



Propuesta de modelo para la gestión integrada del recurso hídrico de la cuenca del río Los Esclavos

INFORME FINAL

CARÁTULA

Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas
(nombre del programa universitario de investigación de la Digi)

Propuesta de modelo para la gestión integrada del recurso hídrico de la Cuenca del Río Los
Esclavos

nombre del proyecto de investigación

AP8CU-2021

código del proyecto de investigación

Centro Universitarios de Santa Rosa -CUNSARO- y Centro de Estudios Conservacionistas -
CECON-

unidad académica o centro no adscrito a unidad académica avaladora

Francisco Javier Castañeda Moya
Carmen María Sierra Lemus
Guadalupe García Prado
Edgar Joaquín Gordillo Sajbín

nombre del coordinador del proyecto y equipo de investigación contratado por Digi

Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, 28/02/2022.

lugar y fecha de presentación del informe final dd/mm/año

Contraportada

Autoridades

Dr. Hugo Pérez Noriega
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador del Programa Universitario de Investigación en Ciencias Básicas

Autores

Francisco Javier Castañeda Moya, Coordinador del proyecto
Carmen María Sierra Lemus, Investigadora
Guadalupe García Prado, Investigadora
Edgar Joaquín Gordillo Sajbín, Auxiliar de Investigación

Colaboradores

Ana Silvia Morales, Centro Universitario de Santa Rosa.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2021. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de del código AP8CU-2021 en el Programa Universitario de Investigación Básica.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación



INFORME FINAL

1	Resumen y palabras claves	9
2	Introducción	10
3	Planteamiento del problema	11
4	Delimitación en tiempo y espacio	12
4.1	Delimitación en tiempo	12
4.2	Delimitación espacial	12
5	Marco teórico	14
5.1	Cuenca hidrográfica	14
5.2	Caracterización socioeconómica del uso del recurso hídrico	14
5.2.1	Indicadores demográficos	15
5.2.2	Indicadores de educación	16
5.2.3	Indicadores económicos	18
5.3	Manejo integrado de cuencas hidrográficas	19
5.4	Gobernanza del recurso hídrico	20
6	Estado del Arte	21
6.1	Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)	21
6.2	Gobernanza del agua	23
6.3	Modelos Ecológicos Conceptuales	24
7	Objetivos	26
7.1	Objetivo general	26

7.2	Objetivos específicos	26
8	Hipótesis	26
9	Materiales y métodos	26
9.1	Enfoque de la investigación	26
9.2	Métodos	27
9.2.1	Descripción general de la cuenca	27
9.2.1.1	Definición de las partes de la cuenca	27
9.2.2	Caracterización socioeconómica de los usos del agua en la cuenca.	28
9.2.2.1	Encuesta a los participantes de grupos focales	29
9.2.2.2	Estimación de los hogares para el año 2018	29
9.2.3	Mapeo de actores	30
9.2.4	Identificación de la problemática alrededor del uso del recurso hídrico en el área de estudio.	32
9.2.5	Modelo ecológico conceptual del recurso hídrico dentro de la cuenca.	33
9.2.5.1	Selección de elementos clave	33
9.2.5.2	Componentes del modelo	34
9.2.5.3	Creación del modelo conceptual ecológico con fines de manejo	35
9.2.6	Plan de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos	35
9.3	Recolección de información	36
9.4	Técnicas e instrumentos	37
9.5	Procesamiento y análisis de la información	37
9.5.1	Caracterización de la cuenca	37
9.5.2	Mapeo de actores	37
9.5.3	Problemática	38
9.5.4	Modelo Ecológico Conceptual del Río Los Esclavos	39
9.5.5	Elaboración de Propuesta de Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Los Esclavos	39
10	Resultados y discusión	40
10.1	Descripción general de la cuenca	40
10.1.1	Características generales	40
10.1.2	División administrativa	42
10.1.3	Zonificación de la cuenca	43

10.1.4	Zonas de vida	44
10.1.5	Dinámica Forestal	45
10.1.6	Parte Alta de la cuenca	46
10.1.7	Parte Media de la Cuenca	49
10.1.8	Parte Baja de la cuenca	51
10.2	Caracterización socioeconómica de los usos del agua en la cuenca	53
10.3	Mapeo de actores	68
10.3.1	Actores que tienen influencia en toda la cuenca	69
10.3.2	Mesa técnica del río Los Esclavos	72
10.3.3	Actores en la parte alta	74
10.3.4	Actores en la Cuenca Media	77
10.3.5	Actores en la cuenca baja	80
10.4	Identificación de la problemática alrededor del uso del recurso hídrico	83
10.4.1	Modelo Genérico de la Problemática	83
10.4.2	Contaminación por Beneficios de Café	90
10.4.3	Contaminación por descargas domésticas	91
10.5	Diagnóstico Integrado de la cuenca	91
10.5.1	Cuenca Alta	92
10.5.2	Cuenca Media	110
10.5.3	Cuenca Baja	114
10.6	Modelo conceptual ecológico del recurso hídrico dentro de la cuenca.	117
10.7	Plan de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos	122
10.7.1	Horizonte temporal	122
10.7.2	Objetos de gestión (Targets)	122
10.7.3	Resultados esperados	122
10.7.4	Estrategias	124
10.7.5	Objetivos de manejo	125
10.7.6	Indicadores	126
10.7.7	Matriz de gestión integrada del agua en la cuenca	127
11	Conclusiones	133
12	Recomendaciones	137

13	<i>Referencias Bibliográficas</i>	139
14	<i>Apéndice</i>	143
14.1	Apéndice 1. Formato de Entrevista	143
14.1.1	Acceso y usos del agua	150
14.1.2	Mapeo de actores	152
14.1.3	Problemática del agua	153
14.1.4	Mapeo de agua (Usos de agua)	155
14.2	Apéndice 2. Usos de la tierra en la cuenca	159
14.3	Apéndice 3. Principales actividades económicas en la cuenca	160
14.4	Apéndice 4. Resultados de las entrevistas	162
14.4.1	Caracterización socioeconómica de los participantes	162
14.4.2	Problemática	162
14.4.3	Soluciones:	163
14.4.4	Actores	164
14.4.5	Conflictos	167
15	<i>Aspectos éticos y legales</i>	167
16	<i>Vinculación</i>	167
17	<i>Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual</i>	168
18	<i>Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:</i>	168
19	<i>Orden de pago final</i>	168
20	<i>Declaración del Coordinador del proyecto de investigación</i>	169
21	<i>Aval del director del instituto, centro o departamento de investigación o coordinador de investigación del centro regional universitario</i>	169
22	<i>Visado de la Dirección General de Investigación</i>	170

Índice de figuras

Figura 1. Cuenca y subcuencas del Río Los Esclavos.	13
Figura 2. Cuenca del río Los Esclavos, ubicación y límites político-administrativos.	41
Figura 3. Partes de la cuenca del Río Los Esclavos definidas para el plan de gestión integrada.	43
Figura 4. Zonas de vida dentro de las partes de la cuenca del río Los Esclavos.	45
Figura 5. A. Zonas de vida en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos. B. Dinámica Forestal en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos.....	47
Figura 6. Uso del suelo en la parta alta de la cuenca del río Los Esclavos.	48
Figura 7. A. Zonas de vida en la parte media de la cuenca del río Los Esclavos. B. Dinámica Forestal en la parte media de la cuenca del río Los Esclavos	49
Figura 8. Uso del suelo en la parta media de la cuenca del río Los Esclavos.....	50
Figura 9. A. Zonas de vida en la parte baja de la cuenca del río Los Esclavos. B. Dinámica Forestal en la parte baja de la cuenca del río Los Esclavos	51
Figura 10. Uso del suelo en la parta baja de la cuenca del río Los Esclavos.....	52
Figura 11. Estimación de hogares dentro de la cuenca del río los esclavos 2018	53
Figura 12. Total de hogares por municipio en el año 2018	54
Figura 13. Área urbana y rural de los hogares	55
Figura 14. Fuente principal de obtención de agua	56
Figura 15. Tipo de servicio sanitario dentro de los hogares	58
Figura 16. Conexión a red de drenajes.....	59
Figura 17. Método de eliminación de la basura.....	61
Figura 18. Población e índice de feminidad por municipios	62
Figura 19. Población según autoidentificación étnica	63
Figura 20. Niveles de estudios más altos aprobados.....	64
Figura 21. Población económicamente activa	65
Figura 22. Pobreza por el método de necesidades básicas insatisfechas	67
Figura 23. Actores con influencia en toda la cuenca	69
Figura 24. Actores en la Mesa técnica de la cuenca del río Los Esclavos.....	73

Figura 25. Actores identificados en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos	74
Figura 26. Actores identificados en la cuenca media del río Los Esclavos	77
Figura 27. Actores identificados en la parte baja de la cuenca del río Los Esclavos	80
Figura 28. Diagrama de bucles causales con las dinámicas genéricas y básicas de la problemática en la cuenca del río Los Esclavos.	84
Figura 29. Diagrama de bucles causales simplificado de la problemática en la cuenca del río Los Esclavos	89
Figura 30. Paisaje de la parte alta de la cuenca desde el Cerro Santiago. A la izquierda, la laguna de Ayarza.	92
Figura 31. Montaña El Pacayal, Bosque comunal de Alzatate	94
Figura 32. Pino Dulce (<i>Pinus ayacahuite</i>), en el camino a la comunidad con el mismo nombre	95
Figura 33. Carbonera de encino en el Cerro Santiago	96
Figura 34. Cerro Santiago visto desde Mataquescuintla, Jalapa.....	97
Figura 35. Plantación de café en la aldea Morales.....	98
Figura 36. Valle de San Rafael Las Flores	101
Figura 37. Modificaciones del cauce de la Quebrada El Escobal por la empresa Pan American Silver/Minera San Rafael, que actualmente se encuentra completamente seca.....	103
Figura 38. Bombeo del agua subterránea en los túneles de explotación	106
Figura 39. Valores de arsénico en Laguna de Ayarza	107
Figura 40. Trapiche para procesar panela	108
Figura 41: Estado de Plantas de tratamiento en los afluentes que entran en la cuenca media del Río Los Esclavos	109
Figura 42: Ubicación de plantas de tratamiento.	110
Figura 43: Embalse de la Hidroeléctrica.....	111
Figura 44: Planos del proyecto Hidroeléctrico sobre el Río Los Esclavos.....	113
Figura 45: Aplicación de changos para la pesca en la parte baja de la cuenca.....	116
Figura 46. Modelo conceptual ecológico.....	120
Figura 47. Modelo conceptual de gestión integrada de la cuenca	121
Figura 48. Principales actividades económicas	160

Figura 49. Breve caracterización de los participantes	162
Figura 50: Palabras predominantes en las respuestas de las entrevistas con relación a la problemática de la cuenca del Río Los Esclavos	163
Figura 51: Palabras predominantes en las respuestas de las entrevistas con relación a las soluciones para la problemática de la cuenca del Río Los Esclavos	164
Figura 52: Palabras predominantes en las respuestas de las entrevistas con relación a los actores en la cuenca del Río Los Esclavos	165
Figura 53: Palabras predominantes en las respuestas de las entrevistas con relación a las acciones de los actores en torno al agua en la cuenca del Río Los Esclavos	166
Figura 54: Palabras predominantes en las respuestas de las entrevistas con relación a los conflictos en la cuenca del Río Los Esclavos	167

Índice de Tablas

Tabla 1.	27
Tabla 2	28
Tabla 3	32
Tabla 4	35
Tabla 5	42
Tabla 6	44
Tabla 7	45
Tabla 8	71
Tabla 9	75
Tabla 10	78
Tabla 11	82
Tabla 12	103
Tabla 13	104
Tabla 14	117
Tabla 15	117
Tabla 16	118

Tabla 17	119
Tabla 18	122
Tabla 19	124
Tabla 20	125
Tabla 21	126
Tabla 22	127
Tabla 23	159
Tabla 24	168

1 Resumen y palabras claves

La Cuenca del Río Los Esclavos está clasificada como una cuenca con disponibilidad de agua, sin embargo, se proyecta una pérdida del 30% de disponibilidad hídrica en los próximos 30 años, y en el presente una gran parte de la población no tiene acceso total o parcial a este recurso. A lo largo de la cuenca se encuentran diferentes amenazas a la biodiversidad y al sistema hidrológico que tienen relaciones complejas con las condiciones de vida de la población, los intereses económicos en la región, y las instituciones gestoras que son necesarios de entender y abordar para una gestión sostenible del agua en el territorio. Esta investigación explora la Cuenca del Río Los Esclavos desde una mirada integradora de los elementos sociales, económicos, ambientales y ecológicos para entender el entramado de problemáticas y presentar una propuesta de gestión integrada de recursos hídricos. Los métodos utilizados fueron una caracterización socioeconómica de la cuenca, mapeo de actores, modelación participativa de diagramas de bucles causales, y el desarrollo de un modelo ecológico conceptual; esto a través de fuentes secundarias, visitas al territorio y talleres con actores clave. Esta mirada sistémica permite caracterizar la interrelación del ciclo hidrológico en la cuenca con todo lo que habita en el territorio y cómo los actores están organizados alrededor de este, así como las causas de fondo a las problemáticas socioambientales existentes en el territorio.

Palabras clave: problemáticas socioambientales, modelo ecológico conceptual, pensamiento sistémico, mapeo de actores, modelo participativo, gestión integrada de recursos hídricos

Abstract and keywords

Los Esclavos River Basin is classified as a basin with water availability; however, a 30% loss of water availability is projected in the next 30 years, and at present a large part of its human population does not have full or have partial access to this resource. Throughout the basin there are different threats to biodiversity and the hydrological system that have complex relationships with the living conditions of the population, the economic interests in the region, and the management institutions that are necessary to understand and address for a sustainable management of water in the territory. This research explores the Los Esclavos River Basin from

an integrative view of the social, economic, environmental, and ecological elements to understand the network of problems and present a proposal for integrated management of water resources. The methods used were a socioeconomic characterization of the basin, stakeholder mapping, participatory modeling of causal loop diagrams, and the development of a conceptual ecological model; this through secondary sources, visits to the territory and workshops with key actors. This systemic view allows us to characterize the interrelation of the hydrological cycle in the basin with everything that inhabits the territory and how the actors are organized around it, as well as the underlying causes of the socio-environmental problems existing in the territory.

