance es *bajo*. Si su valor está entre 2,1 y 3,9, su balance es *medio*. Si su valor inicial está entre 4 y 6, su balance es *alto*, indicando una tensión alta entre las dimensiones del desarrollo. El Anexo 3 dispone de un

condicionante en las celdas, de manera que, según el valor de la tensión, la celda cambia de color: verde, si el balance es *bajo*; amarillo, si el balance es *medio*; rojo, si el balance es *alto*.

Técnica: Análisis documental.

Fuentes: Secundarias

Paso 4: Construcción de la configuración actual del territorio

- Actividad 1: Espacialización de tensiones: Las tensiones se ubican en un mapa mediante la técnica de la cartografía social, señalando con colores el polo A de la tensión

Fuentes: Primarias y Secundarias

- Actividad 2: Identificación de racimos y ejes estructurantes: En un nuevo ejercicio de cartografía social, se plasman los elementos que conectan las tensiones y que determinan las relaciones alrededor de la disponibilidad hídrica y el cambio climático en el municipio, señalando los ejes alrededor de los que se estructura la configuración del territorio.

Fuentes: Primarias y Secundarias

- Actividad 3: Construcción de la configuración actual: En un ejercicio de diálogo, se construye una narrativa que explica la relación de los ejes estructurantes y las tensiones. Adicionalmente, se busca una Figura que permita expresar estas relaciones de manera comprensiva, construyendo una metáfora explicativa de la configuración del territorio alrededor del problema de investigación.

Técnica: Grupo focal

Fuentes: Primarias y Secundarias

Paso 5: Escenarios posibles año 2032: Se identifica un escenario tendencial de la configuración actual, y un escenario ideal para el año determinado.

- Actividad 1: Proyección de tensiones si no se intervienen: A partir de las tensiones identificadas, se valora la tensión a partir de su posible comportamiento tendencial y considerando los escenarios de cambio climático, diligenciando la valoración en las celdas dispuestas en el Anexo 3.

Técnica: Análisis documental

Fuente: Información secundaria

- Actividad 2: Construcción de escenarios: Se realiza la construcción de un escenario tendencial de la configuración actual, y un escenario deseado.

Técnica: Análisis documental

Fuente: Información secundaria

6.2. CATEGORÍAS, VARIABLES, INDICADORES Y FUENTES

Las categorías de análisis, y el punto de partida para el desarrollo de la ruta lógica, se exponen a continuación en una matriz discriminada por las dimensiones del desarrollo (PASE):. Poblacional, Ambiental, Social, Económica e Institucional. Esta matriz se construyó tanto a partir de las competencias municipales establecidas en la Ley 136 de 1994 (Congreso de la República, 1994), como en categorías derivadas del problema de investigación, pues éste es un ejercicio académico que, sin embargo, busca aportar elementos para la planificación territorial.

Tabla 1. Matriz de categorías, variables e indicadores.

CATEGORÍA	VARIABLE	INDICADOR	FUENTE
DIMENSIÓN POBLACIONAL			
Dinámica demográfica	Tamaño	No. De habitantes por área (urbano, rural)	Proyecciones de población DANE. BDUA. SISBEN.
	Crecimiento	Tasa de crecimiento vegetativo	Estadísticas vitales DANE
		Tasa de crecimiento total	Proyecciones de población DANE. BDUA. SISBEN.
		Saldo migratorio neto	Unidad de víctimas. DANE
	Estructura	Número de habitantes por sexo y grupos quinquenales de edad.	DANE
		Número de hogares	DANE, SISBEN
	Distribución de la población	% de población por área	DANE, SISBEN.
		Número de viviendas	SUI. Imágenes satelitales
Movilidad	Número de desplazados recibidos y expulsados del territorio	Unidad de Víctimas.	
DIMENSIÓN AMBIENTAL			
Estructura ecológica	Áreas de protección del recurso hídrico o ecosistemas estratégicos	Número de hectáreas y/o predios con declaratoria de área protegida	Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. POMCA Cuenca Chitamina 2008
Vulnerabilidad frente al cambio climático	Amenaza	Índice de disponibilidad hídrica	TCNCC
	Sensibilidad	Índice de presión hídrica al sistema	TCNCC
		Índice de agua no retornada a la cuenca	
		Índice de retención y regulación hídrica	
		Índice medio del uso de agua superficial	
		Brecha de acueducto	
	Capacidad adaptativa	Índice de aridez	TCNCC
		Índice de eficiencia en el uso del agua	
Oferta hídrica	Oferta hídrica disponible	Inversiones sectoriales de entidades territoriales dentro y fuera del Plan Departamental del Agua	
		Caudal (Q) en m ³ /s mensual o anual	POMCA Cuenca Chitamina. Registros IDEAM ENA 2014
		Rendimiento hídrico (l/s/km ²)	ENA 2014
Escenarios de precipitación y temperatura	Precipitación	Escorrenría (mm)	ENA 2014
	Temperatura	m.m. promedio 1976-2005 Escenario ensamble 2071-2100	TCNCC
Sistema de acueducto	Infraestructuras de acueducto	°C promedio 1976-2005 Escenario ensamble 2071-2100	
		Número de infraestructuras que componen el sistema de acueducto urbano y rural en el municipio	Plan Maestro de acueducto. Plan de Desarrollo Municipal
DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL			
Manejo del agua como recurso hídrico	Cobertura de acueducto	% de predios residenciales con servicio de acueducto	Plan Maestro de Acueducto. Plan de Desarrollo
	Continuidad del servicio	No. De horas continuas diarias que se presta el servicio	Plan Maestro de Acueducto.
Impacto acción antrópica sobre recurso hídrico	Huella hídrica	MHm ³ /s anual de agua empleada para actividades antrópicas que no retorna a la cuenca	ENA 2014
DIMENSIÓN ECONÓMICA			

Demanda de agua según usos en la economía	Demanda de agua según uso (agrícola, pecuario, industrial, hidrocarburos).	m ³ consumidos mensual o anual.	POMCA. ENA 2010 y 2014.
Producción Económica	Producción agrícola	% área cosechada respecto al área sembrada % de área sembrada respecto al área total del municipio	SIG-OT EOT Plan de Desarrollo
	Producción pecuaria	% área destinada para la producción respecto al área total del municipio. Número de bovinos Número de fincas	SIG-OT EOT Plan de Desarrollo FEDEGAN
	Producción petrolera	Número de barriles producidos mensual o anualmente	Registros ECOPETROL ANH
DIMENSIÓN INSTITUCIONAL			
Planificación territorial	Acciones para proteger las cuencas hidrográficas y regular la disponibilidad hídrica.	No. De acciones proyectadas o implementadas que cuentan con gestión financiera	POMCA Plan de Desarrollo Plan Maestro de acueducto
	Acciones para regular la disponibilidad hídrica y monitorear la eficiencia en el sistema	No. De acciones proyectadas o implementadas que cuentan con gestión financiera	Plan Maestro de acueducto
	Acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático	No. De acciones proyectadas o implementadas que cuentan con gestión financiera	Plan de Desarrollo. Otras iniciativas de planificación territorial

Fuentes primarias de información

La información de fuentes primarias no sólo complementó el análisis en cada actividad, sino que permitió un conocimiento comprehensivo sobre el territorio y las dinámicas que se evidencian en la literatura consultada. Se seleccionaron representantes de la administración municipal, organizaciones sociales y gremios productivos con quienes fuera accesible el desarrollo de la metodología de investigación, dadas las dificultades para una permanencia prolongada en el municipio y la accesibilidad a distintas zonas del territorio debido a la distancia, disponibilidad de medios de transporte y situaciones de seguridad. Por protección a los actores, solo se indican sus datos personales en algunos casos.

- Actor 1: Gundisalvo Vega. Secretario de Planeación municipal
- Actor 2: J.A.C. vereda El Jagüito
- Actor 3: J.A.C. vereda El Zambo
- Actor 4: Abogado, miembro del Comité en Defensa del Agua de Tauramena
- Actor 5: Johan Miguel Sánchez, Geólogo UNAL, sede Bogotá. Miembro del grupo de fracturas y geología estructural, UNAL; empleado en Geosearch para proyectos de exploración de hidrocarburos en el municipio

Adicionalmente, se contó con el acompañamiento y la participación de las siguientes personas, cuyos aportes fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación:

- Jorge (Paco) Molina, J.A.C. Barrio Libertadores
- Mileidy Aguiar, J.A.C. Barrio Libertadores
- Julia Apache, J.A.C. Barrio Las Colinas
- Sofía Molina. Estudiante 9° del Instituto Educativo José María Córdoba. Estudiante del técnico en Gestión Ambiental, SENA
- Jorgito Molina, Estudiante 11° del Instituto Educativo José María Córdoba. Estudiante del técnico en Gestión Ambiental, SENA
- Jorlan Morales, Estudiante 9° del Instituto Educativo José María Córdoba. Estudiante del técnico en Gestión Ambiental, SENA
- Deyanira Aguiar, Codirectora Ecoconstrucciones
- Serveleón Montaña, Ganadero residente en Vereda Aguablanca
- Israel López, Ganadero residente en Vereda Aguamaco
- Diego López, estudiante de Ingeniería Agronómica en Universidad de Pamplona.
- Lilfe Monroy, J.A.C. Barrio Libertadores

7. RESULTADOS

7.1. DISPONIBILIDAD HÍDRICA Y CAMBIO CLIMÁTICO: DINÁMICAS TERRITORIALES EN LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO

El presente capítulo aborda el análisis de las dimensiones PASE frente al problema de investigación, es decir: Los aspectos ambientales climatológicos e hidrológicos; las infraestructuras para el tratamiento y distribución de agua; los factores socioculturales que inciden en el uso y apropiación del recurso hídrico; la producción económica y su demanda hídrica; las políticas, planes, programas y proyectos en el ámbito local que regulan los aspectos centrales del problema de investigación. Se incorpora además el análisis de la dinámica demográfica, su tendencia histórica y su crecimiento posible a futuro, identificando su relación con la demanda hídrica.

Una vez presentados los resultados en cada dimensión se prosigue con el análisis de implicaciones, en el que se comienzan a identificar “las relaciones de retroalimentación en las que cada elemento moviliza la dinámica de los otros, a la vez que ve transformada su propia dinámica en función de los mismos” (Rubiano, González, Toledo, & Zamudio, 2003, pág. 24).

7.1.1. DIMENSIÓN AMBIENTAL: OFERTA HÍDRICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

El agua es una sustancia natural fundamental para todas las formas de vida. Es el componente más abundante en los seres vivos, los cuales contienen en promedio un 70% de este líquido vital. Al ser esencial en la configuración de los seres vivos y los sistemas

medioambientales, su importancia no sólo radica en su uso como material de aprovisionamiento; también regula aspectos como el clima y la meteorología (Paredes, 2013).

El agua en el planeta tierra fluye transformándose de un estado a otro. El proceso en el que suceden estos cambios se les conoce como el ciclo hidrológico, es decir, el ciclo que “describe el transporte de las masas de agua a través de la atmósfera a la tierra y su retorno a la atmósfera” (IDEAM, 2014, pág. 48). El equilibrio en este ciclo está fuertemente relacionado con condiciones topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca, además de la relación entre aguas superficiales y subterráneas (IDEAM, 2010) como se muestra en la Figura a continuación:

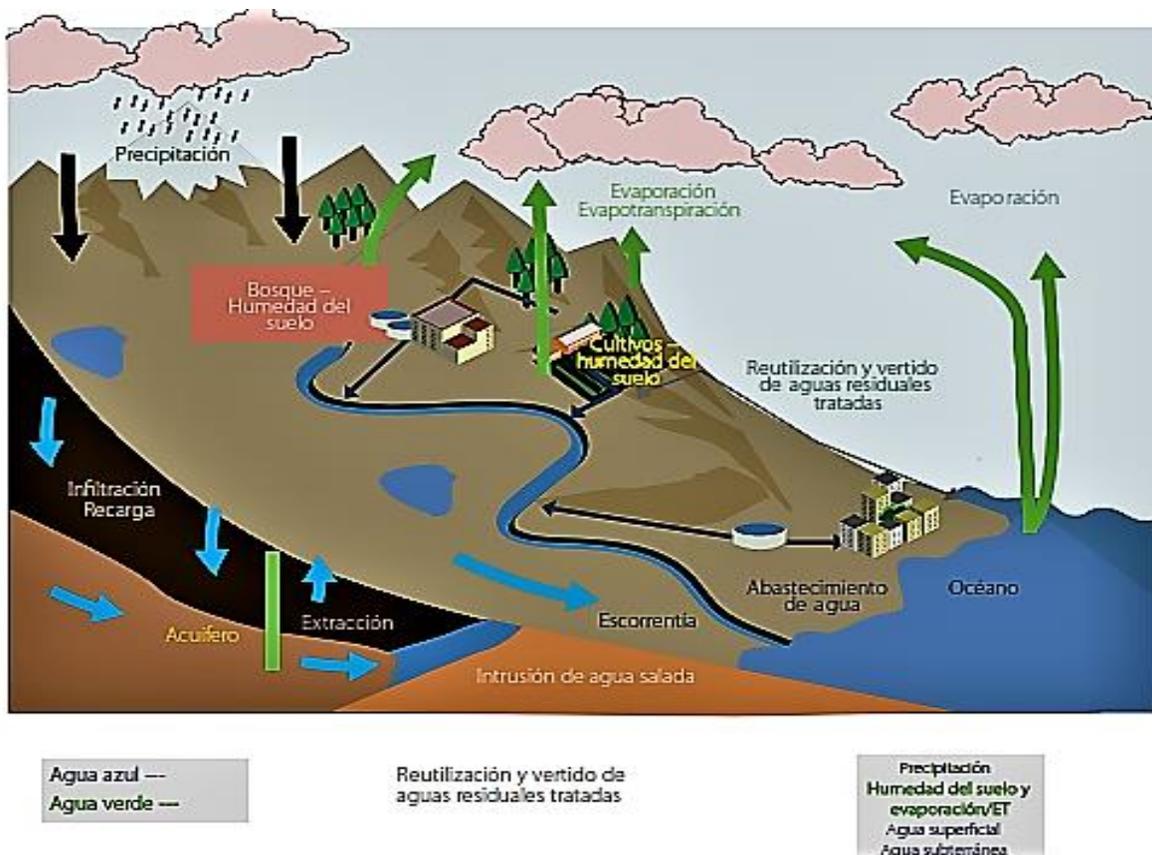


Figura 4. Ciclo hidrológico

Fuente: Unesco (2006). En: ENA 2014. Pág. 40

Las lluvias son el único componente de entrada en el ciclo hidrológico; por su parte, las salidas de agua se producen en los procesos de evaporación⁵, transpiración⁶, infiltración⁷ que produce la recarga de acuíferos en el subsuelo dando origen al agua subterránea, y la escorrentía superficial; ésta última es la precipitación que fluye por la superficie del suelo y se concentra en los cauces y cuerpos de agua, siendo así el agua de la cual se hace uso predominantemente en las actividades humanas (Ordoñez, 2011).

Como un factor que afecta la variabilidad climática local y regional, el cambio climático tiene una gran incidencia en todo el ciclo hidrológico y por ende, en las posibilidades de abastecimiento de agua: Del volumen de precipitación depende la cantidad de agua que ingresa; las condiciones del suelo relacionadas también con factores climáticos pasados y presentes, entre otros, determinan la cantidad de agua que se transforma en escorrentía; así mismo, variaciones en la temperatura inciden en la evaporación y la transpiración afectando los regímenes de precipitación y la escorrentía, como indican, entre otros, los Estudios Nacionales del Agua (IDEAM, 2010; IDEAM, 2014; IDEAM, 2018). Por esta razón, gran parte de los aspectos relacionados con el deterioro ambiental inciden en el equilibrio del ciclo hidrológico.

Es así como se presentan los componentes de la dimensión Ambiental referentes a las condiciones biofísicas y climatológicas, la oferta hídrica disponible y la vulnerabilidad del territorio respecto a su recurso hídrico, a la luz de los escenarios de cambio climático.

⁵ Evaporación: “Se define como el proceso mediante el cual se convierte el agua líquida en un estado gaseoso” (Ordoñez, 2011, pág. 12)

⁶ Transpiración: Es la evaporación del agua a través de las hojas, como parte del proceso de alimentación de las plantas (Ordoñez, 2011)

⁷ Infiltración: Es el agua que atraviesa la superficie del suelo (Ordoñez, 2011).

7.1.1.1. *CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA Y ÁREAS PROTEGIDAS*

El municipio de Tauramena presenta una extensión de 2391 km² (DNP, 2019). En la región confluyen gran variedad de zonas de vida: altas pendientes y zonas de recarga hídrica que conectan con el departamento de Boyacá, la llanura y los ríos que limitan con el departamento del Meta y la entrada a la ruta hacia la selva amazónica, con los departamentos de Vichada y Guaviare.

El municipio “presenta veinte tipos de paisaje distribuidos en siete unidades geomorfológicas denominados de montaña, lomerío, altiplanicie, piedemonte, valle intermontano, planicie y valle de llanura” (CORPORINOQUIA, 2008, pág. 46). Además, el territorio cuenta con diferentes variaciones altitudinales con referencia al nivel del mar, con alturas entre los 150 m.s.n.m. hasta los 2400 m.s.n.m. (ver Anexo 4). Estos aspectos favorecen la presencia de diversos pisos térmicos lo cual se suma a la abundante precipitación para desarrollar bosques húmedos con “una exuberante vegetación boscosa, hoy en día en vía de extinción” (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2010, pág. 36).

Pese a esta riqueza biofísica que hace del municipio un lugar con gran disponibilidad hídrica, en el territorio son pocas las áreas protegidas con usos para conservación que garantizarían el equilibrio ecosistémico futuro. Consultando la información que hace referencia a las zonas de reserva forestal establecidas en la Ley Segunda de 1959 no se identifican áreas bajo esta figura en el municipio (Ver Anexo 5); así mismo, el Registro Único de Áreas Protegidas informa que el municipio cuenta solo con un área protegida incorporada al SINAP como se indica en la siguiente Figura:

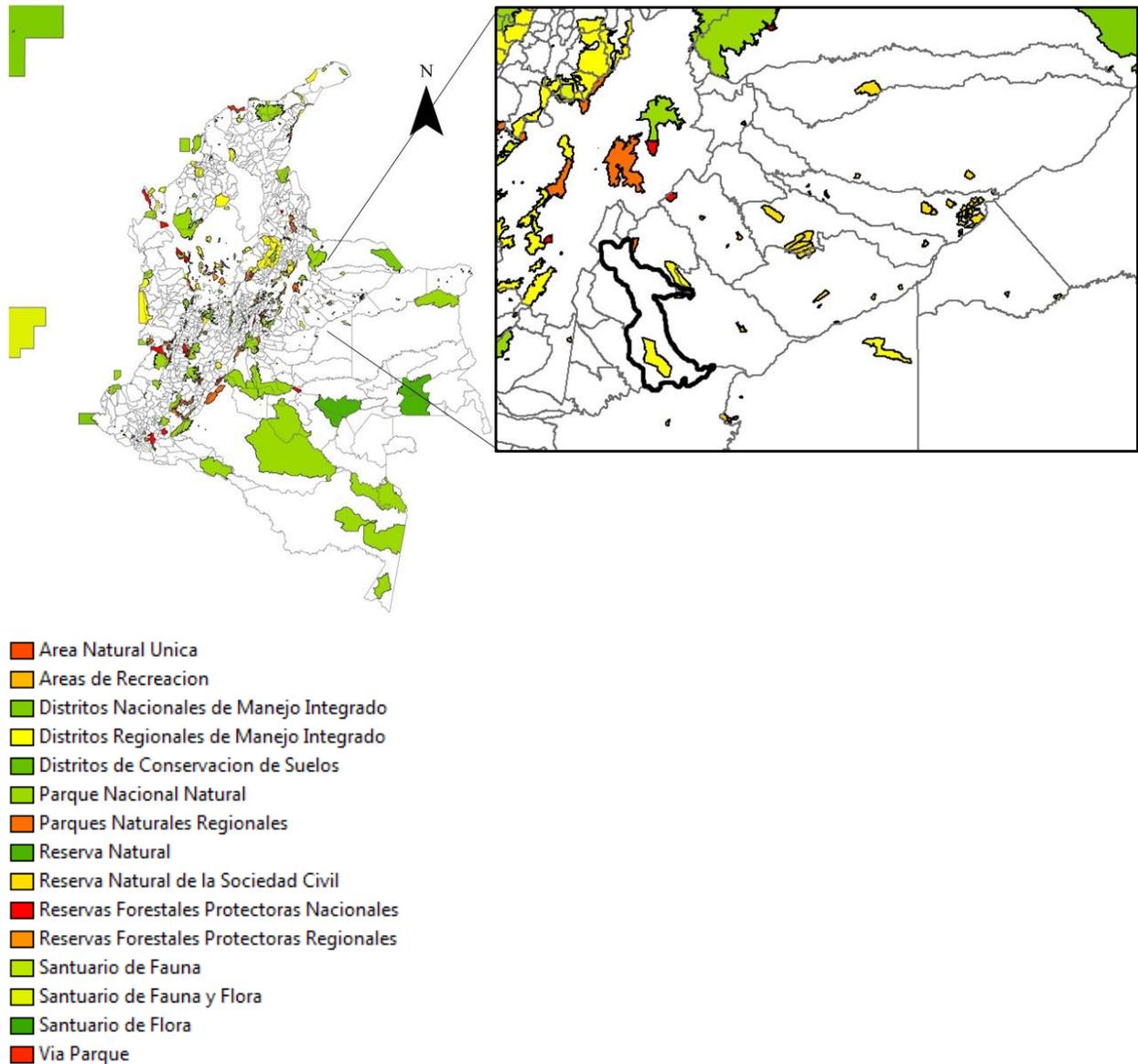


Figura 5. Áreas Protegidas declaradas en el RUNAP. Municipio de Tauramena, Casanare

Fuente: Cartografía RUNAP, formato shp.

El área protegida que se relaciona en la Figura 5 es el Distrito Regional de Manejo Integrado (D.M.I.) Mata de la Urama (2803 ha). Éste es un área protegida del nivel regional y se ha definido como un D.M.I. debido a que sus ecosistemas mantienen su composición y su función, aunque ha cambiado su estructura (CORPORINOQUIA, 2018, pág. 2); por ende, los usos

establecidos en el Plan de Manejo de este D.M.I. son: Preservación, restauración y uso sostenible (CORPORINOQUIA, 2018).

Además del D.M.I., el municipio cuenta con un área fundamental para la protección forestal: La Cuenca Alta del Río Caja (3300 ha), donde se localizan gran parte de los nacimientos de agua del municipio y es aquella con usos para conservación, debido a que los ecosistemas mantienen su estructura, su composición y su función, es decir que no han sido intervenidos en períodos de tiempo extensos (Decreto 2372, 2010); por ello, cuentan con bosque ripario y gran biodiversidad en flora y fauna, manteniendo las relaciones naturales en el entorno y la provisión activa de servicios ecosistémicos a la población.

Los ecosistemas estratégicos en el municipio corresponden a bosque andino, bosque húmedo tropical y sabanas inundables, identificando así 12 zonas de importancia ambiental en el territorio, incluyendo las dos áreas protegidas previamente mencionadas. Las zonas adicionales a las ya mencionadas son reservas forestales con clasificación de usos sostenibles del suelo en el EOT, es decir, su uso no es para conservación y se permiten algunas actividades antrópicas; estos ecosistemas mantienen su función, aunque hayan sido modificados (Decreto 2372, 2010). También se han adquirido alrededor de 7778 ha para protección del recurso hídrico.

El conjunto de estas áreas mencionadas se observa a continuación en la Figura 6, señalando la Cuenca Alta del río Caja en azul, en verde claro los predios adquiridos por el municipio como áreas forestales, y el D.M.I. hacia el sur del municipio, con un borde naranja:

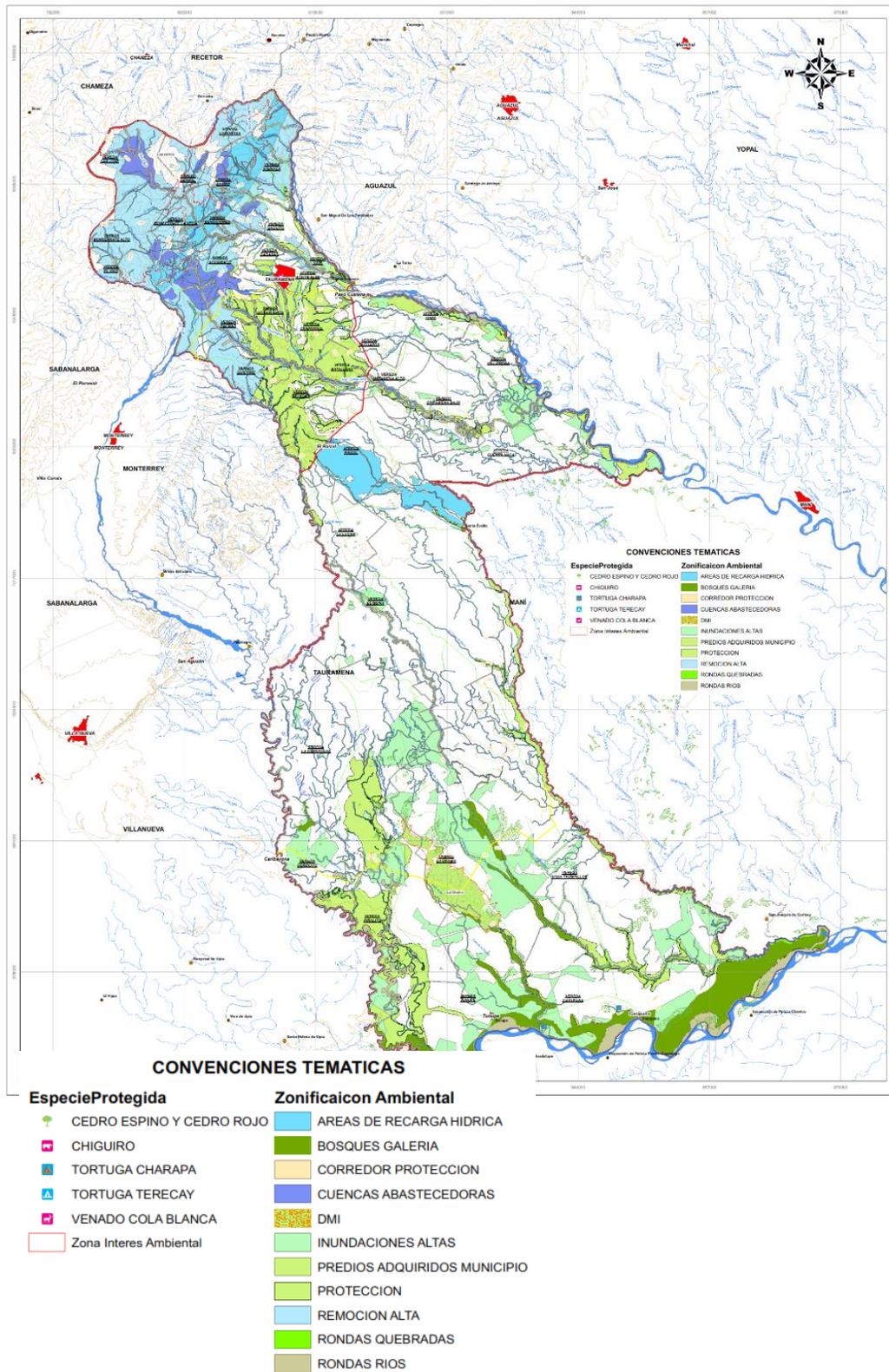


Figura 6. Áreas protegidas y predios adquiridos por el Municipio

Fuente: (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014)

La transformación de los ecosistemas producto de las acciones antrópicas en el municipio ha llevado a un deterioro en su conjunto, aunque se cuenta con una planificación ambiental que debería evitar la intervención en áreas protegidas o favorecer su conectividad con algunos ecosistemas estratégicos aislados, como los lineamientos normativos establecidos en el EOT, los POMCA o el Plan de Manejo del D.M.I.

Biogeográficamente, “el piedemonte es una extensión de la selva orinoquense y a la vez una prolongación de la selva amazónica, pero con empobrecimiento de especies amazónicas debido a su carácter de península” (Banco de Occidente, 2005, pág. 50). Sin embargo, hace más de 60 años el territorio ha sufrido notables transformaciones derivadas del establecimiento de pastizales para ganadería y la implementación de zonas de cultivo, reduciendo las selvas a rastrojos (Banco de Occidente, 2005). Con el tiempo, esta transformación ha derivado en la pérdida de ecosistemas, como se relata en la canción Laguna Vieja, interpretada por Reynaldo Armas:

“...Tu manantial hace tiempo se murió
solo le queda en el centro
un gemido de dolor
fuiste en un tiempo laguna
un paisaje ensoñador
pero se fue tu hermosura
lejos sin decir adiós
la soledad ni siquiera te dejó
las huellas de mi caballo
porque también las borró”

7.1.1.2. PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

La Zona de Convergencia Inter Tropical – ZCIT⁸- es una franja donde confluyen los vientos alisios del noreste y sureste. Debido a la ubicación geográfica de Colombia, la ZCIT favorece el desarrollo de nubosidad y lluvias en el territorio nacional, teniendo así gran incidencia en el comportamiento climático del país (Pacheco & León, 2001).

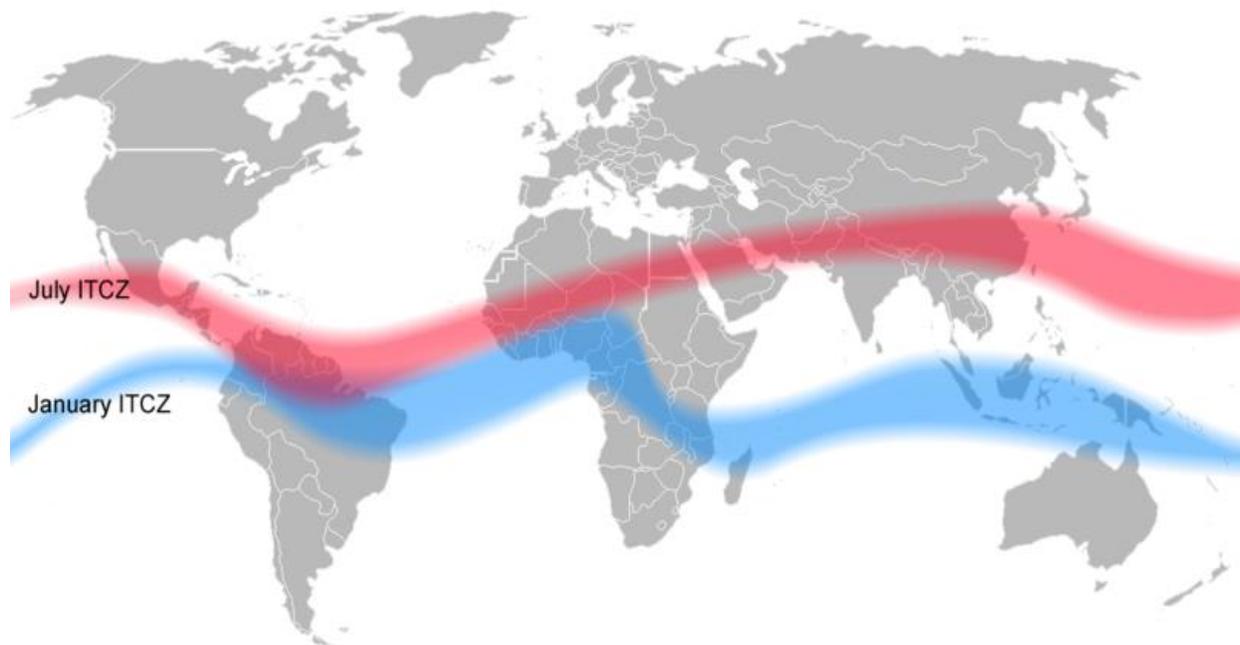


Figura 7. Zona de Convergencia Inter Tropical (IZCT en inglés)

Fuente: Sitio web CanalClima. <http://www.canalclima.com/zona-de-confluencia-intertropical-zcit-2/>

⁸ “Se sitúa aproximadamente paralela al Ecuador y está ubicada entre dos núcleos de alta presión atmosférica. Esta zona, y las masas de aire que confluyen en ella, se desplaza con respecto al Ecuador siguiendo el movimiento aparente del sol” (CORPORINOQUIA, CORPOBOYACA, Gobernación de Casanare, Municipio de Tauramena, 2008, pág. 5).

