

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO DE LA SUBCUENCA RÍO CONGO, CUENCA
HIDROGRÁFICA RÍO CAIMITO (140)

JISSLENA EDITH MOLINA ESPINO

8-907-269

PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE, LA CHORRERA

2021

DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO DE LA SUBCUENCA RÍO CONGO, CUENCA
HIDROGRÁFICA RÍO CAIMITO (140)

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y
AMBIENTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

APROBADO

MGTER. EDGAR CHACÓN

DIRECTOR

MGTER. AARÓN CONTE

ASESOR

MGTER. LOURDES RUBATINO

ASESOR

PROVINCIA DE PANAMÁ OESTE, LA CHORRERA, 2021

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios por ser quien ilumina mi vida en todo momento, fortaleciéndome con su amor infinito.

A mis padres, por su confianza y sueños depositados en mí, por todo su apoyo.

Mi cordial agradecimiento a la Universidad de Panamá y a la Facultad Ciencias Agropecuarias, por abrirme las puertas para mi formación.

A la Dirección Regional del Ministerio de Ambiente Panamá Oeste, por la oportunidad de poder realizar mi investigación con todo el respaldo, en especial al trabajo en equipo junto a Ing. Krissel Sandoval, Coordinadora de Comités de Cuencas, Ing. Florencio Ayarza, Lic. Francisco Taylor.

Al director de mi tesis el Ing. Edgar Chacón y profesores asesores, Aarón Conte, Lourdes Rubatino, quienes me brindaron sus conocimientos y su tiempo para cumplir y llegar a culminar mi proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Primero que todo, gracias a Dios, a mis padres, por nunca permitir que me rindiera, motivarme en luchar por mis sueños, por ser quienes me inspiran a convertirme en mi mejor versión día tras día.

A las buenas amistades, que me han acompañado desde el inicio del camino, como los nuevos que me ha regalado la vida.

A mi tía Anagilda Vergara, por siempre estar allí cuando sentía ganas de renunciar a todo, con sus sabias palabras siempre tenía un buen consejo para mí.

A mis hermanos y hermana, que siempre están orgullosos de su hermana mayor, al equipo de Panamá Oeste Verde, por creer en mí y apoyarme en mi primer proyecto ambiental.

RESUMEN

El estudio se realizó en la subcuenca del Río Congo, Corregimiento del Arado, provincia de Panamá Oeste, el estudio incluyó la realización de diagnósticos biofísicos para esta zona, se ha cambiado el nombre del anteproyecto, para que sea menos probable trabajo más abundante.

Los datos fueron recolectados en la comunidad de Río Congo, donde se realizaron visitas, talleres de medios de vida con sus pobladores, quienes brindaron información sobre su comunidad, actividades productivas, infraestructura de instalaciones, recursos naturales y humanos, entre otros, complementada con información secundaria.

La información de todas las comunidades fue procesada y resumida, para que fuera representativa del área de evaluación. Una de las herramientas utilizadas para sistematizar la información es el Sistema de Información Geográfica (SIG), a través del programa ArcGIS, el cual permite obtener información biofísica de la subcuenca, corroborada por observaciones en terreno.

La subcuenca se está agotando continuamente de los recursos naturales y los medios de subsistencia de las personas, por lo que es importante tomar medidas para proteger y restaurar la subcuenca. Los principales problemas identificados fueron:

Pérdida de la cubierta forestal, degradación de la tierra, alta productividad agrícola y rápido desarrollo urbano.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
Dedicatoria	5
RESUMEN	6
ÍNDICE DE CONTENIDO	7
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	10
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	11
1.3 JUSTIFICACIÓN	13
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.5 HIPÓTESIS	14
1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO	15
1.6.1 ALCANCES	15
1.6.2 LIMITACIONES	15
1.7 REVISIÓN DE LITERATURA	15
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	21
2.1 CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA	22
2.1.1 SUBCUENCA HIDROGRÁFICA	22
2.1.2 PARTEAGUAS	24
2.1.3 LA CUENCA COMO SISTEMA	24
2.1.4 COMPONENTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	24
2.1.5. FUNCIONES DE LA CUENCA	25
2.1.6 IMPORTANCIA DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA	26
2.2 CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	27
2.2.1 Caracterización de cuencas hidrográficas	27
2.2.2 Componentes y variables de la caracterización	27
2.2.3 UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA	27
2.3 DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO	29
2.4 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS	29
2.4.1 PLANIFICACIÓN DE CUENCAS	29
2.7 TIPOS DE VEGETACIÓN Y COBERTURA BOSCOSA EN LA SUBCUENCA	31
2.7.1 ZONAS DE VIDA	35

2.8 TIPOS DE SUELO SEGÚN SU CAPACIDAD AGROLÓGICA	38
2.9 EL RELIEVE	40
2.9.1 Colinas	43
2.9.2 Cerros	43
2.9.3 Lomas	44
2.9.4 Llanuras Fluvio-marinas	44
2.10 GEOLOGÍA	46
2.11 CONTAMINACIÓN HÍDRICA	48
2.11.1 Actividades agrícolas	48
2.11.2 La ganadería	49
2.11.3 La actividad industrial	49
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	51
3.3 INSTRUMENTO	52
3.4 SUJETOS Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS	52
3.5 PROCEDIMIENTO	52
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	56
RECOMENDACIONES	65

Índice de ilustraciones

Ilustración 1.Clima de la Cuenca Hidrográfica del Río Caimito	32
Ilustración 2.Cobertura boscosa de la Cuenca de Río Caimito	33
Ilustración 3.Mapa de la cobertura vegetal y uso de suelo de la subcuenca de Río Congo	36
Ilustración 4.Mapa de la Zona de Vida en la Cuenca 140.	38
Ilustración 5.Mapa de la Capacidad Agrológica de la Subcuenca Río Congo.	40
Ilustración 6.Topografía del Río Caimito.	42
Ilustración 7.Pendiente de la cuenca de Río Caimito.	43
Ilustración 8. Morfoestructura de la Cuenca de Río Caimito.	46
Ilustración 9.Mapa geológico del Río Congo	48
Ilustración 10.Mapa de la cobertura boscosa en la cuenca del Río Caimito.	57
Ilustración 11.Datos de vivienda 2010.	58
Ilustración 12.Cambios en la cobertura boscosa.	59
Ilustración 13. Distribución de género en Río Congo.	60
Ilustración 14. Gráfica de la distribución porcentual por edad de residentes de Río Congo, Provincia La Chorrera, 2022.	61
Ilustración 15. Gráfica de la distribución porcentual por nivel de escolaridad de residentes de Río Congo, Provincia La Chorrera, 2022.	61
Ilustración 16. Gráfica de la distribución porcentual por medio que le ha informado acerca de la importancia del río para esta subcuenca en residentes de Río Congo, provincia La Chorrera, 2022.	62

Ilustración 17. Gráfica: Arrojas, basura, desechos químicos en el Río Congo, provincia La Chorrera, 2022.	62
Ilustración 18. Gráfica: Consideras que con iniciativas junto a las autoridades se puede mejorar el estado del río.	63
Ilustración 19. Gráfica: Participarías en talleres o capacitaciones para detener el deterioro ambiental en esta área.	63
Ilustración 20. Gráfica: crees necesario la implementación de multas para cuidar o mejorar el estado del río.	64
ANEXOS	
Ilustración 21. Mapa de la subcuenca de estudio	72
Ilustración 22. Reconocimiento del área de estudio	73
Ilustración 23. Nacimiento del Río Congo está expuesto a contaminación sin vegetación, a orilla de calles.	74
Ilustración 24. Continuidad del nacimiento a orilla de casas, sin tomar en cuenta los metros de distancia de la fuente hídrica.	75
Ilustración 25. Reconocimiento de área en parte alta de la subcuenca con dron	76
Ilustración 26. Uno de los nacimientos marcaba demasiado cerca de este proyecto de urbanización sin respetar los límites.	77
Ilustración 27. Dentro de una finca privada se encontró obstrucción del cauce.	78
Ilustración 28. Reconocimiento de la parte alta de la subcuenca	79
Ilustración 29. Reunión con el Representante del Corregimiento El Arado	80
Ilustración 30. Problemas de erosión, área que próximamente será desarrollada	80
Ilustración 31. Río Congo es un área donde antes había más ganadería que urbanización.	81
Ilustración 32 Pérdida de cobertura vegetal al transformarse en barriadas.	82
Ilustración 33. Se visitó una finca privada conociendo en la parte media el afluente, prácticamente.	83
Ilustración 34. La parte alta de la subcuenca es para uso agropecuario	84
Ilustración 35. Pasto mejorado para el consumo del ganado.	85
Ilustración 36. Quema de la vegetación	86
Ilustración 37. Desvío de fuentes hídricas	87
Ilustración 38. Río Congo es un área donde también se siembra mucho la piña	89
Ilustración 39. Reunión con autoridades competentes para conocer qué planes tiene para el área de estudio.	90

INTRODUCCIÓN

El informe de diagnóstico biofísico de la subcuenca del Río Congo, cuenca del río Caimito, proporciona un análisis detallado de los componentes físicos y biológicos de la cuenca, incluida su topografía, geología, tipos de suelo y patrones de drenaje. El informe examina cómo estos factores afectan la calidad y cantidad del agua en la cuenca, así como la salud ecológica de su flora y fauna. También incluye recomendaciones para prácticas de conservación de suelo y agua, estrategias de manejo de uso de suelo y otras medidas que se pueden tomar para asegurar el desarrollo sostenible de la cuenca. Además, el informe sirve como un recurso valioso para los formuladores de políticas y las partes interesadas, involucradas en los procesos de toma de decisiones, relacionados con el uso de la tierra, la gestión del agua y la conservación ambiental en la subcuenca del Río Congo, particularmente dentro de la cuenca del río Caimito. A través del informe de diagnóstico biofísico, los tomadores de decisiones tendrán acceso a información vital necesaria, para tomar decisiones informadas sobre el manejo de esta importante cuenca. El informe arroja luz sobre la interrelación entre diferentes factores ambientales y su impacto en la cuenca.

Es un documento completo e informativo que puede ayudar en la formulación de políticas y programas destinados a mejorar las condiciones ecológicas, sociales y económicas en la subcuenca del Río Congo y cuenca del río Caimito. El informe sirve como base para un enfoque sostenible e integrado de la gestión de cuencas hidrográficas, teniendo en cuenta las complejas interacciones entre los diferentes factores ambientales.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por otro lado, la urbanización y la infraestructura, ha aumentado las áreas utilizadas para la actividad agrícola, con el objetivo de maximizar la productividad y la rentabilidad, el uso de tecnologías que modifican el paisaje ha provocado cambios a nivel local e involucrando el uso de agroquímicos, provocan la erosión del suelo. Igualmente se contribuye a la degradación, pérdida acelerada de biodiversidad, contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Uso insostenible de nuestros recursos, mala gestión de residuos amenaza la vida en las subcuencas; la degradación descrita afecta la provisión de servicios como los procesos de extracción y regulación del agua, la biodiversidad, la capacidad de los paisajes y suelos para retener e infiltrar agua. Los principales problemas que existen en esta subcuenca son el crecimiento poblacional insostenible y alto, la mancha urbana, la factibilidad del proyecto es la capacidad de transmitir las características biofísicas e identificar los principales actores locales que definirán el estado y potencial de la subcuenca y cuenca. Sin embargo, indica la necesidad de un plan de mejoramiento, para coordinar la gran cantidad de actividades que tienen lugar dentro de ella y que afectan a la cuenca hidrológica principal del río Caimito (140). La degradación y contaminación de los ecosistemas se ha acelerado en las últimas décadas, se deben implementar alternativas evolutivas para hacer frente a la degradación del ecosistema natural de la subcuenca y satisfacer las necesidades de sus habitantes.

1.1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El uso inadecuado de la tierra en esta subcuenca está asociado con varios problemas ambientales, como se mencionó anteriormente, el crecimiento de la población, los riesgos de un manejo deficiente de los desechos sólidos, la contaminación, pero hasta el momento ningún estudio en esta subcuenca puede usarse como línea de base. Por tal motivo, la caracterización y diagnóstico de esta tesis se realizó a través de un proceso participativo,

que involucró a miembros de la comunidad y actores clave del río Congo, con el fin de identificar las necesidades e intereses de la población, analizar las causas y consecuencias de los problemas y, a partir del diagnóstico, generar lineamientos para el manejo y planificación del manejo de pequeñas cuencas hidrográficas.

1.2. ANTECEDENTES

Las precipitaciones altas ocasionan el aumento en la carga hídrica en la cuenca de los ríos, originando desbordamientos que propician situaciones de amenaza.

Los impactos de las inundaciones alrededor del mundo han generado pérdidas económicas y humanas, que han llevado a replantearse las prácticas de protección y gestión del riesgo, indagando en elementos de vulnerabilidad social y el manejo de cuencas. Las prácticas de reducción del riesgo se han encaminado hacia la generación de medidas que eviten los impactos y en acciones de adaptación, a las condiciones durante y después de una inundación. Muchas medidas se han centrado en la formación de capacidades sociales para que la población tenga fortalezas de encarar un impacto y continuar posteriormente sus funciones; es decir, las acciones se encaminan a la formación de sociedades resilientes. Sin embargo, desde tiempos prehispanicos cuando se daban inundaciones, los asentamientos humanos eran menos y la infraestructura podía rehabilitarse más fácilmente. Con el paso del tiempo, la población ha aumentado, generando más infraestructura, dañando los ecosistemas que protegen las cuencas, pero, sobre todo, olvidando prácticas de autoprotección y preservación.

Las inundaciones urbanas son un peligro natural crónico recurrente en términos del número de vidas perdidas y el costo total de daños a la propiedad, infraestructura de obras

públicas y recursos naturales. Las inundaciones representan aproximadamente un tercio de todos los desastres naturales en partes desarrolladas y en desarrollo del mundo.

Se cree comúnmente que las inundaciones urbanas son inducidas por dos factores principales. Primero, la urbanización ha inducido la alteración de la hidrología de cuencas hidrográficas a escalas de la ciudad, es decir, la tierra natural se convierte en superficies impermeables, lo que resulta en un proceso de infiltración debilitado. Segundo, el cambio climático ha causado patrones de precipitación para cambiar, es decir, la frecuencia y magnitud las tormentas han aumentado.