Key words: social-environmental problems, conceptual ecological model, systems thinking, stakeholder mapping, participative modelling, integrates water resource management

2 Introducción

La gestión racional del agua es considerada como una prioridad para asegurar tanto la calidad de vida de las personas y como el desarrollo de una sociedad; sin embargo, los recursos hídricos en general sufren una acelerada degradación debido a múltiples factores entre los que se encuentra cambio climático, actividades humanas que generan contaminación, degradación y pérdida de ecosistemas y desastres ocasionados por fenómenos naturales, entre otros (Báez, 2014). Para el caso de Guatemala, la falta de una Ley de Aguas que regule y asegure el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico, además de la falta de planes de gestión y la participación de la población en la toma de decisión sobre como este recurso es aprovechado no solo exacerba la situación de desigualdad al acceso de este recurso sino también la degradación de los ecosistemas asociados. Cabe mencionar que no es solamente un tema de carencia de normativa, sino que la que existe es ineficaz y requiere de ser modificada (Siguí, 2016), como el caso del Acuerdo Gubernativo 236-2006 “Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos” que más pareciera un permiso para contaminar.

Con relación al agua en Guatemala, oficialmente se reconocen 38 cuencas hidrográficas distribuidas en tres vertientes (Golfo de México, Pacífico, y Atlántico o Caribe) y se estima que la calidad del agua es muy baja, siendo contaminada principalmente por descargas de los municipios,

actividades agropecuarias, industrias y agroindustrias. De igual forma, existe poca información específica sobre el volumen de los distintos usos por cuenca.

Para la Cuenca del Río Los Esclavos muy poco se conoce sobre el aprovechamiento de este recurso, pese a que una población alrededor de más de 52,000 personas se encuentra asentada a lo largo de la cuenca (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), 2004), y por ende dependen de los bienes y servicios que de esta derivan. Recientemente, Rosales Alconero (2018) realizó una caracterización hidrográfica de la Cuenca del Río Los Esclavos en la cual se concluye que previo a establecer un plan de gestión para la cuenca, debe generarse datos socioeconómicos más exhaustivos que logren identificar cual es el uso actual del recurso hídrico.

Asimismo, para fortalecer la gobernanza sobre el uso de este recurso debe plantearse un modelo participativo que brinde los espacios de diálogo para generar un Plan de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de la Cuenca (PGIRH), el cual pueda ser consensuado entre los actores. El PGIRH a criterio de Caire (2008) plantea los siguientes desafíos: a) alcanzar la colaboración de todos los actores implicados, y b) planificar la actividad humana de acuerdo al contexto natural sobre el cual se desenvuelven, logrando una armonía entre desarrollo y protección de la matriz ambiental.

3 Planteamiento del problema

Guatemala es considerada como un país con abundante recurso hídrico, sin embargo, ha avanzado muy poco en su manejo integral debido a la falta de certeza jurídica, falta de políticas y planes consistentes, claros y de largo plazo (Global Water Partnership Central America, 2015). A lo largo de la Cuenca del Río Los Esclavos, existe una fuerte demanda de este recurso, y en relación a su problemática se ha reportado lo siguiente (Rosales Alconero, 2018): (a) el territorio se encuentra en conflicto de sobreuso en el 38.41% de la cuenca; (b) la calidad del agua del río presenta valores no apropiados en al menos cinco parámetros; (c) se carece de un ente que coordine la gestión a nivel de toda la cuenca; y (d) existe centralización de servicios e instituciones en la cabecera departamental de Santa Rosa, Cuilapa, departamento en el que se encuentra la mayoría de la cuenca.

La situación anteriormente descrita, además de la poca participación de la población local en el proceso de toma de decisiones sobre el recurso hídrico, la limitada información en cuanto a cuáles son los usos, quiénes son los usuarios, los montos aprovechados y los límites ecosistémicos del aprovechamiento y distribución de beneficios exacerba la situación de desigualdad en el acceso a este recurso. También se ha documentado que en diversos casos el agua dulce ya no llega a las zonas costero marinas debido al desvío de ríos para riego agrícola y su uso en fincas ganaderas. Esta situación, afecta los flujos de agua dulce, nutrientes y sedimentos de los que dependen los ecosistemas estuarinos en las zonas costeras, sistema ecológico de los cuales depende un grupo importante de pobladores locales (Castañeda Moya et al., 2014).

En este sentido, se torna vital tener un planteamiento de gobernanza local sobre el recurso hídrico de la cuenca, sin embargo, para operativizar cualquier mecanismo de gobernanza se requiere generar información socioeconómica a nivel local que contribuya a una mejor comprensión de cómo es utilizado este recurso. Rosales Alconero (2018) caracterizó la Cuenca del Río Los Esclavos de manera hidrogeográfica, estudio mediante el cual concluye que para plantear un plan de manejo integral del recurso hídrico de la cuenca se requiere generar información exhaustiva sobre las condiciones socioeconómicas e institucionales, los usuarios del recurso, los impactos y beneficios que derivan de este recurso.

4 Delimitación en tiempo y espacio

4.1 Delimitación en tiempo

La ejecución de la investigación se llevó a cabo desde febrero del 2021 a febrero del 2022.

4.2 Delimitación espacial

El área de estudio comprende la Cuenca del Río Los Esclavos (Figura 1), esta tiene una extensión de 229,911.78 ha, atraviesa los departamentos de Guatemala con el 6.52% del área total de la cuenca, Jalapa con el 4.15%, Jutiapa con 11.13% y Santa Rosa con el 78.19% del área total de la cuenca. Presenta 668 poblados y una población de 280,885 personas (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), 2004) citado por Barrios (2013). La precipitación es de 1,155

mm/año, la evapotranspiración es de 1,685 mm, la escorrentía de 488 mm; la erosión es de 66.07 ton/ha/año; y tiene una disponibilidad anual de agua de 2,103 millones de metros cúbicos (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2007). La degradación de la cuenca se estima alta para 64,468.6 ha (74.3%), media para 22,299 ha (25.7). Con una disponibilidad anual de agua de 2,103 millones de m³ (IARNA, 2004 y 2006) citado por Barrios (2013).

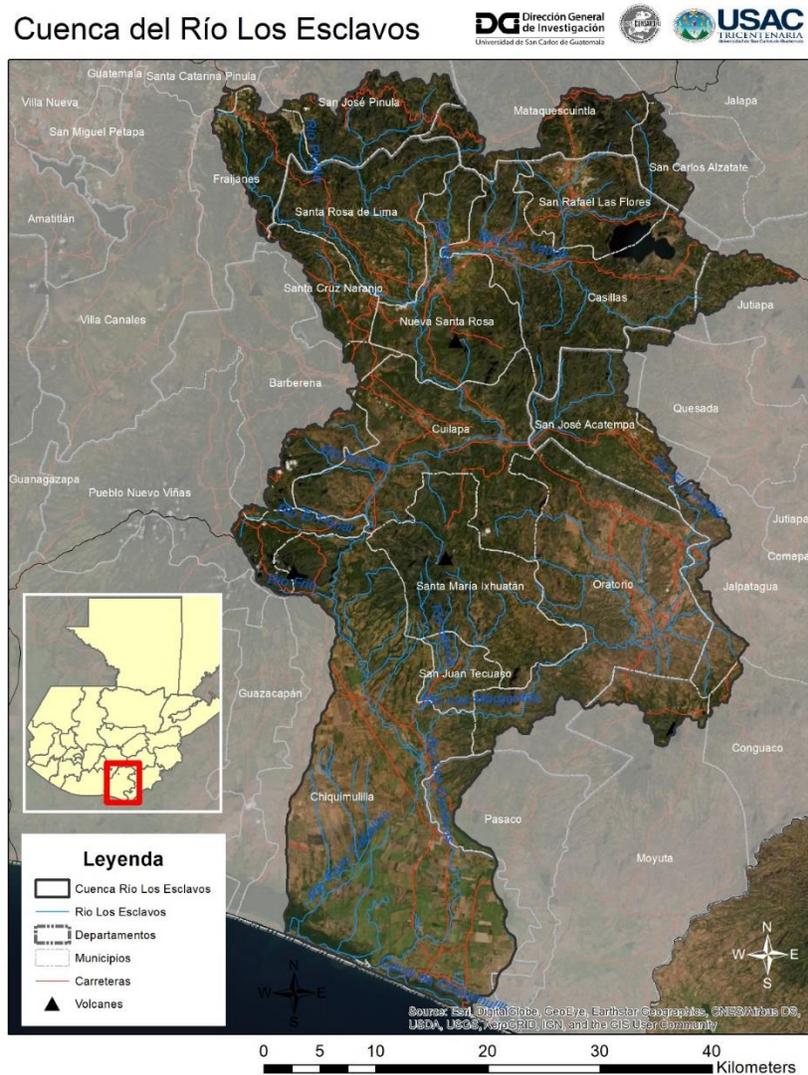


Figura 1. Cuenca y subcuencas del Río Los Esclavos.

Fuente: Elaboración propia

5 Marco teórico

5.1 Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica ha sido definida como “*la unidad física natural en la cual todas las tierras drenan hacia un mismo curso o cuerpo de agua*” (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [Subdere] & Comisión Económica para América Latina y el Caribe [Cepal], 2013, p.12). Es un sistema compuesto de diversos componentes (político, legal, físico, biológico, económico, cultural, institucional, tecnológico y productivo) que debido a sus interrelaciones funcionan como un conjunto único e inseparable ((Subdere) & (Cepal), 2013; Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), 2002; Jiménez-Otárola & Benegas-Negri, 2019).

En la cuenca, el agua se convierte en el elemento integrador de los distintos componentes y la conecta en su totalidad, desde la parte alta hasta la desembocadura al cuerpo de agua principal, que puede ser el mar; de igual forma también están conectados los impactos, ya sea que ocurran en la parte alta afectarán a las partes media y bajas ((Subdere) & (Cepal), 2013; Jiménez-Otárola & Benegas-Negri, 2019).

5.2 Caracterización socioeconómica del uso del recurso hídrico

La caracterización socioeconómica es un conjunto de indicadores de índole social y económico, mientras la caracterización económica de los usos del agua consiste en (Martin-Ortega, Gutiérrez-Martín, & Berbel, 2008): (a) la identificación de las presiones de las acciones humanas sobre los cuerpos de agua; (b) la caracterización de los usos y servicios del agua en las cuencas hidrográficas por cada sector de la economía, tales como uso recreativo, agricultura, usos domésticos, industria, hidroenergía, etc.; y (c) el establecimiento de áreas de conservación para asegurar bienes y servicios ecosistémicos.

Los factores socioeconómicos afectan a la toma de decisión de las personas al momento de adoptar tecnologías para la conservación del agua (Jha, Kaechele, & Sieber, 2019). Refiriéndose al estado socio económico de las personas es importante recordar que operacionalizar el concepto es una

tarea difícil, la diferencia entre usar unos indicadores y no otros recae principalmente en los objetivos de la investigación (Broer, Bai, & Fonseca, 2019). Algunos indicadores se presentan a continuación:

“**Demografía:** composición, número de familias, tasa de crecimiento poblacional, migración, datos históricos, etc. ... **Educación:** Alfabetismo, preescolar, escuelas, colegios, etc. **Vivienda:** Población con vivienda, tipos de vivienda, programas de vivienda, etc. **Infraestructura vial y de transporte:** Medios de transporte interno, medios de transporte externos a la cuenca, calidad y frecuencia de los servicios. **Uso de agua:** Agua de consumo humano, agua para generación hidroeléctrica, agua para riego, agua para recreación, agua para ecoturismo. ... **Empleo e ingresos:** Principales fuentes de empleo e ingresos, tendencias del mercado laboral. ...” (Alconero, 2018, p. 9) citando a (Jiménez, 2007).

5.2.1 Indicadores demográficos

La demografía es la descripción (estudio) de la población o de algún pueblo. Entre sus principales indicadores demográficos se resumen a continuación:

- Crecimiento total anual: Es el incremento medio anual total de una población, vale decir el número de nacimientos menos el de defunciones, más el de inmigrantes y menos el de emigrantes, durante un determinado período.” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), 2021, p. 1)
- Edad mediana de la población: “Es un indicador de la distribución por edades de las tasas de fecundidad que se calcula como el producto de las edades medias de cada intervalo quinquenal por las tasas de fecundidad respectivas, dividido por la suma de las tasas.” (Cepal, 2021, p. 1)
- Índice de envejecimiento de la población: “Es el cociente entre la población 65 años y más y la población de menores de 15 años. En estudios sobre envejecimiento poblacional suele utilizarse como el cociente entre la población 60 años y más y la población de menores de 15 años.” (Cepal, 2021, p.1)

- Población urbana y rural: “Se han considerado como población urbana a aquellas que residen en áreas urbanas. El concepto de área urbana es determinado según criterios que suelen ser diferentes entre países y en el tiempo.” (Cepal, 2021, p. 2)

“Área urbana hace referencia a las ciudades, villas, pueblos (cabeceras departamentales y municipales), lugares poblados que tienen la categoría de colonia o condominio y a los mayores de 2,000 habitantes, siempre que el 51% o más de los hogares disponga de alumbrado con energía eléctrica y de agua por tubería (chorro) dentro de sus locales de habitación (viviendas). Al igual que en los censos anteriores, todo el municipio de Guatemala se incluyó como área urbana.” (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019, p. 39).