La región de los Llanos⁹ presenta un régimen de lluvias monomodal, “con un aumento leve hasta el mes de marzo y muy notable a partir del mes de abril. En el mes de octubre comienzan a descender las lluvias, registrándose en el mes de noviembre algunas precipitaciones considerables que dan paso al período seco el cual va de diciembre a marzo y se caracteriza por una disminución muy pronunciada de la precipitación” (CORPORINOQUIA, CORPOBOYACA, Gobernación de Casanare, Municipio de Tauramena, 2008, pág. 5).

Otro factor climático incidente en el país, y que expresa la variabilidad climática, son los fenómenos interanuales de El Niño (ENSO por sus siglas en inglés), y La Niña, manifestaciones de corrientes de viento provenientes del océano pacífico tropical, que traen eventos de precipitaciones extremas (Niña), o aumentos de temperatura y reducciones extremas de la precipitación (Niño) (IDEAM, 2018).

El IDEAM retomó la información histórica sobre temperatura y precipitación para cada zona del país desde 1976 hasta el año 2005, generando unos "escenarios ensamble" departamentales para el periodo 2071-2100 (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017). En Casanare, los escenarios ensamble son los siguientes:

⁹ La región también recibe la influencia del sistema de baja presión en niveles bajos de la cuenca amazónica, conocida con el nombre de *baja amazónica*. “Su origen se debe al calor latente de condensación y al efecto complementario que obra la cordillera de los Andes al canalizar el flujo de los alisios del noreste” (Guzmán, Ruíz, & Cadena, 2014, pág. 40).

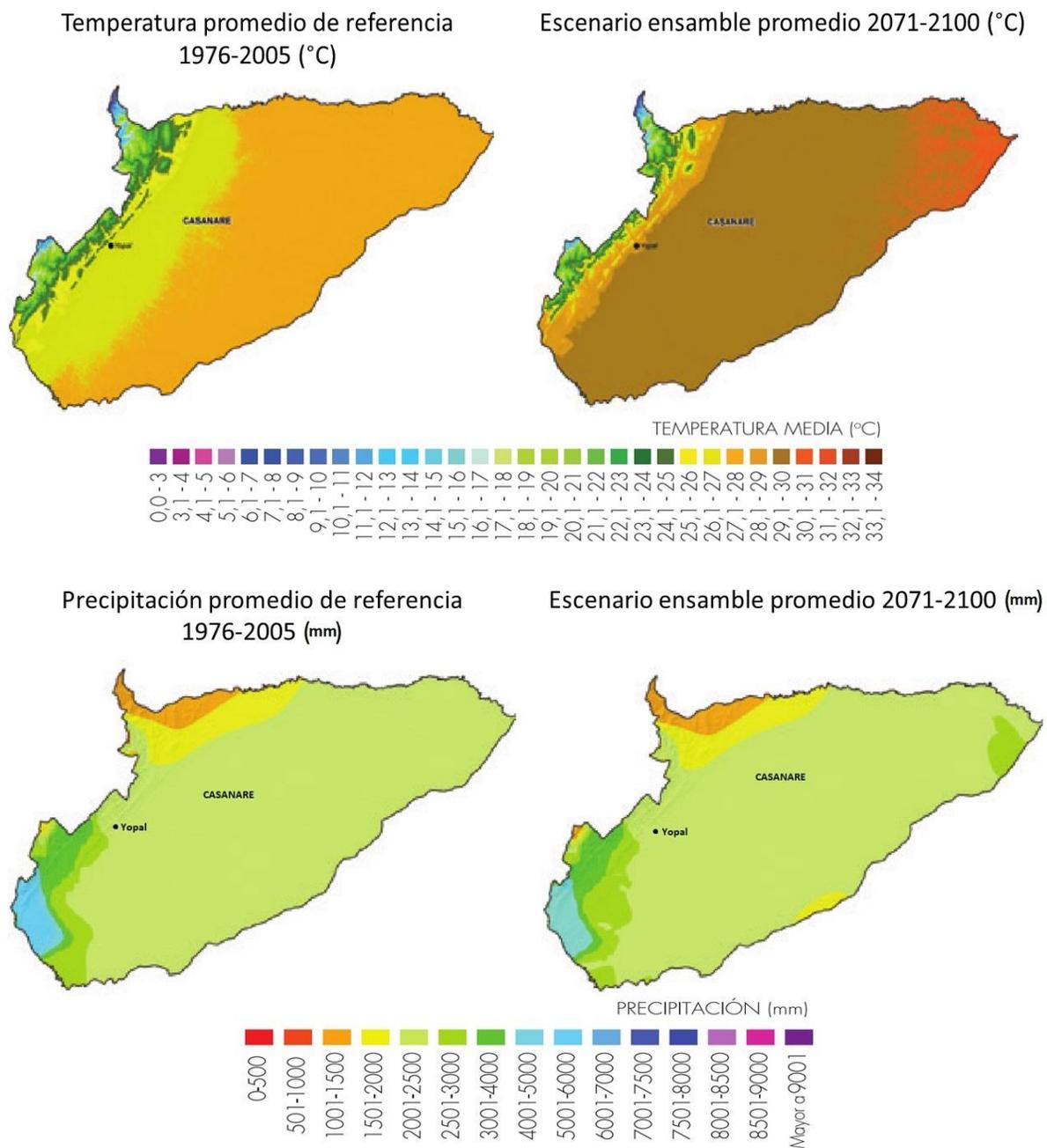


Figura 8. Temperatura y precipitación promedio Casanare 1976-2100.

Fuente: Elaboración propia con base en (IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015, pág. 31)

Los escenarios a futuro desarrollados por la TCNCC establecen que hacia el año 2100 Casanare podría presentar aumentos de temperatura de hasta 2,4°C; así mismo, la dinámica de la precipitación tendería hacia la disminución, principalmente sobre los municipios de “Villanueva, Sabanalarga y Monterrey, en donde podrá decaer el porcentaje de precipitación hasta en un 30%” (IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015, pág. 31). Como se indicó estos municipios limitan con Tauramena y el comportamiento de la precipitación no se restringe a escalas municipales sino regionales. En Casanare “los principales efectos podrán encontrarse en los sectores agrícola y ganadero (...) dada la posibilidad de sequías. Biodiversidad asociada a grandes planicies puede verse afectada por aumentos de temperatura que impiden desplazamiento adaptativo” (IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015, pág. 31).

El posible aumento de la temperatura en la región contrasta con los resultados estimados para la precipitación, la cual no parece mostrar grandes variaciones, aunque no se descarta que la magnitud de los cambios documentados pueda ser mayor en ciertas ocasiones, pues se están presentando resultados promedio. Sin embargo, se observa un ligero aumento de los niveles de precipitación en la zona donde se ubica el municipio de Tauramena.

7.1.1.3. OFERTA HÍDRICA

Retomando los procesos inmersos en el ciclo hidrológico, la precipitación alimenta las fuentes hídricas siendo la principal entrada de agua en el ciclo y transformándose en la escorrentía, o el agua que fluye por las fuentes hídricas. De esta forma, la escorrentía superficial expresa materialmente la oferta hídrica total, aunque no toda el agua está disponible para fines de uso; la

oferta hídrica disponible para el uso y apropiación humana, se obtiene tras sustraer a la oferta hídrica total superficial “el volumen de agua que garantizaría el funcionamiento de los ecosistemas, los sistemas fluviales, y en alguna medida un caudal mínimo para usuarios que dependen de las fuentes hídricas asociadas a estos ecosistemas” (IDEAM, 2014, pág. 49).

Las fuentes hídricas que conforman la oferta hídrica disponible en el municipio de Tauramena son: El río Chitamena, el cual es la fuente principal que abastece el acueducto urbano; el río Caja, abastecedor de 7 veredas y del centro poblado Paso Cusiana; la quebrada Tauramenera, la cual corresponde a una fuente alterna al río Chitamena para contingencias; por último, se cuenta con las quebradas Algarrobera, Cacical y Portana, las cuales, junto con pozos profundos, abastecen el área rural en acueductos comunitarios (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

De acuerdo con la información SISBEN y DANE, las primeras tres fuentes hídricas mencionadas son las que abastecen alrededor del 80% de la población del municipio, y todas hacen parte de la cuenca del Río Cusiana, con nacimientos en la jurisdicción del municipio de Tauramena. La siguiente Figura indica la ubicación de estas fuentes hídricas, que, como se observa, corresponden en su mayoría a las áreas de recarga hídrica de la Figura 6:

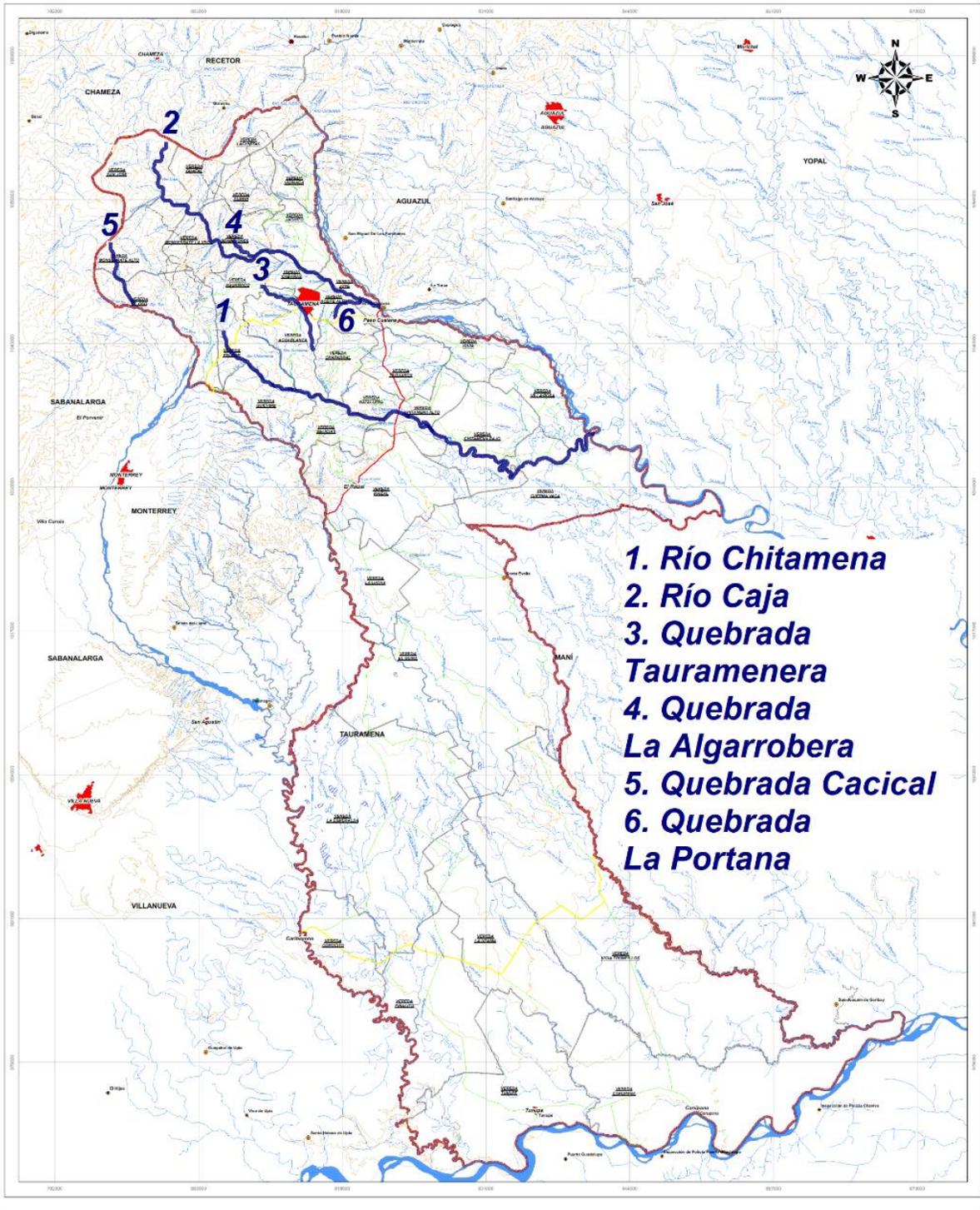


Figura 9. Oferta hídrica superficial

Fuente: Elaboración propia con base en (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014; Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016)

La parte media de la cuenca del río Cusiana abarca aproximadamente el 33,3% de la extensión total de la cuenca y presenta una altitud oscilante entre los 350 y 2000 metros; allí se localiza “el nacimiento de los principales tributarios del río Cusiana a saber: Los ríos Unete, Sunce, Charte, Caja y Chitamena” (CORPORINOQUIA, CORPOBOYACA, Gobernación de Casanare, Municipio de Tauramena, 2008, pág. 6).

El Estudio Nacional de Agua (en adelante ENA) del año 2014 analiza la oferta y demanda hídrica, calidad y usos del recurso hídrico; se realiza cada cuatro años; el último fue elaborado en el año 2018, aunque a la fecha no se encuentran los resultados a nivel municipal. A continuación, se presenta la escorrentía medida para el municipio de Tauramena, medida en milímetros (mm) (equivalente a litros por metro cuadrado), de acuerdo con información cartográfica del IDEAM basada en el ENA realizado en el año 2014.

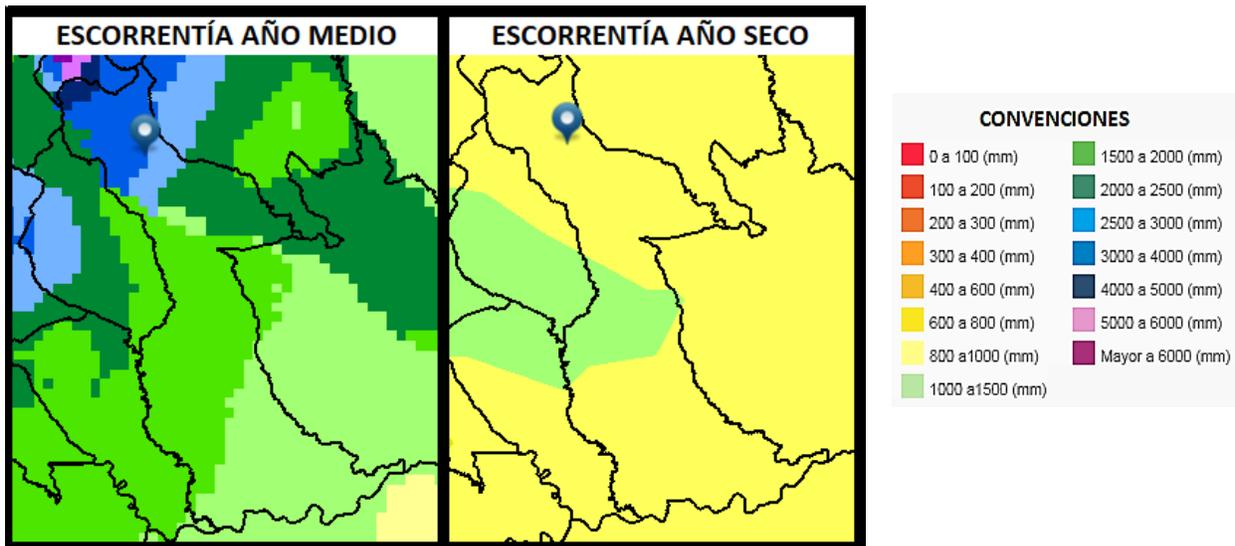


Figura 10. Tauramena, Escorrentía año medio y año seco.

Fuente: Elaboración propia con base en: Sistema de Información Ambiental de Colombia.

<http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>. ENA (2014)

La Figura 10 indica que gran parte del territorio presenta valores muy altos en los años con condiciones promedio y a medida que aumenta la altura, donde se encuentra la zona de recarga hídrica, aumentan los valores de la esorrentía. En contraste con las condiciones medias identificadas, la esorrentía promedio en años secos es mucho menor, demostrando el impacto que generan los cambios de temperatura y precipitación en la oferta hídrica disponible.

Otra variable que da cuenta de la oferta hídrica es el rendimiento hídrico, “el cual representa la cantidad de agua por unidad de superficie en un intervalo de tiempo dado (l/s/km²)” (IDEAM, 2014, pág. 51). Este permite cuantificar la oferta hídrica superficial al expresar la esorrentía en una unidad de área (IDEAM, 2010).

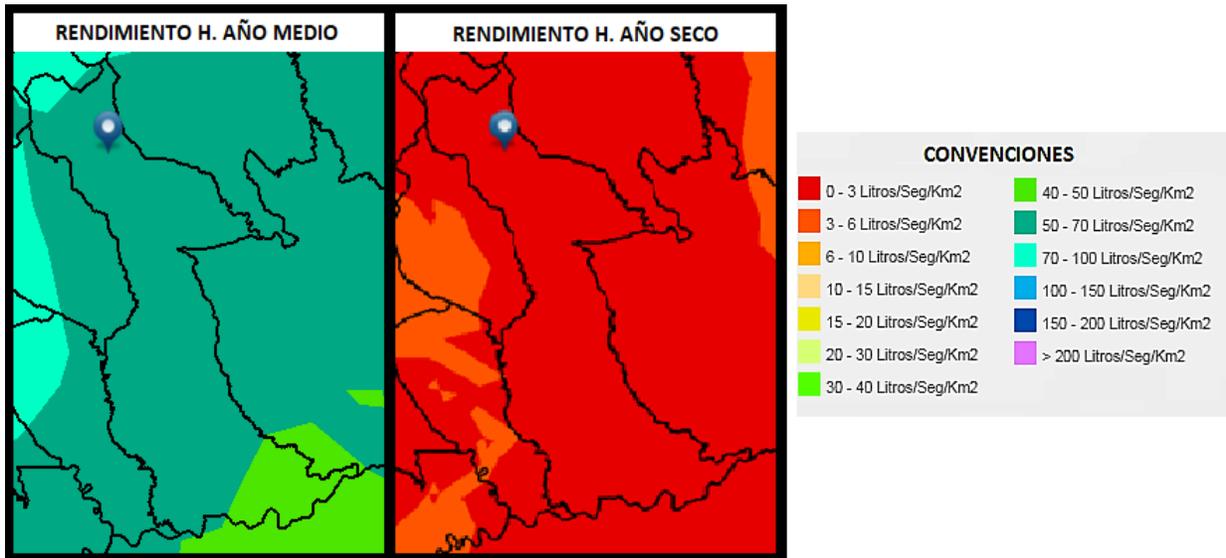


Figura 11. Rendimiento Hídrico condiciones año medio y año seco. Tauramena, Casanare

Fuente: Elaboración propia con base en: Sistema de Información Ambiental de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>. ENA (2014)

Al igual que la escorrentía, el rendimiento hídrico es mayor en la zona de recarga hídrica y va disminuyendo a medida que se extiende la llanura. En año seco, debido a la disminución de la escorrentía, el municipio presenta el rango de valores más bajo, entre 0 y 10 Litros/seg/Km², indicando que, aunque se mantiene la escorrentía, las condiciones del suelo, la vegetación y el clima inciden en que ésta se evapore o absorba con mayor facilidad, disminuyendo por lo tanto el rendimiento hídrico y la disponibilidad hídrica en condiciones secas.

A pesar de estos resultados, es importante considerar que los datos corresponden a mapas generales para la nación, diseñados a una escala mayor que la municipal, por lo cual resulta muy difícil pensar que el rendimiento hídrico en el municipio se reduzca a 0, considerando sus condiciones biofísicas. Así mismo, es de resaltar que las condiciones promedio no indican que los bajos rendimientos hídricos sean una pauta constante en el municipio.

Analizando los datos sobre la oferta hídrica disponible, se encuentra información para dos fuentes hídricas el municipio: La quebrada Tauramenera y el río Chitamena. Esta información corrobora el hecho de que el municipio presenta una oferta hídrica abundante, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2. Quebrada Tauramenera. Oferta Hídrica Anual en Millones de Metros Cúbicos (Mmc).

DEMANDA HÍDRICA ANUAL	AÑO MEDIO		AÑO SECO	
	Oferta anual Total	Oferta anual Disponible	Oferta anual Total	Oferta anual Disponible
0,71 Mmc	9Mmc	5,4 Mmc	6,587 Mmc	3,94 Mmc

Fuente: Elaboración propia con base en ENA 2010.

El ENA 2010 identifica una oferta hídrica disponible anual muy superior a la demanda promedio. Adicionalmente, la información contradice los mapas de la Figura 11, pues en un año seco la oferta hídrica se reduce a menos de la mitad, lo cual no indica la gravedad que se observa con un rendimiento hídrico de 0. A pesar de ello, la relación entre oferta y demanda genera un índice medio en el uso del agua (IUA)¹⁰ y en la vulnerabilidad hídrica (IVH)¹¹ medios para la subzona hidrográfica y no *bajos* conforme la información sobre la oferta.

Tabla 3. Oferta Río Chitamena en m³/s – Extrapolación Río Unete 2008

Nivel Q	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Caudal medio	0,2	0,22	0,23	0,76	1,56	1,78	1,83	2	2,1	1,76	0,74	0,3
Caudal máximo	0,41	1,19	1,57	6,62	15,4	17,98	14,14	16,83	15,18	13,6	7,49	3,71
Caudal mínimo	0,14	0,13	0,14	0,3	0,47	0,51	0,41	0,51	0,53	0,35	0,26	0,13

Fuente: POMCA Cuenca Río Chitamena. Capítulo 4: Hidrografía. Página 6. CORPORINOQUIA 2008

En la tabla 3 se observa que en el río Chitamena, la oferta hídrica promedio mensual¹² se reduce entre diciembre y marzo, correspondiente con el período seco en el territorio. A su vez, en el período de lluvias se percibe un aumento del caudal del río. Esta información junto con el hecho de que el municipio cuenta con diversas fuentes hídricas para la satisfacción de las necesidades humanas, ha conllevado a que los ENA 2010 y 2014 no indiquen presiones altas al recurso hídrico.

¹⁰ El Índice de Uso del Agua IUA “corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y por unidad espacial de subzona hidrográfica y cuencas abastecedoras de acueductos en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales” (IDEAM, 2018).

¹¹ El Índice de Vulnerabilidad Hídrica (IVH) permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)– podría generar riesgos de desabastecimiento (IDEAM, 2018).

¹² En el estudio realizado por CORPORINOQUIA, se toma como Oferta los datos sobre caudales medios mensuales que se registran en la parte más baja de la cuenca (CORPORINOQUIA, 2008, pág. 6). De acuerdo con el ENA 2014, estos datos responden a la Oferta hídrica total superficial OHTS, diferente a la Oferta Hídrica Disponible.

Si bien no se ha afectado aún la oferta hídrica disponible por las actividades antrópicas, en cuanto a volumen de agua, sí se están modificando los factores ecosistémicos que garantizan el rendimiento hídrico y el flujo de la escorrentía en tiempo seco, así como la regulación climática y las condiciones de los suelos, incidiendo en las actividades humanas, pues muchas de ellas dependen de los servicios ecosistémicos, o los beneficios obtenidos de los procesos y funciones de los ecosistemas (Márquez & Valenzuela, 2008).

Posteriormente, además, se analizará el comportamiento de la demanda hídrica, factor clave en el análisis de la disponibilidad hídrica con una gran incidencia de la dinámica económica; se documentará que la ganadería es la actividad que genera mayores afectaciones a las fuentes hídricas, y en consecuencia, al rendimiento hídrico, pues incide en la deforestación, la contaminación del agua y la compactación del suelo, fenómeno que reduce la capacidad del suelo para absorber oxígeno y agua; la compactación del suelo genera poca fertilidad (o nula en algunos casos), así como un aumento de la escorrentía superficial al reducir la fracción de la precipitación que se infiltra, lo cual es un factor que genera amenazas por inundaciones y desbordamientos, fenómenos identificados como las principales problemáticas para la región en los últimos años, según el avance del más reciente ENA (IDEAM, 2018).

Adicionalmente, la contaminación de fuentes hídricas y el manejo inadecuado de los cauces, procesos derivados de las actividades económicas, son factores que influyen en el recurso hídrico y afectan la disponibilidad del mismo en relación con un uso que garantice el equilibrio territorial (CORPORINOQUIA, 2008; CORPORINOQUIA, CORPOBOYACA, Gobernación de Casanare, Municipio de Tauramena, 2008).

7.1.1.4. VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Como se ha mencionado anteriormente, la *amenaza* frente al cambio climático en un territorio corresponde al peligro de que un evento climático presente una magnitud que genere afectaciones materiales, humanas o ambientales (DNP, IDEAM, MADS, UNGRD, 2015).

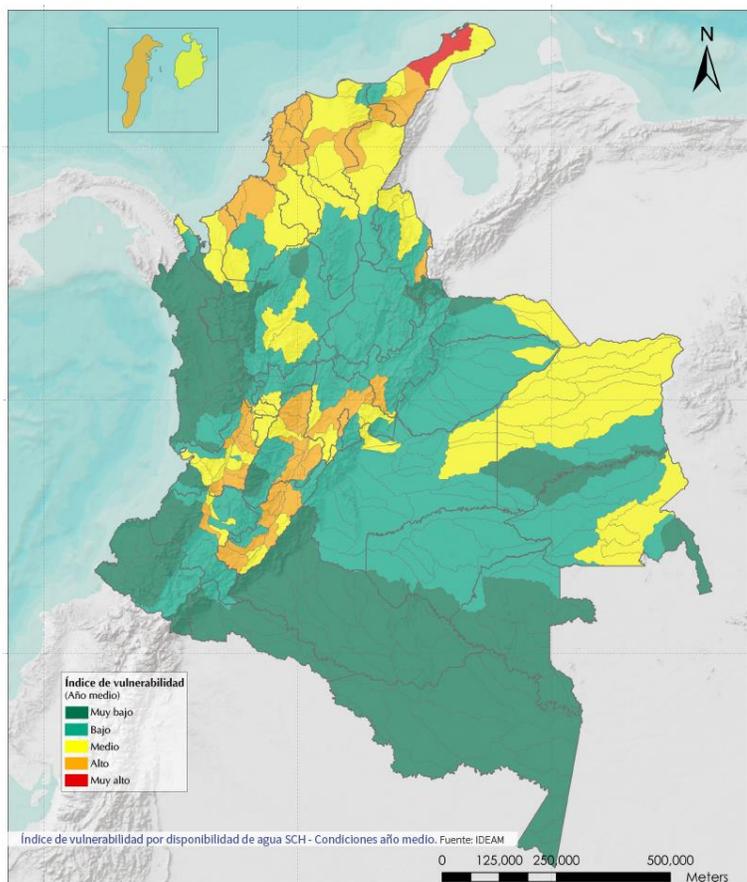


Figura 12. Vulnerabilidad por disponibilidad de agua en Colombia
Fuente: Ideam, 2018

Los resultados para el municipio de Tauramena, respecto al recurso hídrico, indican en términos generales una amenaza baja con un valor de 0,377.

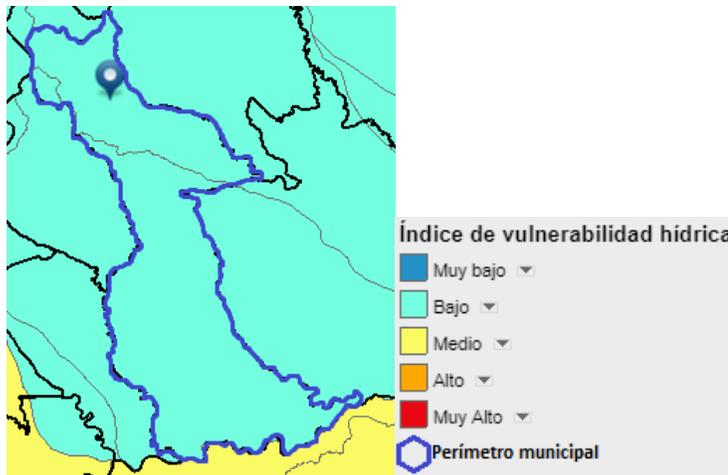


Figura 13. Posibilidad de desabastecimiento hídrico. Tauramena, Casanare. 2010

Fuente: Elaboración propia con base en ENA 2010. En: Sistema de Información Ambiental de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>

Este bajo grado de *amenaza* se debe a que el municipio cuenta con diversas fuentes hídricas, cuerpos de agua y reservorios subterráneos. Sin embargo, este resultado en sí mismo no es concluyente, pues es necesario reiterar que son mapas elaborados a escala nacional y no consideran las particularidades del territorio a escala municipal.

Adicionalmente, aunque existe una baja probabilidad de desabastecimiento producto del cambio climático, existen factores en la relación naturaleza-sociedad que afectan los equilibrios en el ciclo hidrológico y podrían generar afectaciones a la población y a la biodiversidad. Por esto la TCNCC no solo analiza la amenaza frente al cambio climático, sino que indica la *sensibilidad* del territorio respecto a su recurso hídrico a través de 6 indicadores:

Tabla 4. Sensibilidad frente al cambio climático. Tauramena

Indicador	Grado de sensibilidad	Valor
IPHE ¹³	Medio	0,37
Agua no retornada ¹⁴	Muy baja	0,103
IRH ¹⁵	Alta	0,632
Índice medio uso agua ¹⁶	Muy baja	0,101
Brecha de acueducto ¹⁷	Medio	0,523
IA ¹⁸	Medio	0,412

Fuente: Elaboración propia con base en (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017)

A pesar de contar con una baja amenaza de afectaciones al abastecimiento hídrico producto del cambio climático, llama la atención que el Índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE), la brecha de acueducto y el índice de aridez (IA) presentan valores medios (no bajos), es decir que no hay un manejo óptimo del recurso hídrico a pesar de contar con una oferta hídrica suficiente y se requiere de una mejoría en el abastecimiento para la población, así como la recuperación de ecosistemas estratégicos a fin de afrontar adecuadamente las posibles variaciones en el clima y sus impactos sobre los cuerpos de agua.

¹³ Índice de presión hídrica a los ecosistemas (IPHE): Mide el impacto de las actividades agrícolas y pecuarias sobre el agua disponible.

¹⁴ Índice de agua no retornada a la cuenca: Mide el impacto de los usos antrópicos del agua sobre la oferta hídrica disponible.

¹⁵ Índice de retención y regulación hídrica (IRH): Mide la cantidad de humedad que pueden retener las cuencas.

¹⁶ Índice medio uso del agua superficial: Se define como la cantidad de **agua** utilizada por los sectores usuarios, en un periodo determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades temporales y espaciales

¹⁷ Mide las coberturas actuales en área urbana y rural, identificando la capacidad para brindar acceso al agua potable para toda la población en condiciones climáticas extremas

¹⁸ Índice de aridez (IA): Permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial" (IDEAM, 2018).

Por su parte, el índice de Retención y Regulación Hídrica es el aspecto que genera una sensibilidad, o debilidad alta en el territorio para afrontar eventos climáticos extremos, lo cual expresa el efecto de las actividades antrópicas en los ecosistemas que inciden en estos índices. De acuerdo con los resultados del más reciente ENA, “las regulaciones bajas se concentran en el Caribe, algunas subzonas del piedemonte llanero, los afluentes del río Meta, la sabana aguas arriba del río Aipe, Yaguari y el Sumapaz” (IDEAM, 2018, pág. 66).

El último componente del análisis del riesgo frente al cambio climático, la *capacidad adaptativa*, se analiza a través del índice de eficiencia en el uso del agua, que para Tauramena indicó capacidad adaptativa muy baja (0,394), expresando conflictos tanto en el uso del agua, como en el uso del suelo. Además, se tienen en cuenta las inversiones sectoriales de entidades territoriales dentro y fuera del Plan Departamental del Agua, obteniendo un resultado igualmente muy bajo (0,178).