Este antecedente indica la necesidad de un cambio en la estrategia de gestión de inundaciones y protección de los recursos naturales, dejando que el simple análisis de costo-beneficio de las medidas estructurales de control de inundaciones y sus resultados asuman un enfoque de gestión del riesgo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La importancia de este diagnóstico radica en la conciencia de que está relacionado con el nivel de educación y calidad de vida de la población; mientras aumenta el desarrollo humano, también lo hace la capacidad para enfrentar los cambios externos. Es importante generar información para implementar políticas públicas que beneficien directamente el uso sostenible de nuestros recursos y de quienes conviven con los desafíos que se presentan día a día en la subcuenca, para que las medidas de adaptación se basen en el conocimiento de la comunidad local. Si bien se implementarán medidas de mitigación significativas, estos esfuerzos serán insuficientes e inevitablemente tendrán un impacto en todas las áreas del río en cuestión, por lo que es necesario desarrollar medidas que apunten no solo a reducir los impactos, sino también a minimizar o evitar impactos

adversos y utilizar sus efectos beneficiosos, promover y fortalecer el desarrollo sostenible del sector a partir de la innovación, la vinculación, la inclusión, la claridad, el seguimiento y la evaluación de las iniciativas públicas y privadas con la participación de diferentes comités por sus diferentes perspectivas, el rol de estrategia para avanzar hacia la adaptación, el intercambio de experiencias y conocimientos, porque son igualmente importantes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los aspectos biofísicos de la subcuenca del río Congo, con la finalidad de generar información útil para el fortalecimiento de los actores claves en la toma de decisiones dentro de la cuenca hidrográfica de río Caimito.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar la subcuenca de río Congo
- Analizar los diferentes estudios hidrológicos, geológicos y ambientales
- Categorizar las áreas con más afectaciones antropogénicas y las más vulnerables
- Identificar medidas de mitigación a los problemas ambientales de la Subcuenca
- Entregar un documento informativo que apoye al Comité de la Subcuenca río Congo que pertenece a la Cuenca 140, en la toma de decisiones ante las condiciones ambientales que impactan negativamente la fuente hídrica.

1.5 HIPÓTESIS

La población de la Subcuenca Río Congo es propensa a sufrir y enfrentar problemas asociados con factores ambientales y económicos, significativamente en temas de

contaminación, deforestación, construcción de proyectos y poca participación ciudadana en la toma de decisiones.

Por ello, a través de los años se han considerado diferentes factores que pudieran estar afectando esta población. Este trabajo de investigación permitirá realizar un diagnóstico y analizar las condiciones actuales, para crear estrategias que mejoren la situación en esta área.

Los resultados que se obtengan de esta investigación determinarán si: ¿El crecimiento poblacional, los proyectos de urbanización y la contaminación de los ecosistemas han afectado significativamente la Subcuenca Río Congo y la Cuenca Río Caimito (140) en los últimos 10 años? O si por el contrario no han afectado de manera significativamente a la población de esta comunidad en la última década.

1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.6.1 ALCANCES

- Conocer el estado actual de la subcuenca
- Realización de investigaciones dirigidas a empresas, ciudadanos e instituciones para trabajar juntos en la protección de los recursos naturales y el desarrollo sostenible, utilizan los datos obtenidos para realizar investigaciones aplicadas, que ayuden a mitigar problemas y brindar soluciones a los mismos.
- Identificar acciones a tomar para mejorar la situación

1.6.2 LIMITACIONES

La principal limitación para la investigación propuesta será el tiempo que se dispone para completar la recolección de información y la situación que se está atravesando con la

Covid-19 y la falta de estudios de investigación en esta área que nos permitan una línea base.

1.7 REVISIÓN DE LITERATURA

Plan Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos de la República de Panamá 2010-2030.

Una cuenca hidrológica es la porción de la superficie de la tierra que recibe, almacena y entrega agua, que forma arroyos, ríos, lagos y todas las vías fluviales naturales o artificiales existentes. Forman unidades territoriales para la planificación y el desarrollo económico sostenible, utilizando de forma más racional los recursos naturales. Plan Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la República de Panamá 2010-2030.

El territorio de Panamá se divide en 52 cuencas hidrológicas: 18 pertenecen a la vertiente del Atlántico y 34 pertenecen a la vertiente del Pacífico (el presente estudio pertenece a la vertiente del Pacífico). GWP Sistema hidrológico Mesoamérica-Panamá, 2015.

Ministerio de Salud, señala que la calidad del agua se ve afectada no solo por las características climáticas y geológicas de la fuente del recurso, sino también por los diferentes usos de cada cuenca. Hay evidencia de que la degradación no se limita a ríos y arroyos. Entre los factores que lo provocan, cabe mencionar la deforestación y el mal uso de los desechos contaminantes de las actividades domésticas, industriales y manufactureras, los cuales se descomponen con mucha facilidad y se descargan a los cuerpos de agua, lo que resulta en un deterioro paulatino de la calidad del agua. MINSA y el Proyecto Salud de Panamá.

El Ministerio de Salud, a través de la Unidad Coordinadora del Proyecto de Saneamiento de Panamá, está proponiendo un proyecto de saneamiento en los distritos de Arraiján y La Chorrera, construyendo redes de alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas servidas y

colectores de saneamiento. La subcuenca del Río Congo es una de las más afectadas por la contaminación de los cuerpos de agua por aguas residuales no tratadas, lo que se ha traducido en una contaminación continua debido al alto crecimiento demográfico.

Análisis Ambiental y Social (ESA) y Plan de Gestión Ambiental y Social (ESMP) del Plan de Seguridad Hídrica. El plan fortalecerá el marco institucional de la industria y los esfuerzos del país para proteger los recursos hídricos. Fortalecer y apoyar al Consejo Nacional del Agua (CONAGUA) en la implementación del Plan de Seguridad Hídrica 2015-2050, para asegurar la disponibilidad del recurso agua potable a nivel nacional, con foco en el agua potable. SENACYT, MIAMBIENTE, GORGAS, MEF Diagnóstico del estado ambiental de los afluentes superficiales en Panamá. 2018.

MATERIALES Y MÉTODOS

- GPS
- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)
- Vehículos 4x4
- Documentos y estudios realizados en la zona
- Mapas del sitio
- ArcGIS
- Censos-Datos de contraloría
- Cartografía general de la Subcuenca
- Hojas de Papel
- Conexión a internet
- Impresora
- Computadora
- Microsoft Word - Microsoft Excel

- Plataforma MIAMBIENTE
- Dron

3.2 MÉTODOS

El proceso metodológico se desarrolló de acuerdo con los objetivos específicos planteados en este estudio, el primero de los cuales fue la identificación de las subcuencas del río Congo, se realizaron las siguientes actividades:

- Este estudio utilizó métodos de observación para recopilar información, a través de visitas y salidas de campo.
- La estructuración de la investigación, a través de la cual se obtiene la información necesaria, asegura la confiabilidad y validez del instrumento de investigación.
- Implementar de manera efectiva métodos cuantitativos para la obtención de datos a través de encuestas en la comunidad.
- Residentes capacitados en cursos de agua, conservación y manejo de residuos a través de visitas guiadas.
- Distribuir folletos con información importante de conservación
- Se utilizan métodos estadísticos matemáticos para el procesamiento de la información, utilizando estadísticas descriptivas, estudios tabulares realizados en Microsoft Excel.
- Además, antes y durante el proceso de investigación, se realizó una revisión bibliográfica de informes, libros y artículos. Para el segundo objetivo específico, se desarrolló un programa para el análisis de diversos estudios hidrológicos, geológicos y

ambientales que pudieran ser la base del estudio. Para ello, se realizaron las siguientes acciones:

Se realizó una revisión bibliográfica

Asesoramiento en proyectos relacionados con el territorio, visualización de mapas topográficos, mapas censales, fotografías aéreas e imágenes satelitales del área de estudio. Para clasificar las áreas más afectadas antropogénicamente y más vulnerables, se llevaron a cabo cuatro pasos de desarrollo:

- Paso 1: Toma de decisiones y organización de tareas

Involucrar a la ingeniería. Sandoval, Ing. Ayarza, Lic. Taylor. Representante de El Arado, un grupo de trabajo del Departamento de Medio Ambiente y mi persona identificamos estas áreas.

- Paso 2: Determinar las características del área. Para este paso, se visitó personalmente el campo junto al respaldo del Ministerio de Medio Ambiente para obtener más información.

- Paso 3: Identificar los peligros. Las inundaciones, la contaminación directa del suelo y del agua son los peligros de la zona.

- Paso 4: Identificar vulnerabilidades. Se identificaron los siguientes factores para comprender la vulnerabilidad del río Congo: factores sociales, factores naturales, factores socio naturales.

Identificar medidas de mitigación para los problemas ambientales de la subcuenca

- Educación ambiental

- Se necesitan programas de concientización y capacitación de la comunidad sobre salud ambiental y calidad de vida para generar interés en el monitoreo ambiental colaborativo y

facilitar que el público (escuelas, ONG y otras organizaciones relevantes) trabajen con todos los datos, para promover mejores y diversa cobertura y distribución de la muestra.

- Se requiere un control más estricto por parte de las autoridades competentes, que debe fijar mayores requisitos en los límites máximos permisibles (LMP) de uso de suelo para los proyectos que se desarrollen en el territorio.
- Realizar monitoreos semestrales para determinar y dar seguimiento al grado de deterioro o recuperación de la calidad ambiental con base en el proceso de toma de decisiones.
- Para reducir las áreas afectadas por la erosión, es necesario proteger y manejar adecuadamente la vegetación y organizar de manera sustentable los procesos productivos, agrícolas y ganaderos.
- Es necesario aumentar el área del bosque de galería a lo largo del río. Se considera conveniente continuar con la investigación en esta subcuenca para brindar un documento informativo que apoye la toma de decisiones de los comités de cuenca de la subcuenca Río Congo, teniendo en cuenta las condiciones ambientales que afectan negativamente las fuentes de agua. La capacidad de realizar los equipos necesarios para realizar estudios hidrológicos detallados y precisos que permitan ajustar los criterios de respuesta hidrológica según el grado de intervención en la cuenca.

3.2.1 PARÁMETROS A EVALUAR

1. Aspectos Biofísicos

1.1 Localización

1.2 Fisiología y relieve

1.3 Morfometría

1.4 Geología

1.5 Zonas de vida

1.6 Clima

1.7 Vegetación y bosques

1.8 Vida silvestre

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTO DE CUENCA HIDROGRÁFICA

CATIE (2001) define el término cuenca hidrológica como una unidad territorial delimitada afectada por sistemas de drenaje superficial, cuyos límites físicos son la cuenca anterior a la confluencia de un gran río con otro gran río, lago o mar, y donde los procesos económicos y ambientales están sistemáticamente interrelacionados. Es un sistema integrado de elementos biológicos, físicos y socioeconómicos caracterizado por su dinámica e interacciones entre sus componentes o elementos. Una cuenca hidrológica se concibe como un sistema natural dinámico formado por elementos: lo biológico, lo físico y lo humano reaccionan dialécticamente entre sí y forman así una colección única e indivisible en perpetuo cambio.

Esto lleva esencialmente a entender que una cuenca hidrológica se puede separar en dos marcos principales: un marco biofísico que la define conceptualmente y un marco político que aborda específicamente su manejo, restauración y sucesión (CATIE, 1985). La cuenca debe ser vista como una unidad de planificación, donde los habitantes deben ser los actores centrales y sus organizaciones sociales deben ser la base del desarrollo local (Ocampo, 2004).

2.1.1 SUBCUENCA HIDROGRÁFICA

Subcuenca hidrográfica, también subcuenca, y según la Directiva Marco del Agua, hace referencia a las partes en que se puede dividir una cuenca hidrográfica, definiéndose las subcuencas como la superficie de terreno, cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua, siendo este punto de confluencia aquel en que desemboca el río principal que conforma la subcuenca.

Según algunas definiciones, se puede crear cierta confusión, al considerarse subcuenca, que no es definida en ese diccionario, como equivalente a cuenca hidrográfica, aun cuando esa misma definición de cuenca considera el territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar.

La subcuenca, y según la primera definición del MITECO, se caracteriza por desembocar en un lago o, generalmente, en un río de orden superior, dando lugar a diferentes modos de clasificación de las redes de drenaje, como el Sistema de Codificación Pfafstetter, método jerárquico de codificación hidrológica de cuencas hidrográficas.

2.1.3 MICROCUENCA HIDROGRÁFICA

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015. Artículo 2.2.3.1.1.3., corresponde al área de aguas superficiales, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar; la microcuenca está delimitada por la línea del divorcio de las aguas. Considerando el tamaño se puede decir que la microcuenca es aquella cuenca cuya área de drenaje es menor a 500 Km², lo anterior se deduce de la definición de Nivel subsiguiente presente en la norma nacional sobre ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

Plan de Manejo Ambiental de Microcuencas (PMAM)

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015. Artículo 2.2.3.1.10.1., la planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, se ejecuta mediante proyectos y actividades para la preservación, restauración y uso sostenible, entendidas como:

- **Preservación:** mantener la composición, estructura y función de la biodiversidad, conforme su dinámica natural y evitando al máximo la intervención humana y sus efectos.
- **Restauración:** restablecimiento parcial o total de la composición, estructura y función de la biodiversidad, que hayan sido alterados o degradados.
- **Uso sostenible:** es utilizar los componentes de la biodiversidad de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución o degradación a largo plazo, alterando los atributos básicos de composición, estructura y función, con lo cual se mantienen las posibilidades de esta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras.

2.1.2 PARTEAGUAS

Robledo (2000) define el concepto de cuenca como el límite entre cuencas, subcuencas o microcuencas, que no son más que límites definidos por la parte más alta de un área que separa la dirección de la escorrentía superficial. Esta definición se aplica a las cuencas hidrográficas. El Parteaguas es la línea límite entre las cuencas, y también corresponde a los límites de cuenca, es decir, la parte más alta de la cuenca en el Mediterráneo, y también se considera una extensión entre dos valles adyacentes, incluso separando dos valles pertenecientes a dos valles diferentes. Línea de pendiente (Herrera, 1992).