- Relación dependencia demográfica:
“Es la medida comúnmente utilizada para medir la necesidad potencial de soporte social de la población en edades inactivas por parte de la población en edades activas. Es el cociente entre la suma de los grupos de población de menos de 15 y de 65 y más años y la población de 15 a 64 años. En estudios sobre envejecimiento poblacional suele utilizarse como el cociente entre la suma de los grupos de población de menos de 15 y de 60 y más años y la población de 15 a 59 años.” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), 2021, p. 2)

5.2.2 *Indicadores de educación*

Los indicadores de educación se definen según el Ministerio de Educación (2020) como se presentan a continuación:

- Analfabetismo:
“Se entiende por "analfabetismo absoluto" la persona que no sabe leer y escribir, y por "analfabetismo funcional" aquella persona que sabiendo leer no es capaz de comprender lo que lee. Existen dos parámetros para medir el analfabetismo: a partir de los 10 años (recomendado por la UNESCO) o a partir de los 15 años de edad (potencialmente puede formar parte de la fuerza de trabajo). El propósito de hacerlo así es considerando que hasta

esas edades la persona todavía tiene oportunidad de aprender a leer y escribir en las escuelas de educación formal.” (Ministerio de Educación (Mineduc), 2020, p. 1)

- Educación preprimaria: “Es el nivel educativo destinado a la formación integral del niño, previo a su ingreso a la escuela primaria. Esta se divide en Preprimaria Bilingüe y Preprimaria párvulos.” ((Mineduc), 2020, p. 1)
- Año de estudio: “Es cada uno de los "escalones" del ciclo escolar que corresponde a la educación escolarizada, y abarca la instrucción que generalmente se realiza durante un año escolar. En algunos niveles es el equivalente al término "grado".” ((Mineduc), 2020, p. 3)
- Educación preprimaria: “Es el Nivel Educativo destinado a la formación integral del niño, previo a su ingreso a la escuela primaria. Esta se divide en Preprimaria Bilingüe y Preprimaria párvulos.” ((Mineduc), 2020, p. 5)
- Educación primaria:
“Es la etapa básica del proceso educativo sistemático que todo guatemalteco (a) tiene el derecho y el deber de recibir, con una duración no inferior a seis años (o cuatro si se trata de primaria de adultos), tanto en el medio urbano como el rural. La educación primaria debe cumplir una función formativa general, en el sentido de estimular el desenvolvimiento de la personalidad del educando. Carece, por tanto, de todo carácter de especialización.” ((Mineduc), 2020, p. 5)
- Ciclo básico: “Es el primer Ciclo del Nivel Medio, se llama también, de Cultura General, comprende tres grados.” ((Mineduc), 2020, p. 5)
- Ciclo diversificado:
“Es el segundo Ciclo del Nivel Medio y se realiza en uno, dos o tres años, al término de los cuales los alumnos(as) que aprueban sus estudios obtienen un diploma o título de acuerdo con la carrera seleccionada. Comprende planes diferenciados que lo preparan tanto para los estudios superiores, como para la formación de profesionales de nivel medio.” ((Mineduc), 2020, p. 5)
- Educación media o nivel medio: "Comprende dos ciclos: Ciclo de Educación General o Básica, con tres años de duración y el Ciclo Diversificado que se puede hacer de dos, tres y hasta cuatro años." ((Mineduc), 2020, p. 5)

- Educación superior universitaria “La educación superior corresponde al tercer nivel de educación y se imparte en las universidades y centros de estudio, en donde se exige como condición mínima al estudiante haber completado satisfactoriamente el nivel medio.” ((Mineduc), 2020, p. 5)
- Grado: "Son las diferentes etapas o escalones que comprende cada nivel educativo y cuya duración es de un año lectivo." ((Mineduc), 2020, p. 6)

5.2.3 *Indicadores económicos*

Los indicadores económicos presentados a continuación son las definiciones oficiales utilizadas para la encuesta nacional de empleo e ingresos ENEI para el año 2019, esta es realizada por el INE y algunas de sus definiciones se presentan a continuación:

- Población en edad de trabajar (PET): “Es aquella población que esta apta, en cuanto a edad para ejercer funciones productivas. Específicamente sería todas las personas mayores a 15 años, en un plano internacional y mayores a 10 años en el plano nacional.” (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019, p. 38)
- Población económicamente activa (PEA): “Son todas las personas de 15 años o más que realizan algún tipo de actividad económica, y las personas que están disponibles para trabajar y realizan gestiones para encontrar un trabajo. Incluidas además las personas que no buscaron trabajo activamente por razones de mercado, pero estaban dispuestas a iniciar un trabajo de forma inmediata.” (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019, p. 38)
- Población económicamente inactiva (PEI): “Comprende a las personas de 15 años o más, que durante el periodo de referencia no tuvieron ni realizaron una actividad económica ni buscaron hacerlo en el último mes a la semana de levantamiento. Las personas menores de 15 años al no cumplir con la edad especificada para la medición de la fuerza de trabajo se consideran como personas no económicas activas.” (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019, p. 38)
- Población ocupada (PO): “Personas de 15 años o más, que durante la semana de referencia hayan realizado durante una hora o un día, alguna actividad económica, trabajando en el período de referencia por un sueldo o salario en metálico o especie o ausentes

temporalmente de su trabajo; sin interrumpir su vínculo laboral con la unidad económica o empresa que lo contrata, es decir con empleo, pero sin trabajar.” (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019, p. 38)

- Población desocupada (PD): “Personas de 15 años o más, que, sin estar ocupados en la semana de referencia, buscaron activamente un trabajo y tenían disponibilidad inmediata.” (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2019, p. 38)
- La pobreza bajo el enfoque de las necesidades básicas insatisfechas se define desde un enfoque directo, relaciona el bienestar con el consumo efectivamente realizado por las personas y lo compara con una canasta mínima que satisfacen necesidades (Fresneda, 2007).

5.3 Manejo integrado de cuencas hidrográficas

El manejo integral de cuencas hidrográficas (MICH) se define como un marco teórico que asiste a la planificación integrando una visión e interpretación particular del territorio. Más que una meta, implica un proceso o un camino para el estudio o gestión de la relación entre las personas y su entorno tomando al agua como común denominador (Musálem-Castillejos, Cámara-Córdova, Laino-Guanes, González-Espinosa, & Ramírez-Marcial, 2014).

El manejo integrado de la cuenca debe considerar (Jiménez-Otárola & Benegas-Negri, 2019): (a) el enfoque ecosistémico; (b) la función integradora del agua en el territorio de la cuenca; (c) las relaciones causales de su problemática y de las posibles respuestas a esta; (d) las interacciones entre las distintas partes de la cuenca (alta, media, baja y zona costero marina cuando aplique; y (e) la identificación de oportunidades y potencialidades.

En general los planes de Manejo Integral de Cuenca son procesos de gestión con el objeto de establecer acciones para mitigar los impactos que afectan negativamente la integralidad de la cuenca, generados por la actividad humana. Las principales directrices de los planes de manejo de cuencas se encaminan hacia (Caire, 2008): a) mejorar el aprovechamiento de los recursos

naturales; b) evitar y controlar la contaminación del agua; y c) protección y restauración de ecosistemas.

Asimismo, los planes de manejo de cuenca emplean como subunidades de planeación, implementación y estudio a las subcuencas y microcuencas (Caire, 2008). El enfoque de microcuenca ha demostrado que existen elementos positivos para promover procesos efectivos de gobernanza en la gestión integral de la misma (Trujillo & La Puente, 2017).

5.4 Gobernanza del recurso hídrico

Las Instituciones y Gobernanza, son considerados como uno de los cuatro impulsores indirectos de cambio de la diversidad biológica a nivel global, junto con los aspectos demográficos y socioculturales, tecnológicos y económicos, y conflictos y epidemias (Díaz et al., 2020). Por lo tanto, el entendimiento de los distintos modelos de gobernanza que ocurren en un lugar determinado es fundamental para abordar la gestión de la biodiversidad, áreas protegidas y el agua.

La gobernanza ha sido definida como “una serie de cambios que se han dado entre el gobierno y la sociedad para reconstruir el sentido y la capacidad de dirección de ésta última y su relación con el medio ambiente” (Domínguez Serrano, 2011, p. 8). Asimismo, la gobernanza es un concepto dinámico que tiene que ver con “los procesos y mecanismos de interacción entre los actores gubernamentales y no gubernamentales” (Domínguez Serrano, 2011, p. 8). La misma autora, señala que la gobernanza tiene que ver también con una mayor influencia y participación en las decisiones que los actores no gubernamentales han obtenido en: (a) los temas públicos, (b) orientación e implementación de políticas y servicios públicos, (c) nuevos modelos de asociación y coordinación de la institucionalidad pública con las organizaciones no gubernamentales en la prestación de servicios y en la ejecución de políticas públicas en torno al agua.

La gobernanza, en el contexto del recurso hídrico también se describe como la habilidad de una sociedad de proveer bienes y servicios de buena calidad, sostenibles, eficientes y equitativos, a sus miembros; y por el otro, los instrumentos para que esa misma gobernanza sea posible (Solanes, 2015).

Cuando se tiene una institucionalidad gubernamental con carencias en la efectividad organizacional, institucionalidad débil, y dependientes de las lógicas político partidarias, es difícil suponer que por sí solas puedan gestionar lo público (Zurbriggen, 2011), motivo por el cual se ha volteado a ver a las formas no gubernamentales de gobernanza en el esfuerzo de abordar los problemas públicos (Howlett & Ramesh, 2014). En este sentido se espera entonces que la participación de otros actores además de los gubernamentales, ya sean sociales o privados, será necesaria; asimismo, cuando en el país existen formas de gobernanza distintas a la estatal, y que han mostrado ser exitosas en la conservación de bosques, su comprensión, análisis y fomento es un imperativo.

6 Estado del Arte

6.1 Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)

La gestión integrada del agua (GIRH) ha pasado por un proceso de evolución que ha implicado diversos cambios de paradigma; durante la época de postguerra se estableció el paradigma de la “ingeniería”, el cual era tecnocrático y no tomaba en cuenta los impactos ambientales ni sociales, por lo que al surgir una mayor preocupación por estos temas durante las décadas de los años 70 y 80 se empiezan a buscar nuevas formas de gestionar el agua (Fritsch & Benson, 2020). Los mismos autores señalan que tanto a partir de la Conferencia sobre Agua y Ambiente de Dublín en 1992 y durante la conferencia de Naciones Unidas en Mar del Plata en el año de 1997 ocurre un nuevo cambio de paradigma en la GIRH al reconocerse la importancia de los aspectos sociales y ambientales en la planificación de cuencas y de la participación pública en la toma de decisiones.

A partir de esta evolución es que se llega a lo que actualmente se consideran como los cuatro pilares de la GIRH (Samekto, 2016): (a) el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, y esencial para el desarrollo, el ambiente y para mantener la vida sobre el planeta; (b) la gestión del agua debe ser participativa, tomando en cuenta a usuarios, planificadores y formuladores de política a todos los niveles; (c) la mujer juega un papel fundamental en la provisión, salvaguarda y manejo del agua; y (d) el agua posee un valor económico y debe reconocerse como un bien económico.

Actualmente, la GIRH es considerada como el enfoque de manejo del agua más conocido y ha sido oficialmente incorporado a los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), en la meta 6.5 que pretende que para el 2030 se implementen procesos de gestión integrada de recursos hídricos a todo nivel (Galvez & Rojas, 2019). Sin embargo, todavía hay críticas a la GIRH porque se sugiere que sigue teniendo un enfoque de arriba-hacia abajo, tecnocrático, alejado de las necesidades sociales, capacidades económicas y técnicas de países en desarrollo, y no pone suficiente énfasis en las colaboraciones necesarias entre los actores para la implementación de los planes (Al-Saidi, 2017; Fritsch & Benson, 2020; Samekto, 2016)

Posiblemente algunas de las tendencias a futuro de la GIRH podrían ser las siguientes: (a) migrar hacia el enfoque del nexo agua-energía-alimento (Fritsch & Benson, 2020); (b) ir más allá del enfoque “hidro céntrico” de la GIRH y enfatizar más en los aportes que la GIRH tiene sobre otros ODS como eliminar la pobreza, proveer energía limpia, protección de ecosistemas terrestres, combate al hambre y cambio climático, etc. (Benson, Gain, & Giupponi, 2020); (c) énfasis en los procesos de colaboración entre los distintos actores para implementar los planes de GIRH (Samekto, 2016).

Para el caso de Guatemala, el manejo integrado de cuencas puede agruparse en tres períodos (UICN, 2009): a) período de finales de los años ochenta; b) período post-Mitch; y c) La época actual. Para UICN (2009) el período de los años ochenta se caracteriza por: a) una mayor intervención estatal directa en la formulación y ejecución de proyectos; b) énfasis en el enfoque físico-conservacionista; c) enfoque sectorial y particular.

El período post-Mitch se caracteriza por (UICN, 2009): a) la incorporación de aspectos sociales y económicos con orientación más participativa de comunidades locales; b) reconocimiento del agua como elemento integrador de la cuenca y como indicador del estado de la cuenca hidrográfica; c) mayor entendimiento de las relaciones causales en las cuencas y de la alta vulnerabilidad de las poblaciones humanas dentro de las cuencas ante fenómenos hidrometeorológicos; y d) empleo de

orientaciones con mayor integralidad, multidisciplinariedad y multisectorialidad para abordar la problemática de las cuencas en el país.

En cuanto al período actual, UICN (2009) plantea que se caracteriza por: a) enfoque de trabajo hacia las microcuencas; b) promoción de la figura administrativa de los Consejos de Microcuenca, Subcuenca y Cuenca, como responsables de la identificación de la problemática, planteamiento de soluciones y ejecución de planes de manejo.

6.2 Gobernanza del agua

El desarrollo del concepto de gobernanza ha permitido abordar de una mejor manera el proceso de toma de decisión que ocurre por un grupo amplio de actores con intereses que pueden ser divergentes y que ocurre en un territorio determinado. Asimismo, como lo establece el Banco Mundial (2018, p. 2) en cuanto al abordaje de los desafíos que enfrentan los países en desarrollo, “es preciso replantearse el proceso de interacción entre actores estatales y no estatales para formular y aplicar las políticas”.

Actualmente, en la gobernanza del agua se reconocen 4 dimensiones que deben ser entendidas y abordadas a la hora de planificar el recurso hídrico (Domínguez Serrano, 2011):

- a) Política: plantea la creación de espacios de discusión con los actores involucrados, a distintos niveles y escalas que reflejen la realidad sociocultural.
- b) Económica: involucra la eficiencia y recuperación de costos sin menoscabo de los objetivos sociales y ambientales, la implementación de incentivos que fomenten prácticas adecuadas de aprovechamiento y el empleo de instrumentos económicos que busquen la sostenibilidad financiera de largo plazo del sector.
- c) Social: busca un acceso equitativo de los recursos hídricos, sobre todo en un continente tan desigual como América; de igual forma, busca empoderar a los más vulnerables asegurando su participación en espacios públicos de participación.
- d) Ambiental: plantea un enfoque integrado que vincule los sistemas hídricos con los sistemas ambiental y social.