Esta situación se analizará en detalle en el apartado sobre la dimensión Político-Administrativa; sin embargo, es posible concluir que la capacidad del sistema territorial para garantizar el abastecimiento de hídrico en contextos de cambio climático, estaría garantizada más por la oferta hídrica producto de las condiciones naturales del territorio, que por los usos y la administración eficiente del mismo, una situación preocupante cuando se prevé aumento de temperaturas y cuando se desarrollan actividades económicas con altas demandas hídricas y alta transformación ecosistémica.

Los resultados dan cuenta de aspectos relevantes para el problema de investigación: En primer lugar, es evidente el aporte de la cobertura vegetal para regular el ciclo hidrológico y preservar los equilibrios necesarios para la disponibilidad hídrica, pues los indicadores en las zonas con bosques primarios presentaron, en términos generales, resultados más favorables que el resto del territorio. Segundo, esta situación contrasta con la intervención antrópica en ecosistemas estratégicos, principalmente la ganadería extensiva y la implementación de monocultivos, pero también por las posibles exploraciones petroleras para incrementar la producción en este sector, como se observará posteriormente.

7.1.1.5. AMBIENTE CONSTRUIDO: ESCASEZ DE INFRAESTRUCTURAS ÓPTIMAS PARA ACCESO AL AGUA POTABLE

Uno de los esfuerzos prioritarios para el gobierno nacional se dirige a garantizar el acceso de agua potable a toda la población. Por esta razón, parte de los recursos que reciben los municipios tiene una destinación condicionada hacia el sector de Agua Potable y saneamiento básico, como parte de sus competencias reconocidas en la ley (Congreso de la República, 1994).

Sin embargo, esta no fue una determinación suficiente para garantizar coberturas óptimas de acueducto en la época dorada de la explotación petrolera (inicios de la década de los 90), especialmente en municipios como Tauramena, recién creados y con poca capacidad institucional para asumir cabalmente sus competencias (Sánchez, Martínez, & Mejía, 2005). Sin embargo, desde 1997 se dejó instalado un sistema de acueducto que se encuentra vigente en la actualidad.

Tabla 5. Cobertura de acueducto. Tauramena 2015

LUGAR	COBERTURA
Área urbana	99%
Centro poblado Paso Cusiana	83%
Rural	27%
TOTAL MUNICIPIO	74%

Fuente: Elaboración propia con base en (Plan de Desarrollo: Garantía de un buen gobierno. Documento de Diagnóstico y Caracterización Municipal, 2016)

El sistema que compone el acueducto urbano consta de: Las fuentes de captación de agua para potabilización, la bocatoma del Río Chitamina, bocatoma Quebrada La Tauramenera, la red de aducción y conducción, el desarenador Río Chitamina, el desarenador Quebrada La Tauramenera, un pozo profundo localizado en la planta de agua potable, las plantas de tratamiento y los tanques de almacenamiento (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

El sistema de tratamiento de agua potable se compone de tres tanques de almacenamiento, dos de 600 m³ c/u. y uno de 1.200 m³ de capacidad, este último estaba previsto para entrar en funcionamiento en junio de 2012 pero se retrasó hasta el año 2015; un aspecto positivo es que permite suministrar el servicio tanto al centro poblado Paso Cusiana como a dos veredas: Aceite Alto y Chaparral (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016). A continuación, se presenta un mapa con las veredas que cuentan con la cobertura del acueducto urbano:

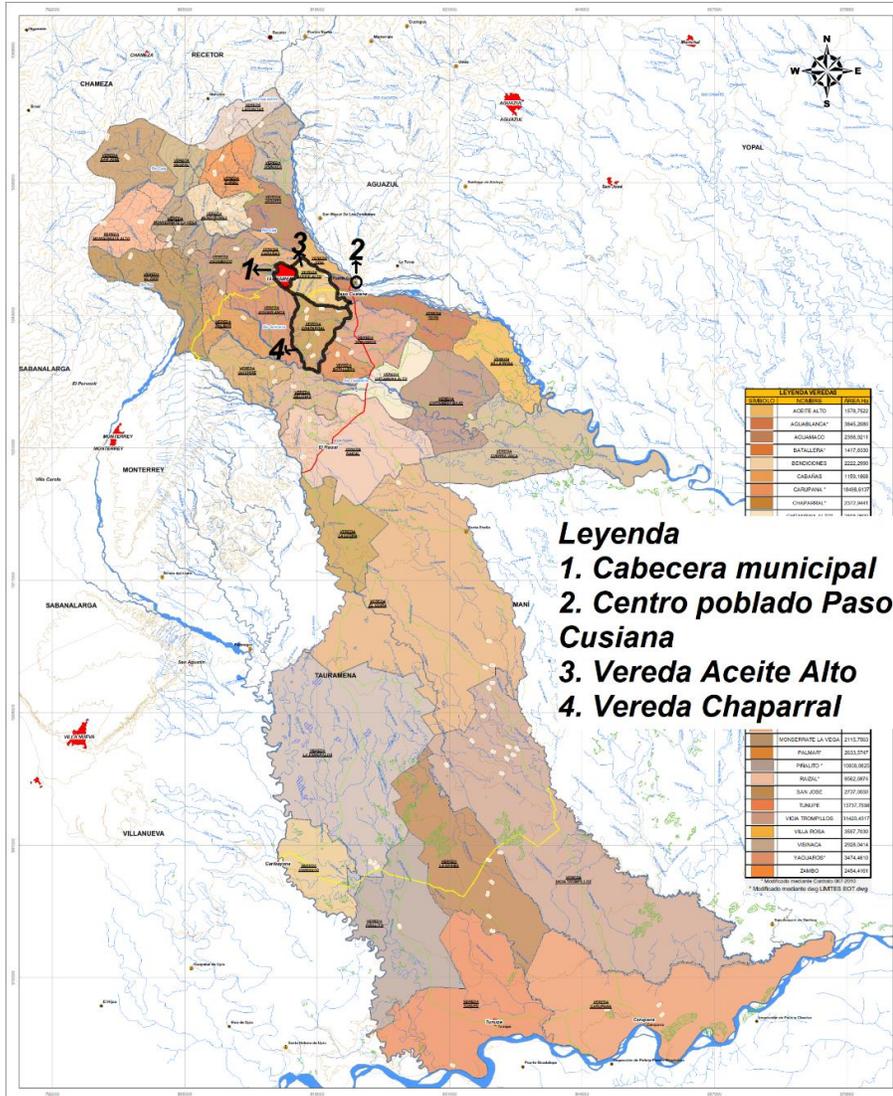


Figura 14. Mapa cobertura acueducto urbano

Fuente: Elaboración propia con base en: (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014; Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016)

A pesar de estas mejoras recientes, se viene presentando una problemática con la infraestructura para la captación de agua, la cual ha sido reconocida tanto en el POMCA (2008), como en el Diagnóstico para el PDM 2016-2019: “La empresa de servicios públicos del municipio de Tauramena está realizando una captación mayor a la concesionada en los permisos otorgados,

el caudal autorizado en las dos concesiones es de 99,41 L/s y actualmente realizan la captación de 147,88 L/s. (...)” (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016, pág. 433)

Debido a esta falla, en verano se realiza la captación total del caudal ofertado por la fuente, es decir, se supera el límite de la oferta hídrica disponible afectando las comunidades y los ecosistemas río abajo. Por esta razón, desde el estudio del POMCA (2008) se determinó la necesidad apremiante de “implementar mecanismos de control volumétrico que funcionen en la infraestructura de derivación de las fuentes de captación” (CORPORINOQUIA, 2008, pág. 52).

El macro acueducto Rio Caja suministra servicio a las veredas Cabañas, Aceite Alto, Iquia y Villarosa, proyectándose la ampliación del servicio a las veredas Cuernavaca y Chitamina bajo. El Macro acueducto Cacical suministra el servicio a otras 11 veredas: Agua Blanca, Aguamaco, El Oso, El Palmar, Güichire, Delicias, Batallera, Chitamina Alto, Yaguaros sector cuna de oro y los laureles, Raizal y La Lucha. Su construcción incluyó las redes matrices, sistemas de almacenamiento y tratamiento, que se interconectaron a las redes domiciliarias (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

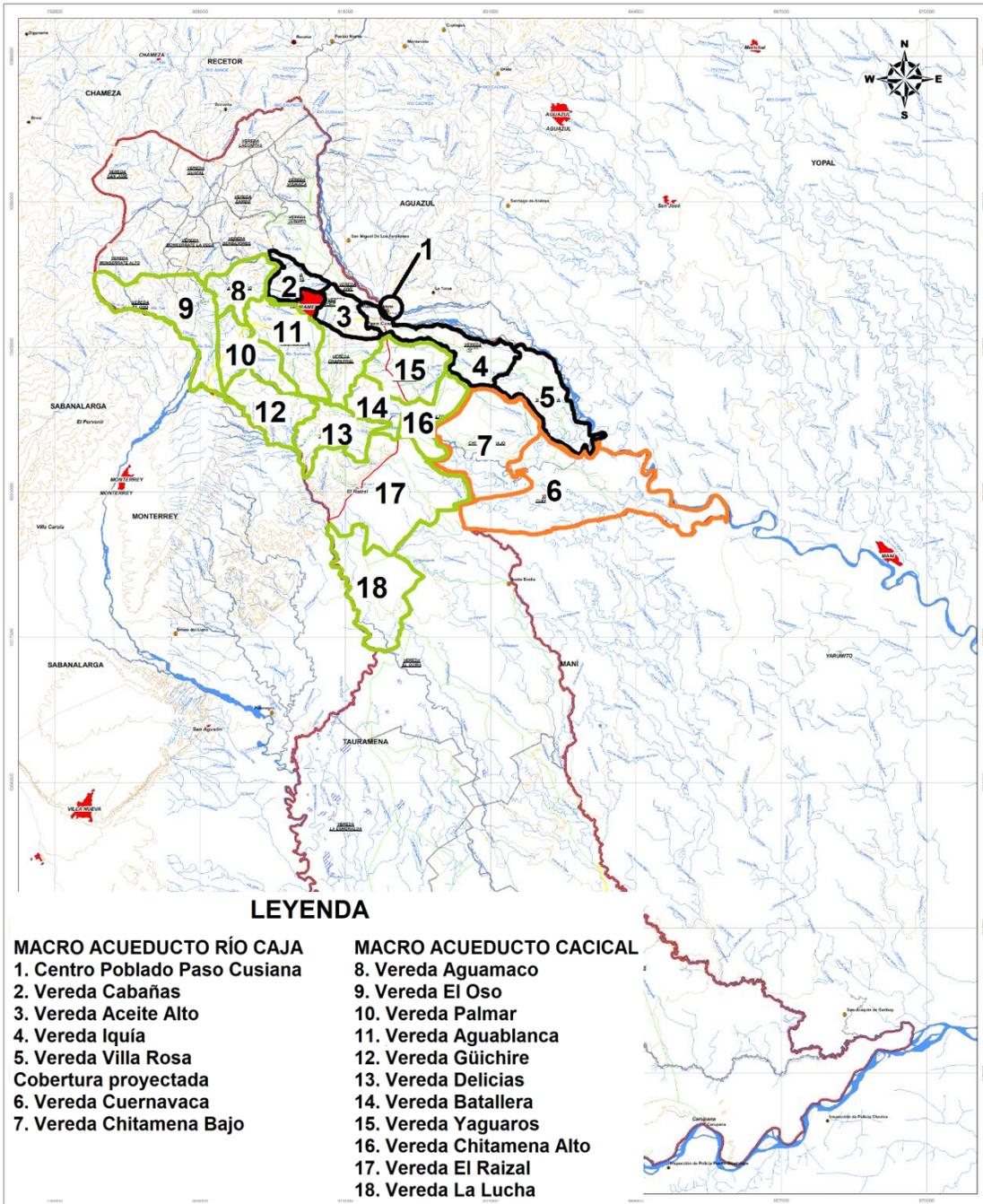


Figura 15. Mapa cobertura Macro acueductos Río Caja y Cacical

Fuente: Elaboración propia con base en: (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014; Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016)

De acuerdo con información aportada por la oficina asesora de planeación municipal, en la década de los 90 se intentó la instalación de estas infraestructuras en el área rural, pero debido a la dispersión de la población y la extensión del territorio, no se logró la operación efectiva de las mismas (Actor1, 2017); adicionalmente, la población rural, por tradición, genera sus propios mecanismos para abastecerse de agua por medio de pozos subterráneos. Actualmente existen sistemas colectivos para las veredas restantes, en los que las Juntas de Acción Comunal aplican tarifas fijas mensuales independientes del uso, lo que no es suficiente para la operación y el mantenimiento de los sistemas (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

Las comunidades defienden su autonomía en el manejo y abastecimiento de agua (Actor3, 2018), aunque se requieren de estrategias para un manejo adecuado de las rondas hídricas, dada la constante deforestación, paso de ganado y desviación de cauces con fines de aprovisionamiento particular. El ENA 2014 reporta que en el departamento de Casanare existen concesiones para 349 pozos subterráneos de tipo productivo (IDEAM, 2014).

Finalmente, las áreas de expansión urbana proyectadas en el EOT y el desarrollo propuesto a través de los respectivos Planes Parciales para los cuatro centros poblados del municipio (Paso Cusiana, Carupana, Tunupe y Raizal), constituidos a partir de la explotación de hidrocarburos en los años 90, reflejan el interés y la expectativa por ampliar la oferta de bienes y servicios en estas zonas, pese a que en el mismo año del ajuste del EOT (2014) se realizó la consulta popular para prohibir la explotación de hidrocarburos en el municipio. Esto implica una necesidad latente por mejorar los sistemas de acueducto a fin de brindar condiciones óptimas para los residentes presentes y futuros en estas zonas del municipio.

7.1.2. DIMENSIÓN ECONÓMICA

7.1.2.1. PRODUCCIÓN ECONÓMICA

El departamento del Casanare, y en general la región de los Llanos, presentaba una vocación económica ganadera hasta finales de los años 80, con los hallazgos petroleros en Tauramena, Casanare y en Aguazul, Arauca, los cuales iniciaron una transformación en la economía local, regional y nacional sin precedentes en la década de los 90's, generando también una gran dependencia económica hacia esta actividad (Sánchez, Martínez, & Mejía, 2005).

Las condiciones geológicas del territorio le constituyen en un epicentro ideal para las actividades de explotación petrolera, constituyéndose como uno de los prospectos principales en el país para exploración y explotación petrolera desde hace más de 30 años, además de hallarse importantes yacimientos de gas (Actor5, 2019)¹⁹. Las rocas en el subsuelo presentan características que favorecen la generación de hidrocarburos en yacimientos convencionales, es decir, no requiere técnicas como el fracturamiento hidráulico de roca madre (fracking) (Actor5, 2019)

Hasta el año 1990, cuando se consolidó la explotación petrolera en la región, se desplazaron las actividades económicas tradicionales que eran la ganadería y la agricultura en pequeña y

¹⁹ Las fuentes subterráneas de abastecimiento hídrico, así como las superficiales, podrían estar bajo amenaza ante las prácticas de extracción de hidrocarburos que se están avalando en el país. El Ministerio de ambiente dio concepto favorable para explotación petrolera no convencional, con métodos de fracturamiento hidráulico de roca madre (fracking) a gran escala, frente a los cuáles el país no cuenta con los estudios ni la preparación suficiente para que su manejo no genere impactos negativos en la base ambiental (Actor5, 2019). Tauramena se mantiene en la línea de la explotación de yacimientos convencionales (sin requerir fracking), aunque no es posible descartar el uso de esta controvertida técnica ante una eventual disminución de la productividad en los pozos actualmente explotados.

mediana escala (Sánchez, Martínez, & Mejía, 2005). Estos hallazgos petroleros aumentaron la producción a nivel nacional, pasando de exportar “un promedio de 450.000 barriles día, a un poco más de 1’000.000 para los años 1997-2000” (Dureau & Flórez, 2000, pág. 1).

Los ingresos del departamento se multiplicaron de tal manera que en la década de los 90’s, el ingreso per cápita en Casanare fue de US\$16000 (Ruiz, 2011). En el año 2013, el departamento reportó ingresos por \$15,4 billones de pesos, de los cuales la actividad petrolera aportó el 72%. Sin embargo, en el año 2014 se presentó una caída en los precios del petróleo que redujo los ingresos del departamento a \$12 billones para el año 2018, perdiéndose más de 15.000 empleos directos e indirectos (Revista Dinero, 2018). Pese a ello, actualmente se reporta un aumento en la producción de crudo y gas en el país respecto a la producción del 2018 en el mismo periodo (Diario Portafolio, 2019), donde el municipio tuvo participación junto con otros pozos del país.

El municipio de Tauramena no es ajeno a esta situación. Alberga el pozo petrolero Paso Cusiana, quizás el hallazgo petrolero más importante en la historia de Colombia (Ruiz, 2011), antes de los pozos petroleros de Puerto Gaitán, Meta. Por esta razón, su dinámica de crecimiento como municipio (económica, urbana y poblacional) está ligada a la actividad petrolera, siendo la fuente de ingresos predominante, como se observa en la gráfica a continuación:

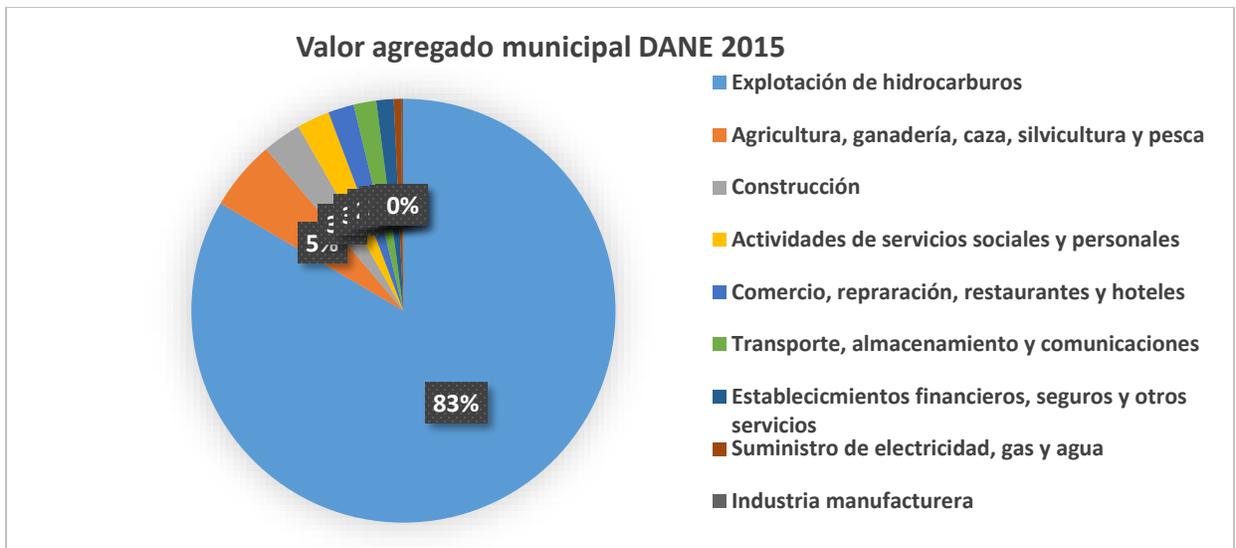


Gráfico 1. Porcentaje del valor agregado municipal por actividad económica

Fuente: Ficha de caracterización territorial. En: Terridata, DNP (2019)

Actualmente Tauramena es el segundo municipio del departamento que aporta mayor cantidad de petróleo al país (474.000 barriles diarios), y su relevancia radica en la dinámica global que caracteriza el mercado de hidrocarburos²⁰. De acuerdo con las estadísticas de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, en Tauramena se perforaron 6 pozos en el año 2017 y 8 en el año 2018; la misma fuente reporta 19 pozos activos en el municipio (ANH, 2019).

Los polígonos para la exploración petrolera que presenta la cartografía del EOT²¹ abarcan la mayoría del territorio tauramenero sin discriminar las áreas protegidas representadas en la Figura 6, sino que son bloques que se superponen a estas zonas estratégicas ambientalmente, como se muestra en la siguiente Figura:

²⁰ Al respecto se recomienda el texto de (Lo Vuolo, 2015) Estilos de desarrollo, heterogeneidad estructural y cambio climático en América Latina.

²¹ Elaborada por el grupo consultor ASONOP con base en IGAC (2004-2010), Secretaría de Planeación Municipal, Ministerio de Transporte 2010, Agencia Nacional de Hidrocarburos (2014).

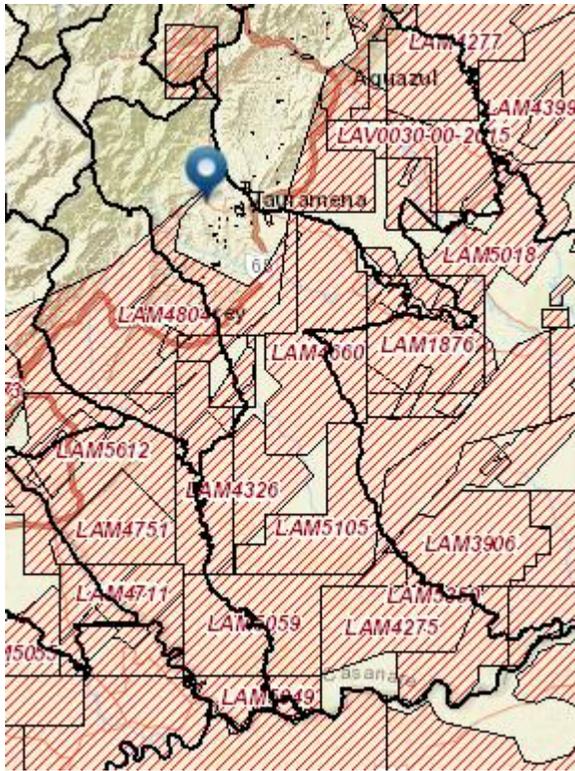


Figura 16. Mapa de bloques petroleros

Fuente: Sistema de Información Ambiental de Colombia.

<http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>

El petróleo obtenido del municipio se emplea para actividades de gran envergadura en el país, pues de él y del gas se abastecen ciudades centrales, incluyendo la capital nacional, lo cual enfatiza la dependencia de esta actividad económica no solo para el municipio, sino para los lugares que adquieren sus productos (Actor5, 2019). Por esta razón, y como se observará en la dimensión político-administrativa, la Agencia Nacional de Hidrocarburos ha otorgado licencias ambientales en gran parte

La industria de los hidrocarburos no es la única en generar conflictos de uso de suelo. A pesar de que actualmente sólo participa en el 5% de los ingresos municipales, la producción de

ganado bovino sigue siendo predominante en el territorio, ocupando gran parte del suelo productivo del municipio al igual que la tendencia del departamento, con el 87% del suelo productivo dedicado a esta actividad (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014).

Según DNP, el área sembrada para pastos son aproximadamente 190.769 ha (DNP, 2019). Según esta misma fuente, el municipio está conformado por 2'391.000 ha; a pesar de estas cifras, es posible suponer que el suelo empleado para ganadería sobrepasa este valor, y se corrobora al observar la cartografía del EOT, en la siguiente Figura:

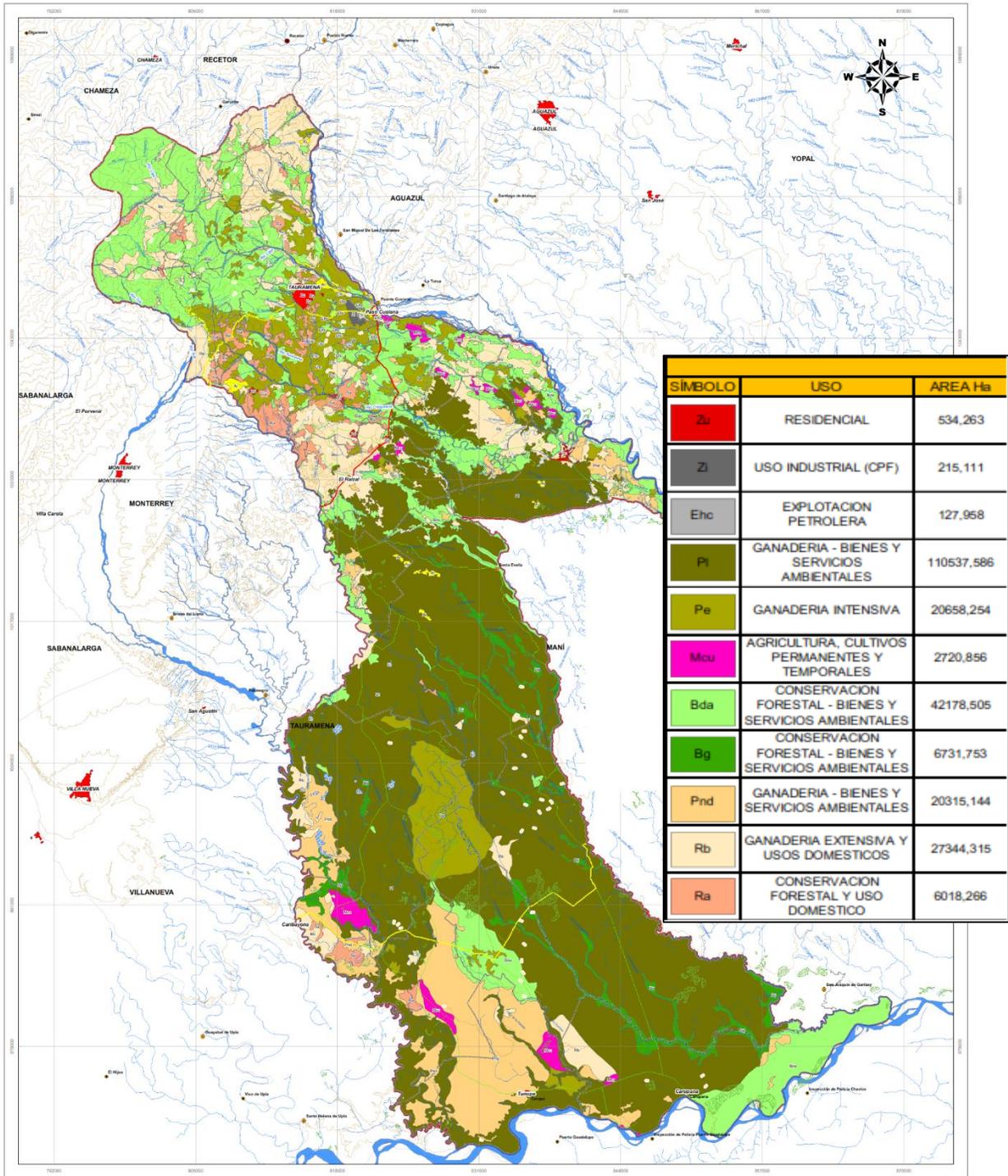


Figura 17. Cobertura y uso actual. Tauramena, Casanare.

Fuente: (Cartografía EOT, 2014)

Las áreas con tonalidad verde oliva y rosado claro representan la vegetación destinada para ganadería: pastos, rastrojos y árboles con uso silvopastoril. Al comparar esta información con la Figura 6, se observa que las áreas empleadas para ganadería se superponen con algunos predios adquiridos por el municipio para preservación del recurso hídrico, y se identifica el desarrollo de ganadería en el área de la Cuenca Alta del río Caja, al extremo norte del municipio.

Según el censo bovino 2018, las fincas que se dedican a esta actividad son 938, con un total de 133.175 bovinos (ICA, 2018), presentando un aumento del 7,11% frente al total de bovinos del 2017 (ICA, 2017), cifra considerable observando el incremento del 0,66% en el periodo 2016-2017 (ICA, 2016). Las veredas con mayor inventario ganadero se ubican hacia el sur-occidente del municipio, las cuales presentan en total el 64% de los bovinos²². En las veredas de la zona de montaña se concentra el 5% del inventario ganadero, equivalente a 6658 reses (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

A pesar de ser un porcentaje menor, el aumento en la cría de ganado debido al incremento constante de la demanda (CORPORINOQUIA, 2008) puede ser una problemática en la parte alta del municipio, pues “esta es la zona de recarga hídrica y protección de ecosistemas (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016, pág. 322)”. Adicionalmente, el PND indica que la ganadería es la actividad económica con mayores emisiones de G.E.I. (DNP, 2014), lo cual sumado a la deforestación, incrementa la vulnerabilidad territorial frente a la variabilidad climática extrema e incrementa las emisiones que contribuyen al cambio climático.

²² Sobresalen “las veredas el Güira con el 23% y la Esmeralda con el 15%, concentrando más de la tercera parte del hato ganadero del municipio” (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016, pág. 322).

El petróleo no ha promovido el desarrollo de alternativas económicas rentables; el turismo que se atrajo fue principalmente corporativo, sin oportunidades para la zona rural, de manera que la infraestructura para la prestación de servicios turísticos se concentra fundamentalmente en la cabecera municipal. En la medida en que se consoliden ofertas turísticas rurales junto con el mejoramiento de las vías terciarias, se puede incidir de manera significativa en el desarrollo de la planta turística, enfocada hacia la agroecología y el turismo deportivo (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

Respecto a la producción agrícola, para el año 2014 el municipio reportó un total de 14,576 has de cultivos, de los cuales el 45% (6,618 has) abarcan cultivos transitorios de arroz y maíz, el 54% (7,952 has) cultivos permanentes de cítricos, papaya, piña, cacao, palma de aceite, caña miel y plátano, mientras que el 1% (5 has) corresponden a cultivos anuales principalmente de yuca, (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016). Al ser monocultivos, algunos de ellos a gran escala, generan una gran demanda hídrica (Pacheco & León, 2001).

7.1.2.2. DEMANDA HÍDRICA SECTORES ECONÓMICOS

Tabla 6. Demanda hídrica estimada para uso pecuario

Item	Aves	Bovino	Porcino	Caballar	Mular	Asnal	Bufalina	Cunícola	Ovina	Caprina
Inventario total	3500	109956	490	12500	3000	1500	0	100	1500	800
Modulo de consumo (l/día)	18	64	5	64	64	64	64	10	40	40
Demanda estimada (l/s)	0,72	81,45	0,03	9,26	2,22	1,11	0,00	0,01	0,69	0,37

Fuente: (CORPORINOQUIA, 2008, pág. 14)

La producción bovina genera una demanda hídrica mayor que la cría de otros animales a pesar de presentar módulos de consumo similares. Esto indica que, aunque las especies animales consuman individualmente la misma cantidad, el inventario predominantemente bovino genera mayor demanda hídrica. Es importante precisar que esta demanda hídrica para uso pecuario no incluye el agua para el riego de pastos sino únicamente el agua empleada para abastecer al ganado, por lo cual la demanda para riego se incluye como uso agrícola en este estudio, y como se verá, genera las mayores demandas hídricas en el municipio.

El ENA 2014 aporta imágenes cartográficas gracias a las cuales es posible apreciar las actividades y zonas del territorio que generan mayor demanda hídrica. Reiterando que estos mapas se elaboran a una escala mayor que la municipal y pueden presentar falencias en cuando a la situación precisa del municipio, los resultados para Tauramena y la región indican que los sectores agrícola e hidrocarburos generan mayores demandas hacia la parte central y parte alta, consistentes con las zonas de los pozos petroleros activos y algunos cultivos de palma y arroz, mientras que el sector pecuario genera una demanda generalizada en todo el territorio.