2.1.3 LA CUENCA COMO SISTEMA

Las cuencas hidrográficas están formadas por componentes biofísicos (agua, tierra), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales) que se interrelacionan y equilibran y se ven afectados por la presencia de cualquiera de ellos. Hay un desequilibrio que amenaza a todo el sistema (Ramakrishna, 1997). Una cuenca hidrológica se considera un sistema porque tiene entradas y salidas (el ciclo hidrológico) y existen interacciones e interrelaciones entre sus elementos. (Rama Krishna, 1997).

2.1.4 COMPONENTES DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Anaya (2012) describió los componentes de las cuencas hidrológicas divididos en: biológico, físico y socioeconómico.

- Componentes biológicos

Es un medio natural constituido por diversos elementos que mantienen el equilibrio dinámico de la naturaleza por sus mutuas relaciones e interacciones: bosques, cultivos, vegetación, flora y fauna.

- Componentes físicos

Es un medio natural formado por diversos elementos que, por sus relaciones e interacciones mutuas, mantienen el equilibrio dinámico de la naturaleza: agua, suelo, subsuelo y aire.

- Composición socioeconómica

Las comunidades que habitan en las cuencas aprovechan y transforman los recursos naturales en beneficio propio, creando infraestructura, servicios y empleos productivos que mejoran el nivel de vida de estos pobladores.

2.1.5. FUNCIONES DE LA CUENCA

Las cuencas hidrográficas cumplen varias funciones, entre ellas: hidrológicas, ecología, medio ambiente y socioeconomía.

Hidrología

1. El agua de diferentes fuentes se reúne para formar manantiales, ríos y arroyos. 2. El agua se almacena en diferentes formas y duraciones. 3. Drenar el agua. 4. Orgánico.

5. Especifica diferentes ubicaciones y rutas

Interacción entre las propiedades físicas y químicas de la calidad del agua. (Permiten que el agua intercambie elementos con el suelo). 6. Proporciona un hábitat para la flora y la fauna que componen los elementos bióticos del ecosistema e interactúan con las propiedades físicas y biológicas del agua.

Protección del medio ambiente

1. Forman sumideros de CO₂ (capturan y retienen carbono)
2. Cuenta con un banco de germoplasma
3. Regula la renovación del agua y los ciclos biogeoquímicos. 4. Proteger la biodiversidad

2.1.6 IMPORTANCIA DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

Las cuencas hidrográficas son más que áreas de drenaje dentro o alrededor de nuestras comunidades, son esenciales para crear hábitats para plantas y animales y agua limpia para personas, cultivos, animales e industrias. La conservación de los recursos naturales en nuestras cuencas hidrográficas es fundamental, para mantener la salud y el bienestar de todos los seres vivos, ahora y en el futuro (Villegas, 2004). También se define como un ecosistema en el que variables biofísicas y socioeconómicas interactúan y se interconectan en su conjunto (Sánchez y Artieda, 2004). Espinal (2004) definió que los recursos naturales se encuentran en las cuencas hidrográficas.

Elementos físicos, actividades humanas (agricultura, ganadería, silvicultura, industria, etc.), infraestructura física, social y económica. El hombre con sus decisiones genera y cataliza cambios positivos y negativos en la cuenca, mientras que la naturaleza y su comportamiento imitan la situación real. Las condiciones físicas, biológicas, económicas y culturales de la cuenca, los recursos naturales y la población dan a cada cuenca su propio carácter único. Las cuencas hidrográficas también son una fuente de vida humana,

principalmente por el agua que recolectan, pero también presentan riesgos durante eventos naturales extremos como sequías, inundaciones y contaminación.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

2.2.1 Caracterización de cuencas hidrográficas

La representación es un inventario detallado de los recursos de la cuenca y las condiciones biofísicas, socioeconómicas y ambientales y sus interrelaciones. La caracterización de las cuencas hidrológicas es fundamental en su planificación, gestión y gobernanza (Jiménez, 2007). Para entender una cuenca como un sistema, la caracterización debe ser integral y es uno de los elementos del proceso de gestión de cuencas, que constituye el pilar básico del que parte toda planificación e implementación (Jiménez, 2007). La caracterización tiene tres funciones básicas en el proceso de manejo de cuencas:

1. Describir y caracterizar las principales características de una cuenca
2. Sirve como información básica para definir y cuantificar un conjunto de indicadores

Servirá como punto de partida para el seguimiento y evaluación de los resultados e impactos de los programas o proyectos de manejo de cuencas.

3. Sirve como base para diagnosticar, identificar y priorizar los principales problemas de la cuenca, identificando sus causas, consecuencias y soluciones (Anaya, 2012).

2.2.2 Componentes y variables de la caracterización

Jiménez (2007), describe que los componentes y variables que son importantes de caracterizar en una cuenca pueden agruparse en tres grandes temas: ubicación y características morfométricas e hidrológicas, caracterización biofísica y socioeconómica.

2.2.3 UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA

- Ubicación

La ubicación es el país, departamento, municipio, vertiente, cuenca, subcuenca y microcuenca. También el área y perímetro. Se incluye un mapa base de la cuenca.

2.2.4 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

Según Jiménez (2007), las características biofísicas de las cuencas hidrológicas tienen en cuenta los siguientes aspectos:

(a) Geografía y geomorfología: descripciones de características geográficas (mesetas, valles, colinas, cañones, topografía general) y paisajes, incluidos mapas geográficos y geomorfológicos cuando sea posible. b) Bloques Residenciales: Identifique y describa los principales bloques residenciales (Holdridge) y el área que ocupan. Si es posible, incluya un mapa del área de vivienda. c) Clima: precipitación mensual, distribución temporal y regional de la precipitación, distribución mensual de la temperatura, humedad relativa, intensidad de la luz solar, evaporación y viento. d) Bosque: Determinar la superficie forestal, la cobertura vegetal y su extensión territorial. e) Suelos: Identificar los principales tipos de suelos, el área de la cuenca que ocupan y su descripción. Debe contener un mapa con los tipos de suelo más importantes. f) Elevación y pendiente: categoría del terreno (plano, ondulado, fuertemente ondulado, empinado, muy empinado) y rango de altura y pendiente. Los mapas de pendientes se crean a partir de curvas horizontales. (g) Uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra y conflicto de uso de la tierra: describa el uso de la tierra, la capacidad de uso de la tierra y el conflicto de uso de la tierra, así como el área y el porcentaje del área total de captación de la tierra asociada con cada uso para determinar la infrautilización, Equitativo, uso y sobreuso. Debe contener tres cartas iguales. g) Interpretación integrada de las propiedades biofísicas de las cuencas hidrográficas: resumen.

Métodos de análisis de las propiedades biofísicas más importantes de las cuencas, que

interacciones y posibles efectos.

2.3 DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO

Los diagnósticos biofísicos deben evaluar e interpretar el estado o situación, problemas, tendencias, potencialidades, limitaciones y oportunidades de la cuenca. El diagnóstico biofísico de cuencas hidrológicas tiene como finalidad identificar, esclarecer y determinar lo que sucede en el ambiente biofísico; este análisis permite determinar el estado y las tendencias de los componentes ambientales que conforman el sistema de cuencas. Los estudios básicos obtenidos de la caracterización deben ser cuidadosamente interpretados, para extraer de ellos la información necesaria y obtener una situación precisa y segura; también ofrecen soluciones alternativas para garantizar cambios beneficiosos en condiciones ambientales adversas (Jiménez 2007).

2.4 MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El objetivo principal del manejo de cuencas hidrográficas es el uso verdaderamente racional de los recursos naturales, especialmente el agua, los bosques y el suelo, considerando a las personas y comunidades como factores de protección o destrucción (Ramakrishna, 1997). CATIE (1996) definió el concepto de manejo de cuencas hidrográficas como la ciencia o el arte que busca lograr el uso adecuado de los recursos naturales de acuerdo con la intervención humana y sus necesidades, promoviendo la sustentabilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio ambiental.

2.4.1 PLANIFICACIÓN DE CUENCAS

La planificación de cuencas hidrográficas se define como el manejo de los recursos naturales y la restauración de ecosistemas degradados con base en la mejora del bienestar y la calidad de vida de la comunidad (FAO, 1996). La planificación debe ser participativa para involucrar a los actores locales (agricultores, habitantes de la cuenca, personal técnico de las instituciones que trabajan en la cuenca y municipios del territorio de la cuenca); promoverá

la integración de la gestión de los recursos naturales (Ramakrishna, 1997). La planificación participativa es una forma en que los hombres y mujeres rurales se unen para reflexionar sobre las condiciones actuales e identificar estrategias para el cambio futuro (Balarezo, 1994, citado en Ramakrishna, 1997).

2.5 TIPOS DE CLIMA

El clima es un elemento natural de la percepción humana, resultado de la sistematización estadística de datos e información, sobre sus elementos resultantes para comprender su dinámica, hasta definirlo como un conjunto de valores medios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos promedios se obtienen recogiendo información meteorológica durante un período de tiempo suficientemente largo (no inferior a 30 años), que se caracteriza por ser un sistema complejo, cuyo comportamiento cambia en función de la dinámica del tiempo y del comportamiento natural del planeta. Con base en estudios realizados según la clasificación climática de Köppen y reflejada en el Atlas de Panamá, el clima de la cuenca corresponde al clima tropical de Sabana, caracterizado por una precipitación media anual menor a 2500 mm, pero pluviosidad registró en la estación seca menos de 60 mm. En este lugar, cuando hay una estación seca larga, la precipitación es inferior a 60 mm. La temperatura media en el mes más frío está por encima de los 18°C. La temperatura media anual se estima en 26°C. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la temperatura media del mes más frío es inferior a 5°C. (Ver ilustración 1).

MAPA DE CLIMA DE LA CUENCA RÍO CAIMITO

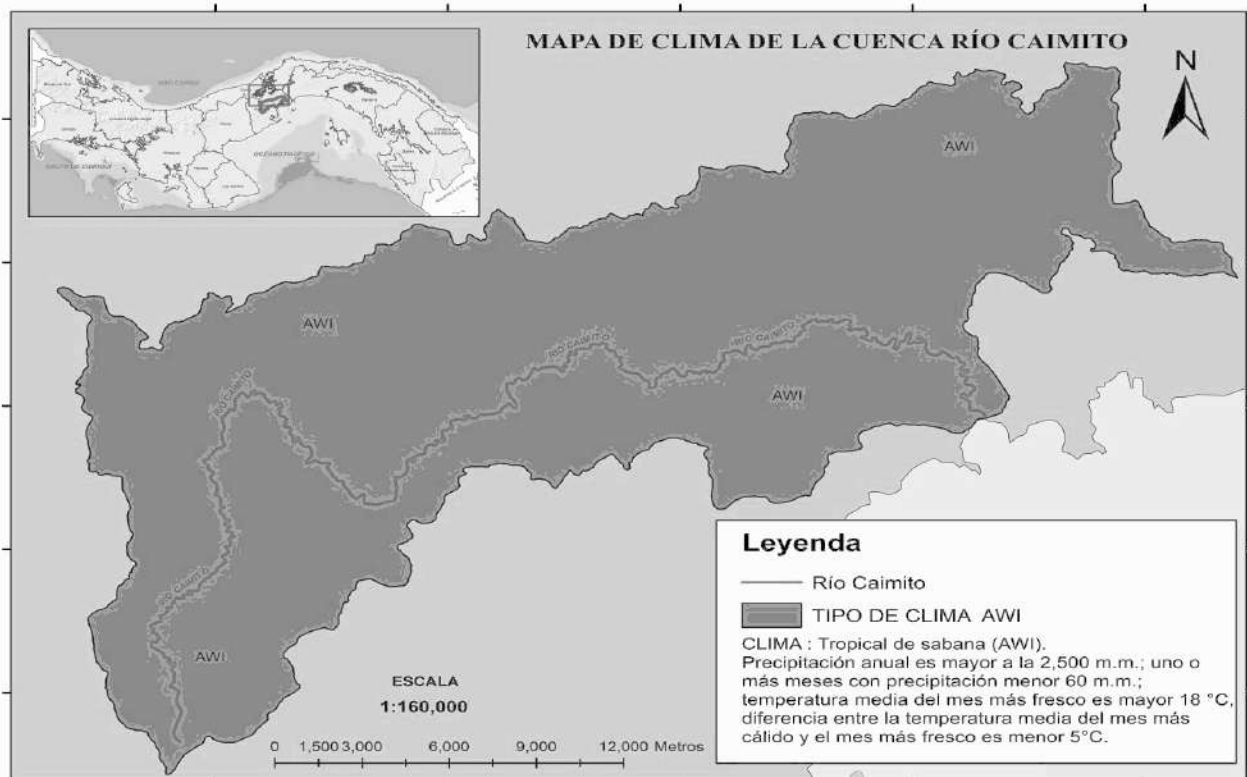


Ilustración 1Clima de la Cuenca Hidrográfica del Río Caimito

2.7 TIPOS DE VEGETACIÓN Y COBERTURA BOSCOsa EN LA SUBCUENCA

El término vegetación se utiliza para referirse a un grupo de plantas características de un terreno, país o región. Aunque las especies importadas también se ocupan de la flora del suelo, es decir, vegetación nativa, también debe incluirse en la vegetación en un lugar dado.

Cuando se trata de vegetación, no se refiere a ningún taxón específico, por lo que la vegetación puede consistir en plantas con diferentes características. Por lo tanto, el concepto de vegetación permite la especiación a partir de bosques primitivos, utilizando una colección de maleza completamente salvaje, así como productos de la actividad humana. El área de estudio está dominada por un bosque tropical húmedo, compuesto por árboles, arbustos y plantas herbáceas. También se encuentra que las áreas desarrolladas

que anteriormente estaban forestadas son propensas a inundaciones, debido a la capacidad mínima de infiltración de agua y desviación de proyectos. Las áreas están vacías o desocupadas, debido a la presión humana, para encontrar más tierra para dedicar a la agricultura y la ganadería y construir viviendas. De acuerdo con el mapa de cobertura forestal y uso del suelo de esta cuenca, más del 50 % se utiliza para agricultura y ganadería, mientras que el bosque secundario maduro representa menos del 30 % de la cobertura total de esta cuenca que se utiliza para agricultura y ganadería. Otros usos representaron el 12%, los bosques artificiales representaron el 0,7 % del área de la cuenca y la forestación representada por tocones fue el 6,8 %. Ver ilustración 2 donde se puede ver el gran impacto que se ha ocasionado a la subcuenca en solo 10 años.