Al igual que en otras esferas de la institucionalidad pública, para la gestión de los recursos hídricos y servicios sanitarios se ha aceptado con el paso del tiempo que las instituciones estatales no pueden por sí mismas realizar un manejo eficiente, sobre todo por carecer de organización efectiva y ser altamente dependientes de las lógicas política-partidarias (Zurbriggen, 2011). El mismo autor señala que bajo este argumento ocurrió una privatización de los servicios básicos de agua y saneamiento a favor de actores privados, marginando a actores comunitarios y de sociedad civil, por lo que se dio lugar a una gobernanza de mercado.

En relación a la transferencia hacia esquemas de gobernanza de mercado en el sector de agua y saneamiento en Latinoamérica, Zurbriggen (2011) señala que no ha tenido los resultados esperados, y que tal transferencia ha ocurrido sin considerar el contexto político institucional de los países, que incluía las siguientes debilidades: a) ausencia de un marco institucional, b) ineficiencias de los sistemas legales y de planificación, c) poca disponibilidad de recursos, d) ausencia de un sistema regulatorio que limite decisiones arbitrarias y aumente la credibilidad del sistema, e) baja capacidad de regulación y control de las compras y contratos con las compañías del sector, f) baja capacidad de evaluación, supervisión y rendición de cuentas, y g) acceso limitado a la información.

Por lo tanto, al considerar esquemas de gobernanza debieran tenerse en mente los siguientes principios (Domínguez Serrano, 2011): a) marco institucional claro, b) incorporación de grupos vulnerables, c) transparencia y rendición de cuentas, d) acceso a la justicia efectiva, y e) participación real.

6.3 Modelos Ecológicos Conceptuales

Para poder gestionar sistemas complejos como lo son los ecosistemas, en donde factores biológicos, físicos, geológicos, sociales, económicos y políticos se entremezclan, se requiere de herramientas que permitan simplificar su entendimiento y poder predecir los efectos generados por

cambios en algunas de las variables (Blanco, 2013). En este sentido, los modelos ecológicos conceptuales (MEC) se convierten en esta herramienta de simplificación y gestión de ecosistemas.

Los MEC se utilizan con el objeto de hacer visibles los vínculos y relaciones específicas en diferentes escalas espaciotemporales entre las actividades humanas, presiones ambientales y las respuestas ecológicas, generando un conjunto de relaciones causales que exponen más claramente las causas de la degradación de los ecosistemas, y convirtiéndose en un instrumento de planificación para la gestión de ecosistemas (Briggs et al., 2013; Browder, Alleman, Markley, Ortner, & Pitts, 2005; Giménez-Casalduero, 2012; Mazzotti et al., 2005; Ogden, 2005; Tian et al., 2010).

De igual forma, los MEC han sido utilizados para entender los ecosistemas de humedales costeros, como los que se encuentran en la parte baja de la Cuenca del Río Los Esclavos (la Reserva Natural Monterrico administrada por la USAC y el Área de Usos Múltiples Hawái) y su respuesta a estresores naturales y antropogénicos. Otra aplicación práctica de los MEC es el monitoreo de ecosistemas, por ejemplo, Tian et al. (2010) señalan que los atributos identificados a través de los modelos conceptuales que están siendo afectados por los estresores pueden ser utilizados como indicadores. En otras palabras, de acuerdo a Tian et al. (2010) los MEC proveen explicaciones cualitativas sobre la manera en que los impulsores de cambio y estresores modifican los ecosistemas para poder entender así los efectos ecológicos producidos, lo que brinda a los planificadores información útil para diseñar las mejores estrategias y herramientas para la gestión de estos.

Recientemente, los MEC han sido utilizados para refinar programas de monitoreo, utilizando una lógica de monitoreo adaptativo basado en modelos conceptuales que explícitamente evidencian las relaciones causales (Negus, Blessing, Clifford, & Marshall, 2020). Este enfoque, es el que se pretende darle a esta investigación.

7 Objetivos

7.1 Objetivo general

Generar un modelo de trabajo participativo para la gestión integral del recurso hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos.

7.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar socioeconómicamente el uso del recurso hídrico en la Cuenca del Río Los Esclavos.
2. Identificar la problemática alrededor del uso del recurso hídrico en el área de estudio.
3. Elaborar un modelo conceptual ecológico del sistema hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos.
4. Diseñar una propuesta de plan de gestión integrada del recurso hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos.

8 Hipótesis

No aplica.

9 Materiales y métodos

9.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación contó con un enfoque mixto, ya que planteó una caracterización socioeconómica de los usos del agua en la cuenca del Río Los Esclavos como un enfoque cuantitativo, mientras que tuvo un enfoque cualitativo para entender la problemática en torno al agua en la región y para abordar las propuestas de solución planteadas por los actores clave para obtener como producto final de esta investigación un plan de manejo integral del recurso hídrico para la cuenca.

9.2 Métodos

9.2.1 Descripción general de la cuenca

La descripción general de la cuenca se realizó a partir de información secundaria, utilizando revisión de literatura, y capas de información geográfica. Para esto se realizó por un lado una recopilación de la literatura acerca de la cuenca, y una recopilación de bases de datos de información geográfica (listadas en la tabla 1), categorizadas de la siguiente forma: capas base, información socioeconómica, información ecológica y natural, información cultural, y vulnerabilidad. Se identificaron varias caracterizaciones del entorno natural, climático y biológico de la cuenca, así como las capas de información geográfica en la Tabla 1. La descripción general se realizó con variables básicas, antes de identificar zonas de manejo de la cuenca.

Tabla 1.

Variables empleadas en la descripción de la cuenca

<p>VARIABLES SOCIOECONÓMICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centros poblados (INE, 2002) • Usos de la tierra (GIMBOT, 2014) • Tierras comunales (INAB, 2015) • Licencias y solicitudes mineras (MEM, 2020) • Mapa de pobreza (basado en INE 2018) • Uso de agua (INE 2018) <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuente principal de agua para consumo ○ Conexión a drenaje o Disposición de aguas grises 	<p>VARIABLES ECOLÓGICAS Y NATURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuencas, subcuencas y microcuencas, MAGA • Ecosistemas (CONAP) • Zonas de vida (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA), 2018) • SIGAP (CONAP, 2020) • Cobertura forestal (INAB et al., 2019) • Balance Hidrológico (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA), 2015) • Disponibilidad hídrica (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA), 2015) • Fallas • Capacidad de uso del suelo • Suelo y Geología • Modelo Digital de Elevación
<p>CAPAS BASE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Límites administrativos: Departamentos y municipios • Ríos y cuerpos de agua 	<p>CULTURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etnias <p>RIESGO Y VULNERABILIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidad sistémica (Iarna & UIE, 2021) • Riesgo a desastres (UIE) • Riesgo a Inundaciones (UIE)

9.2.1.1 Definición de las partes de la cuenca

Se consideraron dos metodologías para la definición de las partes de la cuenca utilizadas para analizar la problemática y el estado ecológico de la misma. La primera, respondiendo únicamente

a variables físicas y topográficas, bajo la lógica de que las partes altas requieren un ordenamiento territorial diferente a las partes bajas y planas de la cuenca, con un enfoque de uso y conservación de suelos. La segunda propuesta metodológica consiste en incorporar ambas las variables naturales (principalmente el enfoque de subcuencas y microcuencas), y las variables sociales (divisiones administrativas, uso del suelo y actores), con el fin de identificar una zonificación que permita una visión más completa del territorio, y que las propuestas tengan congruencia con la situación socio-ecológica de este.

Se optó por buscar un enfoque de zonificación socio-ecológico (segunda metodología). Para esto, se consideraron las subcuencas y microcuencas definidas por MAGA, el uso del suelo a lo largo de la cuenca, y la organización administrativa (división político-administrativa, los actores en el territorio y su articulación). A partir de estas variables y discusiones con actores locales se identificaron tres secciones de la cuenca aptas para considerar como zonificación. Estas tres zonas fueron caracterizadas más a detalle utilizando la información geográfica disponible, y su procesamiento en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

9.2.2 *Caracterización socioeconómica de los usos del agua en la cuenca.*

La caracterización socioeconómica se hizo a través de la utilización de información oficial, fuentes secundarias, principalmente el censo poblacional del año 2018 para Guatemala, realizado por el Instituto Nacional de Estadística. Los indicadores escogidos fueron categorizados por:

Tabla 2

Indicadores de la caracterización socioeconómica

Categoría	Indicador
1. Descripción de la población	a. Población b. Jefatura de hogar c. Edad d. Sexo e. Área geográfica f. Etnia
2. Indicadores de educación	a. Nivel educativo aprobado para el año 2018 b. Nivel de alfabetismo
3. Indicadores económicos	a. Actividades económicas principales b. Categorías ocupacionales

-
- c. Población económicamente activa
 - d. Población económicamente inactiva
-

9.2.2.1 Encuesta a los participantes de grupos focales

En la investigación se ha combinado metodologías cuantitativas y cualitativas. En la realización de los grupos focales donde se compartió la información de la cuenca en general, se realizó una encuesta general (ver Apéndice 1) que aborda como primera sección una caracterización socioeconómica de los participantes. Dentro de las metodologías de grupos focales el llenado de la encuesta se realizó como último punto.

La encuesta fue realizada de manera digital haciendo uso de la plataforma de Google Forms. Esto significa que la encuesta se salta el paso de la digitalización, debido a que este proceso se hace de manera simultánea al momento del llenado. La colección de los datos tiene dos grandes momentos, en un principio se utilizó la metodología de una encuesta asistida por una persona, esta persona siempre fue uno de los miembros del equipo de investigación y debido a su naturaleza de creación se utilizó el proceso de una entrevista personal asistida por computadora (CAPI por sus siglas en ingles). Un segundo momento se ha utilizado la metodología de la auto entrevista asistida por computadora (CASI por sus siglas en ingles) en este caso se ha compartido el enlace de la encuesta para que los y las participantes de los grupos focales pudieran llenarla.

En total se obtuvieron las respuestas de 29 personas, que son una fracción de las personas participantes en el estudio. Esta encuesta no busca representar a ninguna población, por lo tanto, no se ha utilizado ningún tipo de muestreo de tipo probabilístico, no se ha seleccionado a ninguna persona para el llenado de esta y en el segundo momento las personas que deseaban rellenar la encuesta podían hacerlo, con la condición de ser personas que hayan participado en los grupos focales.

9.2.2.2 Estimación de los hogares para el año 2018

La mayoría de la información estadística presentada en el informe respeta las delimitaciones político-administrativas del país, la información se encuentra por departamentos y municipios. Sin embargo, las limitaciones político-administrativas distan de las delimitaciones naturales de la

propia cuenca de los esclavos, algunos de los municipios se encuentran dentro de la cuenca en solo una fracción de su territorio.

Se realizó un trabajo de estimación de la población dentro de la cuenca, utilizando principalmente los centros poblados del año 2002 y las tasas de crecimiento poblacional calculadas para cada municipio entre los censos 2002 y 2018. La fórmula de tasas de crecimiento utilizadas es la siguiente:

$$\text{Tasa de crecimiento poblacional (TCP)} = \frac{\text{Población 2018} - \text{Población 2002}}{\text{Población 2002}}$$

Obteniendo la TCP esta puede ser utilizada para la estimación de la población en el año 2018 de los centros poblados contenidos en la cuenca río los esclavos por municipios, la fórmula utilizada es:

$$\text{EdPDC} = \text{Centros poblados dentro de la cuenca 2002} * (1 + \text{TCP})$$

Donde EdPDC es la estimación de población dentro de la cuenca. Esta estimación es una aproximación al número total de hogares que puedan estar incluidos dentro de la delimitación natural de la cuenca río los esclavos.

9.2.3 Mapeo de actores

La Metodología utilizada para el mapeo de actores consistió en un proceso de varias fases, que incluyó trabajo previo del equipo de investigación como trabajo participativo con los actores mismos de la cuenca.

Inicialmente el equipo de investigación recopiló información sobre los actores que son usuarios de los distintos servicios ecosistémicos del agua a nivel comunitario, grandes usuarios industriales que necesitan el agua en sus procesos y que producen descargas a los afluentes, como actores que se dedican a la gestión y distribución del recurso desde diferentes escalas como a nivel comunitario, municipal, regional y nacional. Con este primer momento de recolección de

información, se hizo una tipología de actores, la cual se fue complementando con la participación en los grupos focales en las distintas partes de la cuenca.

Participativamente en los grupos focales se identificaron actores, según el espacio geográfico dentro de la cuenca y también considerando las interrelaciones de estos con el resto a lo largo de la cuenca. La participación en la definición de los actores y su relación con el agua es esencial para poder situar el conocimiento nivel geográfico, que después permite hilar cómo los actores están relacionados con las distintas problemáticas en la cuenca. Es decir, después de poder identificar a los actores, los participantes también podrían indicar la relevancia de cada uno de estos actores.

Por último, se definió de manera participativa la existencia de relaciones entre los diferentes actores y de qué carácter es la relación existente. Es decir, se definió si un actor tiene relación con otro y cómo es que esta relación entre ambos, así como identificar relaciones de poder y la valoración de estas relaciones en cuanto al acceso al agua y a los servicios ecosistémicos para la cuenca. Los pasos seguidos se muestran a continuación:

Paso 1. Identificar actores: ubicar mapa en forma de radar sobre la pared y trazar líneas de secciones. Cada sección corresponde a una variable de cómo los distintos actores tienen relación con los bienes hídricos.

Paso 2. Explicar a los participantes en qué consiste la figura de radar, qué significa cada variable y que se ubicará a los actores dependiendo de ciertos criterios a detallar.