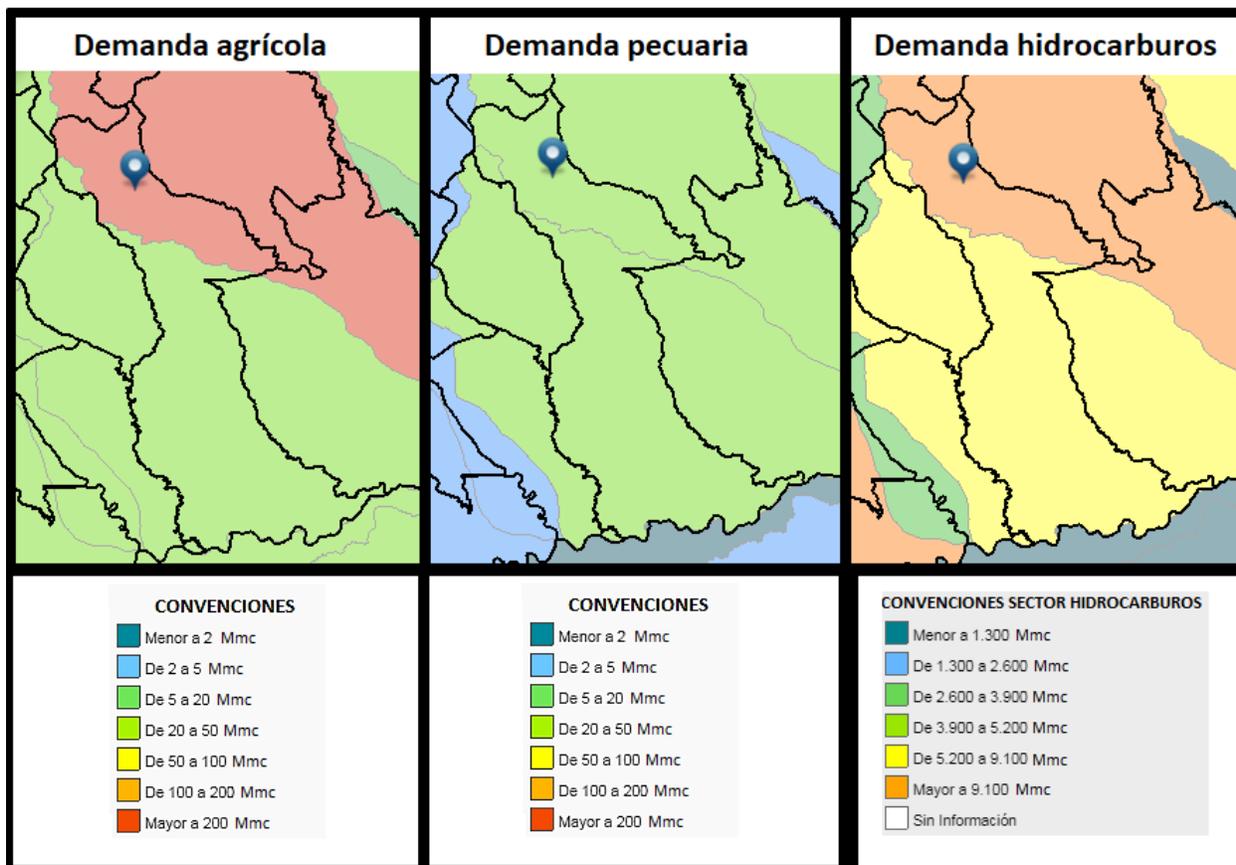


Figura 18. Demanda hídrica por sectores en Millones de Metros Cúbicos (Mmc).

Fuente: Elaboración propia con base en SIAC: <http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas> ENA 2014.

El detalle de la demanda se estudió en el POMCA (2008), a partir del cual para la presente investigación se calculó el balance entre la oferta y la demanda hídrica según el uso del agua, observando los caudales mínimos, medios y máximos en los meses secos y lluviosos, como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 7. Demanda hídrica por usos en relación con la oferta hídrica media, expresadas en litros/segundo (l/s).

Usos del agua	Demanda de agua (l/s)		Índice de escasez (Demanda de agua / Oferta hídrica superficial neta en caudal medio)	
	Época de lluvia	Época seca	Época de lluvia	Época seca
Consumo humano y uso doméstico	0,12	0,12	0,01%	0,05%
Uso industrial	0,68	0,28	0,04%	0,12%
Uso agrícola (riego)	2,04	1,62	0,13%	0,68%
Uso pecuario	0,1	0,1	0,01%	0,04%
Uso recreativo	0,01	0,01	0,00%	0,00%
TOTAL	2,95	2,13		
Oferta hídrica superficial neta (l/s)	Caudal medio	1566,25	237,5	2,30810329
	Caudal máximo	13405	1720	
	Caudal mínimo	417,5	135	

Fuente: Elaboración propia con base en (CORPORINOQUIA, 2008, págs. 27-29) (INE, DANE, INEC, INEI, IDEAM, 2004).

Esta información permite calcular el índice de escasez. Los resultados mayores a 40% indican una “fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda (INE, DANE, INEC, INEI, IDEAM, 2004, pág. 10). Los resultados entre 20% y 40% denotan una presión media a la fuente hídrica, entre 10% y 20% moderada y menor a 10% es baja. Los resultados corroboran la información obtenida del ENA (IDEAM, 2014), demostrando un índice de escasez bajo para esta fuente hídrica.

Analizando el consumo por sectores, se identifica que las mayores demandantes de agua son las actividades agrícolas e industriales; el consumo humano y uso doméstico equivale a un

6,08% del uso agrícola y entre el 18% y 20% de la demanda para uso industrial. A pesar de ello, las regulaciones actuales sólo plantean medidas para reducir el consumo humano.

Considerando que la explotación petrolera no genera una producción con un crecimiento constante, sino que disminuye con el tiempo, el municipio ha planteado desde la década de los 90 la búsqueda por fortalecer los renglones productivos agropecuarios; sin embargo, observando el modelo agrícola del territorio y la demanda hídrica que genera, queda un gran interrogante sobre cómo se puede fortalecer una actividad económica alternativa cuando se deteriora la base ambiental que la soporta, y cuando se cuenta con escenarios futuros en los que la fragilidad ambiental será mayor.

Si bien esta información permite evidenciar que no se presenta un desequilibrio en el sistema entre la oferta y la demanda hídrica, el ENA 2014 introduce el concepto de huella hídrica para observar el impacto en el territorio generado por el uso y apropiación del recurso hídrico, el cual depende de los hábitos de vida y consumo de la población en el espacio geográfico en particular, es decir, los aspectos sociales y culturales.

7.1.3. DIMENSIÓN SOCIOCULTURAL

7.1.3.1. LA CULTURA LLANERA EN EL USO Y APROPIACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

La región de los llanos, incluyendo el municipio de Tauramena, se caracteriza por predios de grandes extensiones; se cuenta que en tiempos de antaño ni siquiera era necesario delimitarlos, simplemente estaban abiertos para cruzar libremente, porque “cada quién sabía lo que tenía y hasta dónde llegaba” (Actor2, 2017). Los llaneros, ganaderos por excelencia, se ocupaban llevando ganado a lo largo de la ruta Vichada-Villavicencio, e incluso hacia Venezuela, pasando por Arauca. Esto incidió en la llamada “colonización” hacia la selva (Andrade, 2013), y conllevó a la expansión de la cultura ganadera hacia los departamentos de Vichada y Guaviare.

Con el transporte de entre 300 y 600 cabezas de ganado en cada trayecto, en territorios con características adversas para esta empresa (Actor3, 2018), la preocupación del empleado ganadero en muchas ocasiones se reducía a asegurar su supervivencia y la del ganado en su totalidad, a expensas de generar afectaciones en el medio ambiente como la deforestación, desvío de cauces, deterioro de fuentes hídricas con la presencia reiterada del ganado o con prácticas de pesca y caza con dinamita, entre otras formas de relación y dominio sobre el medio ambiente (Actor3, 2018).

El dominio no es la única relación entre el ser llanero y la naturaleza. Al disponer de diversos ecosistemas, los servicios ambientales que ofrecen también incluyen usos culturales y

recreativos, donde en el municipio frecuente la realización de “sancochos de olla” a la rivera de los ríos, o la pesca deportiva como una actividad familiar (Actor2, 2017).

Aunque el proceso de colonización agraria parece haberse estancado hacia finales de los años 80 y comienzos de la década de los 90's, con gran presencia de terrenos baldíos y de baja fertilidad (Dureau & Flórez, 2000), permanece una cultura de apropiación de los recursos naturales en las que se satisfacen principalmente las necesidades humanas y económicas, sin atender a los equilibrios con la cobertura vegetal y el suelo, debido en parte a las grandes extensiones territoriales con las que contaban las familias para su sostenimiento, pero también a la escasa vocación agrícola de los colonos que poblaron la zona, heredando la ganadería como principal práctica agropecuaria (Banco de Occidente, 2005).

Otra dinámica que parece haber permeado la cultura llanera ha sido el conflicto histórico por las tierras, además del auge de las guerrillas liberales al comando de Guadalupe Salcedo, a finales de los años 40 e inicios de los 50 (Actor2, 2017), configurando al territorio como epicentro de enfrentamientos con presencia constante de actores armados (Sánchez, Martínez, & Mejía, 2005), con secuelas en la memoria histórica de las familias del municipio, que han visto fallecer a varios de sus seres queridos (Actor4, 2018) y han perdido todas sus propiedades más de una vez (Actor2, 2017), (Actor3, 2018).

El conflicto histórico por estas tierras extensas y fértiles se ha mantenido hasta la fecha. Sin embargo, en los últimos 35 años, el auge del paramilitarismo ha obedecido a intereses económicos tanto de las industrias petroleras como a la implementación posterior de cultivos de

arroz y palma de aceite, generando lo que algunos residentes llaman una economía “paramilitar” (Actor4, 2018), es decir, enclaves económicos de megacultivos y exploración petrolera que crece a la par del despojo, el homicidio y las amenazas. Adicionalmente, ha impactado en la cultura al punto que prevalece el sueño del “dinero fácil” en el imaginario de bienestar de la población (Actor4, 2018).

Esta situación genera poco arraigo por el territorio y temor al momento de liderar procesos comunitarios para proteger el medio ambiente (Actor4, 2018), además de dificultar la asistencia técnica para que las prácticas de cría, transporte y sacrificio de ganado, así como los procesos agrícolas, permitan la preservación de la base ambiental (Actor1, 2017).

Por esta razón, para el ganadero promedio, no es importante la conservación de la vegetación en rondas y ecosistemas estratégicos, incurriendo en el uso inadecuado de suelos con la ganadería o la incorporación intensiva del monocultivo como modalidad de producción agrícola en sacrificio de la soberanía alimentaria; estas prácticas implican usos y apropiación del recurso hídrico con unos impactos apreciables a través de la huella hídrica.

7.1.3.2. *HUELLA HÍDRICA: IMPACTOS DEL USO Y APROPIACIÓN ANTRÓPICA DEL AGUA*

La huella hídrica fue concebida inicialmente como una herramienta para estimar el contenido de agua oculta en cualquier bien o servicio consumidos por un individuo o grupo de individuos de un país, en analogía de la huella ecológica que “permite analizar el impacto de los hábitos de vida y consumo de la población bajo un escenario de recursos naturales finitos” (Wackernagel & Rees, 1996). A pesar de ser un indicador que podría pertenecer a la dimensión Ambiental, su cálculo implica diversas variables económicas y sociales que buscan cuantificar el uso y apropiación del agua en los distintos procesos antrópicos involucrados, brindando así elementos para comprender las formas sociales e institucionales que explican el uso dado al recurso hídrico.

Para estimar este “agua oculta”, es necesario precisar dos tipos de agua que hacen parte del análisis de uso y apropiación. Primero, está el *agua azul*, que hace referencia al flujo horizontal de agua, es decir, el agua de escorrentía, las fuentes de agua superficial, ríos y lagos, fuentes de agua subterránea, acuíferos (FAO, 2000) (IDEAM, 2014, pág. 42).

Por su parte, el *agua verde* se concibe como el flujo vertical de agua, es decir, “agua almacenada en el suelo que soporta la vegetación en secano (sin riego), se mantiene en el suelo y recarga las fuentes de agua superficial o subterránea” (IDEAM, 2014, pág. 42). Así, la cuantificación de la huella hídrica parte de la identificación y caracterización de procesos

antrópicos que afectan el agua verde o el agua azul, dando origen a las huellas hídricas verde y azul respectivamente. (ENA 2014 pág. 42).

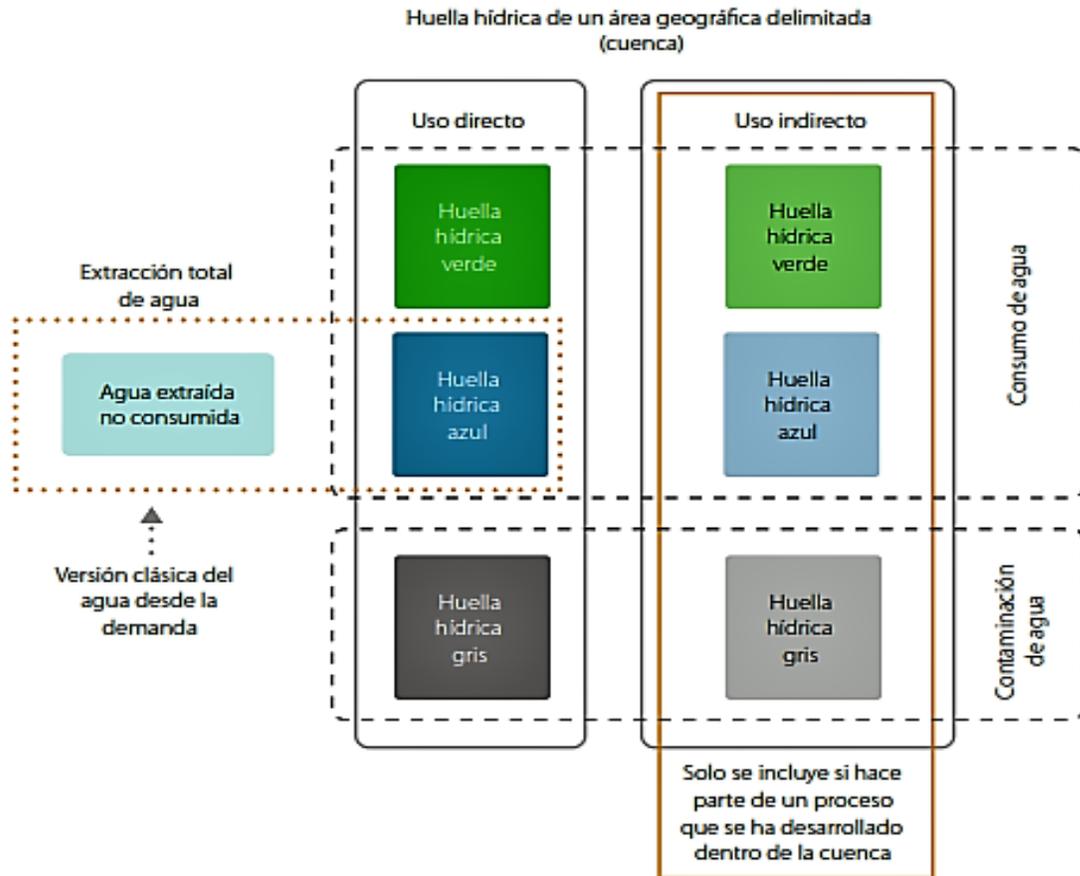


Figura 19. Concepto de Huella Hídrica. ENA 2014

Fuente: (IDEAM, 2014, pág. 42)

Para determinar la existencia de huella hídrica, es necesario evidenciar la *Apropiación Humana de Agua*, es decir, el uso del agua para un proceso antrópico en el que una parte del volumen usado no retorna a la cuenca de donde fue extraída, o retorna con una calidad diferente a la original. De esta forma, “la huella hídrica refleja el impacto territorial del uso del agua en términos de la disponibilidad de agua, cantidad o calidad, a partir de un proceso antrópico determinado” (IDEAM, 2014, pág. 192).

HUELLA HÍDRICA AZUL

La huella hídrica azul señala los conflictos por uso en relación a la oferta hídrica disponible, al cuantificar “la apropiación humana de agua de los sistemas hídricos superficiales, subsuperficiales y subterráneos para un uso antrópico que no retorna a la cuenca origen” (IDEAM, 2014, pág. 190) por tanto, aporta a determinar la vulnerabilidad del agua en una cuenca.

Los resultados generales del ENA (2014) indican que los cultivos con mayor huella hídrica, son “la palma de aceite, seguido del cultivo de plátano y de caña de azúcar” (IDEAM, 2014, pág. 195). Sobre los cultivos transitorios, “el cultivo con mayor huella hídrica azul es el arroz de riego” (IDEAM, 2014, pág. 196).

Estos cuatro hacen presencia importante en el territorio, como se indicó en la dimensión Económica. Además, al predominar el modelo de monocultivo a gran escala, bajo el argumento de una mayor generación de ingresos, aumenta la huella hídrica azul que estos cultivos generan.

En los resultados apreciables para el municipio de Tauramena, se observa que todas las actividades económicas y usos humanos generan un comportamiento de la huella hídrica similar, la cual es más intensa en el área donde se ubica la cabecera municipal, los pozos petroleros, así como algunos cultivos de palma de aceite y piña.

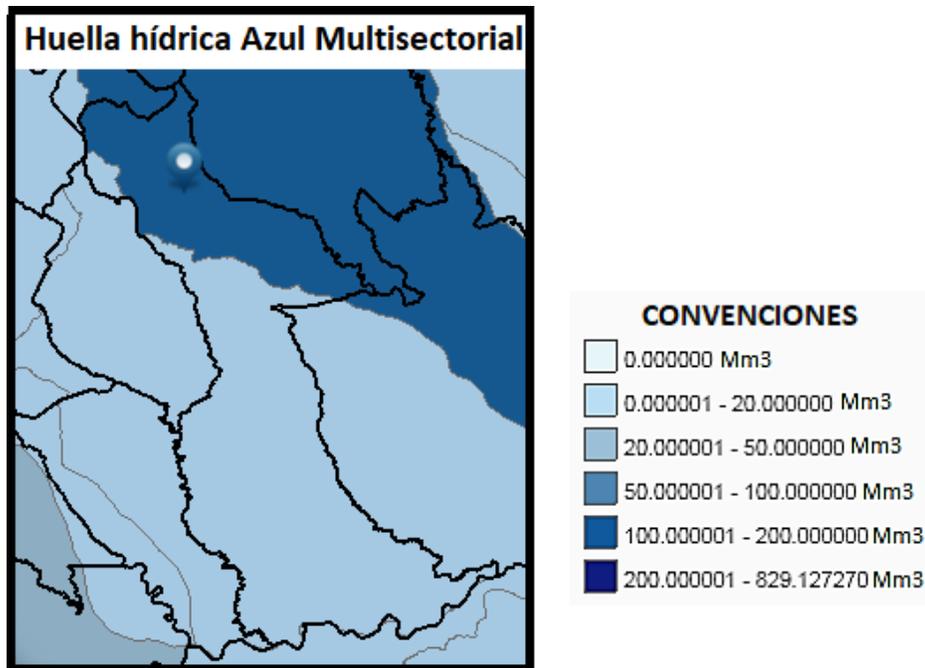


Figura 20. Huella hídrica azul multisectorial en Millones de milímetros cúbicos (Mm^3). Tauramena, Casanare

Fuente: Elaboración propia con base en SIAC: <http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>, ENA (2014)

Esta huella hídrica demuestra una presión importante sobre los ecosistemas de recarga hídrica que abastecen no solo a Tauramena, sino a otros municipios de Casanare y Boyacá (CORPORINOQUIA, CORPOBOYACA, Gobernación de Casanare, Municipio de Tauramena, 2008). Esto se debe a los enclaves económicos establecidos en la región, denotando una tendencia generalizada hacia la producción a gran escala de materias primas, especialmente productos agropecuarios e hidrocarburos.

HUELLA HÍDRICA VERDE

La huella hídrica verde corresponde a una “estimación del agua evapotranspirada²³ por la vegetación asociada a un proceso antrópico (cultivos)”, distinta al agua azul cuyo origen proviene del riego. Allí se reflejan los efectos del cambio climático en la capacidad de la vegetación y el suelo para la retención y regulación hídrica, un índice que genera una amenaza alta en el municipio de Tauramena frente al cambio climático, como se documentó previamente.

De esta forma, “el concepto de huella hídrica verde permite entender el riego de cultivos como una manifestación de escasez de agua verde que debe ser suplida con agua azul” (IDEAM, 2014, pág. 196). En el análisis se incluye el sector pecuario por la siembra de pastos para alimentación del ganado, observando que es una actividad con una alta huella hídrica verde, reflejando el impacto a los ecosistemas y los efectos en la disminución de su capacidad para la regulación hídrica y el aumento de la evapotranspiración de la vegetación a medida que se transforman las condiciones del suelo y se cuenta con mecanismos cada vez más artificiales para el riego.

²³ Se refiere al agua presente en el suelo que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y la transpiración de las plantas.

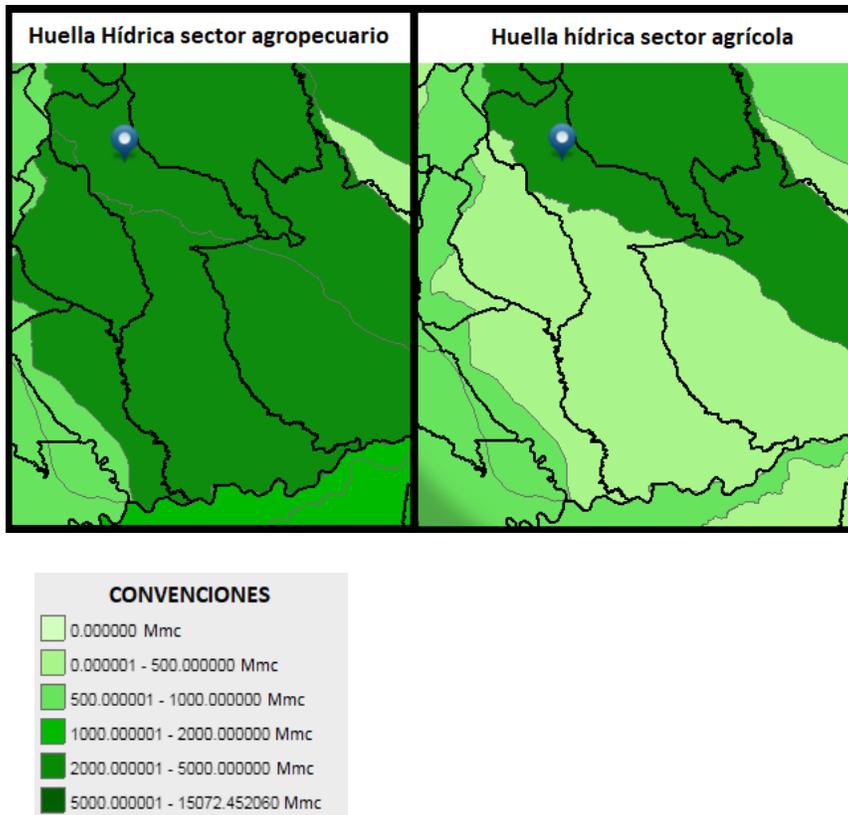


Figura 21. Huella hídrica verde estimada en Millones de milímetros cúbicos (Mm^3). Tauramena, Casanare

Fuente: Elaboración propia con base en SIAC: <http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>. ENA (2014)

Entre los cultivos permanentes en el territorio, los de caña y palma de aceite ocupan el segundo y tercer lugar en huella hídrica verde a nivel nacional. De los cultivos transitorios, el arroz ocupa igualmente el segundo lugar (IDEAM, 2014), demostrando los impactos en los ecosistemas del modelo agrícola municipal. Los pastos de cultivo generan la segunda huella hídrica verde más alta del país, después del café (IDEAM, 2014), lo cual explica que sea la actividad que genera mayor huella hídrica verde en la extensión del territorio municipal y regional.

Los resultados anteriores evidencian las dinámicas territoriales que podrían incidir en los índices de sensibilidad del recurso hídrico frente al cambio climático: Primero, donde la huella

hídrica azul es más alta, coinciden los polígonos petroleros, una parte importante de cultivos de palma de aceite y de arroz, dinámicas económicas que se suman a la región y que generan una presión sobre las zonas de recarga hídrica. Segundo, la huella hídrica verde es alta en todo el territorio debido a la presencia de ganadería, lo cual se suma a una huella hídrica azul que expresa los desequilibrios en la demanda hídrica para uso agropecuario, evidentes en la Tabla No. 7.

Por lo tanto, las condiciones climáticas extremas podrían aumentar la demanda hídrica para uso agrícola, incluyendo el riego de pastos dedicados a la ganadería, generando así tanto desequilibrios ambientales, como posibilidades de pérdidas económicas. Así mismo, la pérdida de cobertura vegetal asociada principalmente a la expansión de la ganadería extensiva, aumenta la fragilidad territorial para afrontar un aumento precipitado en las lluvias, o el aumento de la temperatura con sus efectos en el aire, agua y suelo.

Para culminar el análisis en cada dimensión del desarrollo, se presentan las iniciativas normativas, planes, programas y/o proyectos que la administración municipal ha adelantado para abordar las situaciones aquí evidenciadas y para generar un territorio resiliente frente al cambio climático. Por último, se presenta el análisis sobre la dinámica demográfica y sus impactos en las dimensiones previamente analizadas, a fin de hilar la red que articula estas situaciones y que incide en la disponibilidad hídrica presente y futura en el municipio.

7.1.4. DIMENSIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Para valorar el entorno de desarrollo de cada entidad territorial, el DNP diseñó una herramienta integral; esta es la *tipología* municipal²⁴ (DNP, 2018). Según las distintas tipologías municipales definidas, el municipio de Tauramena presenta un entorno de desarrollo robusto²⁵, debido a aspectos como el porcentaje de población en la zona urbana, la conectividad vial con centros urbanos importantes incluyendo la capital nacional, y al porcentaje de ingresos corrientes para libre destinación (DNP, 2018).

A pesar de clasificarse en la categoría que indica un mayor desarrollo, el camino recorrido por el municipio de Tauramena inició con un complicado ajuste institucional a la par de los efectos poblacionales y socio-culturales generados por los hallazgos petroleros, pues fue la Constitución de 1991 la que introdujo la división política del país en departamentos y municipios, asignando competencias que contribuyeran a la descentralización del poder y, por lo tanto, permitiendo a las entidades territoriales la administración de sus recursos, con unos condicionamientos brindados desde el nivel nacional (Rojas, 2013).

Esta autonomía, sin embargo, fue perjudicial en la región de los Llanos, pues no hubo una preparación institucional ni la capacidad para administrar los beneficios derivados de la bonanza petrolera. “El problema no fue la falta de recursos sino un déficit institucional y de capital humano

²⁴ Ésta es una “caracterización territorial realizada a partir de la identificación de las características propias de cada municipio y departamento en relación con seis temáticas que precisan las condiciones territoriales en las cuales se espera adelantar inversiones sectoriales: Funcionalidad urbano-regional, dinámica económica, calidad de vida, medio ambiente, seguridad y desempeño institucional”

²⁵ Esta categoría hace referencia a los entornos de desarrollo más consolidados en el país (DNP, 2018)

para enfrentar las necesidades que el auge petrolero generó a un ritmo muy intenso; esto se debió en gran parte a la ausencia de una clase política y empresarial que agendara un modelo de desarrollo para el departamento, a fenómenos de corrupción y violencia asociados a la explotación petrolera y a la inestabilidad política imperante en la región” (Ruiz, 2011, pág. 77).

Frente al conflicto armado se ha documentado la participación de grupos guerrilleros y paramilitares en la apropiación y cooptación de recursos públicos en los departamentos de Casanare y Arauca (Garay, Salcedo y De León, 2010, p. 265. En: Rojas, 2013). Sobre la corrupción (con menos información documental disponible) se identifica una relación estrecha entre la administración pública y los contratistas, donde estos últimos “jugaban un papel fundamental en los procesos de programación y ejecución de las regalías; eran sus intereses particulares los que definían las prioridades, los presupuestos y los cronogramas de los proyectos de inversión” (Rojas, 2013, pág. 54).

Como resultado de estos procesos, ninguno de los gobernadores electos en Casanare entre el 2004 y 2012 culminó su mandato²⁶; “del total de irregularidades identificadas en ambas Gobernaciones (Arauca y Casanare), el 70% corresponde a fallas en procesos contractuales, el 16% a incumplimiento de los criterios y requisitos de la Ley de regalías, el 9% a inadecuado manejo del presupuesto y el restante 4% a otras faltas” (Rojas, 2013, pág. 60).

²⁶ Uno fue condenado a prisión y multa por la Corte Suprema de Justicia por el delito de enriquecimiento ilícito y los otros dos fueron destituidos e inhabilitados por la Procuraduría General de la Nación para desempeñar cargos y funciones públicas, por haber incurrido en irregularidades en contratos cuya fuente de financiación eran recursos de regalías (Procuraduría General de la Nación, Boletines 025 y 051 de 2013).

Pese a estas situaciones problemáticas, la tipología municipal con un desarrollo robusto posiciona a Tauramena en el grupo G1, que indica un alto nivel de capacidades iniciales. Para determinar el Desempeño Municipal, se evalúa la gestión y los resultados de la administración municipal anualmente. Para 2017, el índice de desempeño municipal fue de 53,08, por debajo del promedio del grupo G1 (58,52); los indicadores en los que Tauramena tuvo menos puntuación que el promedio del grupo fue el recaudo de recursos propios con instrumentos de ordenamiento territorial (36,87 frente a 40,85) y el gobierno abierto y transparencia (56,24 frente a 82) (DNP, 2019).

Estas características institucionales, donde se observa una consolidación rápida de las instituciones municipales en un contexto de conflicto armado y disputas territoriales persistentes, a pesar de indicar el avance de la entidad territorial, permite comprender los conflictos ambientales y sociales generados en la implementación del modelo de desarrollo. Actualmente, una expresión de estos conflictos es la contradicción entre las disposiciones de la administración municipal para la preservación del medio ambiente y los usos de suelo aprobados en el EOT, instrumento que permite la planificación del desarrollo territorial en el largo plazo y donde se incluyen aquellas áreas sujetas a protección de ecosistemas estratégicos, las cuales conforman la Estructura Ecológica Principal del municipio.

Desde administraciones anteriores el municipio ha hecho esfuerzos por preservar ecosistemas estratégicos. Hasta el año 2015 se habían adquirido 7787 hectáreas para preservar el recurso hídrico, proyectando la compra de otras 800 hectáreas en la administración 2016-2019

(Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016, pág. 448). Adicionalmente, se busca incorporar las áreas declaradas como ecosistemas estratégicos al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Actor1, 2017).

Sin embargo, a pesar de estas iniciativas que procuran mantener un “desarrollo sostenible” en el territorio, no todas las áreas de reserva hacen parte del suelo de protección establecido en el EOT. Algunas de ellas están formalizadas como áreas con uso protector, mas no de reserva (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014, pág. 17); otras son reservas forestales con uso sostenible, es decir, algunas actividades antrópicas son permitidas. Adicionalmente, como se observó en la Dimensión Económica, los bloques petroleros hacen presencia en la mayoría del territorio, donde se han proyectado actividades de exploración petrolera incluso en áreas protegidas (Contagio Radio, 2017).

Un factor determinante de esta problemática es el manejo de la explotación de hidrocarburos en el país. Pese a que La Constitución Política de 1991 reconoce en su artículo 1° la autonomía de las entidades territoriales y la descentralización (Asamblea Nacional Constituyente, 1991), se determina que el Estado es propietario del subsuelo y sus recursos naturales (artículo 332), llevando a los distintos gobiernos nacionales a otorgar licencias para exploración y explotación petrolera en áreas con ecosistemas estratégicos o con alto valor cultural para sus habitantes, quienes se oponen a estas actividades económicas, argumentando además que el desarrollo prometido con estas actividades no se compara a los impactos negativos que generan en el medio ambiente, el tejido social o la economía misma (Actor4, 2018) (Rojas Hernández, 2018).

Debido a la falta de mecanismos transparentes que permitan acercar a las comunidades a las decisiones que se toman desde el nivel nacional en esta materia, y a décadas en las que no se percibe un desarrollo equitativo para las comunidades, recientemente varios municipios del país han llevado a cabo consultas populares²⁷ frente a las cuales la población ha decidido rechazar la continuidad de estas actividades económicas. Tauramena realizó una Consulta Popular en Diciembre 15 de 2013 para expresarse a favor o en contra del proyecto Odisea 3D²⁸, en la que votaron 4.610 ciudadanos de los cuales 4.426 rechazaron el proyecto, pues abarca otros cinco municipios y está contemplado realizarse en el área de la cuenca Alta del río Chitamena, la cual hace parte del área protegida definida en el EOT y está identificada como zona de recarga hídrica (Actor4, 2018).