MAPA DE COBERTURA BOSCOSA DE LA CUENCA DE RÍO CAIMITO

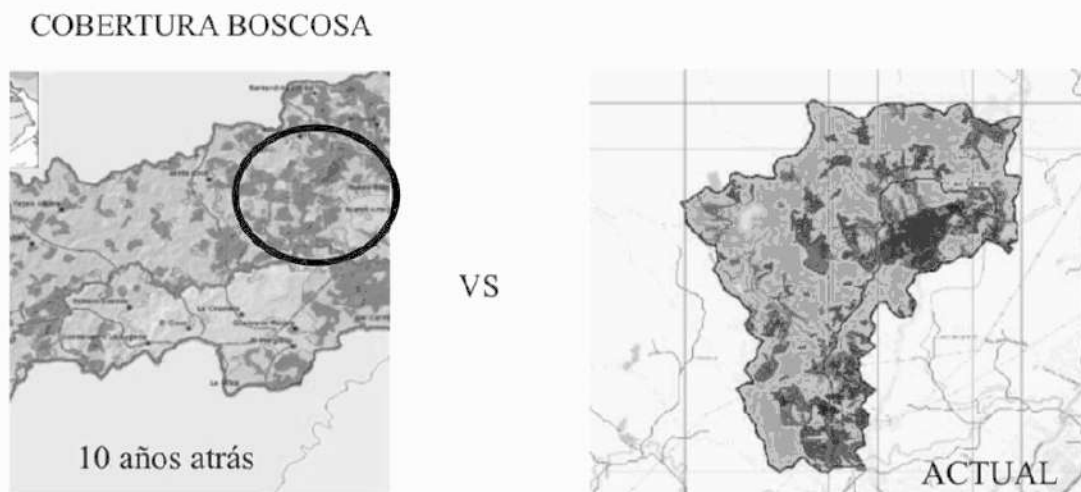


Ilustración 2. Cobertura boscosa de la Cuenca de Río Caimito

2.8 ESPECIES DOMINANTES EN LA SUBCUENCA DE RÍO CONGO

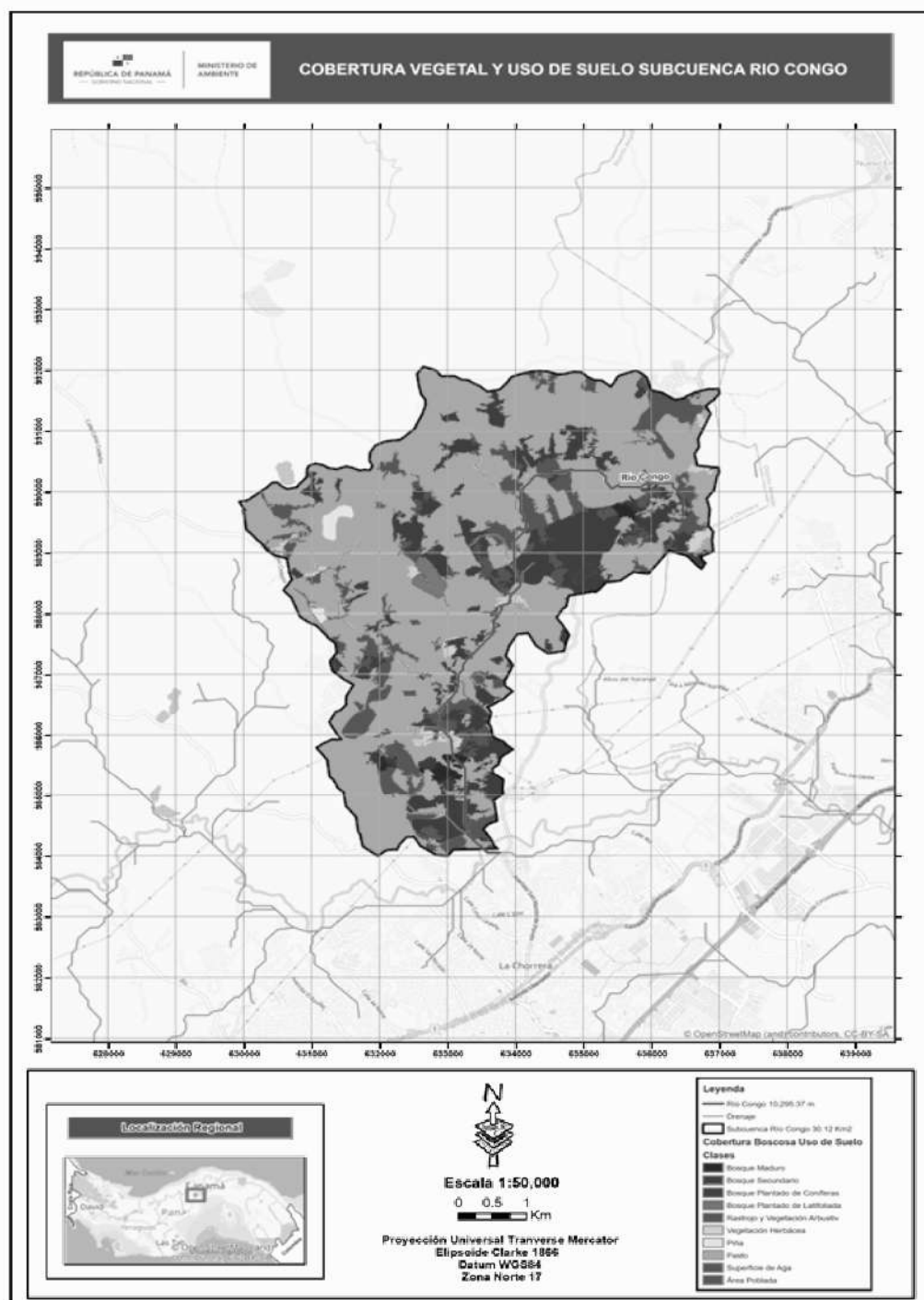
Nombre común	Nombre científico
Guarumo de Pava	<i>Scheffer morototoni</i>
Nance de monte	<i>Byrsonima spicata</i>
Cafecillo	<i>Lacistema aggregatum</i>
Pinta moza	<i>Vismia macrophyla</i>
Negrito	<i>Anona spraguei</i>
Canelito	<i>Isertia hankeana</i>
Sigua blanca	<i>Phoebe cinnamomifolia</i>
Jordancillo	<i>Trema micrantha</i>
Guabito amargo	<i>Quasia amara</i>
Capullín	<i>Trichospermum galeottii</i>
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>
Malagueto hembra	<i>Xylopia frutescens</i>
Palo de mayo	<i>Vochysia ferruginea</i>
Yuco de monte	<i>Pachira sessilis</i>
Cacique	<i>Brosimum alicastrum</i>
Espavé	<i>Anacardium excelsum</i>
Higuerón	<i>Ficus tonduzii</i>
Frijolillo	<i>Leucaena multicapitula</i>
Bijao macho	<i>Calatea sp</i>

Tronador	<i>Hura crepitans</i>
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Madroño	<i>Callycophyllum candidissimum</i>
Higuerón	<i>Ficus insípida</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Panamá	<i>Sterculia apetata</i>
Guayacán	<i>Tabebuia guayacan</i>
Guachapali	<i>Pitecelobium sama</i>
Balso	<i>Ocrhoma pyramidale</i>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Almendo	<i>Terminalia catappa</i>
Poro Poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Malagueto	<i>Xilopia frutescens</i>
Bambú	<i>Bambusa sp</i>
Chumico	<i>Curatella americana</i>

Tabla 1.Especies dominantes e la Subcuenca de Río Congo

Nota: Los nombres comunes asignados a cada especie, generalmente son el resultado de formas regionales, y pueden variar dependiendo del lugar.

MAPA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO SUBCUENCA RÍO CONGO



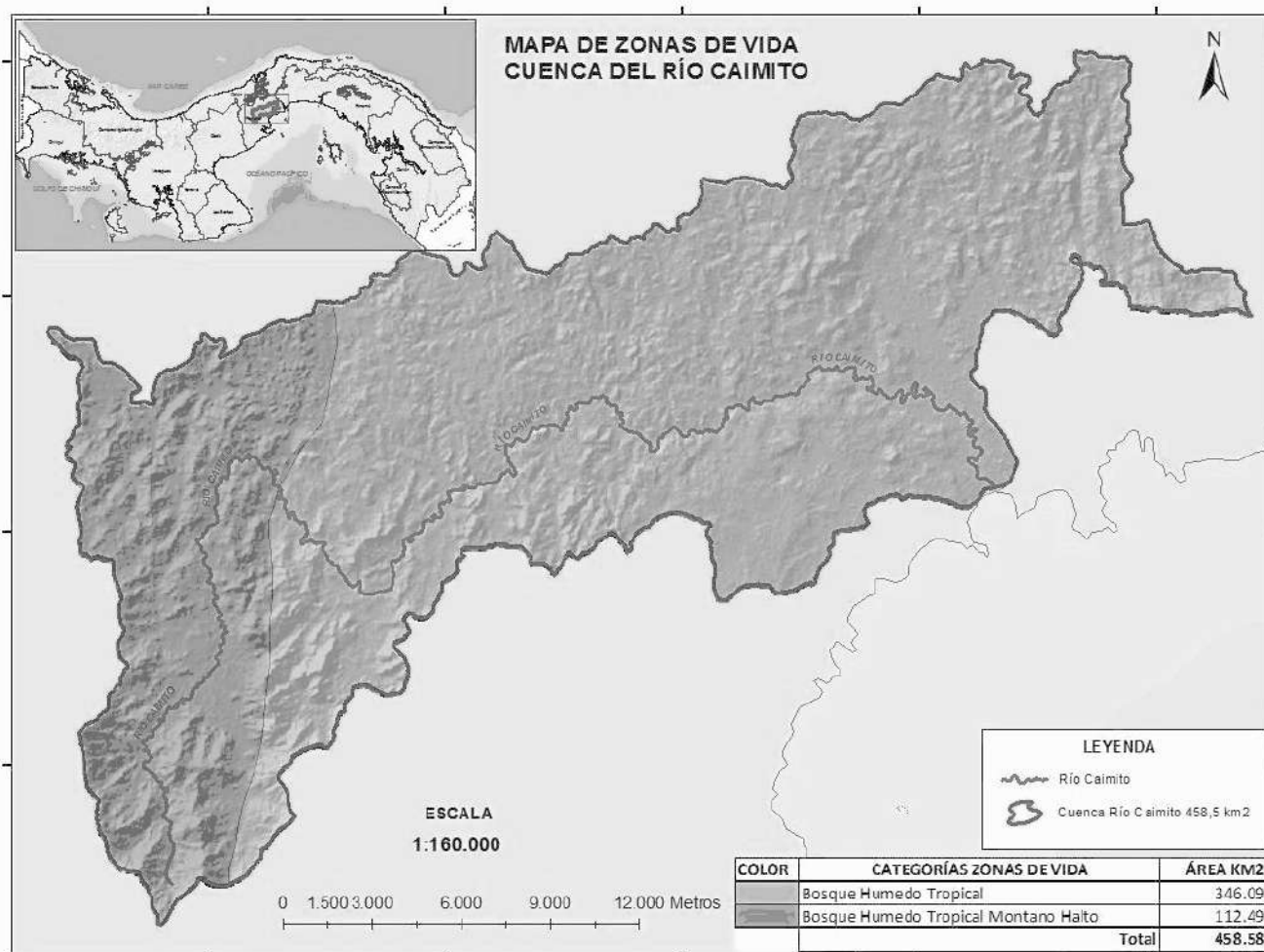
2.7.1 ZONAS DE VIDA

Una zona de vida es un grupo de comunidades de plantas en una división climática natural con un terreno similar en todo el mundo, teniendo en cuenta las condiciones del suelo y las etapas de sucesión. El sistema desarrollado por Holdridge se basa en tres parámetros principales:

Temperatura biológica media anual (escala logarítmica). En general, se estima que el crecimiento vegetativo de las plantas ocurre en el rango de temperatura entre 0 °C y 30 °C. Precipitación anual en milímetros. (Escala logarítmica)

La evapotranspiración potencial (PET) es la relación entre la evaporación y la precipitación anual promedio y es un indicador de humedad para identificar áreas húmedas. En la cuenca del río Caimito, según el mapa elaborado por la ANAM, se distinguen claramente dos zonas de vida: el bosque muy húmedo tropical alpino, con una superficie de 112,58 kilómetros cuadrados, que corresponde al 24,53 %, y el bosque muy húmedo tropical con una extensión de 346,09 kilómetros cuadrados, o 75,47 % (ver ilustración 4)

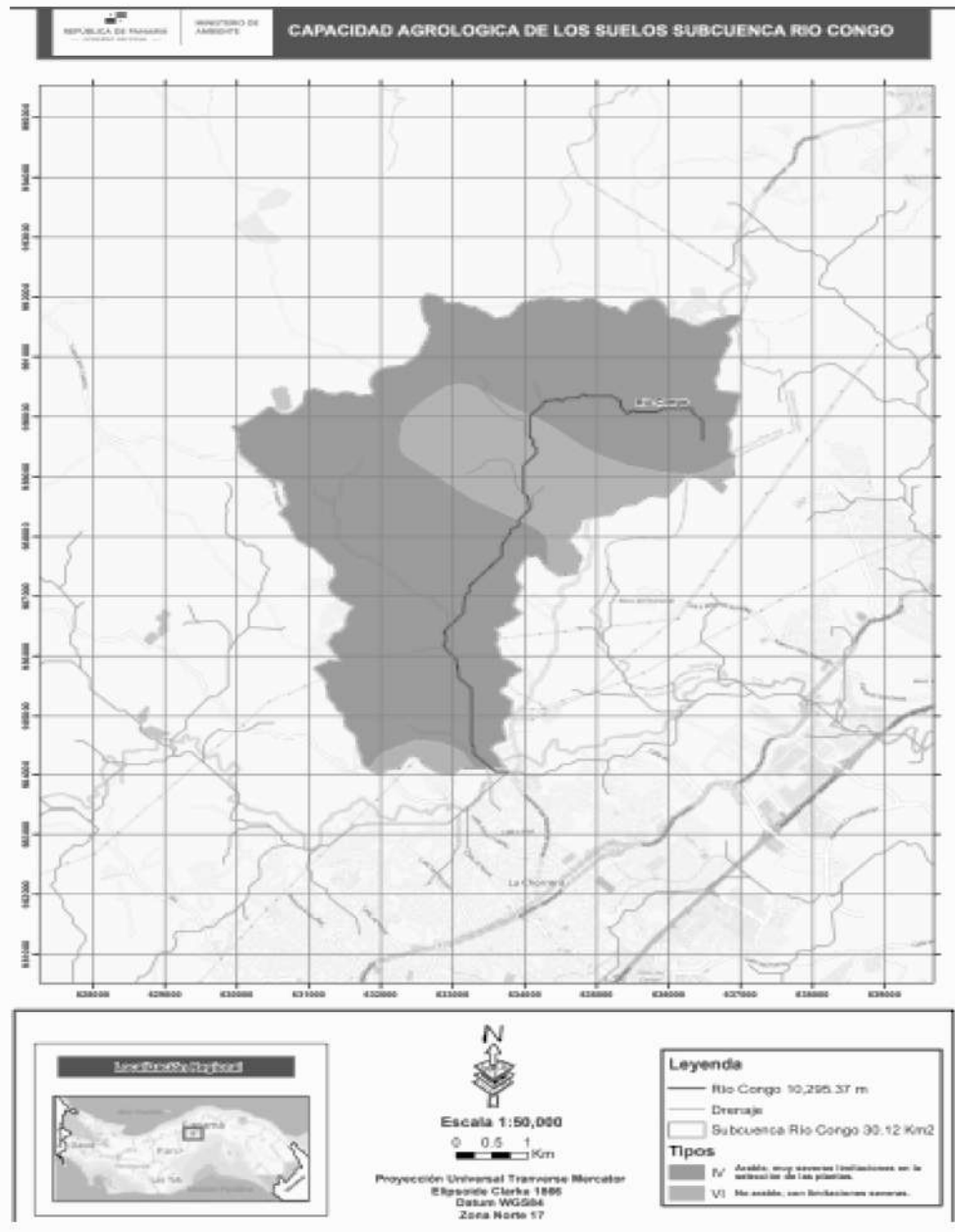
MAPA DE LA ZONA DE VIDA EN LA CUENCA 140.