Paso 3. Preguntar a participantes: la Relevancia de actores

¿Qué personas, grupos u organizaciones están próximos al recurso, ¿lo gestionan y tienen influencia sobre el mismo? Ubicar a los actores mencionados sobre el mapa dependiendo del grado de proximidad que identifican los participantes. Use tarjetas de un solo color para los actores más próximos, otro color para los que se ubican en un nivel superior y así sucesivamente. Colocar una E (estratégico) o R (relevante) sobre cada ficha que se coloque en el mapa para determinar la relevancia del actor en torno al recurso en cuestión.

¿Qué personas, grupo u organizaciones intervienen sobre el recurso, pero su influencia no es directa? Ubicar a los actores mencionados sobre el mapa en el último nivel de proximidad e

influencia. Colocar una S (secundaria) a estos actores, ya que son actores secundarios y tienen poca influencia sobre el recurso hídrico.

Paso 4. Preguntar a los participantes: Tipo de relación entre actores

- i. ¿Qué actores en el mapa se llevan bien? Trazar una línea con marcador verde o azul entre cada uno de los actores identificados.
- ii. ¿Qué actores en el mapa se llevan mal o están en conflicto? Trazar una línea con marcador rojo entre cada uno de los actores identificados.
- iii. ¿Qué actores que no se llevan mal se llevan bien? Su relación es neutra, indecisa e indiferente. Trazar una línea anaranjada entre los actores identificados.

Paso 5. Preguntar a los participantes: Cómo es la relación entre actores

- i. ¿Por qué es la relación positiva entre los actores identificados?
- ii. ¿Por qué es la relación negativa entre los actores identificados?
- iii. ¿Por qué es la relación neutra, indecisa e indiferente entre los actores identificados?

9.2.4 Identificación de la problemática alrededor del uso del recurso hídrico en el área de estudio.

La identificación de la problemática alrededor del uso del recurso hídrico en el área de estudio se realizó de forma participativa. Se realizaron cuatro grupos focales: (1) Comunitarios de la parte baja de la cuenca, (2) Institucionalidad ambiental relacionada a las áreas protegidas, (3) Institucionalidad del gobierno central con sede en Santa Rosa, y (4) Comunitarios de las partes baja y alta de la cuenca. En estos talleres se discutió la problemática en la cuenca y sus relaciones causales, con lo que se fue construyendo el modelo conceptual de la problemática utilizando diagramas de bucles causales participativos (Inam, Adamowski, Halbe, & Prasher, 2015), en la parte alta, media y baja de la cuenca. La metodología de los talleres fue la siguiente:

Tabla 3

Metodología para la caracterización de la problemática

Parte 1: Identificación de la problemática	
1. Definición de los problemas centrales	a) Cada participante identificó tres problemas con relación al agua. b) Los problemas fueron colocados en un papelógrafo o proyectados con cañonera.

	c) Cada participante seleccionó los 3 problemas prioritarios. d) Selección de los principales 3 problemas identificados por el grupo.
Parte 2: Diagrama de bucles causales	
1. Definición del problema central	a) Se colocaron los problemas centrales en el medio del papelógrafo, con base a la selección realizada en el punto anterior.
2. Identificación de las causas	a) Se preguntó y colocaron las causas inmediatas en post-its a la izquierda del problema central, y se unieron con flechas al problema central. b) Identificación de los factores contribuyentes de las causas inmediatas y se hicieron las respectivas conexiones. c) Se continuó colocando las causas hacia la izquierda hasta que el grupo llegó a un consenso.
3. Identificación de los efectos	a) Se preguntó y colocaron los efectos inmediatos en post-its a la derecha del problema central, y se unieron con flechas al problema central. b) Identificación de los efectos de los efectos inmediatas y si hicieron las respectivas conexiones. c) Se continuó colocando los efectos hacia la derecha hasta que el grupo llegó a un consenso.
4. Identificación de bucles	a) Identificar qué efectos identificados se vuelven causas identificadas, colocar los vínculos circulares.
5. Complementar el diagrama con el resto del grupo	a) Rotar el grupo si hay más subgrupos b) Revisar el problema central con el subgrupo c) Leer las causas, efectos y bucles identificados d) Preguntar por las opiniones de los miembros del subgrupo, y por otras variables que puedan complementar, tanto los problemas identificados (y el problema central), como de las causas, efectos y bucles e) Complementar en el diagrama los comentarios, variables e interconexiones discutidos

Después de los talleres en cada parte de la cuenca, se realizó un análisis en gabinete, que consistió en trasladar el modelo a un programa de computación (Vensim), y aplicar la metodología para unificar los modelos entre sí (Inam et al., 2015), y simplificarlos a sus dinámicas genéricas conceptuales, cuando fue posible. Este modelo participativo se complementó con problemas y dinámicas estructurales identificadas en la bibliografía¹, para obtener un modelo general de la problemática en la cuenca.

9.2.5 Modelo ecológico conceptual del recurso hídrico dentro de la cuenca.

9.2.5.1 Selección de elementos clave

Para la identificación de los elementos clave del modelo conceptual ecológico se hizo un análisis de literatura sobre el estado actual de la cuenca del río Los Esclavos y se empleó el modelo general

¹ Se tomaron todos los documentos disponibles electrónicamente dentro del buscador de Google y de Google Scholar, usándose los siguientes criterios: “cuenca hidrográfica río los esclavos”, “problemática”, “contaminación”. La revisión bibliográfica se realizó durante toda la duración de la investigación.

de la problemática realizado de forma participativa que ilustra los bucles causales, para identificar elementos y dinámicas clave en la cuenca.

9.2.5.2 Componentes del modelo

Los modelos ecológicos conceptuales están conformados por las fuerzas motrices (drivers), presiones, efectos ecológicos y atributos que visibilizan las relaciones causa-efecto más importantes para un determinado lugar (Giménez-Casalduero, 2012). A continuación, se detallan los componentes principales de un MEC (Giménez-Casalduero, 2012):

Fuerzas motrices (drivers): son las principales fuerzas externas al sistema, que pueden ser antrópicas o naturales, y se caracterizan por causar afecciones a gran escala sobre los ecosistemas.

Presiones: se refiere a los cambios químicos o físicos que suceden en el ambiente derivados de las fuerzas motrices, capaces de generar cambios en los componentes biológicos, patrones y relaciones dentro de la matriz ambiental.

Efectos ecológicos: definidos como las respuestas físicas, químicas y/o biológicas generadas a partir de las presiones.

Atributos: es el conjunto de elementos biológicos que representan las condiciones generales del sistema. Estos pueden referirse a poblaciones, especies, comunidades o procesos, y pueden ser considerados como indicadores de los efectos de las presiones (Ogden, Davis, Jacobs, Barnes, & Fling, 2005).

A lo anterior, se le incorporó un análisis de los servicios ecosistémicos incluyendo: a) identificación de **servicios ecosistémicos**, b) cambios en servicios ecosistémicos debido a alteraciones en los **atributos**, y c) afectaciones a la población humana a consecuencia de los cambios en servicios ecosistémicos.

9.2.5.3 Creación del modelo conceptual ecológico con fines de manejo

Finalmente, como este modelo conceptual ecológico pretende guiar la gestión integrada de la cuenca, se adaptó para tal propósito siguiendo los siguientes pasos:

- a) Selección de los objetos de gestión (Targets)², tanto asociados a conservación como a la calidad de vida de las personas en la cuenca.
- b) Reconstrucción de la cadena de causalidades específica para cada uno de los objetos de gestión, con base al modelo conceptual general de la problemática.
- c) Identificación de las amenazas directas a los objetos de gestión.
- d) Identificación de los factores contribuyentes a las amenazas directas.
- e) Síntesis de las relaciones causales y agrupación según su afinidad.

9.2.6 Plan de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos

Para la construcción de la propuesta de Modelo Conceptual de Manejo Integral de la Cuenca se empleó la metodología planteada en los “Estándares Abiertos de la Asociación de Medidas de Conservación para la Práctica de la Conservación³” través del software Miradi, quedando los pasos metodológicos de la siguiente forma:

Tabla 4

Proceso para elaborar un modelo general de manejo de cuenca

Etapa metodológica	Proceso
a) Elaboración de Modelo General de Manejo de la Cuenca	i. Construcción de cadenas de resultados ⁴ con base al modelo conceptual ecológico. De esta cuenta, se obtuvo resultados

² Objetos de gestión son las variables claves consideradas importantes dentro del manejo integral de la cuenca que requieren de una gestión específica.

³ <https://www.miradishare.org/ux/home>

⁴ Las cadenas de resultados representan la secuencia causal lógica para obtener impactos positivos en los objetos de gestión. Cada resultado, representa el escenario deseado para su correspondiente amenazas directas o factor contribuyente.

	<p>intermedios (para factores contribuyentes⁵) y resultados de reducción de amenazas (para amenazas directas⁶).</p> <ul style="list-style-type: none">ii. Selección de las estrategias de intervención según afinidad de los resultados. En este paso, los resultados bajo una misma secuencia causal fueron agrupados para formar una estrategia.iii. Definición de objetivos para cada resultado.iv. Definición de actividades por objetivo.v. Establecimiento de metas e indicadores, tanto para objetos de gestión como para resultados.
--	---

9.3 Recolección de información

Para la etapa de diagnóstico se aplicaron técnicas de observación directa simple a través de las visitas de campo y observación documental entre febrero y noviembre de 2021. Se realizaron tres recorridos documentales en la cuenca, uno por cada parte de la cuenca identificada (alta, media y baja). En los recorridos se visitaron puntos de interés según los usos de la tierra y se tomaron fotografías. Para la recopilación de datos de campo se realizaron cuatro grupos focales: (a) comunitarios de la parte baja de la cuenca, (b) instituciones de conservación relacionadas a las áreas protegidas costero marinas de la cuenca, (c) instituciones locales del gobierno central y (d) comunitarios de las partes alta y media de la cuenca.

Para la obtención de información socioeconómica y de la problemática alrededor del uso del agua se realizaron entrevistas a los actores claves identificados a través del mapeo de actores. Se realizaron 29 encuestas socioeconómicas a los participantes de talleres, y a representantes de las municipalidades de la cuenca. Las encuestas en los talleres se realizaron frente a frente utilizando Google Forms, y el resto se realizaron por teléfono.

⁵Factor contribuyente: Amenaza de segundo nivel que afecta de forma indirecta a un objeto de gestión, y mantiene una relación causal con alguna amenaza directa.

⁶ Amenaza directa: Factor que de forma directa afecta a una variable clave u objeto de gestión.

9.4 Técnicas e instrumentos

Los instrumentos utilizados en los talleres se detallaron por metodología en las secciones anteriores: Caracterización socioeconómica (revisión de literatura), Mapeo de actores, diagrama de bucles causales, modelo conceptual ecológico y plan de gestión integrada del recurso hídrico.

9.5 Procesamiento y análisis de la información

9.5.1 Caracterización de la cuenca

La caracterización socioeconómica de la cuenca se realizó principalmente con información secundaria producida por el INE, censo 2002 y censo 2018. La lectura de las bases de datos se realizó a través de software especializado PSPP, donde se generaron tablas que fueron trasladadas a una hoja de Excel y este software permitió la realización de las gráficas presentadas en el informe. Se utilizó el software Power Bi para la generación de un dashboard interactivo de algunas características socioeconómicas de la población.

9.5.2 Mapeo de actores

La información recopilada en la investigación documental y en los talleres participativos de los actores en la cuenca fue sistematizada en una base de datos. Esta base de datos consistía en una matriz que incluía a los actores identificados y los clasificaba según la tipología de actor, que incluye las siguientes tipologías: Gobierno central, Gobierno local, Sector privado, Organizaciones de la sociedad civil, Organización comunal, Academia, Iglesia y población. Asimismo, se hizo un análisis en donde se les asignó el nivel de influencia geográfica y de poder en la cuenca. Por último, se analizó la conexión entre estos actores para poder identificar los vínculos y centralidad de los actores que están presentes en las dinámicas socioambientales de la cuenca.

Esta Matriz fue analizada en el software de visualización de datos de redes de actores sociales Kumu.io, la cual permite graficar a los actores y sus atributos a través de elementos visuales. Esto permitió que se pudieran distinguir los actores según la tipología. En este software también se logró que pudieran realizar conglomerados de actores según las unidades de análisis geográfico planteado en el estudio, identificando las conexiones de estos actores con las respectivas partes de la cuenca analizadas. Por último, este software permitió que se pudieran visualizar las relaciones

entre los distintos actores y los espacios, para poder analizar la centralidad del actor como nodo dentro del conglomerado total de actores.

9.5.3 Problemática

El diagrama de bucles causales obtenido tiene un alto grado de conectividad y complejidad, por lo que se procesó para hacerlo más comprensible, y posteriormente se simplificó a sus dinámicas genéricas conceptuales. Para esto, se identificaron subsistemas temáticos, basados en variables clave (por ejemplo, la contaminación del agua, o la sobreexplotación del recurso hídrico). Para cada variable clave se realizó un submodelo utilizando las variables más relevantes con relaciones de causa y efecto. Los criterios para no incluir variables en esta etapa se describen a continuación:

- Es una variable intermedia entre dos variables que sirve para detallar la relación de influencia entre estas. Por ejemplo: en las variables << Camaroneras -> inadecuado tratamiento de aguas de camaroneras -> fármacos usados en las camaroneras -> contaminación del agua >>, la variable “fármacos usados en las camaroneras” solamente especifica la forma en la que el inadecuado tratamiento de aguas tiene una influencia en la contaminación del agua, por lo que especifica una relación que puede estar incluida con las otras variables. Por esto, las relaciones de influencia quedan de la siguiente manera: << Camaroneras -> inadecuado tratamiento de aguas de camaroneras -> contaminación del agua >>.
- Son variables que cumplen el mismo “nicho” en el modelo, es decir tienen dinámicas muy similares, y se pueden agrupar de cierta forma. Por ejemplo: entre las variables “tratamiento inadecuado de desechos sólidos” y “contaminación del agua”, están las tres variables “Contaminación por plásticos”, “Basureros clandestinos”, y “basureros municipales sin manejo adecuado”. Estas tres variables tienen el mismo comportamiento (la misma causa y el mismo efecto), son agrupables, y se pueden considerar una extensión de la variable “tratamiento inadecuado de desechos sólidos”, por lo que se han eliminado.
- Dos o más variables intentan explicar el mismo fenómeno, pero con diferentes palabras, o con expresiones específicas, se pueden unir en una variable. Por ejemplo: “Pérdida y/o degradación de ecosistemas de mangle”, y “Cambios en la distribución, estructura,

composición y función de los ecosistemas de mangle” representan fenómenos muy similares, por lo que se agruparon en una sola variable.