A pesar de ello, en la Sentencia SU095/2018 la Corte Constitucional estableció la necesidad de que se creen nuevos espacios de participación efectiva para las comunidades donde se llevan a cabo este tipo de proyectos, atendiendo a los principios de concurrencia, complementariedad y subsidiariedad sobre los cuales actúa el Estado colombiano, señalando que las Consultas Populares no son el mecanismo idóneo para lograr una articulación interinstitucional bajo estos principios, lo cual a pesar de ser válido, pone en tela de juicio las acciones que se derivan de los resultados de las consultas populares.

²⁷ La consulta popular es “la institución mediante la cual, una pregunta de carácter general sobre un asunto de trascendencia nacional, departamental, municipal, distrital o local, es sometido por el Presidente de la República, el gobernador o el alcalde, según el caso, a consideración del pueblo para que éste se pronuncie formalmente al respecto” (Congreso de la República, 1994).

²⁸ Este proyecto contemplaba exploración sísmica, perforación, producción y transporte de hidrocarburos en la zona (Contagio Radio, 2017).

Por esta razón, a pesar de la compra de casi 8.000 ha en el área de recarga hídrica realizadas en ésta administración municipal y en las anteriores; “a pesar de que Tauramena, en su Plan de Desarrollo, ha impulsado nuevamente la agricultura y el turismo, y a pesar de que en 2014 decidió actualizar su Plan de Ordenamiento Territorial (POT), en el que quedó explícito que se prohíbe cualquier actividad extractiva en El Cerro, aún no han logrado detener las intenciones del gobierno central de seguir viendo a su municipio como una despensa petrolera” (Rojas Hernández, 2018).

Así, la situación actual del municipio es preocupante, pues la contradicción de usos de suelo se potencializa al consultar la información de la ANLA publicada en el SIAC, donde se observa que entre el 50% y 60% del territorio municipal cuenta con licencias ambientales para proyectos de hidrocarburos, incluido el Distrito de Manejo Integrado Mata de la Urama y otras zonas que corresponden a áreas protegidas, como se muestra en la Figura a continuación:

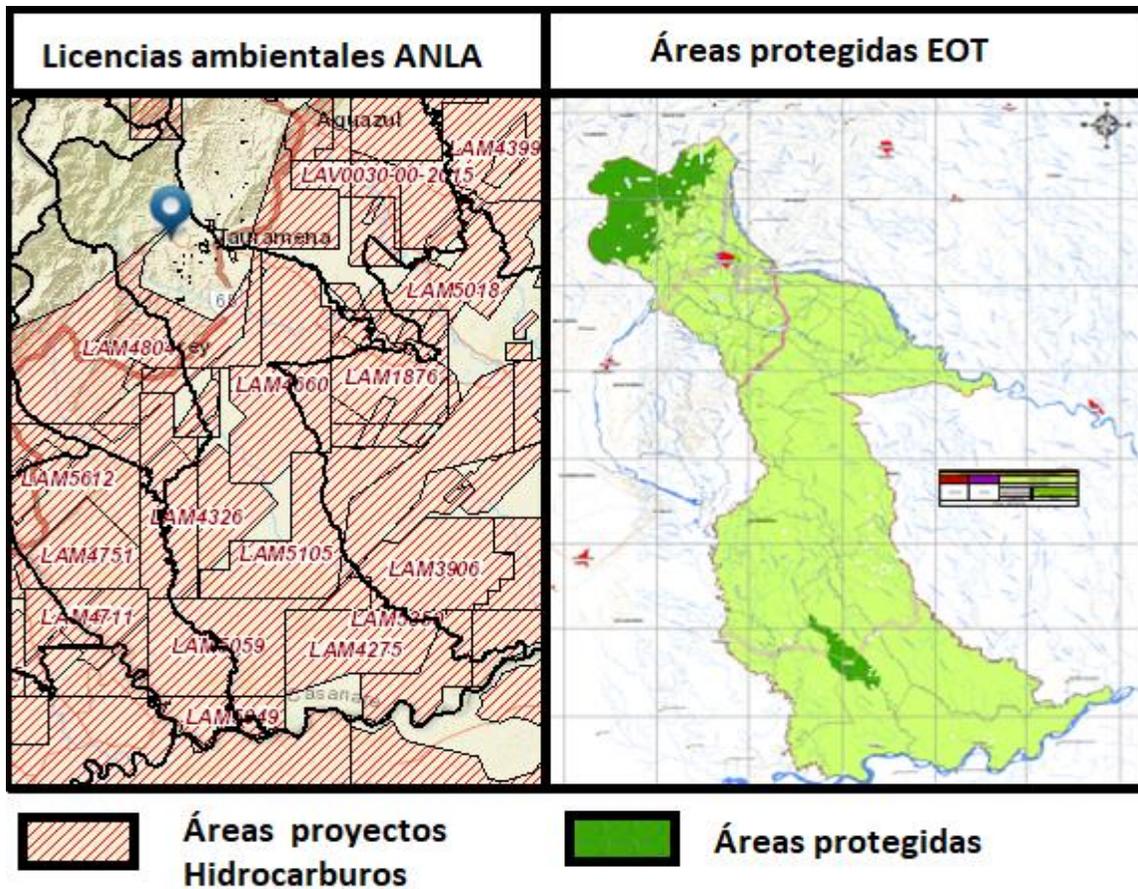


Figura 22. Licencias ambientales para hidrocarburos y áreas protegidas para usos de conservación

Fuente: Elaboración propia con base en Cartografía EOT (2014) y Sistema de Información Ambiental de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/web/siac/geovisorconsultas>

De esta manera, el municipio se encuentra en una encrucijada en la que requiere ingresos económicos suficientes que provienen en su mayoría de la explotación de hidrocarburos, pero busca promover actividades económicas alternativas las cuales hasta el momento están generando mayores impactos en la demanda hídrica y en las huellas hídricas azul y verde.

Para potencializar la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas, la administración municipal propuso en el PDM implementar “el pago por servicios ambientales para el

alinderamiento y vigilancia de 122 predios del municipio considerados como de importancia ambiental” (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016, pág. 439). Adicionalmente, se contempla la gestión para incluir la cuenca alta del río Caja y la Mata de los Cajuches en el SINAP, así como la compra de 800 ha estratégicas para la conservación del recurso hídrico (Concejo Municipal de Tauramena, 2016, pág. 58).

A su vez, la administración municipal ha planteado el aumento de la asistencia técnica con énfasis en preservación de biodiversidad y recurso hídrico, con un Plan Institucional de Gestión Ambiental en el que se contempla, entre otros, el monitoreo a los caudales de los ríos Caja, Chitamina, Cusiana y Tacuya (Concejo Municipal de Tauramena, 2016, págs. 58-60).

Frente a la mitigación y adaptación al cambio climático, el PDM vigente propone el apoyo en la formulación y/o implementación de 3 proyectos ciudadanos ambientales y tres proyectos de Educación Escolar en el PRAE, así como la formulación de una política municipal para la adaptación al cambio climático (Concejo Municipal de Tauramena, 2016, pág. 60).

Estas acciones son un avance para generar procesos culturales de apropiación y conocimiento frente a la temática ambiental, que se refuerzan con un técnico en gestión ambiental brindado por el SENA a los estudiantes de grado décimo y once. No obstante, requieren de continuidad en el largo plazo, así como mayor énfasis en actividades económicas alternativas al modelo de desarrollo vigente.

Es importante mencionar que el municipio cuenta además con Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA) para la cuenca del río Cusiana y para el río Chitamena elaborados por la autoridad ambiental, en este caso, CORPORINOQUÍA; sin embargo, estos planes cuentan con disposiciones para usos de suelo que no han sido consideradas en otros instrumentos de planificación territorial, así como tampoco se observa un cumplimiento cabal en lo referente a la protección de rondas hídricas establecida en el reciente ajuste del EOT (2014-2027), o a los requerimientos de CORPORINOQUÍA para la adecuada captación y conducción del agua concesionada (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

En síntesis, en cuanto a las iniciativas de la administración municipal, se adelantan acciones para protección de ecosistemas estratégicos que no trascienden más allá de disposiciones de ley, como se observa con las áreas protegidas. Una ventaja es que el municipio cuenta con diversos planes que presentan diagnósticos robustos y detallados sobre el territorio, pero que se materializan en programas y proyectos desarticulados sin trascender la mirada sectorial y con poca integración activa de los actores económicos, principalmente, en una ordenación del territorio que busque la sostenibilidad ambiental.

Observando la información disponible sobre compensaciones ambientales, el Sistema de Información Ambiental de Colombia presenta los proyectos de inversión que se clasifican como compensaciones ambientales, con base en información de la ANLA (2015). Según esta fuente, el municipio de Tauramena cuenta con tres proyectos de inversión para compensaciones ambientales (PT) en el sector donde se ubica el pozo petrolero Paso Cusiana y otros pozos aledaños.

El municipio de Tauramena presenta dinámicas de gran complejidad, con impactos en los ecosistemas que generan presiones a las fuentes hídricas y a los sistemas de abastecimiento subterráneos en años secos, con escenarios a futuro que permiten prever un aumento en la magnitud e impacto de estas presiones.

Finalmente, para comprender la problemática de investigación desde las dimensiones del desarrollo que se relacionan, se requiere caracterizar la dinámica demográfica a fin de conocer la población inmersa en el territorio, la cual genera una relación de uso y apropiación del recurso hídrico, en un entorno productivo que deteriora la base ambiental con las características previamente descritas. A partir de esta lectura, es posible abordar la problemática de investigación identificando las relaciones en el territorio que la configuran.

7.1.5. DINÁMICA DEMOGRÁFICA E IMPLICACIONES EN LAS DIMENSIONES PASE

El presente capítulo presenta el análisis de la dinámica demográfica básica del municipio de Tauramena, tomando como fuente principal la información brindada por DANE y comparándola con otras fuentes de información. La fuente DANE fue seleccionada bajo los siguientes argumentos: Cuenta con disponibilidad de información para un período de tiempo

mayor a las otras fuentes consultadas, presenta confiabilidad al ser una fuente oficial y es validada por actores de la administración municipal.

El análisis de la dinámica demográfica básica permite conocer los procesos de cambio y transformación de la población a través del análisis de tres componentes: El tamaño poblacional, el crecimiento y la distribución²⁹. En el primero se identifica el número de personas que habita el municipio y su aumento o disminución a través del tiempo. El segundo componente aborda la incidencia de los nacimientos, las defunciones y la migración en el tamaño poblacional, analizando los valores absolutos y las tasas, medidas que permiten la comparabilidad año a año y la comparación con otras entidades territoriales. El tercer componente enfatiza la forma en la que la población habita el territorio: si su tendencia es urbana, rural, si es concentrada o es dispersa.

Con base en este análisis, se identifican las implicaciones de la dinámica demográfica en las dimensiones PASE, como primera aproximación para la identificación concreta de tensiones presentes en el territorio.

A continuación, se presenta el análisis de la dinámica demográfica del municipio de Tauramena, Casanare, estimando la población total y el número de hogares presentes en la actualidad por medio del análisis de variables sintomáticas. Igualmente, se presenta la estimación del número de viviendas en la cabecera municipal, a partir de información secundaria y conteo por medio de imágenes satelitales, culminando con proyección de población al año 2032 empleando el modelo exponencial.

²⁹ Usualmente son cuatro componentes, siendo la *estructura poblacional* el componente que no se trabajó en la presente investigación debido a la acotación de temáticas dada por el problema de investigación.

7.1.5.1. TAMAÑO POBLACIONAL

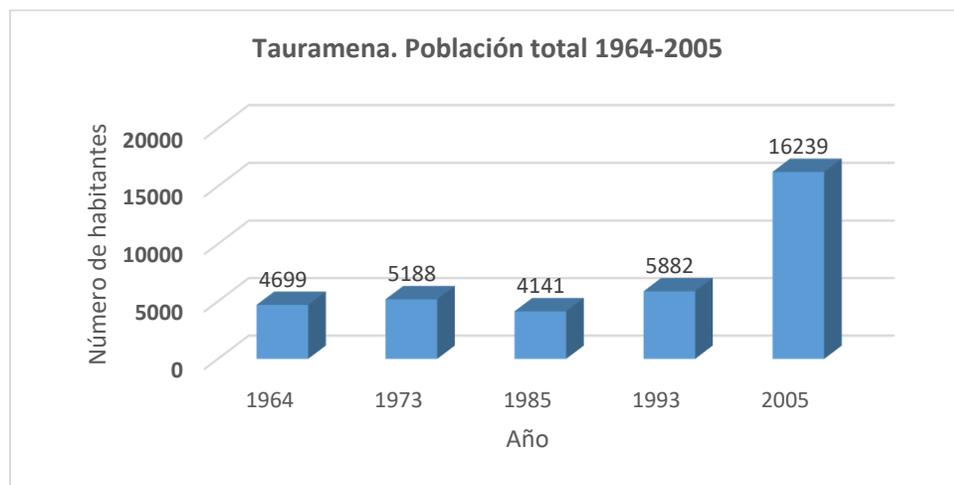


Gráfico 2. Población total según Censos DANE 1964-2005.

Fuente: Elaboración propia con base en Censos DANE 1964, 1973, 1985, 1993, 2005. Obtenidos de <http://biblioteca.dane.gov.co/biblioteca/categories>. Recuperado en enero de 2019.

La información de los censos oficiales muestra un aumento considerable en el tamaño poblacional, especialmente entre los censos de 1993 y 2005, correspondientes con la consolidación de la explotación petrolera en el municipio. Es interesante observar la disminución de población para el año 1985, fenómeno que podría estar relacionados con el recrudecimiento del conflicto armado en el municipio (Actor1, 2017), sumada a la omisión censal registrada para la fecha (DANE, 2017).

Para contrastar la información de los censos con otras fuentes de información, se buscaron las bases de datos que se actualizan con mayor frecuencia y que tienen una cobertura cercana al 100% de la población, identificando la base certificada SISBEN y la información de afiliados al Sistema de Seguridad Social en Salud – BDUA, esta última disponible únicamente a partir del año 2012.

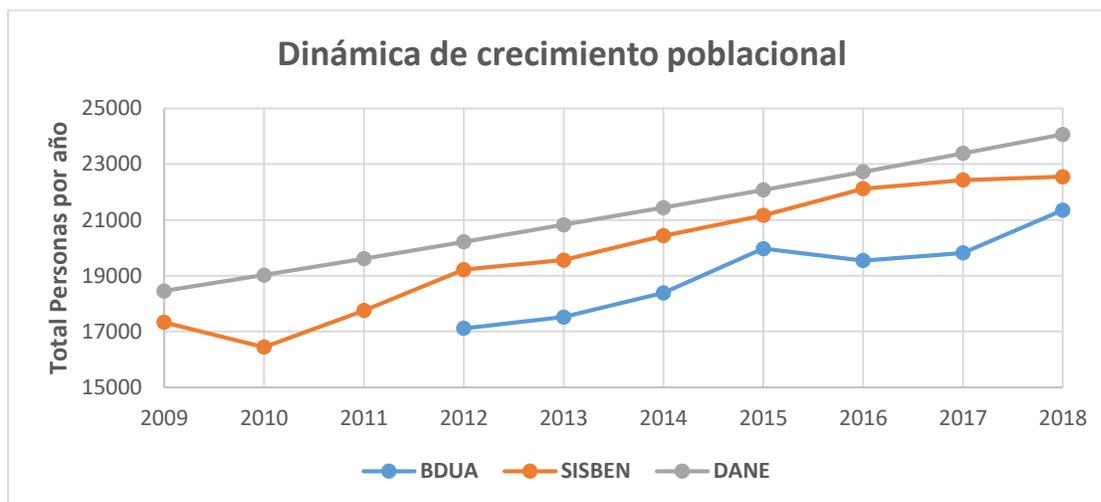


Gráfico 3. Tamaño poblacional según fuentes de información secundaria 2009-2018

Fuente: Base de Datos Única de Afiliados BDU. Base de datos certificada SISBEN. Proyecciones de población DANE a partir del Censo 2005

El gráfico indica que las tres fuentes registran una tendencia hacia el crecimiento exponencial, excepto el año 2015 en el que la BDU pudo presentar inconsistencias en la información. La fuente DANE es la que indica mayor número de habitantes, pero puede presentar una sobreestimación de la población con base en el comportamiento histórico. SISBEN por su parte, a pesar de contener registros únicamente para población potencialmente beneficiaria de programas sociales, presenta valores que se acercan a la población proyectada por DANE.

Para analizar las fuentes de información respecto al número de hogares, se contaba con el reporte consolidado de la Base certificada SISBEN mas no con la información DANE, pues los hogares se proyectaron a nivel departamental. Para subsanar esta situación, se realizaron dos cálculos. El primero toma como referencia el número de jefes de hogar en el Censo DANE 2005,

el cual es de 3972, para obtener la *Tasa de Jefatura*³⁰ con base en la estructura por edad y sexo de la población, aplicando esta tasa a la estructura poblacional proyectada hasta el año 2020.

El segundo cálculo basado en información DANE toma como referencia el número de personas por hogar reportado en las encuestas de calidad de vida (DANE, 2008) y en el último censo oficial realizado en el año 2018. Según estas fuentes de información, la relación de personas por hogar en el departamento de Casanare y la región de la Orinoquía ha pasado de un promedio de 3,7 personas por hogar (DANE, 2008) a un promedio de 2,9 o menos personas por hogar (DANE, 2018), obteniendo los siguientes resultados:

³⁰ Corresponde a la relación porcentual entre los jefes de hogar y la población total a la que se refiere cada universo de estudio (DANE, 2005). La operación consistió, primero, en calcular la tasa de jefatura de acuerdo al grupo de edad del jefe de hogar, considerando la estructura de población del año 2005. Posteriormente, aplicó esta tasa a los grupos de edad proyectados hasta 2020, para obtener un total de hogares correspondiente con la pirámide de población proyectada, a partir de la Tasa de Jefatura de cada grupo quinquenal.

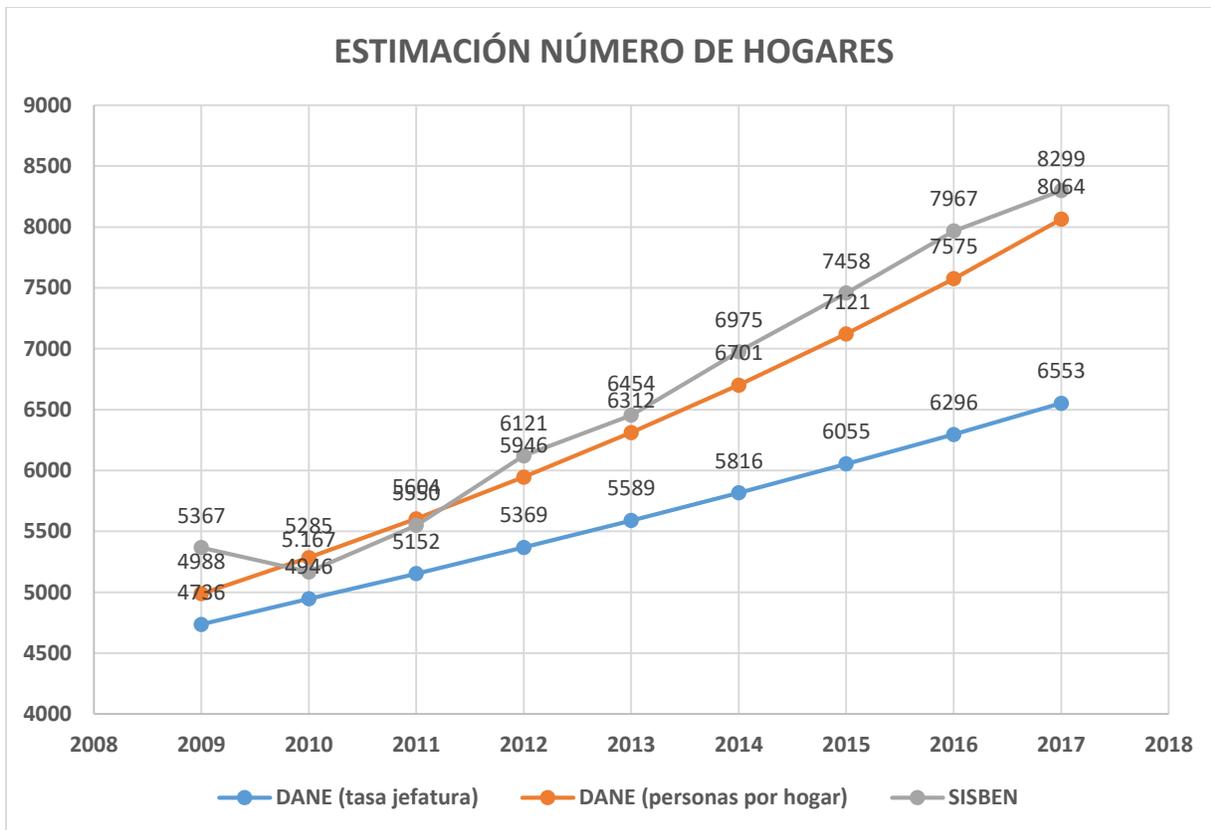


Gráfico 4. Estimación de hogares. Tauramena, Casanare.

Fuente: Elaboración propia con base en la Base certificada SISBEN y Proyecciones de población municipal por edad y sexo DANE 2005.

Aunque en el Gráfico 3 la fuente SISBEN presentó un menor número de habitantes que DANE, de acuerdo con el Gráfico 4 se identifica que son más los hogares reportados por SISBEN que los obtenidos a partir de las tasas de jefatura con las proyecciones de población DANE y los resultados del cálculo de personas por hogar. Para complementar la estimación de hogares o viviendas, se buscó información en las bases de datos de servicios públicos, disponible únicamente para el área urbana³¹. El resultado fue un gráfico con notorias irregularidades hasta el año 2015:

³¹ Se incluye información tanto de uso domiciliario, como comercial u oficial, aunque predominan principalmente los suscriptores domiciliarios.

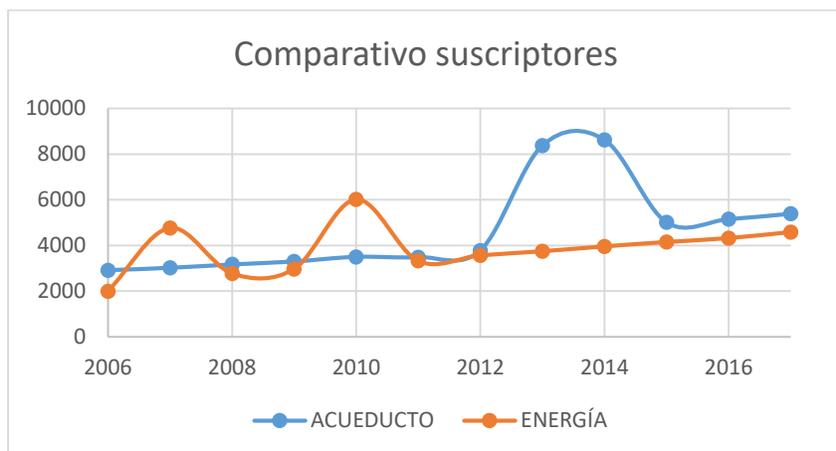


Gráfico 5. Suscriptores de servicios públicos. Cabecera municipal

Fuente: SUI. Sistema Único de Información de servicios públicos domiciliarios

En los registros se observa que en algunos años los suscriptores de servicios públicos superan los hogares reportados por SISBEN o DANE para el municipio en el año 2010 (suscriptores energía) y 2013 (suscriptores acueducto), por lo cual los resultados no presentan tanta confiabilidad como las otras fuentes consultadas.

Por último, es posible estimar el número de hogares a partir del número de viviendas. Se intentó obtener la información catastral sin resultados en el geovisor del IGAC, por lo cual se realizó un conteo a partir de imágenes satelitales en el casco urbano con datos del año 2018, obteniendo un total de 4200 viviendas, que puede estar sobreestimado dado el método de conteo. Es importante resaltar que en el casco urbano del municipio de Tauramena predominan las viviendas unifamiliares, con muy pocas edificaciones que superen los tres pisos, correspondientes a establecimientos comerciales o equipamientos públicos.

Considerando que tanto DANE (2005) como SISBEN (2018) indican que el 67,2% de la población reside en la cabecera municipal para el año 2018, es posible estimar el total de hogares y personas para el total del municipio, con base en el conteo de viviendas e indicadores sobre número de personas por hogar y número de hogares por vivienda (DANE, 2005; SISBEN, 2017). Con esta última información, se tiene un estimado de habitantes y hogares que se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 8. Estimación número actual de habitantes, hogares y viviendas. Tauramena, Casanare, 2017.

ITEM	FUENTE		
	SISBEN	DANE	ESTIMACIÓN POR CONTEO DE VIVIENDAS (2018)
Total Habitantes	22549	23387 (Proyección oficial)	23500 aprox. (con base en No. de personas por hogar SISBEN) 23250 aprox. (con base en No. de personas por hogar DANE)
Total Hogares	8299	8064 (Con base en No. de personas por hogar) 6553 (Con base en tasa de jefatura de hogar y estructura de población proyectada)	7500 aprox. (con base en No. de hogares por vivienda SISBEN y % de población urbana DANE y SISBEN).
Total Viviendas	6915		4200 en la cabecera municipal Aprox.

Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2005), (SISBEN, 2017) y Google Maps (2018)

A partir del análisis de la información, se identifica que las bases certificadas SISBEN cuentan con una actualización más periódica que los censos DANE, pero presentan dificultades al estar asociadas con beneficios para programas sociales, lo que genera duplicidad en los registros, entre otras falencias. La fuente DANE presenta mayor confiabilidad en la validación de la información al provenir de la entidad oficial para el manejo de datos demográficos a nivel nacional;

sin embargo, las proyecciones de población obtenidas a partir del censo DANE (2005), basadas en una hipótesis de crecimiento mayor, presentan una sobreestimación de los datos observable al o largo de los gráficos previamente reseñados. A su vez, la estimación a partir del conteo brinda valores medios entre DANE y SISBEN, pero está sujeta a errores propios del método y el cálculo realizado.

Por esta razón, se toma la información DANE como aquella que permite dar cuenta del número de habitantes actuales en el municipio a pesar de la posible sobreestimación de población, dadas las dificultades en la validación de los registros obtenidos por otras fuentes, pero también la cercanía entre los datos, la disponibilidad de información para un mayor período de tiempo (se cuenta con información desde el censo de 1964), el acceso a datos adicionales para observar la tendencia de crecimiento de la población (nacimientos y defunciones), así como la validación que otorga la administración municipal a la información brindada por DANE.

De esta forma, al contar con información del DANE proyectada hasta el año 2020, es posible tomar como base un total de 24066 habitantes para el municipio de Tauramena, que conformarían 8299 hogares en la actualidad, 5576 en área urbana y 2723 en área rural. La información sobre demanda hídrica del río Chitamena (ver tabla 7) reporta un consumo de 0,12 l/s, es decir, un total de 10.368 litros/día para los hogares en el año de realización del POMCA (2008), en su mayoría de la cabecera municipal³². Sin embargo, al dividir esta cifra por el número estimado de hogares al momento de elaboración del POMCA, se obtiene un valor menor a 3 litros

³² Al observar la información DANE para el año 2008, se cuenta con 11602 habitantes en la cabecera municipal, reiterando que el río Chitamena abastece principalmente esta población. De esta forma, estimando alrededor de 3412 hogares, se obtiene un promedio de 3.03 litros/día de consumo.

diarios consumidos por hogar, lo cual dista de las cifras aportadas por el ENA (IDEAM, 2014) y llevaría a concluir que el consumo doméstico de agua es mayor.

Por esto, para estimar el consumo doméstico total de agua actual, se emplea la información sobre Dotación máxima neta para las poblaciones con clima cálido establecida en el ENA (IDEAM, 2014), según la cual el caso de Tauramena corresponde a un sistema con un nivel de complejidad medio y, por lo tanto, la dotación máxima es de 125 l/hab/día. Si además se suma el hecho de que la población rural dispersa emplea mecanismos de abastecimiento rudimentarios con una baja complejidad, es posible asumir que la dotación máxima promedio para el municipio es de 115 l/hab/día. Al asumir que la población total es de 24066 habitantes, se obtiene un consumo estimado diario de 2.767.590 litros de agua, lo que daría 32,03 l/s, valores que distan de la información reportada en el POMCA (CORPORINOQUIA, 2008).

Sin embargo, al no contar con información del Plan Maestro de Acueducto u otras fuentes locales³³, y comparando los resultados sectoriales del POMCA (2008) con los del ENA 2014, se observan proporciones similares de la demanda hídrica para cada sector. Así, analizando la demanda hídrica que reporta el POMCA, los hogares en el municipio de Tauramena generan una demanda hídrica 7% mayor que la del sector turístico y aproximadamente 1,5% mayor que la pecuaria; sin embargo, estos datos son menores considerando que el consumo humano es casi 17 veces menor que la demanda hídrica para riego y 7 veces menor que la demanda hídrica industrial, de manera que más que el comportamiento poblacional, la demanda hídrica está determinada por las actividades económicas del municipio.

³³ Los archivos que la Alcaldía facilitó relacionados con el Plan Maestro de Acueducto estaban dañados y no fue posible obtener nuevamente esta información.

Sin embargo, el aumento esperado en la demanda hídrica para consumo humano depende del crecimiento constante en el número de habitantes del municipio y el número de hogares. Así mismo, el crecimiento económico está relacionado de manera indirecta con el crecimiento poblacional en municipios aledaños y ciudades como Sogamoso, Villavicencio, e incluso Bogotá, dada la demanda económica que generan las aglomeraciones y las ciudades, a las que el municipio abastece de carne y materias primas para el transporte. Se observa entonces la incidencia de la población en las pautas de consumo y en el desarrollo de los modelos productivos, más allá de la demanda hídrica que genera el consumo domiciliario de agua.

Aunque la TCNCC indicó un grado bajo de amenaza de desabastecimiento hídrico por cambio climático, es importante resaltar que el municipio contempla la expansión urbana y el desarrollo de los centros poblados, lo que implica la implementación de grandes proyectos de vivienda VIS y VIP, por lo cual se espera un aumento en la demanda de bienes y servicios que se traduce en aumento de la demanda hídrica y, por lo tanto, en la presión sobre el recurso hídrico y los sistemas de abastecimiento.

Un factor agravante son las medidas tomadas por la administración municipal en distintos periodos de gobierno, enfocadas más hacia la reducción del consumo hídrico domiciliario (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016) que hacia una regulación profunda sobre el uso del recurso hídrico en las actividades económicas, o la preservación de los ecosistemas estratégicos de los cuales depende la provisión de agua.

7.1.5.2. DINÁMICA DE CRECIMIENTO

Para identificar si efectivamente el municipio está ganando población, o, por el contrario, presenta pérdida, es necesario establecer valores que permitan la comparación año a año y entre entidades territoriales. Esto es posible con el cálculo de la Tasa de Crecimiento Total (TCT), la cual expresa cuántos habitantes nuevos existen en el municipio, por cada 1000 residentes. Esta tasa incorpora además el análisis del Crecimiento Vegetativo (TCV) o natural, y el Crecimiento Migratorio (TMN).

El crecimiento vegetativo resulta de restar las Defunciones a los Nacimientos en un período de tiempo (González, Rubiano, & Cuervo, 2009), para observar si el municipio gana población por una alta Natalidad (TBN), o, por el contrario, está perdiendo población debido a altas tasas de mortalidad (TBM). Por su parte, la TMN expresa el saldo entre los inmigrantes y los emigrantes, por cada mil residentes.