2.8 TIPOS DE SUELO SEGÚN SU CAPACIDAD AGROLÓGICA

Los suelos de la subcuenca son, por lo general, moderadamente profundos. La capa inferior de estos suelos tiene una textura arcillosa fina, generalmente sin piedras. La mayoría de ellos son suelos bastante drenados, haciendo una excepción en las áreas de desarrollo por urbanizaciones y desarrollo agropecuario. De acuerdo con la capacidad de cultivo en la subcuenca, el suelo se divide de acuerdo con el relieve, entre los tipos de suelo IV y VI son los principales. La superficie terrestre total de la subcuenca es de 30.12 Km² y el 67 % de la superficie pertenece a los suelos IV que significa arables, presentando severas limitaciones en la selección de plantas, requiere un manejo muy cuidadoso, es el tipo de suelo más común en la región. Por otro lado, el 33 % pertenece a terrenos no arables, con limitaciones severas. Aptos para pastos, bosques y tierras de reserva.

MAPA DE CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LA SUBCUENCA RÍO CONGO.



2.9 EL RELIEVE

Es significativo que el relieve de la cuenca se caracteriza por colinas, colinas y llanuras, siendo el punto más alto de 560 metros sobre el nivel del mar el monte Trinidad, donde nace el río Caimito, Cuenca Hidrográfica 140.

El terreno más escarpado de esta cuenca hidrológica se encuentra en su tercer cuadrante suroeste, ya que esta área es el Monte Trinidad, actualmente el área de mayor elevación en la cuenca con una pendiente promedio de 13.9 %; en el cuarto cuadrante suroeste, su altura es de poco más de 300 metros con una pendiente de 13,7 % a una longitud de onda de aprox. 60 m, al noroeste tiene una baja pendiente con una pendiente promedio de 13.2 % y una ondulación no mayor a 40 m en la mayoría de estos metros de terreno, lo que se refleja en las planicies y cerros dispersos. Hacia el noreste, el terreno está dominado por llanuras, que son muy similares a las anteriores, excepto que aquí hay menos colinas y la pendiente no supera el 8,7 %. El ancho ondulado promedio del cuadrante es de 60 metros, disminuye a 20 metros en la parte sur. En el segundo cuadrante, el relieve consiste principalmente en planicies marinas aluviales, cuyo ancho de relieve es inferior a 20 metros y la pendiente es inferior al 8 %. Ver mapa topográfico. En otras palabras, se puede concluir que este grupo es un relativo.

Es ondulado, dominado por tierras bajas o llanuras, con una elevación promedio de 220 metros, una elevación promedio de 221 metros y una elevación máxima de 560 metros. Ver mapa 5 y 6.

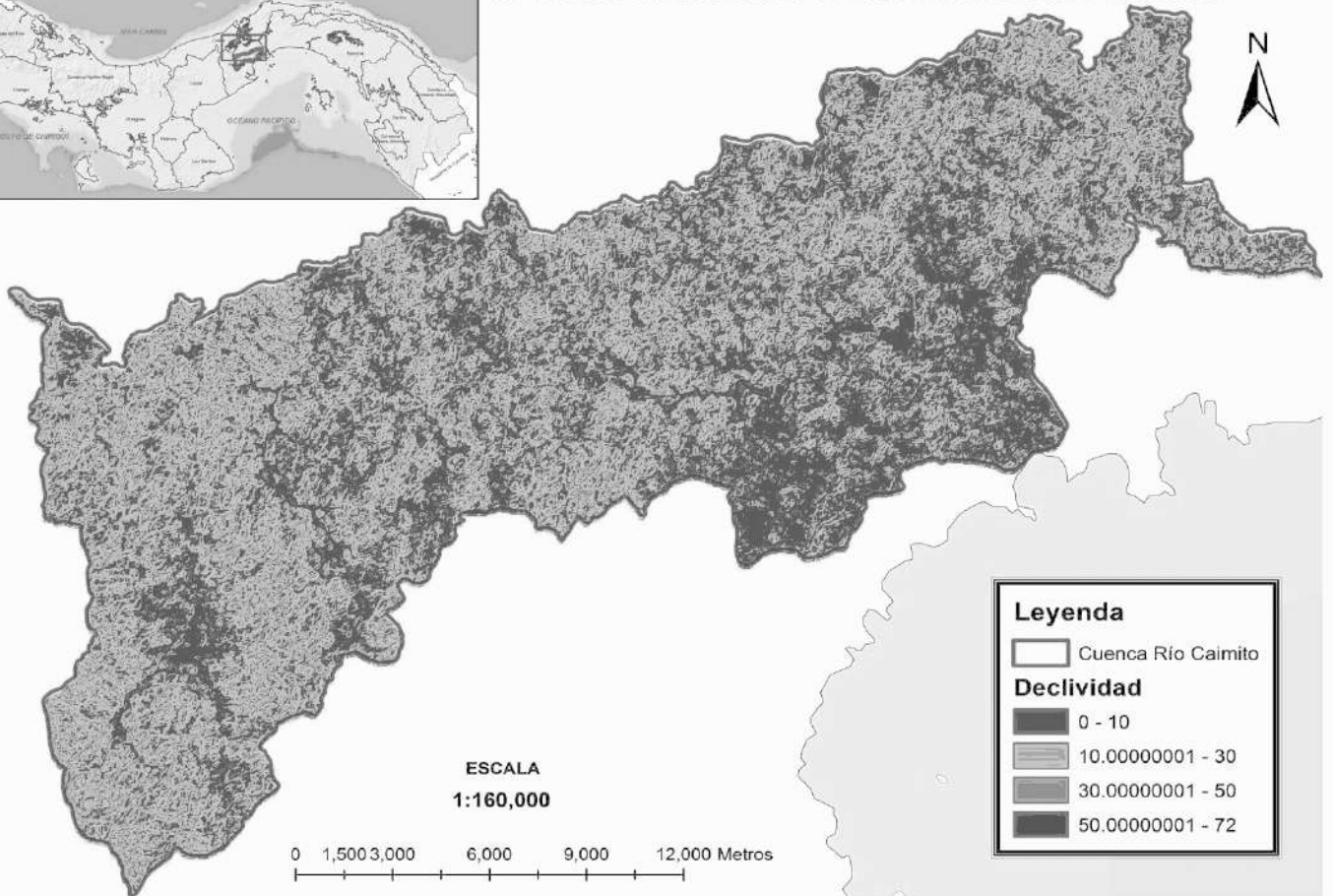
TOPOGRAFÍA DEL RÍO CAIMITO



PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO CAIMITO



MAPA DE DECLIVIDAD DE LA CUENCA RÍO CAIMITO



2.3. GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista de la descripción morfoestructural, a partir de la interpretación del mapa del relieve de la cuenca, se distinguen, las siguientes unidades morfoestructurales. En dicha cuenca se observan cuatro grandes unidades geomorfológicas bien definidas.

2.9.1 Colinas

Elevación menor del terreno que destaca aisladamente sobre el territorio que la rodea. Este concepto es relativo, aunque evoca siempre un accidente de menor envergadura que el de montaña, si bien el límite altitudinal entre ambas formas de relieve es impreciso.

Las características más destacadas de un paisaje de colinas son: una altitud de la base entre 150 y 200 metros sobre el nivel medio del mar, desniveles relativos entre 300 y 600 metros; pendientes pronunciadas; y con vertientes divergentes en todas las direcciones a partir de la cima o cumbre.

En la Cuenca del río Caimito, objeto de nuestro estudio, las mismas se encuentran localizadas en el primero y segundo cuadrante, es decir, hacia el noroeste y suroeste de la misma.

2.9.2 Cerros

Del latín cirrus, que significa copo, topográficamente es una estructura aislada que no debe superar los 200 m.s.n.m., a partir de su base. Representan un área muy reducida dentro de la cuenca, su elevación no sobrepasa los 350 metros de altitud sobre el nivel

medio del mar, normalmente de forma redondeada, que viene a ser el primer grado después de la llanura. Este tipo de morfoestructural se encuentra diseminada a lo largo y ancho de la cuenca principalmente hacia el noreste y sureste de misma.

2.9.3 Lomas

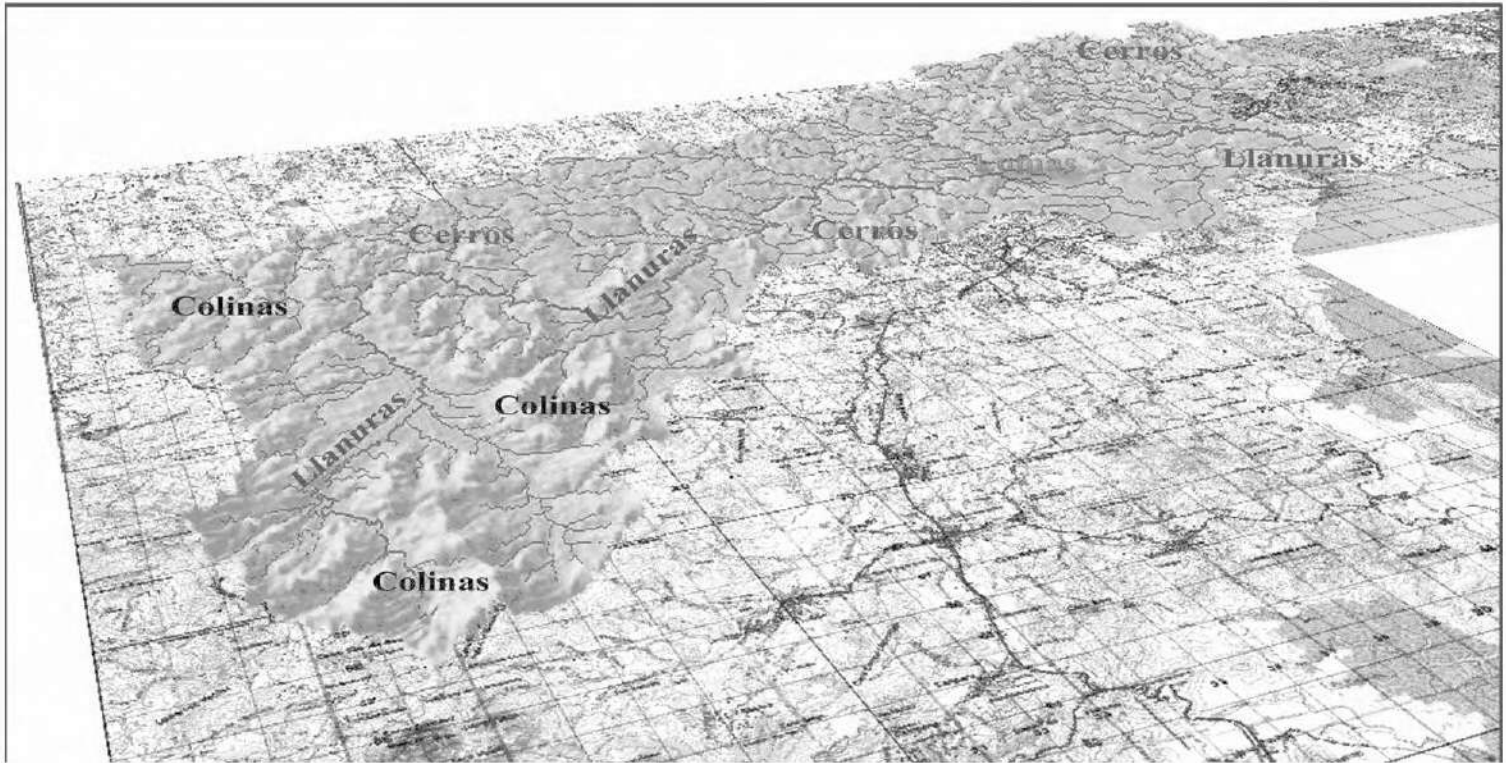
Relieve de disección, de altura media, con circunferencia basal alargada y relieve formado de dos vertientes que se inclinan en dirección opuesta. Llanuras o Aluviales o de inundación

Bajo esta categoría se incluye los sedimentos y detritos sueltos y suelos que rellenan el piso de los valles. La distribución espacial de esta unidad tiene un fuerte control estructural al estar prácticamente limitada a los valles y depresiones de la cuenca. Esta unidad tiene grandes implicaciones en lo referente al uso de la tierra, por lo que amerita una caracterización más detallada.