Al identificar los submodelos, se identificaron las interacciones clave entre ellos, basados en el modelo original y en la síntesis de las dinámicas observadas. De esta forma se obtuvo un modelo más sintetizado, mostrando las variables y relaciones necesarias para representar la problemática identificada en la cuenca. Utilizando el entendimiento de los submodelos y sus interacciones, fue posible asimismo la realización de un modelo genérico que simplifica a una escala más general las dinámicas que explican la situación y problemática del agua en la cuenca del Río Los Esclavos.

9.5.4 Modelo Ecológico Conceptual del Río Los Esclavos

Con la información recabada mediante el diagnóstico socioeconómico y el análisis de la problemática en torno al agua en la cuenca se construyó un Modelo Ecológico Conceptual (MEC) de la Cuenca del Río Los Esclavos, empleando el software Miradi el cual permite ordenar las relaciones causales con base a objetos de gestión. Es decir, en el análisis de la problemática se obtuvieron las relaciones causales de toda la problemática, y en la etapa de creación del MEC se emplearon las relaciones causales que permiten gestionar los objetos de interés (objetos de gestión).

9.5.5 Elaboración de Propuesta de Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río Los Esclavos

A partir del MEC y del Modelo Conceptual de Gestión Integrada de la Cuenca, se usó el software Miradi para transformar lo anterior en una matriz de gestión integrada, que contempla las estrategias, resultados esperados, objetivos, acciones, indicadores, prioridad y temporalidad.

10 Resultados y discusión

10.1 Descripción general de la cuenca

10.1.1 Características generales

El río Los Esclavos nace en las montañas del sur del departamento de Guatemala, Jutiapa y Jalapa, y al norte de Santa Rosa, y fluye río abajo alimentado de varios afluentes hacia el océano Pacífico. La Cuenca del río Los Esclavos (Fig. 2) abarca un área aproximada de 230,625 hectáreas, y contaba con un 11.8% de cobertura forestal para el 2016 (INAB et al., 2019). En cuanto al uso de la tierra, el 45.37% del área está bajo un sistema agrícola, el 23% es pastizales, 11.93% es bosque, y el 15.77% es vegetación arbustiva baja (GIMBOT, 2014).

La disponibilidad hídrica de la cuenca se estima en 2,615.6 millones de m³/año. La disponibilidad por persona para el año 2020 se estimó de 6,762 m³/persona/año, mientras que para el año 2050 se proyectan 4,705 m³/persona/año, lo cual representa una reducción del 30.4% en 30 años, considerando solamente los efectos del cambio climático en la disponibilidad del agua superficial y subsuperficial (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA), 2015). Considerando que un umbral de 1,700 m³/persona/año definido por PNUD como necesarios para consumo y actividades humanas (UNDP, 2006), la cuenca es teóricamente excedente de agua, sin embargo, el acceso al agua en la cuenca no llega a reflejar esta característica.

10.1.2 División administrativa

La Cuenca del río Los Esclavos abarca un área aproximada de 230,625 hectáreas, la mayor área se encuentra en el departamento de Santa Rosa (80%), seguido de Jutiapa (10%), Guatemala (6%) y Jalapa (4%) (Tabla 5).

Tabla 5

División administrativa de la cuenca del río Los Esclavos.

Departamento/ municipio	Área dentro de la cuenca (ha.)	Área dentro de la cuenca (%)
Guatemala	13,017.46	5.64%
Fraijanes	5,606.47	2.43%
San José Pinula	7,156.93	3.10%
Santa Catarina Pinula	254.06	0.11%
Jalapa	9,279.02	4.02%
Jalapa	58.86	0.03%
Mataquescuintla	6,568.62	2.85%
San Carlos Alzatate	2,651.54	1.15%
Jutiapa	23,427.37	10.16%
Conguaco	451.14	0.20%
Jalpatagua	4,118.44	1.79%
Jutiapa	2,587.89	1.12%
Moyuta	3,365.11	1.46%
Pasaco	2,537.58	1.10%
Quesada	770.36	0.33%
San José Acatempa	9,596.85	4.16%
Santa Rosa	184,860.33	80.16%
Barberena	4,994.38	2.17%
Casillas	19,454.62	8.44%
Chiquimulilla	49,436.25	21.44%
Cuilapa	21,355.44	9.26%
Nueva Santa Rosa	13,192.67	5.72%
Oratorio	26,803.67	11.62%
Pueblo Nuevo Viñas	3,560.27	1.54%
San Juan Tecuaco	3,361.91	1.46%
San Rafael Las Flores	8,507.25	3.69%
Santa Cruz Naranjo	4,333.19	1.88%
Santa Rosa de Lima	13,398.47	5.81%
Santa María Ixhuatán	16,462.15	7.14%
(Océano)	40.73	0.02%
Total	230,624.92	100.00%

10.1.3 Zonificación de la cuenca

La zonificación de la cuenca definida para considerar en la elaboración del plan de manejo consiste en tres partes. La Cuenca alta considera 7 subcuencas al norte de la cuenca; la Cuenca media, abarca la cuenca media este y la subcuenca del río Margaritas; y la Cuenca Baja contiene la subcuenca baja del río Los Esclavos. Las microcuencas y la distribución del área que ocupa cada parte se presentan en la Fig. 3 y la Tabla 6.

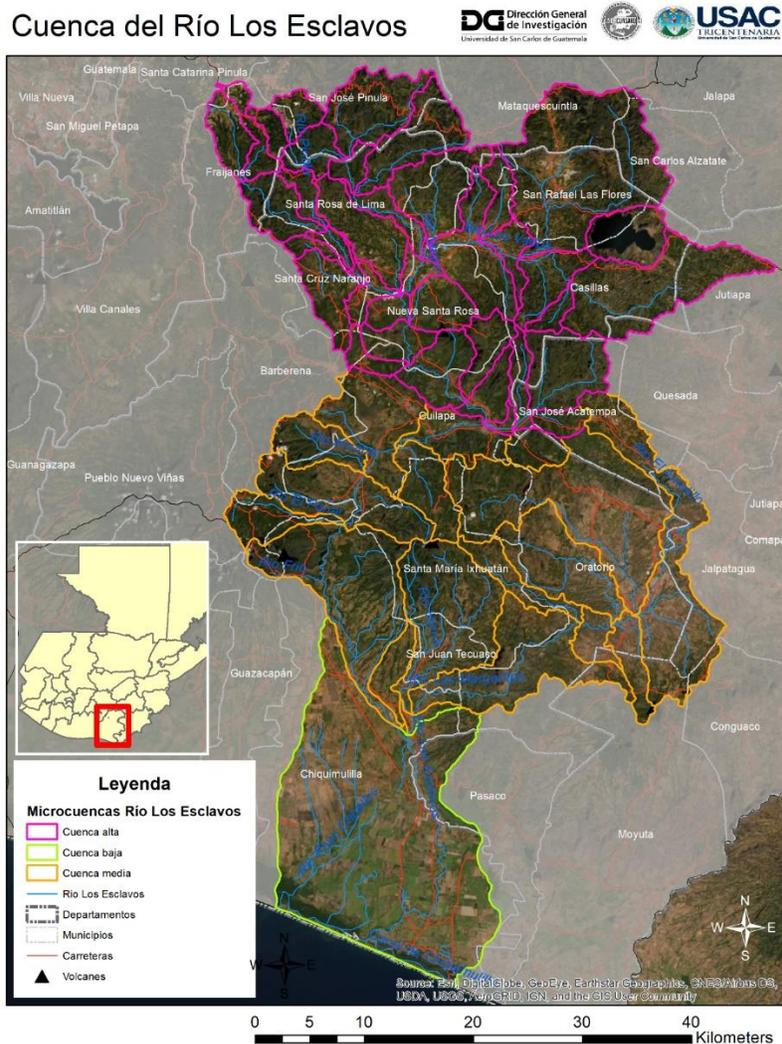


Figura 3. Partes de la cuenca del Río Los Esclavos definidas para el plan de gestión integrada.

Tabla 6

Área en hectáreas y en porcentaje de las partes de la cuenca del río Los Esclavos

Parte de la cuenca / microcuenca	Área (ha.)	Área (% de la cuenca)
Cuenca alta	97,599.78	42.32%
Ayarza	3,112.45	1.35%
Cañas	12,554.29	5.44%
El Molino	8,948.35	3.88%
La Plata	4,674.61	2.03%
Los Achiotes Los Vados San Antonio	40,351.70	17.50%
Pinula	15,051.35	6.53%
Zacuapa	12,906.99	5.60%
Cuenca media	94,360.86	40.92%
Cuenca media este	37,067.78	16.07%
Margaritas	57,293.07	24.84%
Cuenca baja	38,664.27	16.77%
Cuenca baja	38,664.27	16.77%
Grand Total	230,624.92	100.00%

10.1.4 Zonas de vida

La cuenca presenta tres provincias de humedad en sus zonas de vida: muy húmedo, húmedo y seco. En toda la cuenca, el 86.22% del territorio se encuentra una zona húmeda, el 12.91% en una zona seca, y apenas el 0.87% es una zona muy húmeda. En la cuenca alta predominan las zonas de vida húmedas (bosque húmedo-Premontano Tropical y bosque húmedo-Montano Bajo Tropical), y es donde se encuentran las únicas zonas muy húmedas (bosque muy húmedo Montano). En la parte media predominan las zonas húmedas (bosque húmedo-Premontano Tropical y bosque húmedo-Tropical), y la parte baja predominan las zonas secas (bosque seco-Tropical) (figura 4). En el siguiente apartado se presentan las zonas de vida por cada parte de la cuenca.

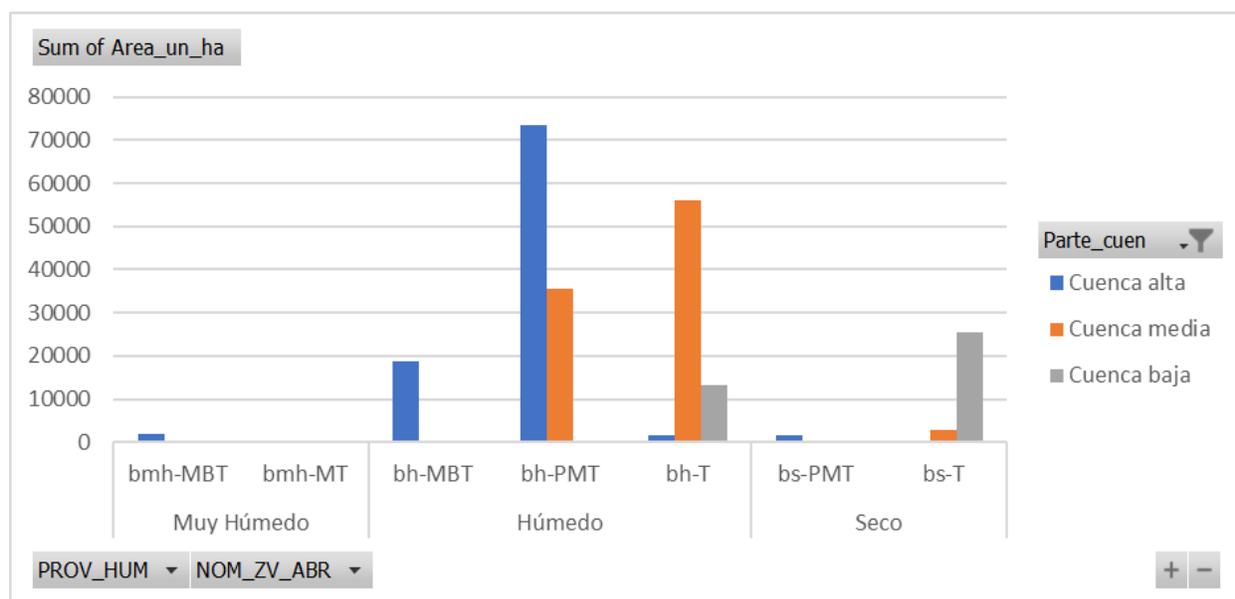


Figura 4. Zonas de vida dentro de las partes de la cuenca del río Los Esclavos.

10.1.5 Dinámica Forestal

En la cuenca se observa una pérdida de cobertura forestal en las últimas décadas (Tabla 7). En total, desde el año 1991 hasta el año 2016 se han perdido cerca de 37,360 hectáreas de bosque, lo cual equivale a un 16.17% de deforestación en dichos 25 años. De las tres partes de la cuenca, la cuenca alta es la que presenta mayor pérdida: cerca de 22,340 hectáreas, es decir un 22.84% de pérdida de sus bosques. La cuenca media presenta un 15% de pérdida de bosque, y la cuenca baja un 2% de pérdida (UIE, 2020). La cuenca alta, siendo una zona importante de regulación climática y de recarga de agua subterránea, supone un riesgo al tener las tasas más altas de deforestación. En el siguiente apartado se presenta la dinámica forestal por cada parte de la cuenca.

Tabla 7

Dinámica forestal de 1991 a 2016, en hectáreas.