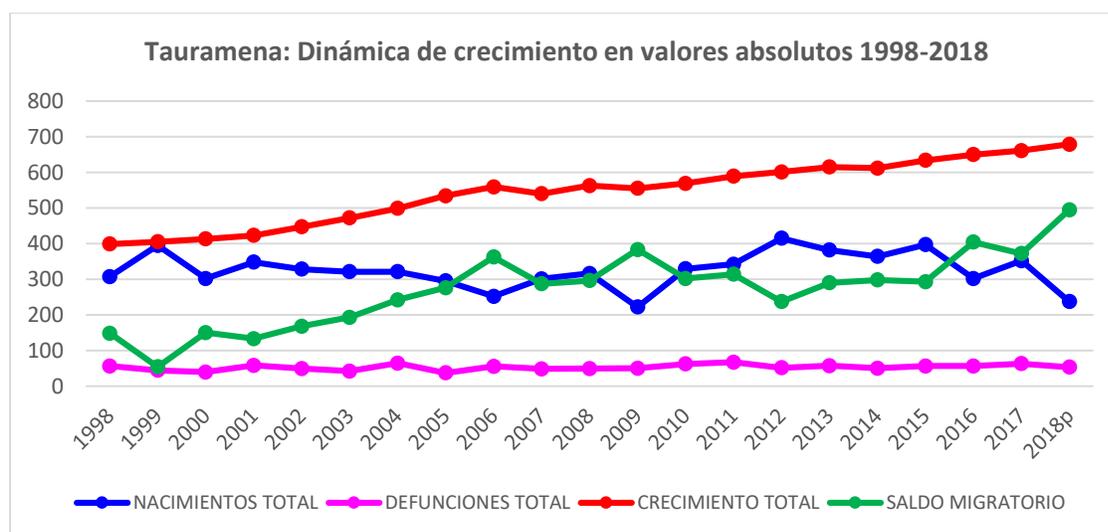


Gráfico 6. Dinámica de crecimiento en valores absolutos 1998-2018

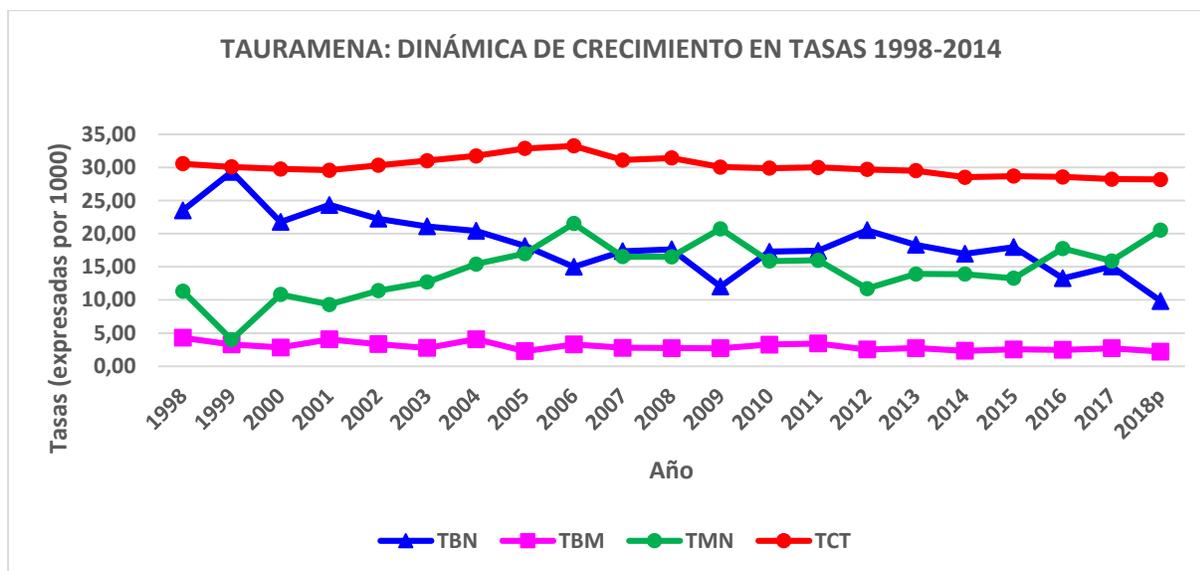


Gráfico 7. Dinámica de crecimiento en tasas. 1998-2018

Fuente: Elaboración propia con base en *Proyecciones De Población 2005 - 2020 Total Municipal Por Área*, DANE (2005), Registros de Nacimientos y Defunciones No Fetales DANE. Consultados en enero de 2019

En valores absolutos (Gráfico 6), el tamaño de la población en el municipio ha venido aumentando año tras año de forma exponencial; el cálculo en tasas permite observar una velocidad de crecimiento que disminuye paulatinamente, aunque con valores igualmente positivos. La tendencia a la disminución puede responder tanto a la posible sobreestimación de hogares como a un descenso observado en la TBN, consistente con cambios en el número de hijos por mujer y en una fecundidad cada vez más tardía (DANE, 2005), (DANE, 2018). El comportamiento de la mortalidad no parece incidir mayormente en el crecimiento del municipio y se mantiene relativamente constante durante el período.

Se observa además que el comportamiento de la migración tiene mayor incidencia en el crecimiento total del municipio; aunque el crecimiento vegetativo permite mantener el reemplazo de la población, la migración es el componente con mayor influencia en el crecimiento poblacional y urbano del municipio (Dureau & Flórez, 2000). Los factores determinantes de la migración son la actividad petrolera y el conflicto armado, ubicando al municipio como receptor de población (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016) e impactando aspectos como el arraigo por el territorio o la transmisión generacional de saberes culturales.

Dicha dinámica migratoria ha sido determinante para el crecimiento urbano del municipio, pero también está ligada a una economía atractora en el área urbana, y expulsora en el área rural, donde pasan desapercibidos los fenómenos de desplazamiento forzado, despojo de tierras y su posterior acumulación (Actor4, 2018). Igualmente, la inmigración predominantemente urbana ha generado presiones por vivienda y acceso a servicios públicos que han derivado en la brecha documentada previamente frente a la población rural (Actor1, 2017).

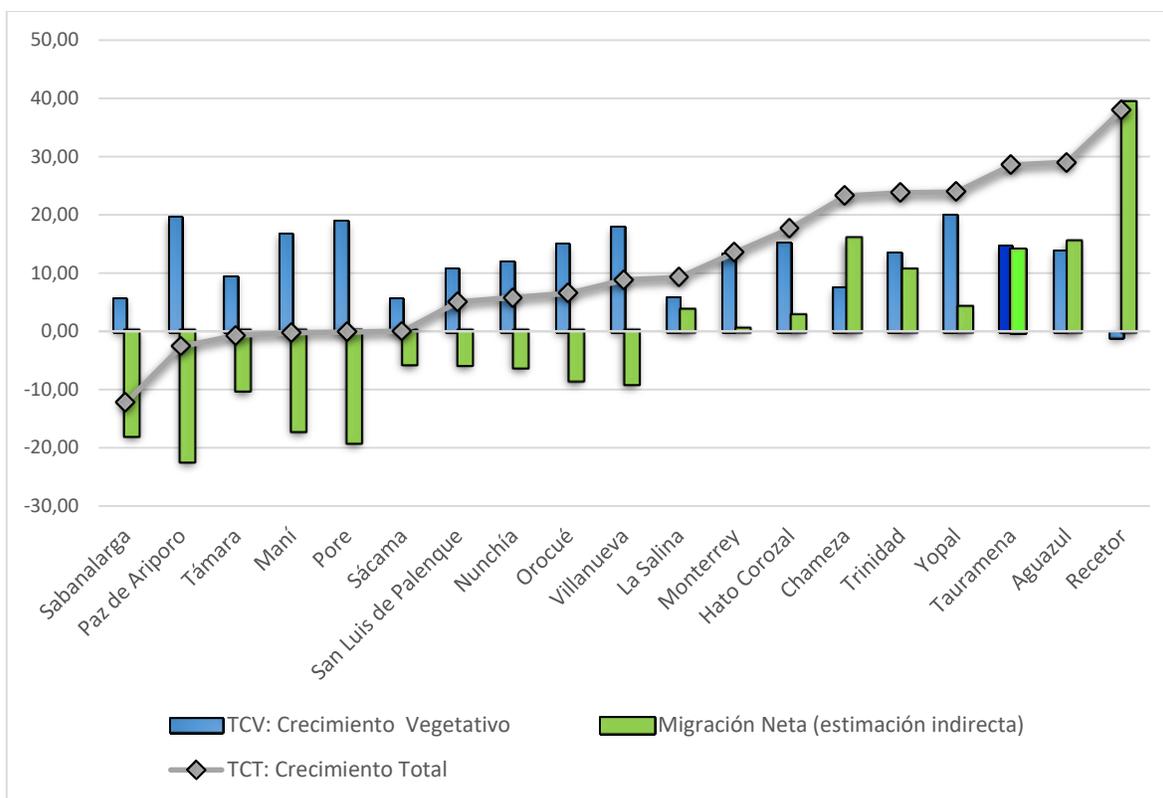


Gráfico 8. Dinámica de crecimiento en tasas. Casanare, 2014.

Fuente: Elaboración propia con base en *Proyecciones De Población 2005 - 2020 Total Municipal Por Área* DANE (2005), Registros de Nacimientos y Defunciones no fetales (DANE, 2018). Consultados en abril de 2017

Comparando el crecimiento del año 2014 para todos los municipios del departamento, se observa que en la región existe una incidencia importante de la dinámica migratoria. Tauramena es uno de los 9 municipios que presenta una dinámica demográfica activa con valores positivos tanto en el crecimiento Vegetativo, como en el migratorio

En la dinámica de crecimiento del Casanare se observan al menos tres grupos de municipios: Los primeros cinco presentaron tasas de crecimiento negativas, producto del saldo

migratorio; los siguientes cinco, aunque presentan un crecimiento positivo, también presentan saldos migratorios negativos, lo que implica que 10 de los 19 municipios del departamento podrían presentar procesos emigratorios importantes, y en cinco de ellos esta migración les está llevando a procesos de pérdida de población.

Los nueve municipios restantes presentan dinámicas disímiles: en algunos, como Tauramena, la relación entre el crecimiento vegetativo y el saldo migratorio fue proporcional para el período; en otros, como Recetor y Chámeza, es el saldo migratorio positivo el que les ha permitido que tengan tasas de crecimiento mayores.

Considerando que las actividades económicas son las mayores demandantes de recurso hídrico, es importante reiterar sus impactos en el crecimiento de la población tauramenera y regional, especialmente la explotación de hidrocarburos. Actualmente se genera presiones a las fuentes hídricas que han derivado en medidas de contingencia como la interrupción del servicio de acueducto para consumo domiciliario, situación que podría aumentar dados los escenarios estimados para la temperatura y los efectos observados en el rendimiento hídrico y la escorrentía para años secos. Adicionalmente, se puede prever un aumento en la presión existente sobre los ecosistemas estratégicos que permiten la regulación climática y la provisión de agua, incrementando la sensibilidad del territorio frente al cambio climático.

7.1.5.3. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

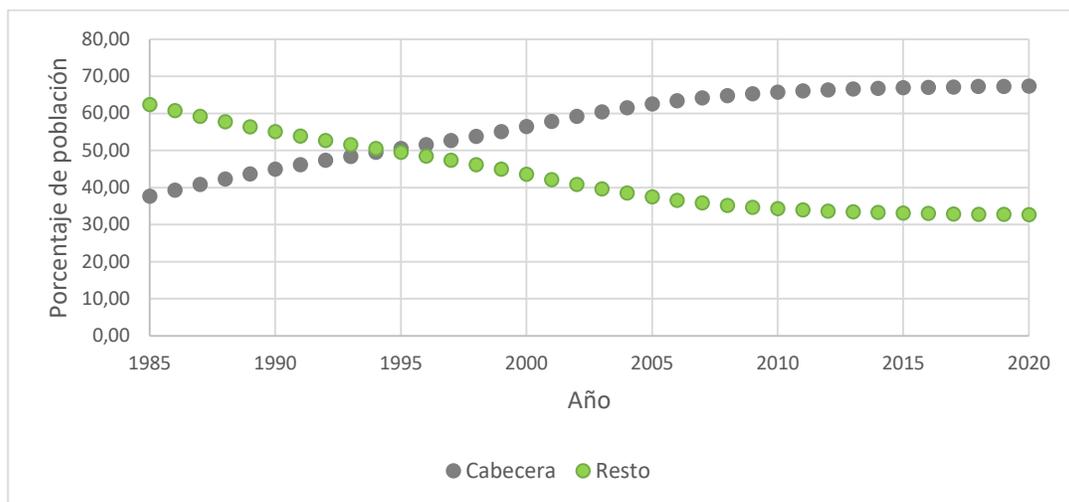


Gráfico 9. Tauramena: Distribución de la población 1985 - 2020

Fuente: Elaboración propia con base en *Proyecciones De Población 2005 - 2020 Total Municipal Por Área* DANE 2005. Consultado en abril de 2017

El gráfico 9 permite apreciar la urbanización acelerada del municipio hacia la mitad de la década de los 90, donde la mayoría de la población comenzó a vivir en el casco urbano y en cabeceras municipales principalmente por los procesos migratorios. La proporción actual es un 67,2 % de la población residente en área urbana, y el 32,74% en el área rural. Como se indicó anteriormente, en el área urbana predominan las viviendas unifamiliares. En el área rural, debido a la gran extensión del municipio, prevalece la vivienda dispersa, presentando así una densidad poblacional total de 9,23 personas por Km² (DNP, 2018).

Como se ha mencionado, la poca accesibilidad, el tamaño de los predios y la dispersión de las viviendas rurales es una de las razones por las cuales no se cuenta con una cobertura óptima de acueducto en el área rural. Sumado al aumento de la deforestación para actividades económicas,

poca preservación de rondas hídricas, y las afectaciones al suelo derivadas de la ganadería, la población del área rural presenta mayor vulnerabilidad ante los veranos más intensos, pues se afecta la oferta hídrica disponible y se ejerce presión sobre los sistemas de agua subterránea que abastecen a estas comunidades, los cuales también se ven afectados por algunas actividades de la industria petrolera, aunque en menor medida (IDEAM, 2014).

Adicionalmente, la población rural dispersa se ve afectada por las inundaciones cuando aumenta la precipitación, lo cual corrobora su vulnerabilidad ante los eventos climáticos extremos, tanto el aumento en la temperatura como las variaciones en la precipitación, cada vez con mayor inestabilidad, lo cual afecta no solo sus condiciones de vida sino sus actividades productivas que requieren de un equilibrio ecosistémico para su desarrollo.

La movilidad poblacional es alta, siendo el factor que más ha incidido en el crecimiento urbanístico del municipio de Tauramena. A su vez, la incidencia del conflicto armado en la región de los llanos, pero también en la nación, genera atracción de población al municipio, junto con la expectativa de empleo siempre vigente en la explotación de hidrocarburos. Por esto, la migración es la variable con mayor incidencia en el crecimiento y la distribución de la población tauramenera.

Debido a la tendencia positiva de crecimiento, especialmente urbano, se requiere aumentar las inversiones sectoriales y hacer más eficiente el uso del agua disponible para evitar generar desequilibrios que sobrepasen la capacidad de respuesta de la entidad territorial, pues las coberturas actuales no han garantizado una prestación del servicio en la cabecera municipal, y generan una brecha alta para la población rural.

Se estima que las fuentes subterráneas de agua, de las cuales se hace uso actualmente para el consumo humano, serían empleadas con mayor frecuencia a medida que los veranos sean más intensos, de acuerdo con los escenarios de cambio climático. Por esto, las estrategias para generar resiliencia y adaptación al cambio climático, implican un manejo integral del recurso hídrico para controlar la expansión de la ganadería en ecosistemas estratégicos, y generar acciones que permitan aprovechar la esorrentía en época de lluvias. Estas son actividades que requieren apropiación y multiplicación, aspectos relacionales con el territorio que son poco relevantes para poblaciones con alta movilidad y con un arraigo cultural frente a la ganadería que dificulta la apropiación de prácticas ecológicas para la preservación de fuentes hídricas.

7.1.5.4. PROYECCIONES DE POBLACIÓN

Tomando como base la información DANE, se elaboraron proyecciones de población al año 2032, considerando que la planificación territorial de largo plazo en el país se remite a tres periodos de gobierno, con una duración de 4 años cada uno, es decir, un total de 12 años. Se tomó como base la información de los censos 1964, 1973, 1985, 1993, 2005 y la población proyectada para el año 2018 (DANE, 2017), a fin de contar con un panorama completo sobre la dinámica de crecimiento histórica en el municipio, la cual presenta una transformación considerable a partir de la década de 1990, aumentando tanto su población total como su nivel de urbanización, como se ha documentado previamente (Dureau & Flórez, 2000).

Para realizar esta proyección, se mantiene la hipótesis que maneja el DANE donde se prevé un crecimiento principalmente urbano, con un comportamiento exponencial que incide mayormente en la dinámica de crecimiento total del municipio, y con una población rural que permanece estable en el período de tiempo estimado. Esta hipótesis se fundamenta en la tendencia de urbanización del municipio en los últimos 30 años, en la proporción de suelos de expansión destinados para proyectos de vivienda y en una posible extensión de las prácticas económicas que generan atracción de población, observando los planos para bloques petroleros.

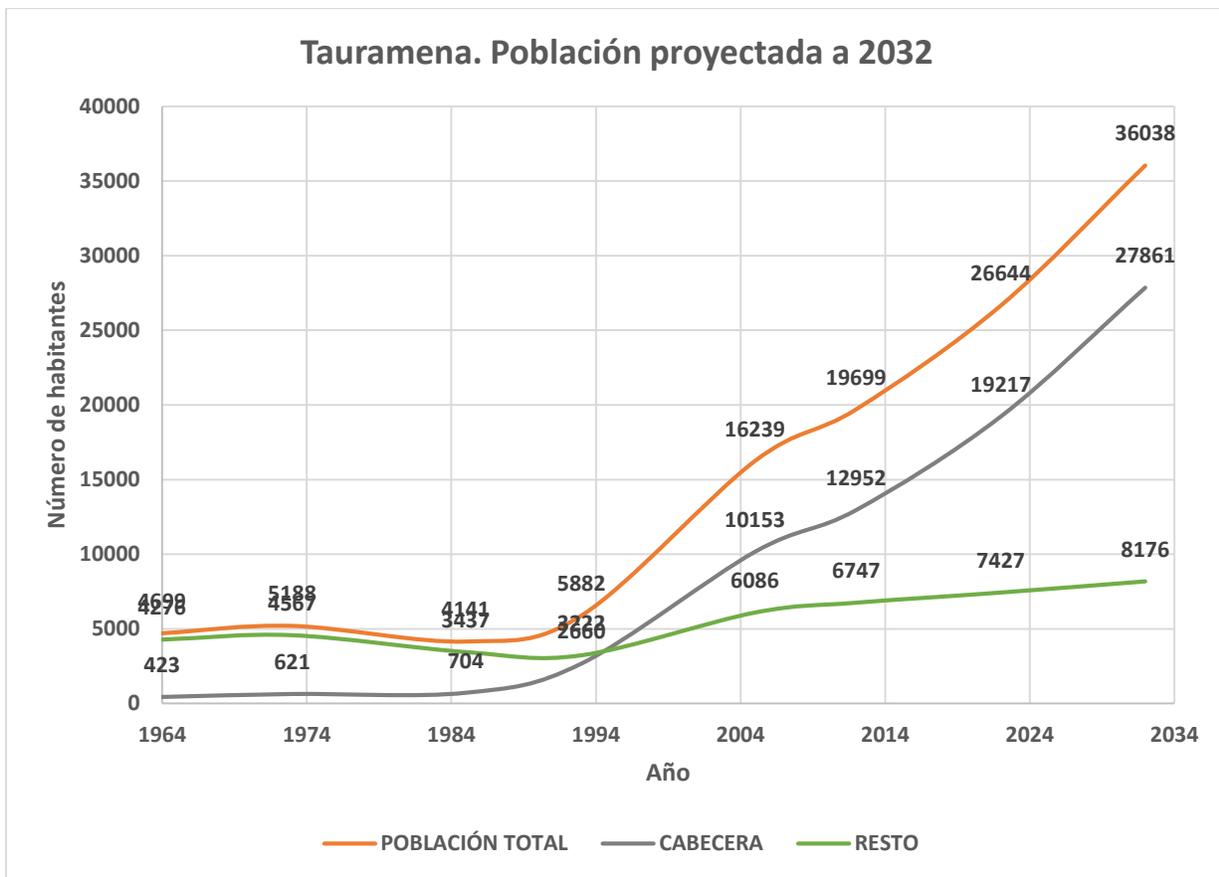


Gráfico 10 Tauramena: Población proyectada a 2032

Fuente: Elaboración propia con base en Censos DANE 1964, 1973, 1985, 1993, 2005. Obtenidos de <http://biblioteca.dane.gov.co/biblioteca/categories>. Recuperado en enero de 2019.

Como resultado, se obtiene que para el año 2032 Tauramena tendría 36.038 habitantes, 11.291 más que en el año 2018. De este número, 27.861 residirían en la cabecera municipal, conformando el 77,31% de la población, mientras que el 22,69% restante, correspondiente a 8.176 habitantes, residirían en centros poblados y área rural dispersa. Se estima un total de 9607 hogares en el municipio, con una bifurcación más marcada entre la población urbana y rural, así como un crecimiento exponencial sostenido para la población total a cuenta del crecimiento observado en la población urbana y un supuesto sobre la continuidad de las actividades económicas basadas en la extracción de hidrocarburos, principal atractor de población hacia la cabecera municipal y los centros poblados.

Como se documentó, el crecimiento de los hogares es mayor a medida que se consolida la modalidad de hogares unipersonales o con escasos hijos, tendencia creciente observada en los últimos Censos. Por esta razón, mientras prevalezca el crecimiento urbano, crecerán en mayor medida los hogares bajo esta tendencia y generarían una demanda hídrica mayor en la medida en que los patrones de consumo hídrico para uso doméstico responden más a la dinámica de los hogares que al comportamiento individual, y las cifras de los ENA documentan que las regiones del país que presentan mayor consumo hídrico doméstico son aquellas áreas altamente urbanizadas con este tipo de hogares reducidos.

Por otra parte, es relevante reiterar que la demanda hídrica está fuertemente asociada a las actividades económicas a gran escala, las cuales generan la mayor demanda y huella hídrica. En ese sentido, si se prevé un crecimiento exponencial en la población urbana, así como sucede en los municipios y grandes ciudades que se abastecen del petróleo, el gas y la carne del municipio, se

puede esperar una incidencia directa en el aumento de la demanda económica, potencializada por los hábitos de consumo urbanos y un modo de producción en el que predomina el crecimiento económico sobre la sostenibilidad territorial. Así mismo, aunque el área rural no alberga la mayor parte de la población, presenta usos del suelo predominantemente económicos, por lo cual es posible que se llegue a una transformación de los ecosistemas irreversible y a una afectación a las formas de vida de la población rural llanera si se continúa con prácticas pecuarias en detrimento de la base ambiental, como la deforestación y desprotección de rondas hídricas.

De acuerdo con Dureau & Florez (2000), el caso de Tauramena expresa las rápidas transformaciones en el territorio derivadas de la economía petrolera de enclave: “La desarticulación con la región, que caracteriza esta clase de actividad se acompaña de cambios importantes, que se dan por lo menos en tres ámbitos: el económico, el poblacional y el del conflicto social” (Dureau & Flórez, 2000).

Esta tesis enfatiza en un cuarto ámbito: el ambiental, encontrando que en Tauramena se ha consolidado un modelo económico agropecuario que impacta el equilibrio en los ecosistemas y el ciclo hidrológico, del que depende la provisión de agua para consumo humano y para actividades económicas, afectando la capacidad del territorio para afrontar los efectos negativos del cambio climático. La dinámica demográfica en el municipio no es un factor generador de estos desequilibrios en las relaciones presentes en el territorio; en palabras de Gosovic (1984), “es la “sociedad” (es decir, las estructuras sociales) y sus protagonistas y grupos principales, y no la población en sí o su tamaño, los que interactúan con la base de recursos naturales y el medio ambiente y los transforman” (Gosovic, 1984, pág. 146).

7.2. TENSIONES ENTRE LAS DIMENSIONES DEL DESARROLLO Y CONFIGURACIONES TERRITORIALES

7.2.1. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE TENSIONES PRESENTES EN EL TERRITORIO

El apartado anterior brinda un panorama de los aspectos en el territorio relacionados con la disponibilidad hídrica y el cambio climático, a partir de la descripción de dimensiones PASE y las implicaciones de la dinámica demográfica. Así, hasta ahora han identificado algunas presiones en cada dimensión PASE que genera efectos en las otras dimensiones, registrando estas interacciones en los anexos 1 y 2 para obtener el insumo principal para la identificación de tensiones.

En la presente investigación surgieron 5 tensiones en el municipio relacionadas con cambio climático y disponibilidad hídrica; a continuación, se presentan los textos descriptivos y al finalizar, se sintetiza la valoración de las tensiones en una tabla recapitulativa con su número y los polos en tensión:

7.2.1.1. La población en el área rural dispersa del municipio cuenta con una baja cobertura de acueducto (27%) (PDM, 2016) y se abastece con sistemas subterráneos debido a prácticas culturales de abastecimiento, al manejo ineficiente de los recursos obtenidos por regalías en la década de los 90 (Sánchez, Martínez, & Mejía, 2005) y a la concentración de la mayoría de población (67,26%) en la cabecera municipal (DANE, 2005).

Por tradición y por facilidad de acceso, el agua para consumo humano se obtiene a través de pozos profundos, empleando el agua de escorrentía principalmente para actividades económicas con las más altas demandas hídricas, predominando la ganadería y riego de monocultivos los cuales generan disminución en el rendimiento hídrico (IDEAM, 2014) e incide en la contaminación de fuentes hídricas, aumentando la presión hacia los sistemas subterráneos como única fuente de agua potable para la población rural.

Un reforzador de esta tensión es la deforestación producida por estas actividades económicas, pues afecta la Estructura Ecológica Principal que soporta servicios como la regulación hídrica y genera un impacto acumulado sobre la disponibilidad hídrica (Andrade, 2013). Un factor liberador es que el municipio presenta condiciones biofísicas que favorecen la precipitación, especialmente en la parte montañosa del territorio; así mismo cuenta con diversas fuentes hídricas que incrementan su oferta (ENA 2014) y mantienen baja la amenaza de desabastecimiento, aunque la transformación de ecosistemas afecta tanto el rendimiento hídrico en todo el territorio, como su sensibilidad ante la variabilidad climática extrema (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017).

7.2.1.2. Según información del Comité de Defensa del Agua en Tauramena, ECOPETROL planea realizar actividades de exploración y explotación petrolera en zonas que están catalogadas como “áreas para la conservación y protección de recursos naturales” en el Esquema de Ordenamiento Territorial (Contagio radio, 2017). En la cartografía incluida en el EOT se presenta el mapa de los bloques petroleros donde casi la totalidad del municipio figura como *disponible para explotación petrolera*, exceptuando una pequeña franja que no abarca toda la zona de recarga

hídrica en la parte alta de la cuenca del río Caja, ni el D.M.I. Mata de la Urama, áreas protegidas fundamentales para la base ambiental del municipio.

Esta tensión es generada por una inadecuada articulación entre las políticas económicas nacionales y el ordenamiento ambiental del territorio local, implicando afectaciones a ecosistemas estratégicos y baja capacidad adaptativa para el territorio frente al cambio climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017), pues contradicen las disposiciones para conservación, uso sostenible, recuperación de fuentes hídricas y reforestación (CORPORINOQUIA, 2008), todas estas acciones que garantizan la resiliencia territorial ante largos periodos secos, lluvias intensas o prolongadas y otros fenómenos derivados de la variabilidad climática (IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015).

Un factor reforzador es que son escasas las áreas destinadas para conservación en el EOT (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014) lo que las hace susceptibles de intervenciones antrópicas, especialmente la ganadería y monocultivos con altas huellas hídricas (IDEAM, 2014), afectando la estructura y las funciones de ecosistemas estratégicos para el aprovisionamiento hídrico (Andrade, 2013). Adicionalmente, las acciones que emprende la población para preservar sus recursos hídricos han tenido resultados que pierden peso ante las determinaciones económicas y político-administrativas que se superponen al equilibrio ecosistémico, el arraigo por el territorio y las decisiones de la población amparadas en mecanismos legítimos de participación ciudadana (Rojas Hernández, 2018).

Como liberadores se cuenta con acciones programadas en el PDM como gestiones para declarar la Cuenca alta del río Caja y la mata de los Cajuches en la vereda aguablanca como áreas protegidas de importancia ambiental a nivel nacional en el SINAP, la compra de 800 ha en áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico y la formulación de un plan de adaptación al cambio climático con acciones programadas para el sector educativo que pueden incidir en aumentar el interés de las nuevas generaciones por los recursos naturales del municipio y su cuidado.

7.2.1.3. El sistema de acueducto que abastece la cabecera municipal, las veredas Aceite Alto, Chaparral, y el centro poblado Paso Cusiana, no tiene una regulación adecuada de la captación del caudal: De los 99,41 L/s, concesionados por CORPORINOQUÍA se están captando 147,88 L/s, una cantidad que en época seca corresponde al total del caudal ofertado (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016, pág. 433), implicando la afectación de las actividades económicas y actividades cotidianas sociales e impactos negativos para los ecosistemas aguas abajo (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016) (CORPORINOQUIA, 2008).

Esta situación se genera por una inadecuada gestión de las infraestructuras de captación y derivación del recurso hídrico en el momento de la construcción del acueducto, reforzada por una demanda hídrica económica que genera las más altas huellas hídricas (IDEAM, 2014) conflictos de uso del suelo, alta transformación de los ecosistemas que conforman la Estructura Ecológica Principal e impactos en los servicios ecosistémicos (Andrade, 2013), agravada por la pérdida de apropiación de la población frente a estos procesos en defensa del medio ambiente (Actor4, 2018).

Las acciones emprendidas para liberar la tensión están relacionadas con la implementación de mecanismos para el control volumétrico en las distintas derivaciones del acueducto, aunque éstas no han sido implementadas en un 100% (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016); CORPORINOQUÍA hace seguimiento constante y ha exigido el cumplimiento de 8 requerimientos técnicos ambientales para optimizar la infraestructura del acueducto (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016).

7.2.1.4. Tauramena es un municipio receptor de población víctima del conflicto armado y población atraída por la economía petrolera en la región, evidente en el saldo migratorio y la dinámica de crecimiento total. Esto genera una demanda creciente de servicios públicos y vivienda, especialmente en el área urbana, donde se reporta un déficit de vivienda de 758 unidades (26,5%) (DANE, 2005).

Aunque las actividades que generan mayor demanda hídrica son las económicas, las medidas de contingencia en tiempo seco se enfocan principalmente hacia la reducción del consumo de hogares, de manera que el crecimiento urbano no cuenta con una base ambiental o las infraestructuras que garanticen el acceso constante al agua potable para la población.

Como elemento reforzador, el EOT vigente contempla el desarrollo de proyectos de VIS y VIP, para resolver el déficit de vivienda actual, así como una ampliación del perímetro urbano y los centros poblados Paso Cusiana, Carupana, Tunupe y Raizal, epicentros de explotación petrolera que generan atracción de población hacia el municipio con la necesidad de optimizar las infraestructuras de servicios públicos actuales. Como factor liberador, se cuenta con una fuente

hídrica como contingencia para abastecer el acueducto, aunque actualmente se realiza un uso medio de ella (ENA, 2010)

7.2.1.5. La predominancia de la ganadería extensiva junto con los cultivos a gran escala de palma africana y arroz genera deforestación en el municipio con altas huellas hídricas azul y verde, producto de la transformación que han sufrido los ecosistemas debido a estas actividades económicas (IDEAM, 2014), aumentando la vulnerabilidad del territorio para afrontar los efectos de la variabilidad climática extrema, como las sequías y aumentos de temperatura.

En el área rural dispersa, especialmente en zonas de sabana, no se cuenta con información sobre oferta y demanda hídrica pero es donde estas actividades económicas han generado mayor impacto en la transformación de ecosistemas debido a la deforestación, al punto que no se identifica vegetación primaria en estos sectores. Adicionalmente, en esta área es donde se cuenta con mayor número de cabezas de ganado, cuyo excremento es el mayor generador de emisiones de G.E.I.

Este deterioro ecosistémico es generado por una escasa regulación para el acceso, uso y apropiación del recurso hídrico que favorezca la conservación, así como una dependencia del territorio a las actividades económicas a gran escala en detrimento de la base ambiental. La implicación de esta tensión es el aumento de sensibilidad territorial para afrontar el cambio climático, pues se reduce su rendimiento hídrico, se genera presiones a los ecosistemas y aumenta la aridez del suelo, factores que, en condiciones climáticas extremas, pueden generar desequilibrios

que desbordan la capacidad de respuesta actual del municipios y los actores implicados (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2017).