2.9.4 Llanuras Fluvio-marinas

Son las planicies que se encuentran muy próximas a la desembocadura de los ríos, con gran influencia de las mareas, genéticamente está constituida por materiales detríticos transportados por el río y material producto de la abrasión marina por efectos del oleaje y las corrientes marinas. (Ver mapa 7).

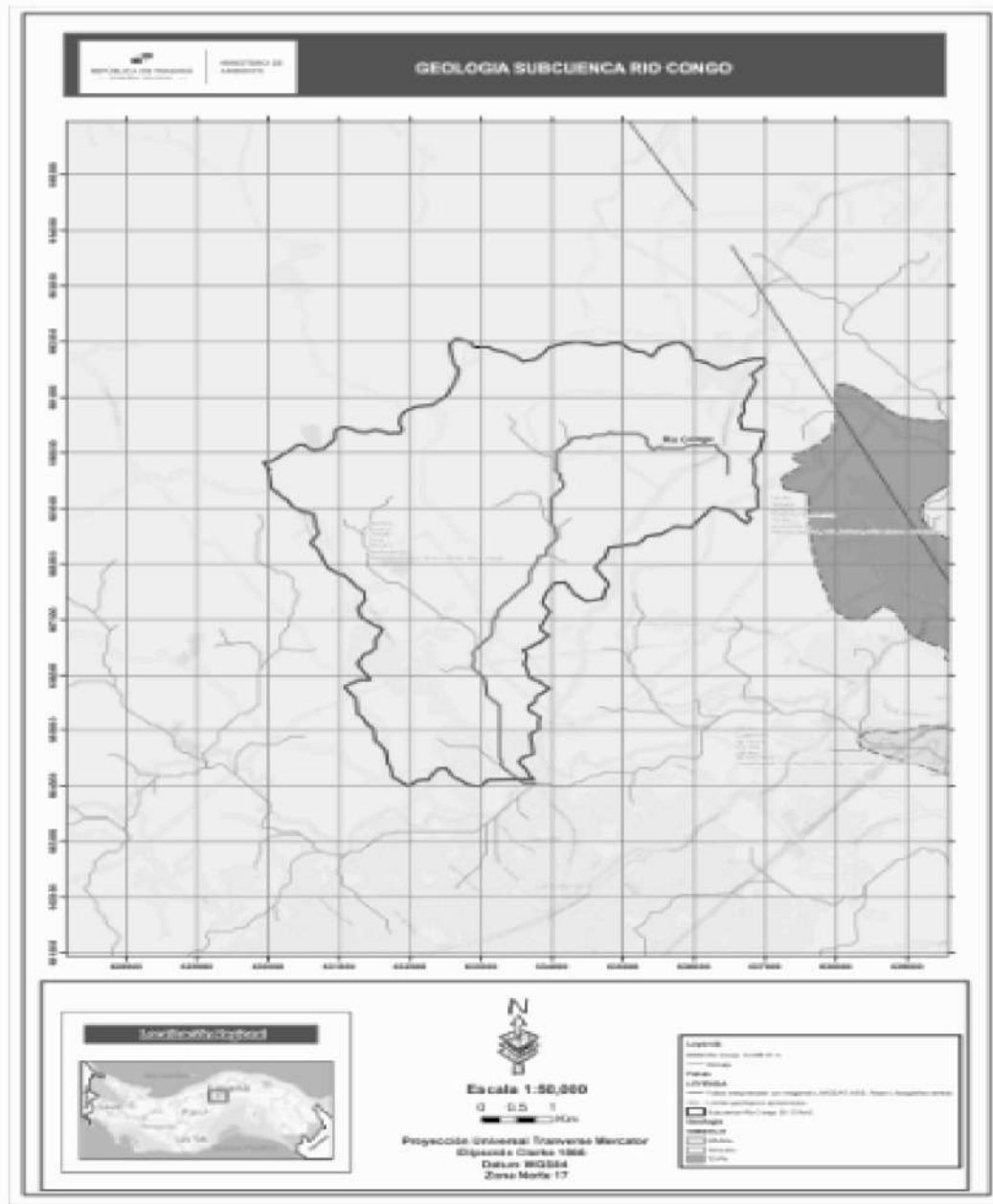
MORFOESTRUCTURA DE LA CUENCA RÍO CAIMITO



2.10 GEOLOGÍA

La geología tiene una gran influencia en la distribución hidrológica, el río Congo que es esencialmente tierra terciaria, está dominado por litología terrígena, que forma apariencias de relieve onduladas y pendientes suaves, debido a la litología y los efectos tectónicos. En la subcuenca, el material de afloramiento consiste en rocas extrusivas del Terciario indefinido en el Grupo Cañaza, y la Formación Tucue, compuesta por lavas, tobas, basaltos, andesitas y tapones, está presente en toda la subcuenca. (Ver ilustración 9).

GEOLOGÍA DEL RÍO CONGO



2.11 CONTAMINACIÓN HÍDRICA

2.11.1 Actividades agrícolas

Se deben considerar tres fuentes de contaminación: pesticidas, fertilizantes y erosión, productos de malas prácticas agrícolas y deforestación. Fertilizante: El amplio uso de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo y potasio, puede aumentar significativamente el rendimiento, pero, por otro lado, también contribuye al proceso de eutrofización de lagos y arroyos y ríos; contaminar las aguas subterráneas donde las concentraciones de nitrato Salud pública. Riesgo de formación de nitritos y nitrosaminas; aumenta el nivel de óxidos de nitrógeno gaseosos en la atmósfera. Insecticidas: En las últimas dos décadas, el uso de insecticidas se ha incrementado significativamente en nuestro país. La disponibilidad y el uso de organoclorados ha disminuido en los últimos seis años, pero a pesar de la prohibición, todavía se comercializan ilegalmente. Las propiedades químicas de los pesticidas son tales que tienen muy baja solubilidad en agua y tienen vidas medias muy largas en el medio ambiente (hasta años para los organoclorados). Por otro lado, son liposolubles y tienden a acumularse en la grasa, lo que puede afectar el sistema nervioso. Es cierto que los fertilizantes y pesticidas artificiales aumentan significativamente los rendimientos o reducen las pérdidas de cultivos y ganado.

Mayor erosión y sedimentación: Las malas prácticas agrícolas y la deforestación pueden aumentar la cantidad de sólidos sedimentables y suspendidos en las vías fluviales superficiales. La invasión de los llamados bosques "improductivos", seguida de la tala incontrolada para la venta de madera y el abandono de estas tierras provocan lo mismo una y otra vez, destruyendo suelos fértiles, limo y sólidos mientras el viento y el agua se llevan los nutrientes.

2.11.2 La ganadería

La actividad ganadera figura entre los sectores más perjudiciales, cada día son más escasos recursos hídricos, ya que implica en primer lugar la deforestación de grandes extensiones de bosque, con la finalidad de crear grandes pastizales, para producir el alimento del ganado, lo que pone en peligro la calidad del agua de los recursos hídricos y a la pérdida de biodiversidad.

El sobrepastoreo afecta al ciclo del agua, e impide que se renueven los recursos hídricos tanto de superficie como subterráneos. La producción de forraje obliga a desviar importantes cantidades de agua. Los principales agentes contaminantes son los desechos animales, los antibióticos y las hormonas, los productos químicos utilizados para teñir las pieles, los fertilizantes y pesticidas que se usan para fumigar los cultivos forrajeros.

2.11.3 La actividad industrial

La principal fuente de contaminación de las aguas profundas son las fosas sépticas, que son utilizadas por más del 70 % de los hogares y contaminan las fuentes de agua cercanas con patógenos infecciosos. Por otro lado, hasta el 65 % de los hogares de determinados distritos no están conectados a la red de agua, sino que utilizan agua de pozos o cañerías rurales. Las actividades humanas han creado nuevas fuentes de nitratos, a través de la eliminación descuidada de fluidos y desechos industriales contaminados con plomo, mercurio, cadmio y otros metales pesados. El agua de riego rica en nitrógeno y fósforo y las aguas residuales domésticas contaminadas contribuyen a la eutrofización de lagos, embalses y zonas costeras. (Ver Ilustración 9).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizó es de tipo descriptiva, la cual consiste en la caracterización y diagnóstico.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Además, cuenta con 30.12 kilómetros cuadrados, la subcuenca pertenece al corregimiento El Arado, donde la estimación y proyección poblacional es de 3,500 personas.

3.3 ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Caimito, cuenca 140, cuenta con una extensión de 509 km², cuyo este estudio representa una subcuenca principal el Río Congo.

3.4 MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El método de recolección de datos fue en base a visitas del área, reconocimiento de la Subcuenca, se decidió dividir por etapa los trabajos, encuestas, fotografías con drones, se generaron mapas utilizando la herramienta ArcGIS, se verificó en mapa las coordenadas, se indagó fuentes de información secundaria y primaria obtenida en campo.

Se hicieron las consultas claves a las autoridades, se reconocieron las características biofísicas, las problemáticas que presenta esta área, la encuesta se aplicó a 30 personas de Río Congo, ubicados en la parte alta, media y baja de la subcuenca.

No se logró obtener información climática proveniente de registro de estaciones meteorológicas, ya que las que pertenecen a mi área no funcionan, únicamente las de ACP, pero queda fuera de esta investigación.

3.3 INSTRUMENTO

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron diferentes tipos de instrumentos, los cuales sirvieron de ayuda en cada una de las actividades que se realizaron en la metodología.

- Software ArcGIS
- Material cartográfico
- GPS
- Mapas
- Equipo de computación
- Libreta de campo
- Tesis
- Internet
- Documentos
- Estadísticas

3.4 SUJETOS Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS

Los sujetos y/o unidades de análisis de la investigación fueron las características biofísicas, y la participación de actores clave de la subcuenca.

3.5 PROCEDIMIENTO

A través de giras investigativas, reconocimiento de campo, procesos participativos mediante talleres, entrevistas de desarrollo local y con base a información biofísica, en la cual se involucraron los actores claves.

Los elementos de la caracterización de la Subcuenca se agruparán con base a los siguientes temas:

a) Ubicación y extensión

b) Caracterización biofísica

COMPONENTES Y VARIABLES DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA	
Componentes y variables características.	Ubicación y extensión país, provincia, corregimiento, cuenca, subcuenta. También el área. Se incluye un mapa base de la cuenca.
Caracterización biofísica	Fisiografía y geomorfología, zonas de vida, características climáticas, hidrología, bosque, suelo, uso de la tierra e intensidad del uso de la tierra.

Tabla 2. Síntesis de variables para la caracterización.

Se realizó talleres, entrevistas a los moradores que viven y están directamente relacionados e inciden en la subcuenca de Río Congo, se recabó información para entender de mejor manera las potencialidades, interacciones, problemas, causas y consecuencias para conocer el estado actual y posibles soluciones a los problemas identificados.

El diagnóstico de la microcuenca se realizó conforme a las siguientes etapas:

a) Diagnóstico biofísico

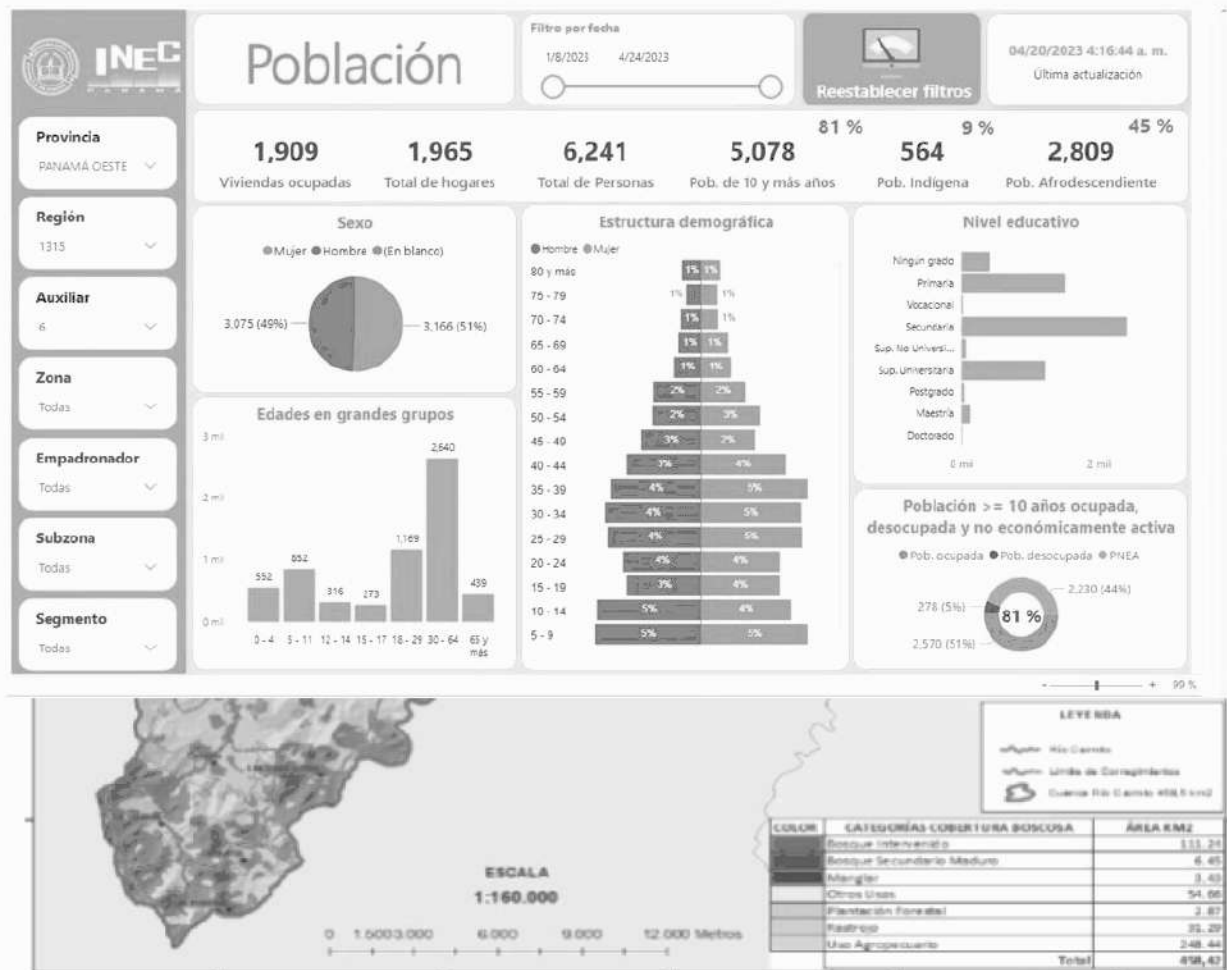
b) Análisis de problemas, causas, consecuencias y posibles soluciones

Etapas	Características
Diagnóstico biofísico	Situación de los procesos biofísicos y recursos naturales. Causas, consecuencias y análisis de los problemas, interpretación de conflictos, priorización de los problemas, posibles soluciones.
Análisis de problemas	Analizar las características, potencialidades, interacciones, problemas, causas, consecuencias y posibles soluciones a los problemas identificados.