Parte cuenca	Cuenca baja	Cuenca media	Cuenca alta	Total
No Bosque	35028.36	65858.31	51916.14	152802.81
Bosque	1178.01	4763.97	10812.15	16754.13

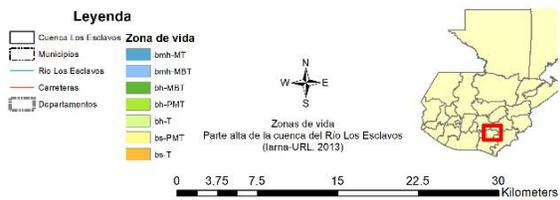
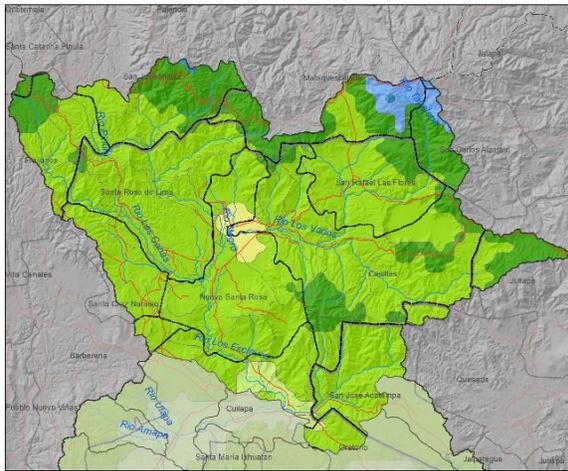
Pérdida	1372.32	18630.00	27908.19	47910.51
Ganancia	584.73	4397.49	5568.57	10550.79
Cuerpos de agua	565.83	877.05	1568.25	3011.13
Área total	38729.25	94526.82	97773.30	231029.37
Cambio total	-787.59	-14232.51	-22339.62	-37359.72
% cambio	-2.03	-15.05	-22.84	-16.17
% Cobertura 2016	4.45	9.69	16.75	11.82

Fuente: UIE, 2020

10.1.6 Parte Alta de la cuenca

La parte alta de la cuenca tiene principalmente la zona de vida bosque húmedo premontano tropical. En las partes de mayor altitud –el parteaguas-, la zona de vida principal es el bosque húmedo montano bajo tropical, y en la parte noreste entre Mataquescuintla y San Carlos Alzatate, se encuentra la zona muy húmeda de la cuenca (Figura 5A) (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA), 2018). La deforestación total entre los años 1991 y 2016 es cerca de 22,339 hectáreas, representando el 22.84% de pérdida de bosque del área total de la cuenca (Figura 5B). La deforestación ocurre en todos los municipios, pero es predominante en Nueva Santa Rosa, Casillas, Cuilapa, Santa Cruz Naranjo y San Rafael las Flores. Se observa una recuperación de bosque en la parte norte húmeda de la cuenca, principalmente en los municipios de San José Pinula, Mataquescuintla y Fraijanes. La cuenca alta cuenta con la mayor área y porcentaje de área con cobertura forestal de toda la cuenca, 16.75% de la parte alta tiene cobertura forestal (INAB et al., 2019).

Cuenca del Río Los Esclavos



Cuenca del Río Los Esclavos

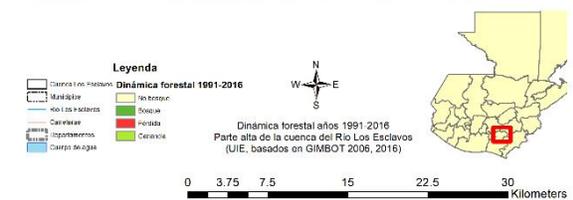
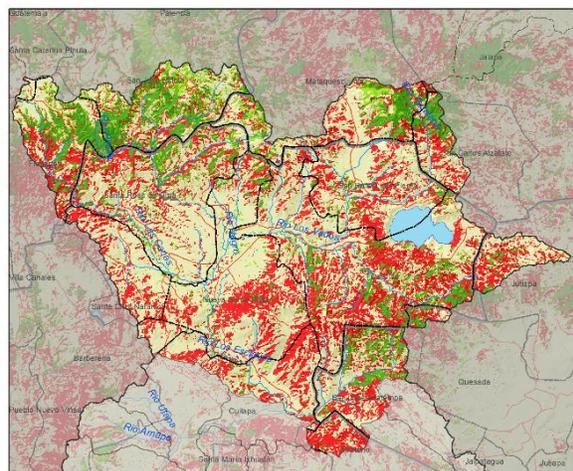


Figura 5. A. Zonas de vida en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos. B. Dinámica Forestal en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos

En cuanto al uso del suelo, en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos predominan los sistemas agrícolas, ocupando el 54.43% del territorio, siendo el cultivo principal el café, el cual ocupa cerca de 42,217 hectáreas (43.36% del área de la parte alta de la cuenca). Después del café, la agricultura anual es la más importante, ocupando el 9.11% del territorio. La cobertura boscosa era para el año 2012 de 18.9% (para el 2016 se estima en 16.7%), y vegetación arbustiva baja, espacios abiertos o árboles dispersos ocupan cerca del 14.7%. Otro uso del suelo importante son los pastizales, que ocupan el 8% (Figura 6) (GIMBOT, 2014).

Cuenca del Río Los Esclavos

DGI Dirección General de Investigación
Universidad de San Carlos de Guatemala



USAC TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

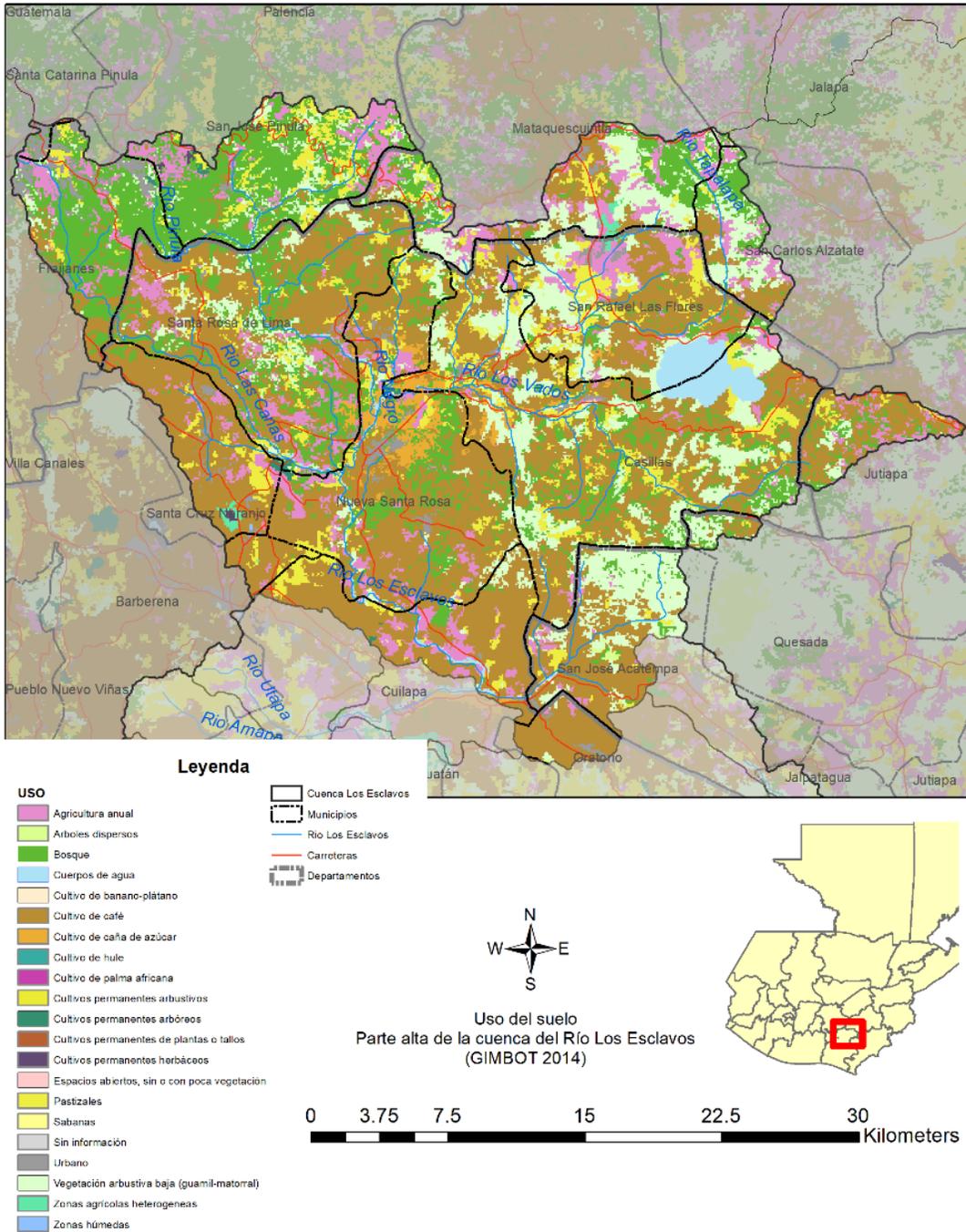


Figura 6. Uso del suelo en la parta alta de la cuenca del río Los Esclavos.

10.1.7 Parte Media de la Cuenca

En la parte media de la cuenca se presenta principalmente la zona de vida bosque húmedo premontano, y bosque húmedo montano bajo tropical. El bosque húmedo montano bajo se encuentra en las partes más altas de la cuenca media, y en el centro, marcando el parteaguas entre las microcuencas del río Los Esclavos y del río Margaritas (Figura 7A). En la parte este de la cuenca media, entre el municipio Jalpatagua y Oratorio. El 15% del área de la parte media se vio en un proceso de deforestación entre los años 1991 y 2016. Esta deforestación ocurrió principalmente en el bosque húmedo montano bajo tropical, en los municipios de Pueblo Nuevo Viñas, la parte norte de Santa María Ixhuatán, parte sur de Cuilapa, Moyuta y San José Acatempa. Para el 2016 el 9.69% del territorio contaba con cobertura forestal, la mayoría de la masa boscosa se encuentra en la parte central de Sant María Ixhuatán (Figura 7B).

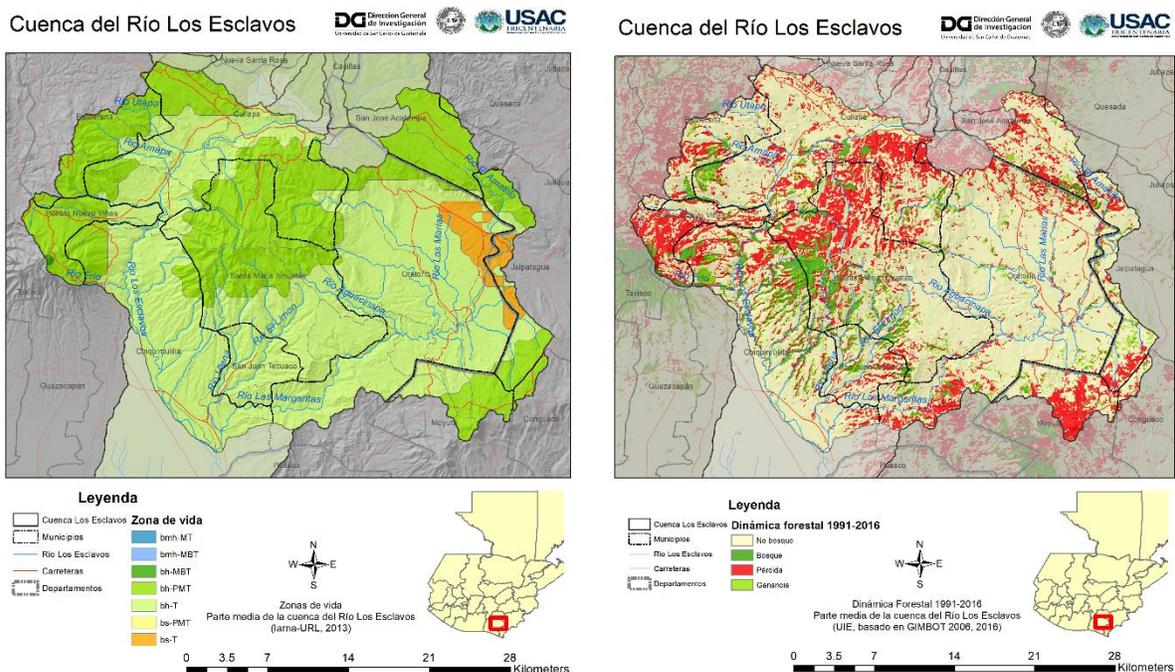


Figura 7. A. Zonas de vida en la parte media de la cuenca del río Los Esclavos. B. Dinámica Forestal en la parte media de la cuenca del río Los Esclavos

En la parte media de la cuenca el cultivo de café toma menos relevancia en el uso del suelo, ocupando cerca del 20% del territorio, principalmente en la parte norte y oeste. El uso del suelo

10.1.8 Parte Baja de la cuenca

La parte baja de la cuenca del río Los Esclavos presenta principalmente bosque seco tropical, cerca de la costa, y al norte bosque húmedo tropical (Figura 9A). Entre los años 1991 y 2016 se dio apenas un 2% de deforestación del área total, concentrado principalmente en el borde noreste de la cuenca, en los municipios de Pasaco, Oratorio y Chiquimulilla. El 4.55% del territorio cuenca con cobertura boscosa, concentrada casi en su totalidad en los bosques de mangle de la costa sur (Figura 9B).