Un factor reforzador es que se han intervenido la mayoría de ecosistemas estratégicos para la biodiversidad en las condiciones climáticas de la llanura y para garantizar reservorios de agua (Andrade, 2013) (Rojas Hernández, 2018), como son las sabanas inundables, esteros y morichales. Las acciones liberadoras de tensión son las iniciativas municipales para la recuperación de ecosistemas, preservación de fuentes hídricas, adaptación al cambio climático e implementación del ecoturismo (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2016), acciones que, sin embargo, son incipientes ante las dinámicas económicas predominantes.

Tabla 9. Síntesis identificación y valoración de tensiones

Tensión No.	Polos en tensión y Dimensión PASE	Valoración Inicial	Balance de tensión
7.2.1.1	Polo A: Dispersión de la población rural (Poblacional) Polo B: Uso y apropiación del recurso hídrico sumado a bajas coberturas de acueducto (socio-cultural)	6	Alta
7.2.1.2	Polo A: Áreas protegidas nivel municipal y regional (Ambiente Natural) Polo B: Áreas disponibles para exploración petrolera (Económica)	5,75	Alta
7.2.1.3	Polo A: Infraestructura de acueducto con diseños ineficientes y sin control volumétrico (Ambiente Construido) Polo B: Captación excesiva del caudal disponible (Ambiente Natural)	2,625	Media
7.2.1.4.	Polo A: Demanda de vivienda y servicios públicos (Socio-cultural) Polo B: Municipio receptor de población principalmente en área urbana (Poblacional)	2,5	Media
7.2.1.5.	Polo A: Ganadería extensiva y monocultivos a gran escala (Económica) Polo B: Estructura ecológica y ecosistemas que proveen abastecimiento hídrico y regulación climática (Ambiente Natural)	5,75	Alta

Fuente: Elaboración propia

7.2.2. ESPACIALIZACIÓN DE TENSIONES

Para avanzar hacia la construcción de la configuración actual del municipio, se realiza la espacialización de las tensiones, ubicándolas sobre un plano o Figura cartográfica que permite una visualización más concreta de cómo operan las mismas en el territorio.

Las guías producidas a lo largo de las adaptaciones del modelo BIT-PASE brindan distintas orientaciones para realizar la espacialización, indicando diferentes formas de visibilizar, por ejemplo, el generador de la tensión, el polo A, el valor final, entre otros. Para la presente investigación, se tomó como base la guía elaborada para Planes de Desarrollo en el período 2012-2015 (Lara, Rubiano, & Castro, 2011), ubicando las tensiones sobre una Figura cartográfica de acuerdo al color del Polo A, el cual orienta la temática concreta a la que la tensión alude. La convención de colores es la siguiente:

Tabla 10. Convenciones espacialización de tensiones

No. De tensión	POLO A DE LA TENSION	COLOR
7.2.1.1.	Población rural sin cobertura de acueducto	
7.2.1.2.	Ecosistemas estratégicos	
7.2.1.3.	Infraestructuras de acueducto con problemas de captación	
7.2.1.4.	Demanda creciente de vivienda y servicios públicos	
7.2.1.5.	Zonas con mayor producción ganadera según inventario bovino	

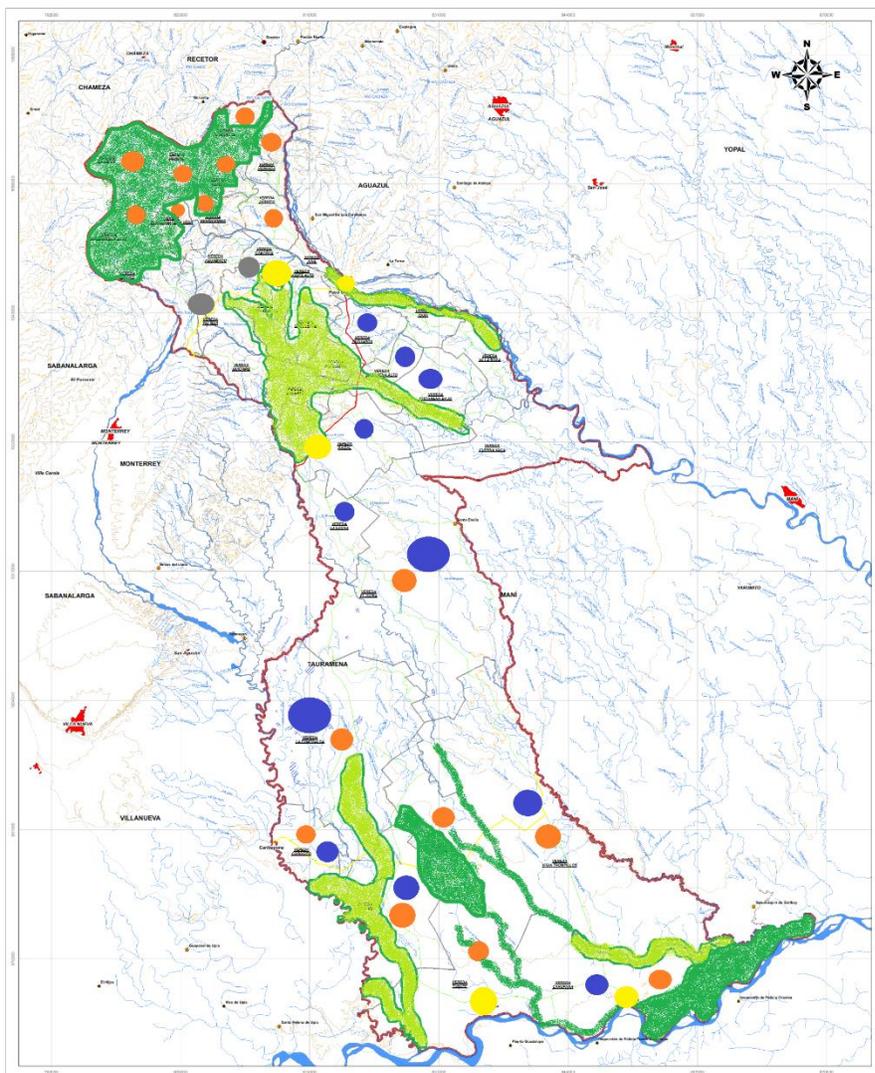


Figura 23. Espacialización de tensiones presentes en el territorio alrededor de la disponibilidad hídrica y cambio climático

Fuente: Elaboración propia, tomando como base la cartografía dispuesta en (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2014)

Se observa que, en la parte norte y noroccidente, confluyen fundamentalmente las áreas protegidas, cuencas abastecedoras y gran parte de las áreas de recarga hídrica; hacia el sur, colindando con el río Meta se cuenta con bosques de galería y con el D.M.I. El uso de suelo establecido en el EOT y los proyectos de explotación de hidrocarburos ejercen una alta presión a esta Estructura. Sin embargo, la población localizada allí, ejerce una presión menor a la oferta

hídrica que en otras zonas del municipio, pero genera un impacto negativo en los ecosistemas que influye a las comunidades aguas abajo.

Por su parte, la zona media del municipio presenta gran confluencia de tensiones, al albergar la cabecera municipal y el principal centro poblado, con mayores coberturas de acueducto pero con mayor demanda de servicios públicos y vivienda, y con un acueducto que presenta una infraestructura ineficiente; adicionalmente, allí se encuentran varias veredas con una producción bovina media, colindando con áreas protegidas de la cuenca del río Chitamena y con relictos de bosque ripario, la cual también se emplea para provisión de alimento al ganado (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014). Por lo tanto, en la zona que abarca los principales asentamientos de población se observa una superposición de tensiones, debido en gran parte a los usos del suelo presentes en este sector y la confluencia de oferta-demanda de bienes y servicios ecosistémicos, sociales e institucionales.

La zona centro y sur del municipio es el área donde la intensidad de las tensiones es mayor. Allí se localizan las dos veredas que cuentan con la tercera parte del inventario, como se ha documentado anteriormente. En esta zona es escasa la vegetación arbórea, predominando los pastos limpios, con algunas áreas de pastos enmalezados y con la única área de bosque denso que pertenece al D.M.I. Mata de la Urama (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014), expresando la aceleración de la deforestación y el impacto de los monocultivos a gran escala.

Los conflictos de uso de suelo generan presiones a los pocos ecosistemas protegidos, fundamentales en el equilibrio del sistema territorial, aumentando la sensibilidad del territorio a la

variabilidad climática con impactos observados en el rendimiento hídrico, la escorrentía, la regulación climática, la preservación de la biodiversidad, e incluso, la productividad económica, al afectarse los servicios ecosistémicos de los que dependen las actividades económicas.

Con este análisis inicial, se procede a identificar los *Racimos*, o elementos conectores entre tensiones. Este ejercicio “se facilita mediante la observación de generadores, reforzadores, liberadores e implicaciones que comparten su precedencia en el tiempo y el tipo de eventos históricos que los vinculan” (Rubiano & Castro, 2015, pág. 146). Esta información no siempre se obtiene a través del análisis estadístico, sino que requiere el conocimiento de la trayectoria histórica de la entidad territorial (Rubiano, González, & Castro, 2012).

7.2.3. IDENTIFICACIÓN DE RACIMOS Y EJES ESTRUCTURANTES

Como se indicó en la primera parte del presente documento, la identificación de racimos implica reconocer los elementos compartidos por las tensiones. Estos elementos pueden estar relacionados con la localización, al confluir en ciertos espacios geográficos determinados; también pueden relacionarse con fenómenos reiterativos en factores generadores, reforzadores o liberadores.

A continuación, se presenta la identificación de racimos en las tensiones espacializadas, donde se mantuvo la convención de colores para facilitar la visualización de los conectores identificados entre las tensiones.

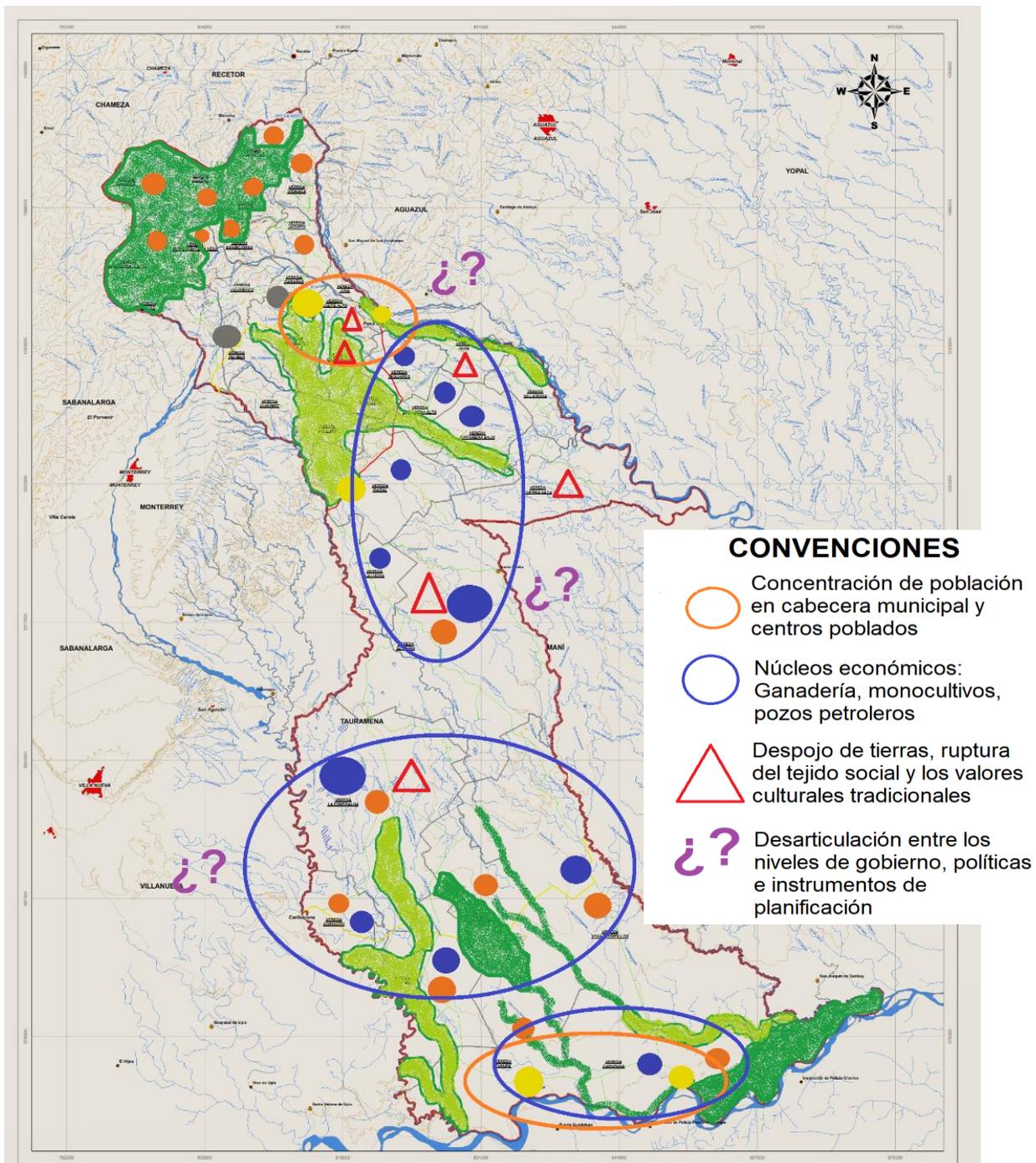


Figura 24 Tauramena: Racimos para la disponibilidad hídrica en relación con el cambio climático.

Fuente: Elaboración propia, tomando como base la cartografía dispuesta en (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2014)

Las áreas color verde oscuro indican la prevalencia de ecosistemas estratégicos que no han perdido su estructura, composición y función. Sin embargo, la zona norte de recarga hídrica y con mayor presencia de bosques, se ve amenazada ante el avance de la deforestación para ganadería hacia zonas amortiguadoras y protegidas, así como un crecimiento poblacional que demanda bienes y servicios, representados con las esferas amarillo y naranja, ubicadas en la cabecera municipal y el centro poblado Paso Cusiana.

La zona media, donde se articula el segundo eje productivo del municipio, fue una zona constante de enfrentamientos entre distintos actores armados, y donde tuvieron lugar procesos de despojo de tierras para implementar hatos ganaderos, así como grandes cultivos de palma y arroz (Actor2, 2017; Actor3, 2018; Actor4, 2018). Por esta razón, gráficamente confluyen los círculos productivos (azul), con los fenómenos de desplazamiento y despojo de tierras (cruces amarillas).

Así mismo, en las zonas media y baja se observan los impactos mayores de la deforestación, reforzador frecuente y polo de tensiones, donde en algunas pocas zonas se mantienen ecosistemas que no se articulan a una estructura, impidiendo una infraestructura ecológica que conecte estos relictos de vegetación arbórea para mantener su composición y funciones, a pesar de no preservar su estructura. En estas áreas de vegetación residual, su color verde es menos intenso que en la zona norte y en el extremo sur del municipio.

Se incluyeron dos líneas negras, las cuales señalan las vías con las que cuenta el municipio. La vía hacia el norte es del nivel departamental, siendo una vía de las vías de comunicación con Bogotá, pasando por Villanueva y Villavicencio. Esta vía continúa atravesando el departamento

del Casanare, y permite una rápida comunicación con el departamento de Boyacá, en el sector que conduce hacia Aguazul. La vía hacia el sur es una vía nacional, que comunica el centro Poblado Paso Cusiana con la cabecera municipal de Villanueva. Estas vías recuerdan que las actividades económicas desarrolladas en el municipio de Tauramena, abastecen diversas localidades en la región y en el país, por lo cual no dependen únicamente de las decisiones locales, sino que son resultado de diversas dinámicas nacionales, e incluso internacionales, que determinan la producción económica y la demanda en las ciudades que se abastecen de productos taurameneros.

Se observa que los asentamientos con mayor conectividad hacia la red primaria presentan mayor cobertura de acueducto, y en términos generales, sus condiciones de vida son más favorables con respecto a los asentamientos rurales dispersos, lo cual se presenta en otros municipios del país y da cuenta de la dependencia del desarrollo territorial hacia proyectos macroeconómicos e infraestructuras del orden nacional. Por esta razón, la administración municipal figura concentrada en el casco urbano como un círculo morado, y se plasmó con líneas del mismo color la intermitencia de la articulación entre niveles de gobierno, evidente en las condiciones observadas en el área rural, siendo éste otro reforzador encontrado, así como un factor que impide una incidencia efectiva de las acciones liberadoras de tensión que adelantan las autoridades municipales y regionales.

Estos elementos sintetizan los principales factores que indican en las tensiones presentes en el territorio. A partir de ellos, se identifican los ejes estructurantes alrededor de los cuales se organiza la configuración del territorio determinante de la disponibilidad hídrica en contextos de cambio climático.

7.2.4. CONFIGURACIÓN ACTUAL DEL TERRITORIO

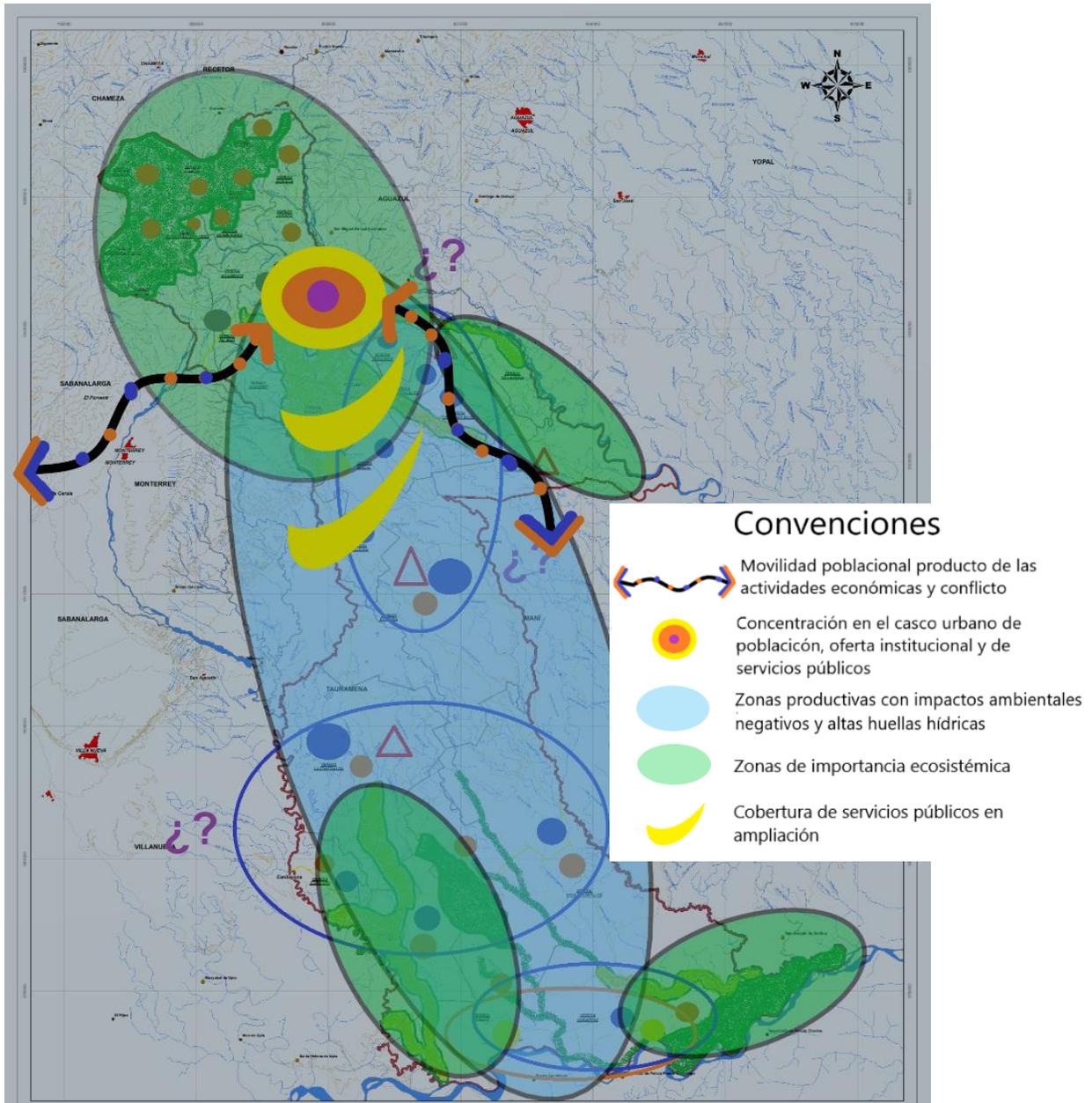


Figura 25. Ejes estructurantes de la disponibilidad hídrica y cambio climático en Tauramena

Fuente: Elaboración propia, tomando como base la cartografía dispuesta en (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2014)

Al plasmar los conectores entre los racimos, se puede visibilizar la confluencia de procesos en el nivel local, regional y nacional. Se cuenta, en principio, con una movilidad poblacional y un crecimiento local enfocado en el área urbana, generando una demanda creciente de bienes y servicios públicos, sociales, y ambientales, pero también una brecha frente a la población rural, con impactos en su abastecimiento hídrico.

Se observa que la dinámica demográfica local, regional y nacional es un eje que articula los racimos presentes, en la medida en que, primero, las poblaciones urbanas de grandes ciudades como Bogotá, capital nacional, Tunja y Villavicencio, generan demanda de carne bovina, combustible y gas domiciliario, tres productos principales del municipio de Tauramena. Segundo, esta demanda económica incide en la demanda hídrica para actividades económicas. Tercero, el municipio es receptor de población y presenta una dinámica activa dentro del departamento, con demandas de empleo, bienes y servicios que inciden directa e indirectamente en la disponibilidad hídrica.

Por esta dinámica económica, se ha establecido en el municipio de Tauramena un enclave petrolero, sumado a las actividades pecuarias tradicionales que han generado conflictos de uso de suelo y explotación del subsuelo en áreas y ecosistemas que conforman la Estructura Ecológica Principal, sin la cual no es posible garantizar la disponibilidad hídrica para la vida, ni la productividad. Así, el municipio es un escenario que evidencia las contradicciones entre los

lineamientos económicos locales-globales, los procesos socioculturales en defensa del territorio y las dinámicas de la población.

Pese a la voluntad de las distintas administraciones municipales por incorporar predios a las áreas protegidas, no hay una planificación ambiental ni una articulación efectiva en todos los niveles de gobierno, con acciones orientadas a la mitigación de actividades económicas insostenibles que minimizan progresivamente la capacidad adaptativa del municipio ante eventos climáticos extremos, aumentando así su sensibilidad y, con ello, su grado de vulnerabilidad.

De esta forma, la Estructura Ecológica Principal se desarrolla de manera diferencial, de acuerdo con el grado de intervención antrópica: La parte alta, que mantiene su estructura, composición y funciones, está amenazada por deforestación y posible exploración petrolera (Rojas Hernández, 2018). La parte media-alta, con ganadería silvopastoril y bosques de galería que conservan sus funciones ecosistémicas, mantiene la mayor demanda hídrica y presenta afectaciones a comunidades aguas abajo. La parte media, con alta deforestación y con la búsqueda de nuevos hallazgos petroleros, está articulada al D.M.I. y presenta relictos de bosques en algunas zonas. Finalmente, en la parte baja, cerca de los límites con el río Meta, se preservan bosques riparios.

Las políticas nacionales contradictorias y su implementación en el territorio, son factores que articulan las tensiones y los racimos presentes. Por un lado, la explotación de hidrocarburos se ha convertido en un renglón fundamental para el Producto Interno Bruto nacional, generando una economía y una inversión social dependientes de estas actividades. En simultáneo, se habla

del crecimiento económico verde (DNP, 2014), enfocado hacia actividades agropecuarias aparentemente sostenibles, con acciones que difícilmente garantizan una continuidad en su implementación o un impacto sobre las prácticas agropecuarias que se llevan a cabo en el municipio y la nación.

En cambio, la Corte Constitucional en la sentencia SU095/2018 ha redefinido el alcance de las Consultas Populares requiriendo nuevos mecanismos para la inclusión social en los proyectos del sector; mientras tanto, el municipio sigue buscando alternativas económicas en detrimento de los ecosistemas de los que depende no solo la disponibilidad hídrica, sino la capacidad de resiliencia ante la variabilidad climática, y en últimas, el bienestar y la calidad de vida.

Esta última es una de las diversas formas en las que se fragmenta el tejido social en el municipio de Tauramena, pues la productividad ha estado fuertemente ligada a conflictos frente a los cuales el arraigo por el territorio se convierte más en un recuerdo que en una realidad viva e incidente en los procesos de ordenamiento, planificación, y en últimas, en las dinámicas de desarrollo que se viven en el territorio. Como se ha mencionado, el fortalecimiento del tejido social es fundamental para generar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en territorios resilientes.

Tabla 11. Síntesis ejes estructurantes

No.	EJE ESTRUCTURANTE
1	Movilidad y crecimiento poblacional urbano (a nivel local y regional), con implicaciones en la brecha urbano-rural, en la demanda de bienes, servicios y demanda hídrica creciente, la cual ejerce presión sobre la oferta hídrica disponible y la Estructura Ecológica Principal de la que depende
2	Enclave económico de gran envergadura y prácticas agropecuarias con excesivas demandas hídricas, generadoras de conflictos de uso de suelo, ruptura de la Estructura Ecológica Principal y presiones sobre los ecosistemas estratégicos que brindan abastecimiento hídrico y servicios de regulación climática
3	Desarticulación de políticas en los niveles de gobierno local, regional y nacional, incidentes en conflictos de uso de suelo manifiestos en el EOT, explotación del subsuelo municipal sin el respaldo de la población local y dependencia de la explotación de hidrocarburos para la estabilidad macroeconómica.

En busca de articular los ejes estructurantes con formas de razonamiento cotidiano, como la metáfora y la analogía (De la Garza, 2010), el modelo BIT-PASE propone la búsqueda de una “figura construida a partir de un conjunto de partes que se organizan según las relaciones que guardan unas con otras” (Rubiano & Castro, 2015, pág. 151), es decir, se construye a partir de las cadenas de eventos y ejes estructurantes previamente descritos. Para Tauramena, la configuración actual se describe a partir de la siguiente metáfora:

METÁFORA DE LA CONFIGURACIÓN ACTUAL: EL BAGRE RAYADO



Pez característico de los ríos casanareños, es un animal que actualmente está en peligro de extinción por la sobrepesca. Al igual que Tauramena, cuyo principal valor agregado se encuentra en el subsuelo, el bagre rayado se encuentra en peligro por la sobreexplotación de la pesca para obtener provecho de su carne. Al pescarlo, se saca de su hábitat, así como Tauramena separa su desarrollo económico de su base ambiental, aquella que le dio su nombre *entre aguas*, para supeditarla a la demanda económica de los hidrocarburos y los proyectos de monocultivos o ganadería a gran escala.

Al ser una economía generada sobre una base de dolor, despojo y desarraigo, en últimas, “una economía paramilitar”, Tauramena se asemeja al bagre en la medida en que, para ser productivo, debe morir, desde luego hablando en un sentido figurado. La cabeza, donde se ubica gran parte de la Estructura Ecológica Principal, es desechada en función del producto que ofrece su carne. Igualmente, las aletas son mayormente desechadas, así como el modelo económico genera ruptura con el área rural dispersa y los ecosistemas estratégicos allí presentes, acentuando la inequidad entre el núcleo próspero de producción y lo rural, el “resto”. La carne que más se aprovecha es la del medio del pez, así como el núcleo productivo de Tauramena se concentra en la zona central, alimentando de carne y petróleo al país, afectando la base ambiental.

Sus bigotes son las vías nacionales, que deberían servir como un eje orientador y articulador para el territorio, pero cuya funcionalidad está restringida a los intereses económicos derivados del petróleo, de manera que es una vía que no se articula con el resto del territorio municipal como sí lo hace con los parques industriales petroleros en municipios aledaños.

Lo rural, el cuerpo, le permiten el movimiento y la navegabilidad. Lejos de su base ambiental, lejos del agua, el bagre está muerto; desmembrado sólo sirve como alimento. Tauramena está siendo devorado y ha tomado distancia frente a la preservación de fuentes hídricas y ecosistemas estratégicos, desarticulando el vasto territorio rural de su cabecera municipal, sobrecargada con la demanda de vivienda, empleo y prestación de servicios sociales.

Así, el municipio es como este gran pez, enfocado en la productividad va en un camino que le deteriora, le consume. Debe recordar su esencia en el trazado de sus rayas: los flujos de articulación entre las dinámicas rurales y urbanas, corredores biológicos que conecten los ecosistemas estratégicos, y de esta forma, se restaure la Estructura Ecológica Principal, no sólo la mínima, recuperando memoria histórica, cultural, el arraigo por una tierra hermosa y próspera.

7.3. ESCENARIOS POSIBLES TAURAMENA 2032

Ante un panorama con grandes retos para afrontar las posibles consecuencias del cambio climático en el nivel local y garantizar, a su vez, la disponibilidad hídrica para todo tipo de actividades, esta investigación propone aproximarse a la observación de escenarios posibles, uno en el que la configuración actual presenta un comportamiento tendencial, y otro en el que puedan tomarse las medidas deseadas para restablecer los equilibrios en el territorio que garanticen el bienestar del sistema integral y la calidad de vida de su población.

7.3.1. ESCENARIO TENDENCIAL DE LA CONFIGURACIÓN ACTUAL

Los insumos para determinar cuál sería el escenario tendencial para la configuración territorial en los próximos 12 años, surgen a partir del análisis de los ejes estructurantes y la proyección de las tensiones si éstas no se intervinieran.

7.3.1.1. PROYECCIÓN DE TENSIONES SI NO SE INTERVIENEN

En esta actividad, reviste mayor importancia la proyección de la población y los hogares, pues a partir de la lectura de las implicaciones, se obtiene información para analizar cómo sería la intensidad, la cronicidad, el impacto y el grado de ingobernabilidad de las tensiones, si éstas no se intervinieran en los próximos 12 años.

Para esta actividad, se retoman los criterios para realizar valoración de tensiones, calificando, igualmente, de 1 a 3 cada ítem. Posteriormente, se suma este valor con el de la valoración inicial, obteniendo así el valor y balance final. Si la tensión es menor a 4, su balance final es *bajo*; si se ubica entre 4,1 y 6, su balance final es *medio*; cuando se obtiene una cifra mayor a 6, se obtiene un balance final *alto* para la tensión.

El Anexo 3 dispone de celdas con la misma fórmula aplicada en la valoración inicial de las tensiones, las cuales arrojan el valor final y el color que facilita su interpretación. A continuación, se presenta una tabla sintética del ejercicio.

Tabla 12. Valoración final de las tensiones.

Tensión No.	Polos en tensión y Dimensión PASE	Valoración Inicial	Valoración final	Balance final
7.2.1.1	Polo A: Dispersión de la población rural (Poblacional) Polo B: Bajas coberturas de acueducto en área rural (Ambiente Construido)	6	5,23	Medio
7.2.1.2	Polo A: Áreas protegidas nivel municipal y regional (Ambiente Natural) Polo B: Áreas disponibles para exploración petrolera (Económica)	5,75	8,75	Alto
7.2.1.3	Polo A: Infraestructura de acueducto con diseños ineficientes y sin control volumétrico (Ambiente Construido) Polo B: Captación excesiva del caudal disponible (Ambiente Natural)	2,625	5,125	Medio
7.2.1.4.	Polo A: Demanda de vivienda y servicios públicos (Socio-cultural) Polo B: Municipio receptor de población (Poblacional)	2,5	5,5	Medio
7.2.1.5.	Polo A: Ganadería extensiva y monocultivos a gran escala (Económica) Polo B: Estructura ecológica y ecosistemas que proveen abastecimiento hídrico y regulación climática (Ambiente Natural)	5,75	8,75	Alto

El ejercicio permitió concluir que las tensiones cuya localización colinda con el área urbana, presentan un balance final medio, indicando un mayor grado de equilibrio que aquellas tensiones localizadas en el área rural, especialmente rural dispersa. El factor que quizás reviste mayor gravedad, es la brecha de la cobertura de acueducto, pues como se documentó, no solo tiene que ver con el abastecimiento hídrico, sino con los usos y apropiación del recurso hídrico en el área rural y a la deforestación como factor reforzador de la tensión.