Tabla 3.Etapas del diagnóstico.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS



Con este estudio se logró comprobar el deterioro acelerado que presenta esta subcuenca tan importante.

Hace 10 años presentaba mayor cobertura boscosa, sin embargo, ya estaba bastante intervenida por las actividades antropogénicas.

LOS DATOS DE VIVIENDA DE 2020

En los resultados de los datos obtenidos en cuanto a la población existe un total de 6,241 habitantes, con 1,909 viviendas ocupadas y un 1,965 total de hogares. También los datos nos arrojan que hay mayor población femenina

DATOS DE VIVIENDA 2010

Existía un total de 745 viviendas en el corregimiento, al cual pertenece Río Congo, el acceso a agua potable, sin servicio sanitario, ya era una problemática para esos años.

Estas cifras nos permiten conocer que la población en edad escolar de la cuenca está bien orientada, ya que la mayoría de esta participa del proceso enseñanza aprendizaje. Una población de 2,231.

El mapa generado en este estudio permite hacer la comparación de la realidad actual a la que nos estamos enfrentando y nos va a ayudar en crear planes de adaptación y mitigación.

La principal causa de las problemáticas es el desarrollo urbanístico e industrial, la demanda del consumo del agua para la población es demasiado alta para la oferta que ofrece el río, malas prácticas en ganadería y producción agrícola ponen en riesgo este afluente.

PROVINCIA, DISTRITO, CORREGIMIENTO Y LUGARES POBLADOS	VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS					
	ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS					
	TOTAL	C.P.D.E.T	SAP	SSS	S.E.E	C.C.I.
EL ARADO	745	77	248	9	195	90
RÍO CONGO	251	5	17	2	5	18
SANTA CRUZ	80	11	29	3	11	10

PROVINCIA, DISTRITO, CORREGIMIENTO Y LUGARES POBLADOS	TOTAL	CON MENOS DE TERCER GRADO	ANALFA BETA	CON IMPEDIMENTO
EL ARADO	2,231	149	86	105
RÍO CONGO	782	43	21	23
SANTA CRUZ	280	41	29	6

[illegible]

Emitir tantos permisos de construcción es un problema que viene afrontando este sector, desvíos de cauces, mal manejo de residuos sólidos mantiene esta área propensa a seguir siendo zona de inundaciones.

Los datos obtenidos en la encuesta arrojan que muchos tienen conocimiento de la importancia de crear planes de conservación, para garantizar la protección de la cuenca principal, incluso están dispuestos a participar en los planes que beneficien y permitan impactos positivos, también algunos admiten tirar basura.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA

El estudio incluyó un total de 30 residentes, de los cuales un 70 % (n=21) eran femeninas y un 30 % (n=9) masculinos de la asociación CAIMITO de la provincia de.

Distribución porcentual por género de residentes de Río Congo, Provincia La Chorrera, 2022.

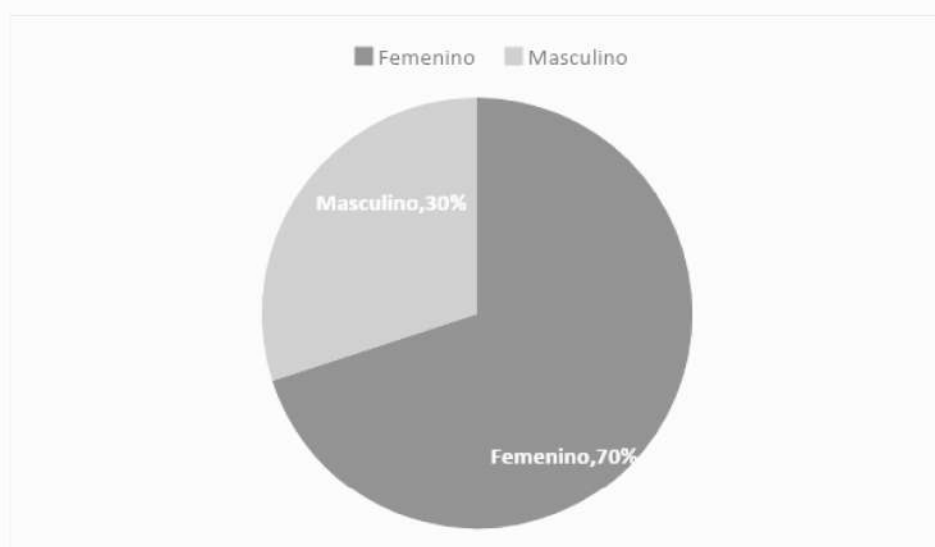
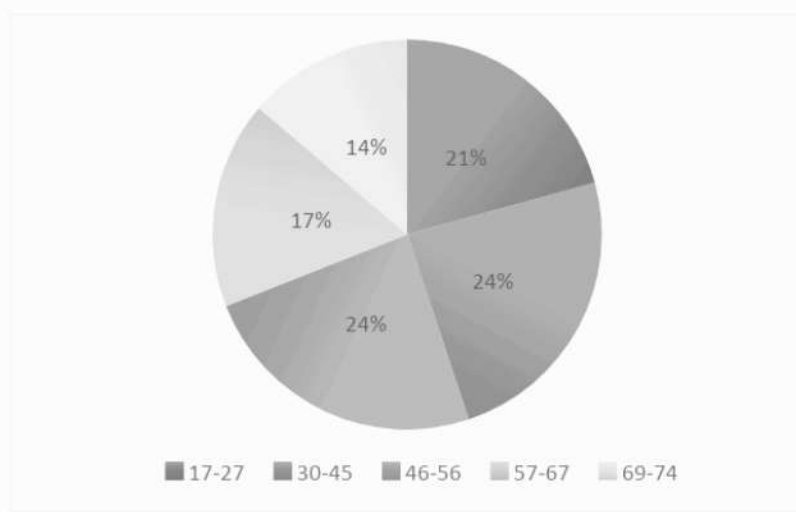


Ilustración 13. Distribución de género en Río Congo.

Fuente: Recopilado durante la investigación.

El estudio incluyó un total de 30 personas en la subcuenca río Congo, de las cuales (gráfica 1) 70 % (n=21) eran femeninos y 30 % (n=9) eran masculinos.



Distribución porcentual por edad de residentes de Río Congo, Provincia La Chorrera, 2022.

La edad promedio presentada por los residentes fue la mínima de 17 años y la máxima de 74 años, en la gráfica se puede apreciar que con un 24 % (n=14) la mayor parte de residentes tiene de 30-45 y 46-56 años.

Distribución porcentual por nivel de escolaridad de residentes de Río Congo, Provincia La Chorrera, 2022.

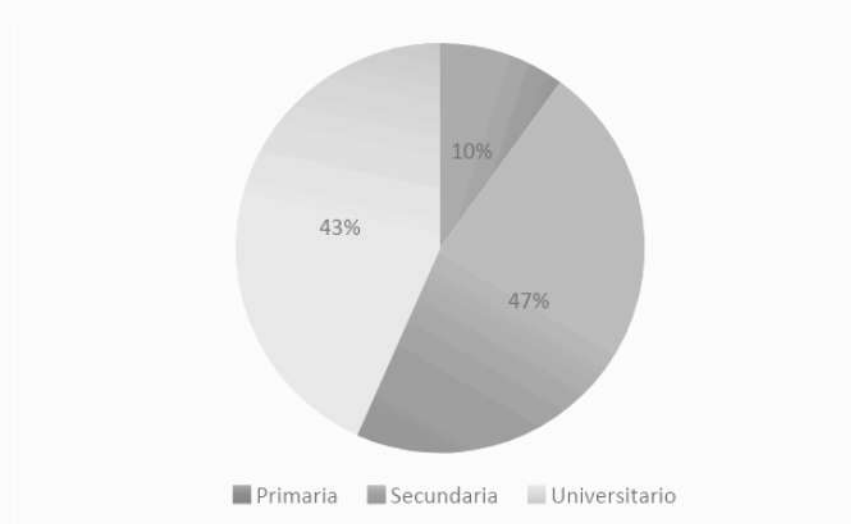
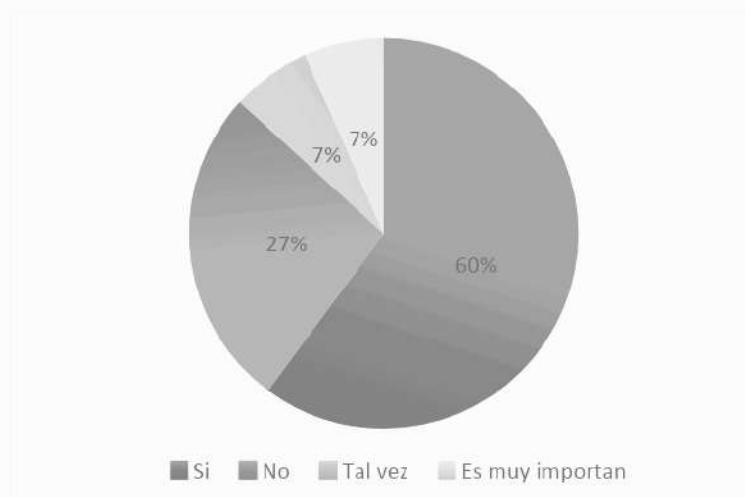


Ilustración 15. Gráfica de la distribución porcentual por nivel de escolaridad de residentes de Río Congo, Provincia La Chorrera, 2022.

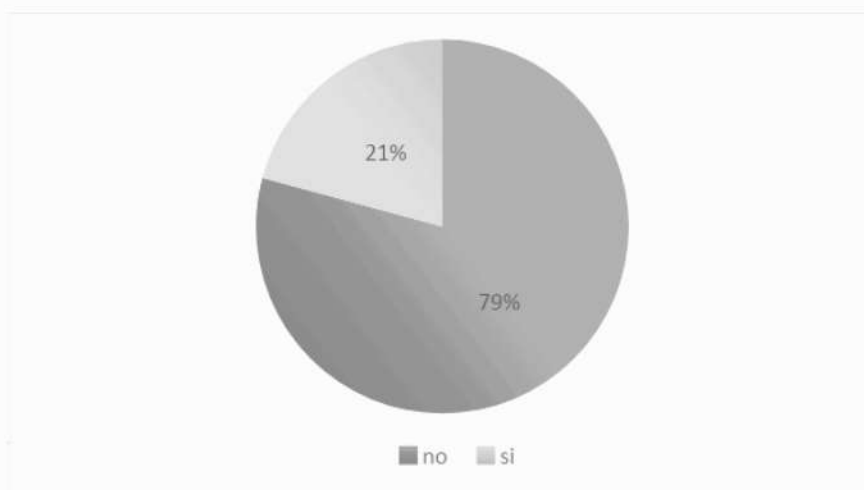
En cuanto a la escolaridad un 10 % (n=3) los residentes contaban con una escolaridad de nivel. Un 43 % (n=13) contaba con un nivel universitario, y el 47 % (n=14) contaba con un nivel secundario.

Distribución porcentual por medio que le ha informado acerca de la importancia del río para esta subcuenca en residentes de Río Congo, provincia La Chorrera, 2022.



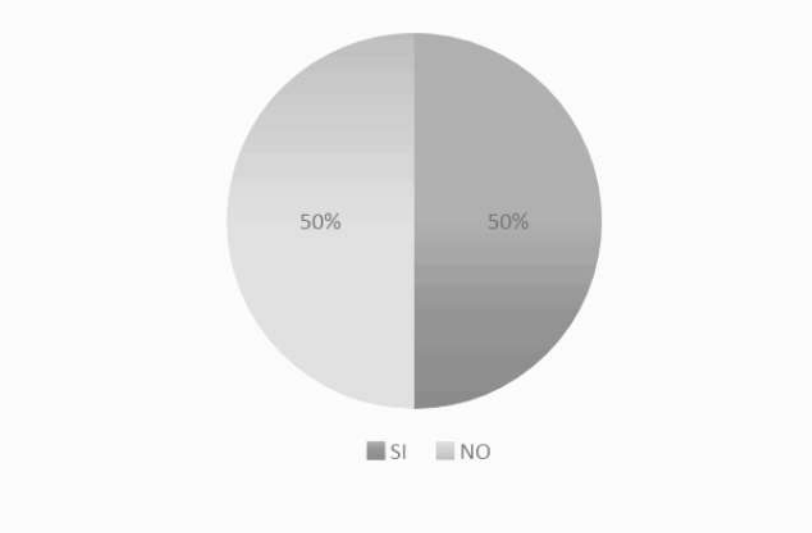
Es posible analizar que un 60 % (n=18) de los residentes en la comunidad sí sabían de la importancia de este río, el 27 (n=8) de los residentes no sabían de la importancia de este río, el 6 % (n=2) informó que tal vez lo sabía y un 7 % (n=2) informaron que es muy importante.

Arrojadas, basura, desechos químicos en el Río Congo, provincia La Chorrera, 2022.



Como se puede observar el 79 % (n=23) admite no arrojar basuras ni ningún tipo de desechos tóxicos al río, y un 21 % (n=6) alega que sí en algún momento lo ha hecho.