Igualmente, de continuar las intervenciones a las áreas protegidas, ecosistemas estratégicos, y por ente, la afectación a la Estructura Ecológica Principal, se pone en peligro la base ambiental que provee todos los bienes y servicios ambientales, no sólo aprovisionamiento de agua y regulación climática, los cuales de por sí son esenciales para la vida y la seguridad.

7.3.1.2. ESCENARIO DE LA CONFIGURACIÓN. AÑO 2032

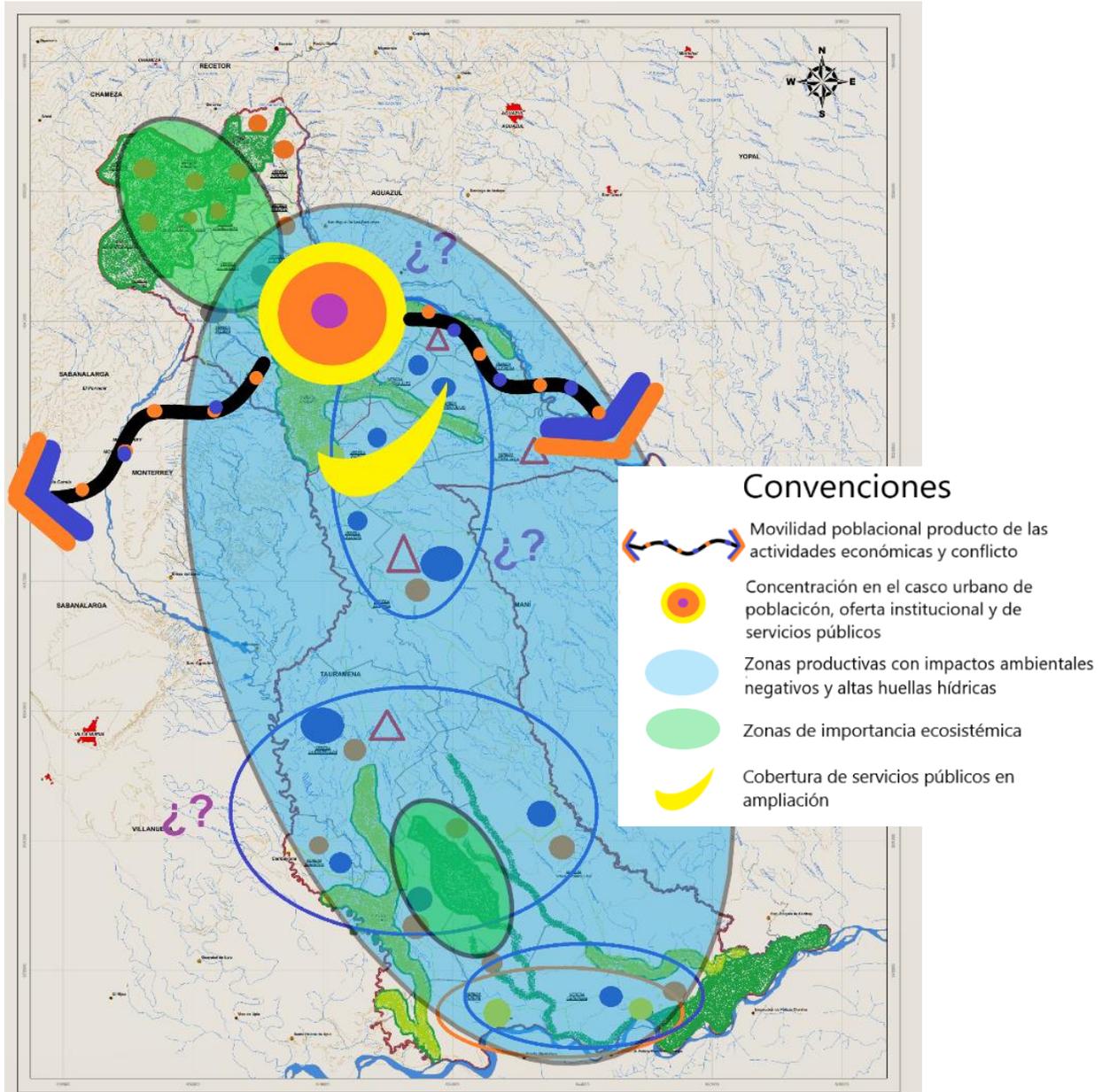


Figura 26. Escenario tendencial de la configuración actual. Año 2032

Fuente: Elaboración propia con base en la configuración actual y cartografía de (Alcaldía Municipal de Tauramena, 2014)

Este escenario de la configuración, basándose en los resultados de la proyección de población, supone un crecimiento constante del tamaño poblacional, así como una tendencia constante en la movilidad de población hacia la cabecera municipal y los centros poblados lo que contribuye al incremento de la brecha urbano rural al contar con el 80,05% de la población residente en la cabecera municipal.

En la Figura se plasmó un deterioro de la Estructura Ecológica principal producto del crecimiento económico tendencial y las necesidades de consumo en las grandes ciudades de influencia. Por esto crecen las áreas que presentan conflictos de uso de suelo por actividades económicas, o donde se intensifica la ruptura de la Estructura Ecológica Principal, agravándose las presiones a la oferta hídrica disponible, y la sensibilidad del territorio ante la variabilidad climática extrema, con el aumento de las temperaturas estimado por la TCNCC (IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015).

En este escenario, las políticas, planes, programas y proyectos que podrían contribuir a mitigar los efectos negativos del cambio climático y garantizar la adaptabilidad del territorio, no tendrían el impacto esperado y se aumentaría la amenaza frente al cambio climático, por la pérdida de biodiversidad, pérdida de suelos con aptitud forestal, pérdida de bosque y vegetación que afecta al ganado ante altas temperaturas, así como disminución al mínimo del rendimiento hídrico en época seca. Sin embargo, se aprecia la robustez de la institucionalidad, que permite un acercamiento mayor al territorio.

7.3.2. ESCENARIO DESEADO AÑO 2032

A partir de estos elementos, y contando con la información de las tensiones presentes en el territorio, se representó un escenario deseado para la configuración actual, enfatizando en la recuperación de ecosistemas estratégicos a fin de restaurar la Estructura Ecológica Principal, así como el fortalecimiento de alternativas económicas que permitan un manejo ambiental con menores impactos en la huella hídrica, generando una nueva visión de desarrollo que permite la restauración de nuevos equilibrios entre las dimensiones PASE.

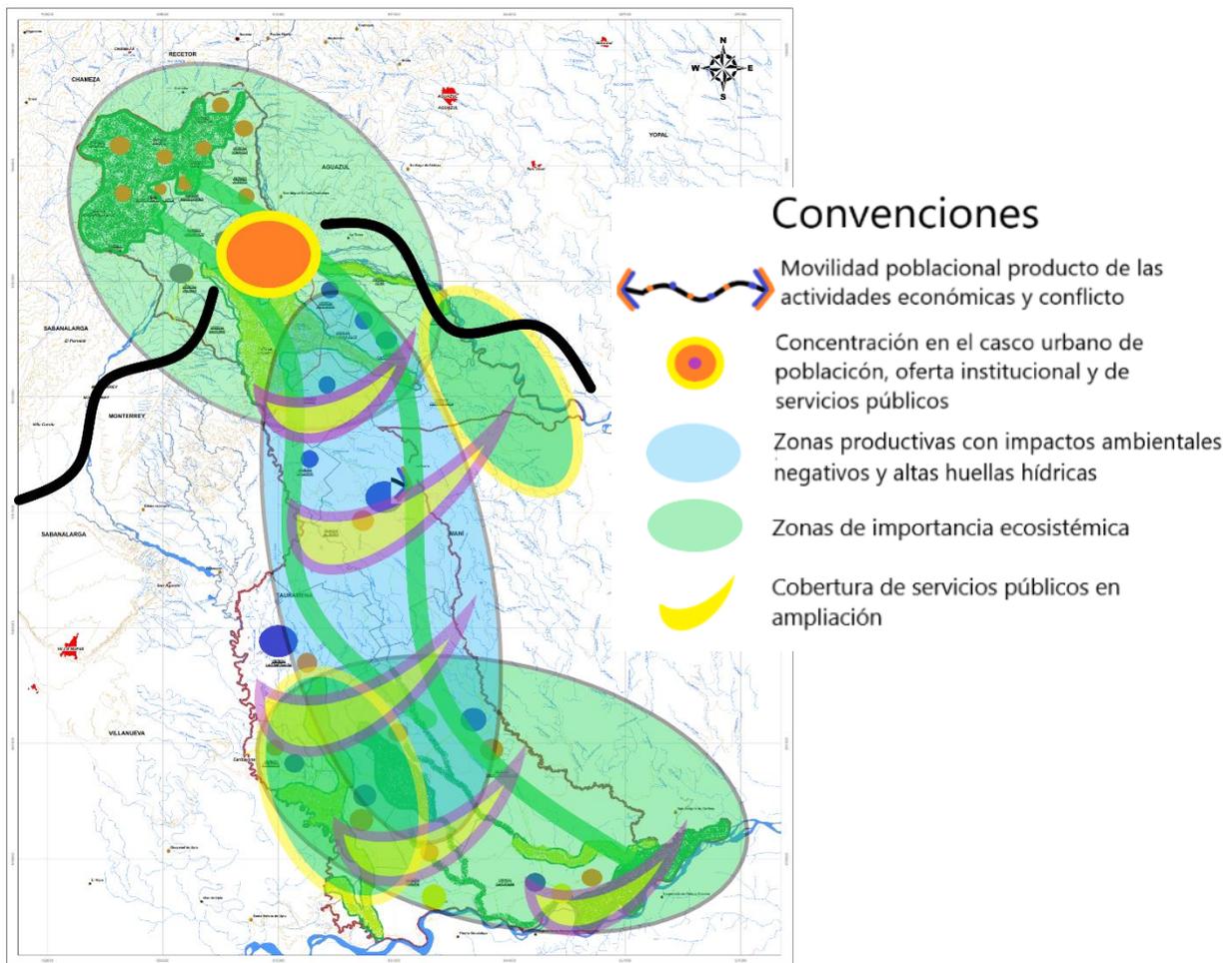


Figura 27. Configuración en el escenario deseado. Año 2032

Fuente: Elaboración propia con base en Configuración actual y Cartografía EOT (2014)

En este escenario se supone un crecimiento urbanístico en equilibrio con la base ambiental, a partir de la mejora sustancial en las infraestructuras del acueducto municipal. También se plantea una posibilidad de cambio en patrones de consumo alimenticio y transporte en las grandes ciudades, induciendo al municipio de Tauramena a explorar alternativas para la producción de comida vegana, los cultivos orgánicos y la transformación de materia prima fomentando la agroindustria desde un enfoque de sostenibilidad, además de fortalecer el ecoturismo y redireccionar la producción de palma de aceite hacia alternativas que impacten el desarrollo social, reduzcan el deterioro ecosistémico, la demanda hídrica y las huellas hídricas.

Al viabilizarse el ecoturismo y la ganadería silvopastoril, entre otras alternativas económicas, se establecen formas de ocupación y aprovechamiento del territorio que contribuyen a la recuperación de los ecosistemas que brindan abastecimiento hídrico y regulación climática, entre otros. En particular, la ganadería silvopastoril es una alternativa fundamental para un equilibrio territorial si se puede desarrollar desde un enfoque agroforestal y sostenible, contribuyendo a las estrategias complementarias de conservación generando un modelo de economía que potencializa la tecnología y la investigación socio-ambiental.

Con el apoyo en la implementación de políticas articuladas desde el nivel nacional, con una ejecución a largo plazo de planes, programas y proyectos para el uso sostenible del suelo, la implementación tecnologías bajas en carbono para procesos agroindustriales, entre otras, se ha consolidado un modelo económico resiliente al cambio climático, que fortalece el tejido social alrededor de la preservación, recuperación y restauración de los ecosistemas en el nivel local y regional.

8. CONCLUSIONES

El ejercicio de investigación permitió una comprensión amplia no solo de las dinámicas presentes en el municipio, sino de conceptos y conocimientos fundamentales de otras disciplinas que, en conjunto, ofrecen un panorama comprehensivo de las relaciones que inciden en la disponibilidad hídrica y el cambio climático, tanto a nivel municipal como a niveles más amplios.

Desde la planeación territorial, este aprendizaje resulta más valioso al relacionarse con la noción de desarrollo, pues resalta la necesidad de articular distintos saberes y actores a los ejercicios de planificación evitando que las decisiones sobre el desarrollo de las comunidades se sigan tomando desde las oficinas de los “expertos”, desconociendo la tradición, la cultura y los saberes adquiridos en la cotidianidad.

Así mismo, el reconocimiento de las distintas dimensiones del desarrollo territorial evidenció cómo las actividades económicas están generando en mayor medida las transformaciones en la base ambiental del municipio que han afectado la capacidad de los ecosistemas para regular los ciclos hidrológicos y climatológicos, incrementando la vulnerabilidad de la población y el territorio ante el cambio climático.

Este modelo productivo junto con un crecimiento poblacional concentrado en la cabecera municipal con fuerte influencia de la inmigración, una infraestructura de acueducto ineficiente, y crecientes conflictos de uso de suelo, están relacionados con dinámicas económicas extractivistas que han estado marcadas por una fuerte predominancia del interés personal sobre el bienestar del

colectivo, pues la base productiva del municipio generó ingresos que no se ven representados en un mejoramiento sustancial de la calidad de vida de la población, especialmente la rural, ni en la generación de nuevas alternativas económicas para reducir el extractivismo y regenerar los ecosistemas deteriorados.

Un eje central presente a lo largo de la investigación, evidenciado en las distintas propuestas para la configuración actual y los escenarios posibles, son las acciones que se emprendan para restaurar los ecosistemas estratégicos que hacen parte de la Estructura Ecológica, pues ellos son los que permitirán tanto la disponibilidad hídrica en contextos de cambio climático, como la resiliencia del territorio y la capacidad adaptativa ante el aumento de temperatura previsto y las alteraciones en los ciclos de lluvia producto de este fenómeno global.

En el largo plazo serán determinantes las tendencias de producción y consumo que trascienden las fronteras locales, pues la forma de movilizaros y alimentarnos en ciudades como Bogotá, Tunja o Villavicencio está determinando indirectamente la demanda hídrica y la huella hídrica en el municipio de Tauramena, donde se produce la materia prima para bienes y servicios de los que hacemos uso. Igualmente, será determinante la dinámica económica, pues mientras predomine el crecimiento del producto interno bruto como un sinónimo de progreso, serán inevitables las afectaciones negativas a la base ambiental.

La bonanza económica desaprovechada es una lección para apostar a la base de la existencia, a la esencia de la vida. Las promesas de desarrollo no reemplazan la posibilidad de existencia que otorga una base ambiental resiliente, que regule el ciclo hidrológico en condiciones

climáticas extremas. Sin ella y sin el agua, ningún sistema social ni económico es posible; además, sin comunidad, sin tejido social, no hay soporte para las actividades que permiten la preservación del agua como fuente de vida.

Desde esta lectura, resulta fundamental apostar a un modelo de desarrollo que promueva formas alternativas de uso y apropiación del recurso hídrico, así como el fortalecimiento del tejido social para construir territorios resilientes y apropiar acciones que contribuyan no sólo a la adaptación al cambio climático, sino a potencializar los bienes y servicios ambientales del municipio. La planificación territorial es fundamental para materializar una visión de desarrollo que genere modelos de ocupación y producción en equilibrio con el territorio, su población y la base ambiental.

Con respecto a la implementación del modelo BIT-PASE, se obtuvo sin duda una mirada más amplia tanto de la población, como de las diversas interacciones presentes en un territorio, aportando al conocimiento de un problema usualmente abordado desde el conocimiento ambiental y las ciencias naturales. Se considera que hubo un avance al proponer una investigación relacionando elementos novedosos al análisis de disponibilidad hídrica como la población, el modelo extractivo de la economía del municipio y la planificación territorial. Estos resultados son un insumo que permite la materialización de políticas y planes para todos los sectores, en aras de brindar respuestas integrales para la toma de decisiones frente a los desafíos del cambio climático.

Un factor limitante para la aplicación óptima del modelo BIT-PASE fue el acceso a fuentes de información que permitieran un análisis detallado de aspectos como la dinámica demográfica y

la dimensión político-administrativa, tanto a nivel local como regional, pues además de contar con poca información sistematizada disponible en línea, no fue posible un acercamiento a otras instancias incidentes en la problemática de investigación, como CORPORINOQUIA. No obstante, se cuenta con información secundaria que brindó elementos suficientes para el desarrollo del presente ejercicio investigativo a partir del cual es posible ampliar su alcance, articular otros actores y profundizar en el conocimiento de los territorios desde perspectivas relacionales.

Otra dificultad está relacionada con el diseño metodológico que se ha propuesto para el modelo BIT-PASE debido a que éste se fundamenta en la construcción colaborativa del conocimiento a lo largo de todo el proceso de su implementación, tanto el desarrollo de las actividades y los pasos, como la sistematización de la información y el análisis posterior, siendo estos últimos elementos los faltantes para la escritura del presente documento y que sin duda hubieran contribuido a un análisis mucho más comprehensivo de la realidad territorial.

A pesar de estas dificultades, la presente investigación se constituye como avance en el conocimiento de dinámicas locales donde no se cuenta con recursos suficientes para impulsar este tipo de investigaciones, donde la información disponible es escasa y donde se evidencian grandes desafíos para afrontar el cambio climático, derivados de las contradicciones inherentes al desarrollo del capitalismo en el país, pues en un municipio pequeño como Tauramena se articulan pautas de consumo urbanas, procesos económicos globales, producción pecuaria rural y cambio climático.

9. REFERENCIAS

- Actor1. (14 de 01 de 2017). Secretario de planeación municipal. (I. Montaña, Entrevistador)
- Actor2. (16 de 12 de 2017). J.A.C. vereda El Jagüito. (I. Montaña, Entrevistador)
- Actor3. (12 de 01 de 2018). J.A.C. vereda el Zambo. (I. Montaña, Entrevistador)
- Actor4. (20 de 01 de 2018). Miembro Comité en Defensa del Agua de Tauramena. (I. Montaña, Entrevistador)
- Actor5. (Enero de 2019). Johan Miguel Sánchez Sierra. Geólogo U. Nacional sede Bogotá. (I. A. Montaña, Entrevistador)
- Alcaldía Municipal de Tauramena. (2010). Capítulo 2. Hidrología. En A. M. Tauramena, *Esquema de Ordenamiento Territorial. Documento Diagnóstico* (págs. 22-86). Tauramena, Casanare.
- Alcaldía Municipal de Tauramena. (2014). Cartografía EOT. Tauramena, Casanare, Colombia.
- Alcaldía Municipal de Tauramena. (2014). *Esquema de Ordenamiento Territorial*.
- Alcaldía Municipal de Tauramena. (2016). *Plan de Desarrollo: Garantía de un buen gobierno. Documento de Diagnóstico y Caracterización Municipal*. Tauramena, Casanare: Oficina Asesora de Planeación. Alcaldía Municipal de Tauramena.
- Alcaldía Municipal de Tauramena. (28 de Marzo de 2019). *Galería de Mapas*. Obtenido de Página oficial Alcaldía Municipal de Tauramena: <http://www.tauramena-casanare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx>
- Andrade, G. (2013). La construcción de paisajes sostenibles y resilientes en intensificación agrícola de la altillanura colombiana, oportunidad que se desvanece. En M. (. Cárdenas, & M. (. Rodríguez, *Desarrollo económico y adaptación al cambio climático* (págs. 129-160). Bogotá D.C.: Friedrich Ebert Stiftung en Colombia (Fescol). Foro Nacional Ambiental.

- ANH. (25 de Julio de 2019). *Cifras y Estadísticas*. Obtenido de Portal de la Agencia Nacional de Hidrocarburos: [http://www.anh.gov.co/ANH-en-Datos/Paginas/Cifras-y-Estad%
c3%adsticas.aspx](http://www.anh.gov.co/ANH-en-Datos/Paginas/Cifras-y-Estad%c3%adsticas.aspx)
- Arévalo, D., Lozano, J., & Sabogal, J. (2011). Estudio nacional de Huella Hídrica en Colombia. Sector Agrícola. *Revista Internacional de Sostenibilidad, tecnología y humanismo*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá D.C.
- Banco de Occidente. (2005). *La Orinoquía de Colombia*. Cali: Colección Ecológica del Banco de Occidente.
- Cabrera, M. (., Cuervo, P. (., Duarte, M. (., Lozano, R. (., & Rivera, H. (. (2010). Vulnerabilidad. En IDEAM, *Segunda Comunicación nacional ante la Convención Marco de las naciones Unidas sobre Cambio Climático* (págs. 194-320). Bogotá D.C.
- Castro, J., & Rubiano, N. (2016). La incorporación de las dinámicas de población en los procesos de planeación territorial: un camino hacia la sustentabilidad. En S. N. (Ed.), *Cambio climático: Lecciones de y para ciudades de América Latina* (págs. 659-694). Bogotá D.C.: Universidad Externado de Colombia.
- CEPAL. (2015). *La Economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: CEPAL. Naciones Unidas.
- Concejo Municipal de Tauramena. (2016). *Acuerdo municipal 07. Plan Municipal de Desarrollo periodo 2016-2019*. Tauramena, Casanare.
- Congreso de la República. (1994). *Ley 136*.
- Congreso de la República. (1997). *Ley 388*. Bogotá D.C.
- Contagio Radio. (21 de Febrero de 2017). *Tauramena se moviliza para exigir respeto de ECOPETROL a la Consulta Popular*. Obtenido de Contagio Radio. Actualidad de

- Colombia y el mundo en temas de derechos humanos, paz, política, movimientos sociales:
<http://www.contagioradio.com/tauramena-se-moviliza-exigir-respeto-ecopetrol-consulta-popular-articulo-36640/>
- CORPORINOQUIA. (2008). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Chitamena*. Casanare.
- CORPORINOQUIA. (2018). *Acuerdo 200.3.2.18.001* . Yopal, Casanare.
- CORPORINOQUIA, CORPOBOYACA, Gobernación de Casanare, Municipio de Tauramena. (2008). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Cusiana - POMCA*.
- DANE. (2005). *Resultados Censo 2005. Parentesco con Jefe de Hogar*.
- DANE. (2005). *Resultados de proyecciones de población cabecera y centro. Censo 2005*.
- DANE. (2008). *Encuesta de Calidad de vida*.
- DANE. (3 de noviembre de 2017). *Nacimientos y Defunciones*. Obtenido de Estadísticas por tema - Demografía y población: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/nacimientos-y-defunciones>
- DANE. (3 de noviembre de 2017). *Proyecciones de población*. Obtenido de Estadísticas por tema - Demografía y Población: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- DANE. (2018). *Estadísticas vitales* .
- DANE. (2018). *Resultados preliminares Censo Nacional de Población y vivienda*. Bogotá D.C.: DANE.
- De la Garza, E. (2010). La metodología marxista y el configuracionismo en América Latina. En E. De la Garza, & ., Leyva, *Tratado de Metodología de las Ciencias Sociales: perspectivas actuales* (págs. 236-266). Ciudad de México D.F. : Fondo de Cultura Económica.

Diario Portafolio. (24 de Julio de 2019). *Aumentó la producción de petróleo y gas de Colombia.*

Obtenido de Portal oficial del diario Portafolio:
<https://www.portafolio.co/economia/aumento-la-produccion-de-petroleo-y-gas-de-colombia-531860>

DNP. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Todos por un nuevo país.* Bogotá D.C.: DNP.

DNP. (2016). *Página del Departamento Nacional de Planeación.* Obtenido de Desarrollo Territorial: Fichas de caracterización territorial: <https://ddtspr.dnp.gov.co/fit/#/fichas>

DNP. (3 de 10 de 2018). *Desarrollo Territorial. Tipologías municipales.* Obtenido de Página oficial Departamento Nacional de Planeación: www.dnp.gov.co

DNP. (2019). *Fichas territoriales.* Bogotá D.C.

DNP, IDEAM, MADS, UNGRD. (2015). *ABC: Adaptación bases conceptuales. Marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).* Bogotá D.C.

Dureau, F., & Flórez, C. (2000). *Aguitacaminos: Las transformaciones de las ciudades de Yopal, Aguazul y Tauramena durante la explotación petrolera de Cusiana-Cupiagua.* Bogotá D.C.: Ediciones Uniandes. Tercer Mundo Editores.

El Tiempo. (11 de Octubre de 2018). *Fallo contra consultas da seguridad a minería y petróleo: Gobierno.* Obtenido de Periódico El Tiempo:
<https://www.eltiempo.com/justicia/cortes/corte-dice-que-consultas-populares-no-pueden-prohibir-la-mineria-280098>

- Espina, M. (2004). Complejidad y pensamiento social. En L. Carrizo, M. Espina, & J. T. Klein, *Transdisciplinariedad y Complejidad en el Análisis Social* (págs. 9-29). París, Francia: UNESCO.
- Fundación Natura Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, WWF Colombia. (2015). *El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21*. Obtenido de MinAmbiente: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/convencion-marco-de-naciones-unidas-para-el-cambio-climatico-cmnucc/colombia-hacia-la-cop-21-cop-22>
- González, A., Rubiano, N., & Cuervo, S. (2009). *GUÍA PARA EL ANÁLISIS DEMOGRÁFICO LOCAL. Herramientas para incluir el enfoque poblacional en los procesos de planeación del desarrollo integral*. Bogotá D.C. : UNFPA, CIDS Universidad Externado de Colombia.
- Gosovic, B. (1984). Interrelaciones entre población, recursos, medio ambiente y desarrollo en las Naciones Unidas: En busca que un enfoque . *Revista de la CEPAL No. 23*, 139-158.
- Gutierrez, J. (26 de Abril de 2018). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Segunda Plataforma Gobernanza Territorial ConSentido Público. Pasto, Nariño, Colombia.
- Guzmán, D., Ruíz, J., & Cadena, . (2014). *Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través análisis de componentes principales*. Bogotá D.C.: Subdirección de Meteorología - IDEAM.
- ICA. (2016). *Censo Pecuario Nacional*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- ICA. (2017). *Censo Pecuario Nacional*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario.
- ICA. (2018). *Censo Pecuario Nacional*.

- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá D.C.
- IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá D.C.: IDEAM.
- IDEAM. (1 de Marzo de 2017). *Cambio Climático*. Obtenido de Conceptos básicos de Cambio Climático: <http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas>
- IDEAM. (31 de Agosto de 2018). *Página del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)*. Obtenido de Agua: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/irh>
- IDEAM. (2018). *Reporte del avance del Estudio Nacional del Agua*. Bogotá D.C.
- IDEAM, , PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. (2015). *Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100. Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones - Enfoque nacional - Departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C. : IDEAM.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. (2017). *Análisis de Vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C. .
- IDEAM, UNAL. (2018). *Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia*. Bogotá D.C.: IDEAM.
- INE, DANE, INEC, INEI, IDEAM. (2004). *Metodología para el cálculo del Índice de escasez de agua superficial*. Lima, Perú: Proyecto Sistema de Información de Medio Ambiente (SIMA).
- Lara, P., Rubiano, N., & Castro, J. (2011). Recomendaciones metodológicas para la elaboración participativa de los planes de desarrollo. En E. U. DNP, *Guías para la Gestión Pública territorial. Guía 4. Planeación para el desarrollo integral en las entidades territoriales. El Plan de Desarrollo 2012-2015* (págs. 120-191). Bogotá D.C.: DNP.

- Lo Vuolo, R. (2015). *Estilos de desarrollo, heterogeneidad estructural y cambio climático en América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Márquez, G., & Valenzuela, E. (2008). Estructura ecológica y ordenamiento territorial ambiental: Aproximación conceptual y metodológica a partir del proceso de ordenación de cuencas. *Gestión y Ambiente*. Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Guía Metodológica I. Información práctica para formulación de Planes de Ordenamiento Territorial*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Decreto 2372*. Bogotá D.C.
- Montañez, G., & Delgado, O. (1998). Espacio, territorio y región: Conceptos básicos para un proyecto nacional. *Cuadernos de Geografía*. Vol. VII, 120-134.
- Morin, E. (1983). *El método II. La vida de la vida*. Madrid, España: Cátedra .
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- Ojeda, E., & Arias, R. (2000). *Informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia*. Obtenido de Cepal. DRNI: <https://www.cepal.org/drni/inco00200>
- Ordoñez, D. J. (2011). *Cartilla técnica: Ciclo hidrológico*. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.
- Pacheco, Y., & León, G. (2001). Clasificación climática de la Orinoquía colombiana a partir de los patrones de circulación atmosférica. *Meteorología Colombiana No. 4*. ISSN 0124-6984, 117-120.
- Paredes, J. (2013). *Importancia del Agua*. Obtenido de Universidad San Martín de Porres: <http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>

- Poggiere, H. (2000). *Desarrollo local y planificación intersectorial, participativa y estratégica: breve revisión de conceptos, métodos y prácticas*. Buenos Aires, Argentina: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
- Presidencia de la República de Colombia. (2012). *Decreto 1640*. Bogotá D.C.
- Revista Dinero. (11 de 08 de 2018). *Así se reinventa Casanare tras la caída del precio del petróleo*. Obtenido de Página web Revista Dinero: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/informe-especial/articulo/economia-de-casanare-tras-la-caida-del-precio-del-petroleo/263968>
- Rojas Hernández, T. (12 de 03 de 2018). El conflicto ambiental apenas comienza. *Semana Sostenible*, págs. <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/tauramena-historia-de-un-conflicto-ambiental-que-apenas-comienza/42237>.
- Rojas, Á. (2013). *Reforma al régimen de regalías y desarrollo regional: La experiencia de los departamentos de Arauca y Casanare*. Bogotá D.C.: Centro de Estudios sobre Desarrollo. Universidad de los Andes.
- Rubiano, N. (2016). *El modelo BIT-PASE. Material para la Maestría en Planeación Territorial y Dinámicas de Población*. Bogotá D.C.
- Rubiano, N., & Castro, J. (2015). Ruta Lógica para la formulación de planes territoriales de salud. En M. Ospina, J. Acosta, N. Londoño, S. Fuentes, P. Lara, M. Pomares, . . . J. Castro, *Plan Decenal de Salud Pública. Estrategia PASE a la Equidad en Salud: Lineamientos metodológicos, técnicos y operativos* (págs. 57-223). Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social. UNFPA. Universidad Externado de Colombia.

- Rubiano, N., González, A., & Castro, J. (2012). El modelo BIT-PASE aplicado a la planeación del desarrollo integral. En C. U.-U. Colombia, *Guía para la planificación de municipios del Paraguay*. Bogotá D.C.: Convenio UNFPA-Universidad Externado de Colombia.
- Rubiano, N., González, A., Toledo, Á., & Zamudio, L. (2003). Población, medio ambiente y planeación. En N. Rubiano, A. González, Á. Toledo, L. Zamudio, C. Cano, C. Córdoba, & E. Parra, *Población y Ordenamiento Territorial* (págs. 15-103). Bogotá D.C.: Universidad Externado de Colombia.
- Ruiz, D. (2011). *Impacto de la bonanza petrolera en el Departamento de Casanare 1990-2005: Una aproximación*. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.
- Sánchez, F., Martínez, M., & Mejía, C. (2005). *La estructura económica actual del Casanare y posibilidades futuras de crecimiento y competitividad. Tomo I*. Bogotá D.C.: Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Universidad de los Andes.
- SISBEN. (2017). *Reporte base certificada*. Obtenido de DNP: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/subdireccion-de-promocion-social-y-calidad-de-vida/Paginas/Reporte-Base-Certificada-Sisb%C3%A9n.aspx>
- Universidad Externado de Colombia. UNFPA. (15 de Septiembre de 2014). *Las Tensiones en las Interacciones entre las Dimensiones del Desarrollo*. Obtenido de Video de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=GLbf32nNaSU>
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our ecological footprint. Reducing human impact on the earth*. Canadá: Transcontinental printing.