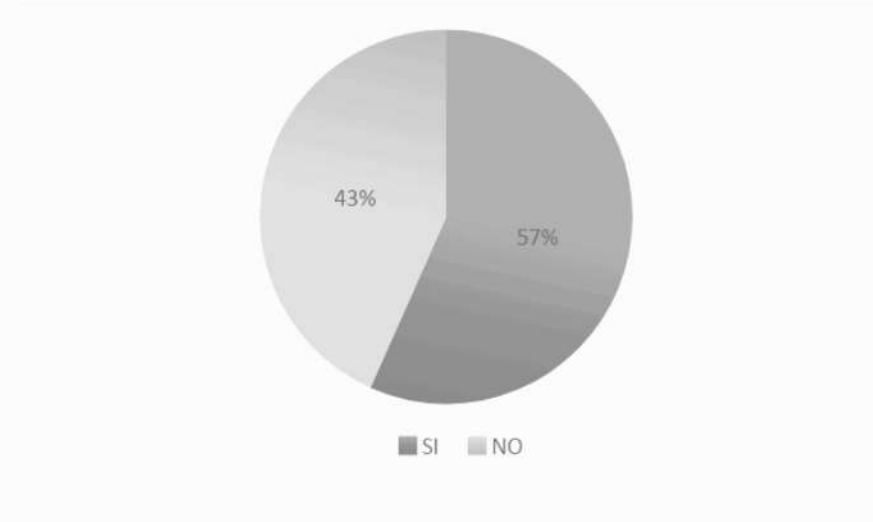
Consideras que con iniciativas junto a las autoridades se puede mejorar el estado del río.



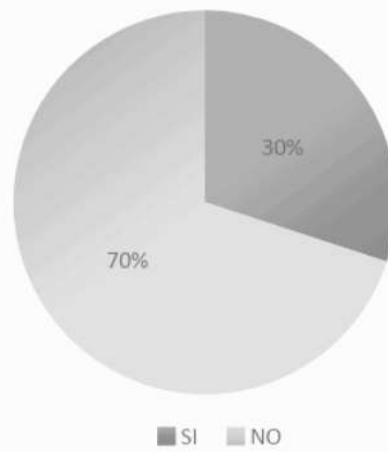
Fuente: Obtenido durante la investigación.

Se puede ver que el 50 % (n=15) de los residentes sí creen que se pueda mejorar el estado del río si se hace algo junto a las autoridades, pero el otro 50 % (n=15) no creen que así mejore el estado del río.

Participarías en talleres o capacitaciones para detener el deterioro ambiental en esta área.



puede
que el
(n=17)
haría,
(n=13)
haría.



Se
analizar
57 %
sí lo
el 43 %
no lo

Se puede analizar que el 70 % (n=21) no ve necesario la implementación de multas, pero un 30 % (n=9) sí lo ve necesario.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El mayor obstáculo que puede ser identificado es que las acciones necesarias son a largo plazo y en nuestro país no corresponden, debido a los cortos períodos para los cuales los gobiernos son electos. Por lo tanto, se tiende a prestar atención a las medidas a corto plazo para mejorar las prácticas del manejo hídrico. La mayoría de las iniciativas se llevan a cabo a nivel técnico solamente. Un apoyo político decisivo es un requisito previo para superar los obstáculos y poder dar el siguiente paso hacia el manejo integrado del agua.

Con este estudio se ha demostrado que el crecimiento poblacional, los proyectos de urbanización y las malas prácticas del desarrollo de industrias ha llevado a la contaminación y pérdidas agropecuarias, llegando a afectar significativamente los ecosistemas de la Subcuenca Río Congo y cuenca Río Caimito (140).

Gracias a esta investigación se logró conocer las condiciones actuales de la subcuenca, de las cuales se debe prestar atención, la conservación de la cuenca 140 depende de la implementación de prácticas sostenibles en sus afluentes.

Finalmente, se resaltó la continua necesidad de facilitar el intercambio de información, no solamente para transferir conocimientos entre científicos, creadores de políticas y tomadores de decisiones, sino también para aumentar el interés y participación del público en general y del sector privado.

RECOMENDACIONES

Para cada iniciativa se consideraron diversas acciones futuras para su implementación.

Entre estas acciones están las siguientes:

- Organizar cursos regionales de capacitación en el área de la potabilización y el tratamiento de aguas, utilizando recursos humanos regionales y metodologías apropiadas de avanzada.

- Apoyar las actividades identificadas en los planes operativos de los comités de Cuencas
- Propiciar encuentros regionales, que permitan uniformar criterios y parámetros relacionados con la calidad del agua.
- Analizar el estado de las leyes que tratan de recursos hídricos y en planes de los gobiernos para la gestión de este recurso.
- Apoyar los esfuerzos de las autoridades nacionales para completar el balance hídrico y el mapa hidrológico.
- Introducir autoridad de cuencas y reglamentos que incluyan el cobro por el uso del recurso
- Efectuar un inventario de leyes y reglamentos que inciden directa o indirectamente en el recurso hídrico para luego identificar convergencias, divergencias y contradicciones, y hacer un esfuerzo por armonizar, jerarquizar, y priorizar las leyes vigentes.
- Elaborar una política hídrica, preferiblemente vinculada a un plan nacional de desarrollo. Se debe dar prioridad a la política hídrica y basar la ley de aguas en ella.
- Apoyar la elaboración de leyes de aguas para sentar las bases jurídico-legales para solucionar pacíficamente las diferencias que se presenten en las cuencas principales o tributarias compartidas, sea por países vecinos o por provincias.
- Elaborar programas de concientización del público y del usuario y de instrucción institucionalizada a nivel primaria.
- Buscar el apoyo técnico y financiero de los organismos de desarrollo internacional al Programa de Desarrollo Fronterizo Centroamericano para las iniciativas existentes, proyectos en ejecución y en gestión.
- Constituir comisiones de trabajo permanentes para el manejo integrado de los recursos hídricos.

- Intercambiar conocimientos y experiencias en la elaboración de acuerdos para el estudio y ejecución de proyectos fronterizos.
- Incentivar a los países a recolectar información hídrica, que les permita tener una base para convenios, acuerdos y tratados de aguas.
- Dar seguimiento y participar en los estudios de cambio climático
- Crear conciencia en la ciudadanía sobre la problemática de la contaminación
- Internalizar el costo de la variable ambiental en la producción para prevenir y mitigar la contaminación.
- Propiciar en toda la región las auditorías ambientales a los productores, industriales y servicios.
- Organizar talleres nacionales para mejorar la capacidad de respuesta de las comunidades en el aprovechamiento del agua.
- Organizar un taller regional dirigido a agricultores, extensionistas y proveedores de insumos agrícolas, dirigido a la utilización eficiente del riego, la no contaminación del agua y diseño de mecanismos de seguimiento sobre prácticas de regadíos, para garantizar que se están dando los cambios deseados.

LITERATURA CITADA

- Autoridad Nacional del Ambiente. Dirección de Gestión Integrada de Cuencas

Hidrográficas (2012) Programa de inversión para la restauración de cuencas hidrográficas prioritarias. Consultoría N°CAF-01-2011.

- Autoridad Nacional del Ambiente. 2009. Política Nacional de Recursos Hídricos. Panamá.
- Álvarez, M. Ramírez, P. & Castro, J (2021) Aspectos Biofísicos y socioeconómicos de la subcuenca del Río Páez, Cartago, Costa Rica. Revista Geográfica de América Central, vol. 2, núm. 6, pp. 170-193.
 - o Doi: [https:// doi.org/10.15359/argac.67-2.7](https://doi.org/10.15359/argac.67-2.7)
 - o Recuperado: <https://www.redalyc.org/journal/4517/451768112007/html/>
- Ávila & Hernández 2003. Programa piloto para la planificación a nivel de subcuenca del río Del Río Congo: Plan de acción. USAID. PA. 43p.
- ANAM (Autoridad del Del Río Caimito). 2010. Informe de calidad de agua de la cuenca del Del Río Caimito 2008-2009. Unidad de Calidad de Agua. Ciudad de Panamá, PA. 173 p.
- ASEP (Autoridad Nacional de Servicios Públicos de Panamá). 2011. Disponible en: <http://www.asep.gob.pa/default.asp>
- Cordon. U, Johnson. W & Cordon, E. (2008) Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la Cuenca de Bilwi Tingni, Puerto Cabezas, RAAN. Ingeniería Agroforestal del recinto URACCAN. [Tesis de apoyo].
- Censos Nacionales 2010. Contraloría General de la República
- CICH (Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Del Río Caimito). 2011. Disponible en: <http://cich.org>
- CICH (Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Del Río Caimito).

2010. Panamá, PA.

- CONAGUA, 2015. Plan Nacional de Seguridad Hídrica FES América Central, 2019. Cambio Climático-Panamá. Disponible: <http://www.fesamericacentral.org/panama/cambio-climatico.html>
- Reglamentación: elementos claves para la gestión comunitaria del agua. Experiencia en siete comunidades de Copán Ruinas, Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Sánchez, I. M (2018) *Análisis Morfológico, Hidrométrico y socioeconómico de la cuenca Río Caimito*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Panamá]. [Tesis de maestría no publicada].

ANEXOS




 Escala 1:50,000

 Proyección Universal Transverse Mercator
 Elipsoide Clarke 1866
 Datum WGS84
 Zona Norte 17

Leyenda

- Poblados
 — Río Congo Longitud 9368.25 m
 — Drenaje
 □ Subcuenca Río Congo 30.12 Km2

Dirección de Seguridad Hídrica 2020



Ilustración 22. Reconocimiento del área de estudio



Ilustración 23. Nacimiento del Río Congo está expuesto a contaminación sin vegetación, a orilla de calles.



Ilustración 24. Continuidad del nacimiento a orilla de casas, sin tomar en cuenta los metros de distancia de la fuente hídrica.



Ilustración 25. Reconocimiento de área en parte alta de la subcuenca con dron



Ilustración 26. Uno de los nacimientos marcaba demasiado cerca de este proyecto de urbanización sin respetar los límites.



Ilustración 27. Dentro de una finca privada se encontró obstrucción del cauce.

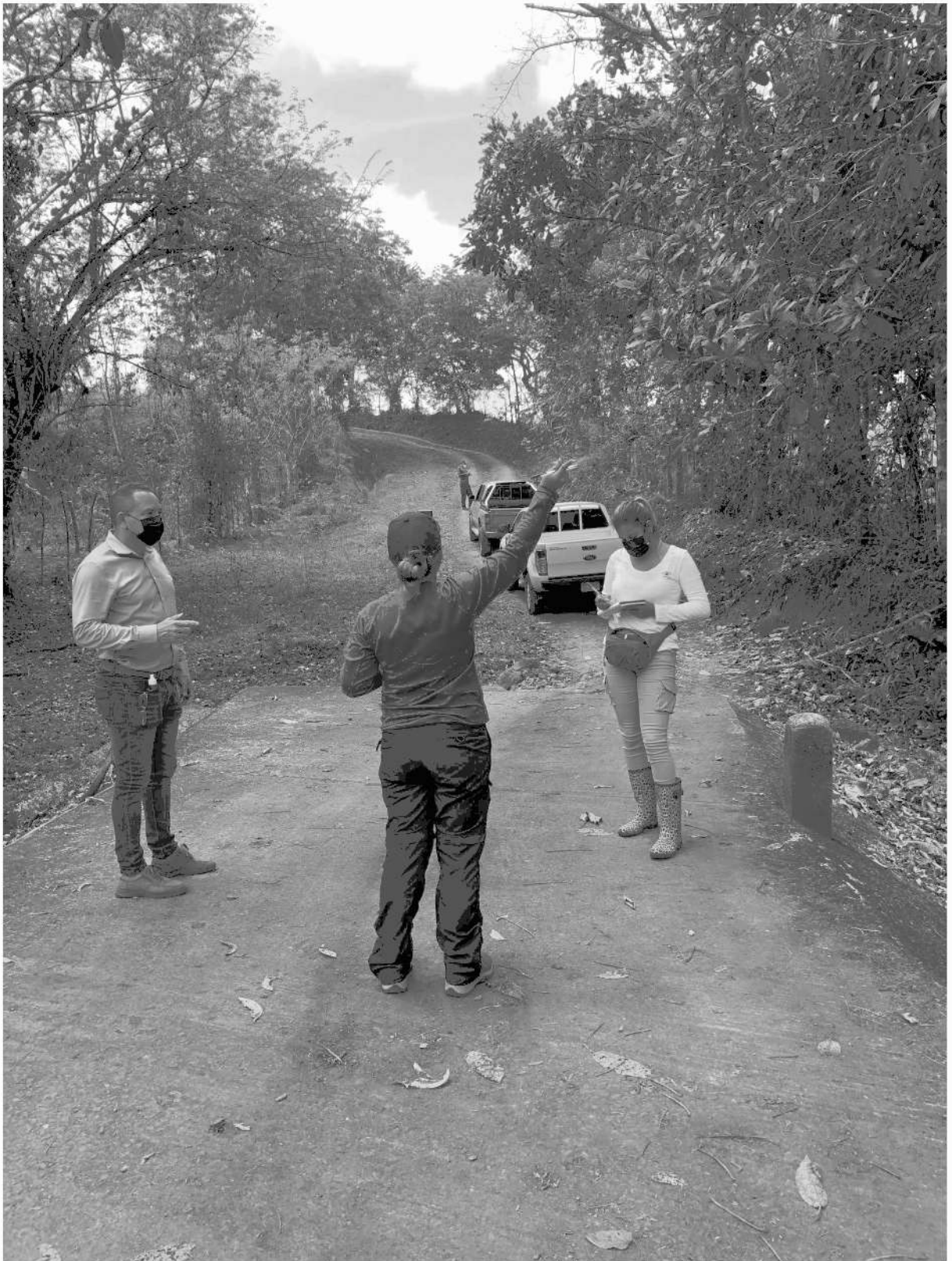


Ilustración 28. Reconocimiento de la parte alta de la subcuenca



Ilustración 29. Reunión con el Representante del Corregimiento El Arado



Ilustración 30. Problemas de erosión, área que próximamente será desarrollada



Ilustración 31. Río Congo es un área donde antes había más ganadería que urbanización.



Ilustración 32 Pérdida de cobertura vegetal al transformarse en barriadas.



Ilustración 33. Se visitó una finca privada conociendo en la parte media el afluente, prácticamente.



Ilustración 34. La parte alta de la subcuenca es para uso agropecuario



Ilustración 35. Pasto mejorado para el consumo del ganado.



Ilustración 36. Quema de la vegetación



Ilustración 37. Desvío de fuentes hídricas





Ilustración 38. Río Congo es un área donde también se siembra mucho la piña



Ilustración 39. Reunión con autoridades competentes para conocer qué planes tiene para el área de estudio.