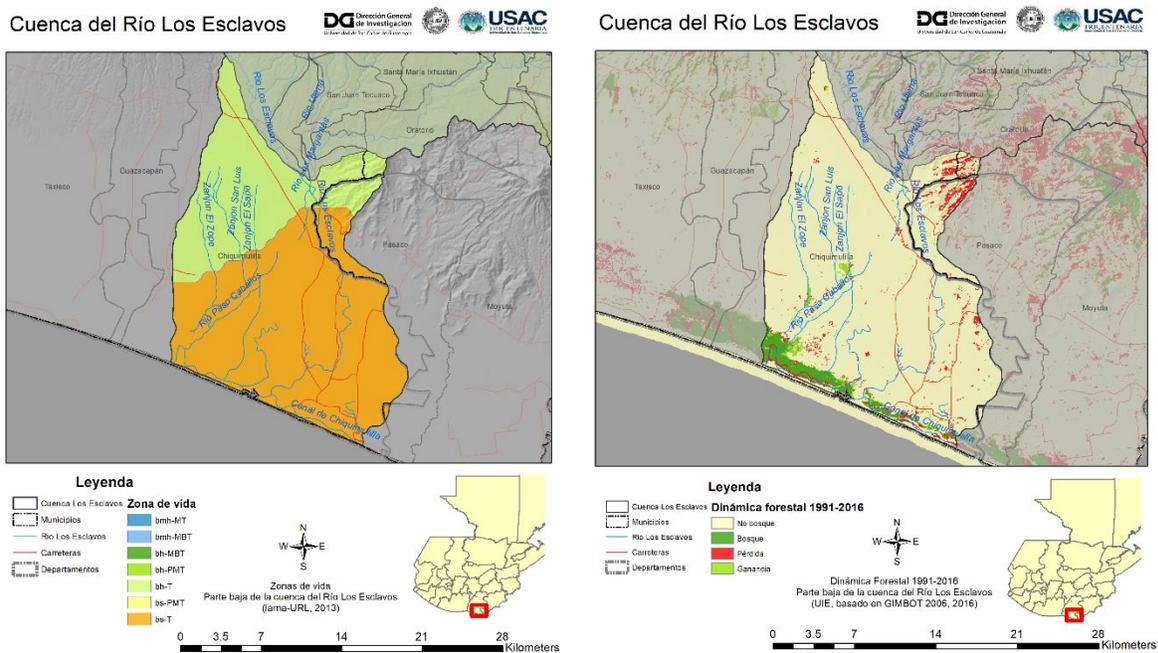


Figura 9. A. Zonas de vida en la parte baja de la cuenca del río Los Esclavos. B. Dinámica Forestal en la parte baja de la cuenca del río Los Esclavos

La parte baja de la cuenca tiene una cobertura del 49.7% de sistemas agrícolas, siendo el cultivo predominante la caña de azúcar, la cual ocupa cerca de 16,950 hectáreas, es decir el 43.8% del área. El segundo uso de la tierra más importante en esta área son los pastizales, ocupando cerca del 29% del área; y la vegetación arbustiva, áreas abiertas y árboles dispersos ocupan cerca del 6% del área (Figura 10).

Cuenca del Río Los Esclavos

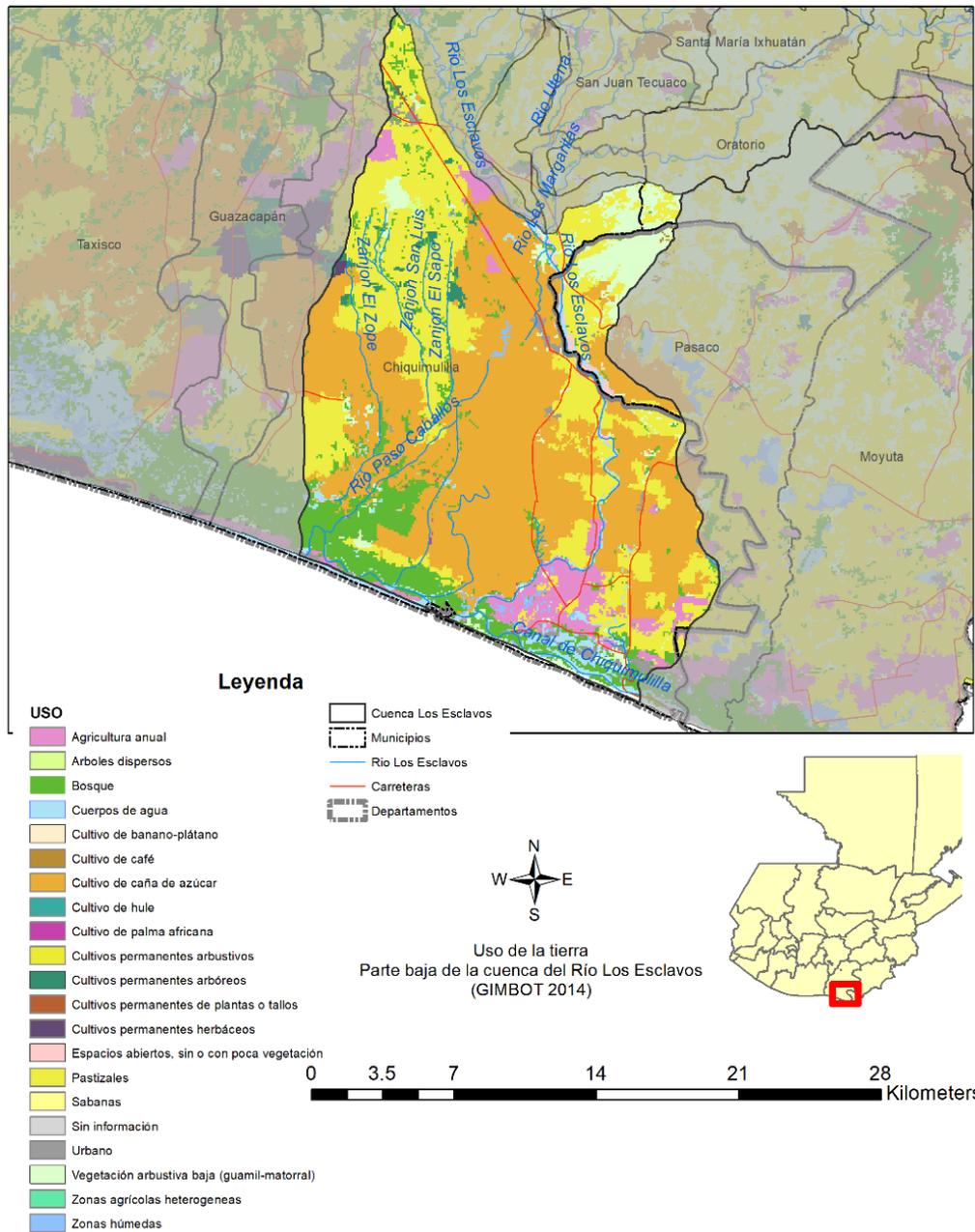


Figura 10. Uso del suelo en la parta baja de la cuenca del río Los Esclavos.

10.2 Caracterización socioeconómica de los usos del agua en la cuenca

En esta sección se elabora una descripción socioeconómica de los municipios que tienen influencia sobre la cuenca del río los Esclavos. Utilizando principalmente fuentes secundarias de información elaboradas en su mayoría por instituciones de gobierno como el INE.

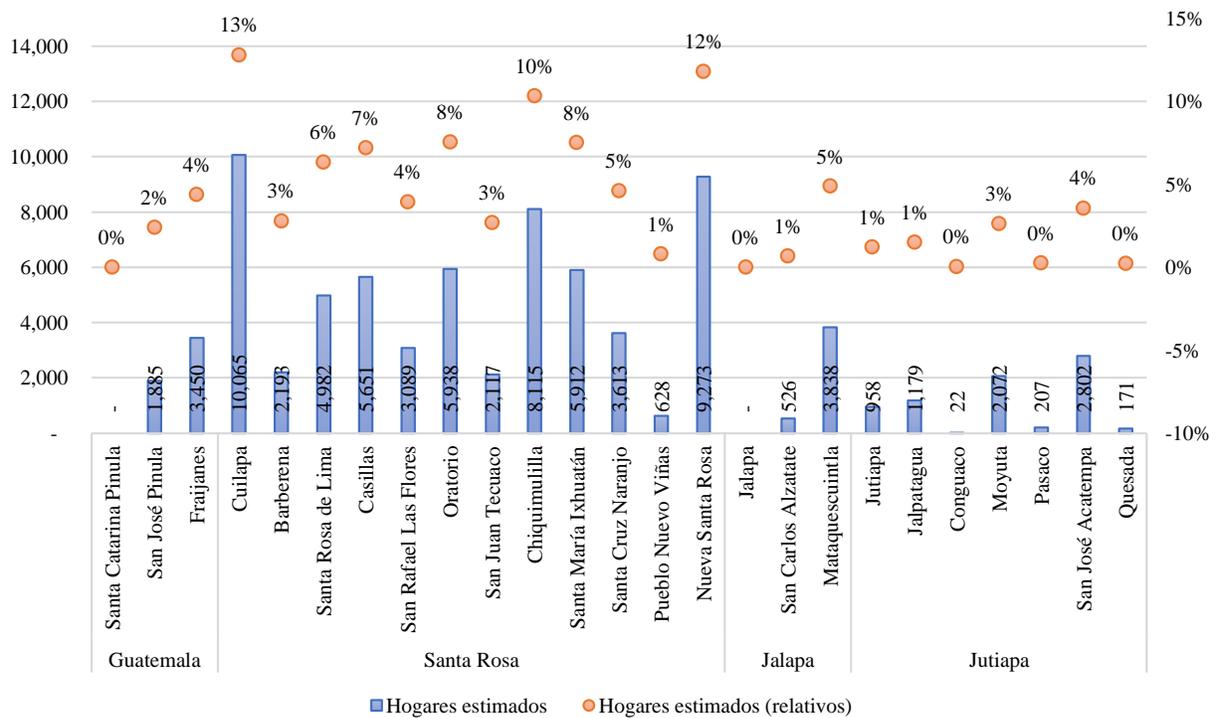


Figura 11. Estimación de hogares dentro de la cuenca del río los esclavos 2018

Nota. El gráfico representa una estimación sobre el número total de hogares que se encuentran dentro de las limitaciones naturales de la cuenca río los esclavos. Fuentes: XI censo de población y V de vivienda 2002 y XII censo de población y VI de vivienda 2018, por INE, 2019.

La Figura 11 presenta a los municipios con mayor número de hogares, según las estimaciones realizadas, dentro de la cuenca son: Cuilapa, Nueva Santa Rosa y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa con el 35% de los hogares de todos los municipios en la cuenca. Los municipios de Santa Caterina Pinula y Jalapa no cuentan con hogares debido que según la información del 2002 estos municipios no contaban con centros poblados dentro de la delimitación natural de la cuenca,

esto podría haber cambiado para el 2018, sin embargo, esta información aún no es de dominio público.

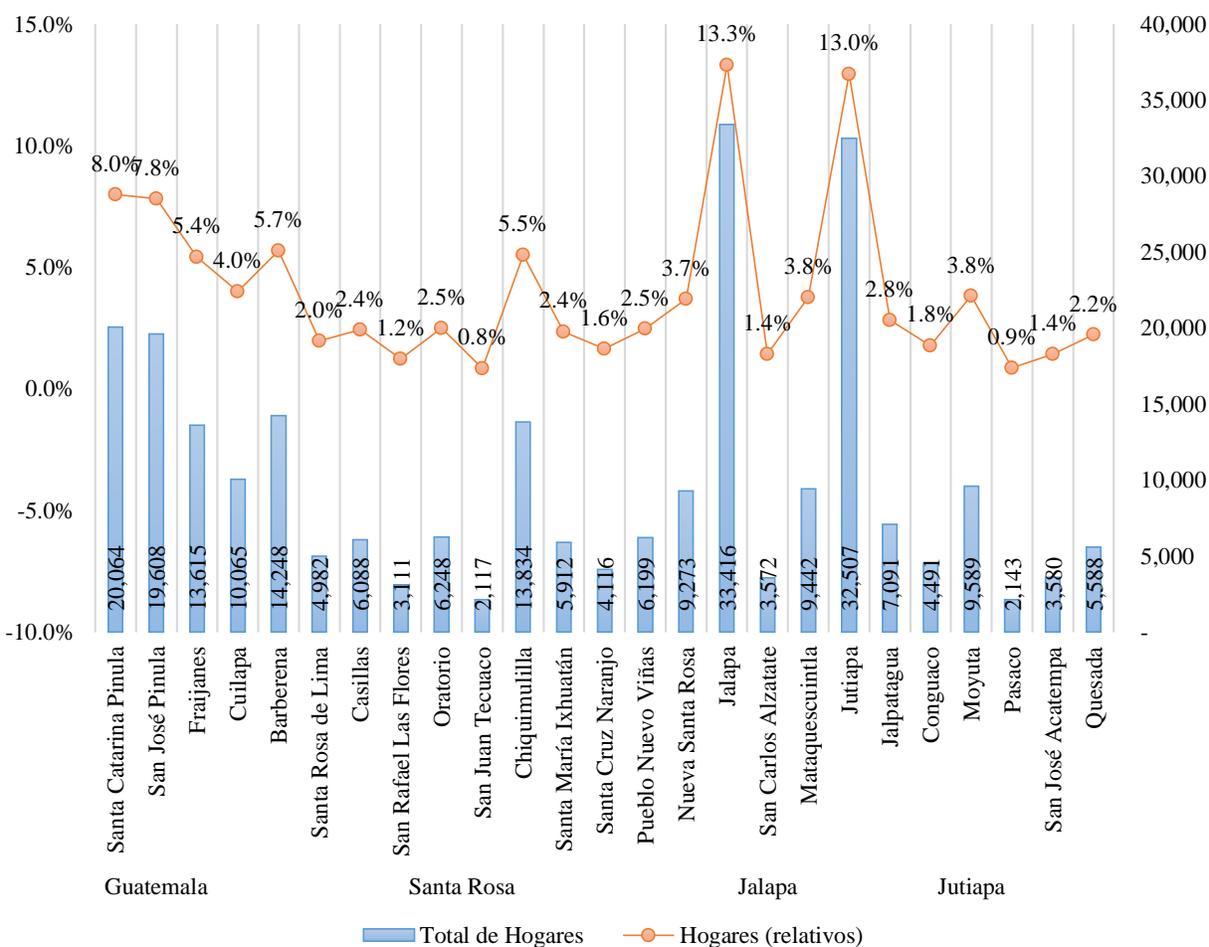


Figura 12. Total de hogares por municipio en el año 2018

Nota. El gráfico representa el número total de hogares por municipio. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

La Figura 12 presenta la cantidad de hogares por municipio. En esta se puede observar que las cabeceras departamentales de Jalapa y Jutiapa presentan la mayor cantidad de hogares, esto si se toma en cuenta la totalidad del territorio de los municipios independientemente que estos no se encuentren dentro de la cuenca. El número de estos hogares relativos al total de hogares de todos los municipios suma 26.3%, una cuarta parte de todos los hogares de la cuenca se centran en estos

dos municipios. Los municipios de San Juan Tecuaco y Pasaco de los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa, presentan la menor cantidad de hogares de todos los municipios. Representando en conjunto el 1.7% de todos los hogares de la cuenca. Los datos presentados anteriormente son los que se encuentran en el XII censo de población y VI de vivienda del año 2018, se incluyen todos los hogares de los municipios, independientemente de la fracción territorial que algunos de los municipios tienen dentro de la cuenca.

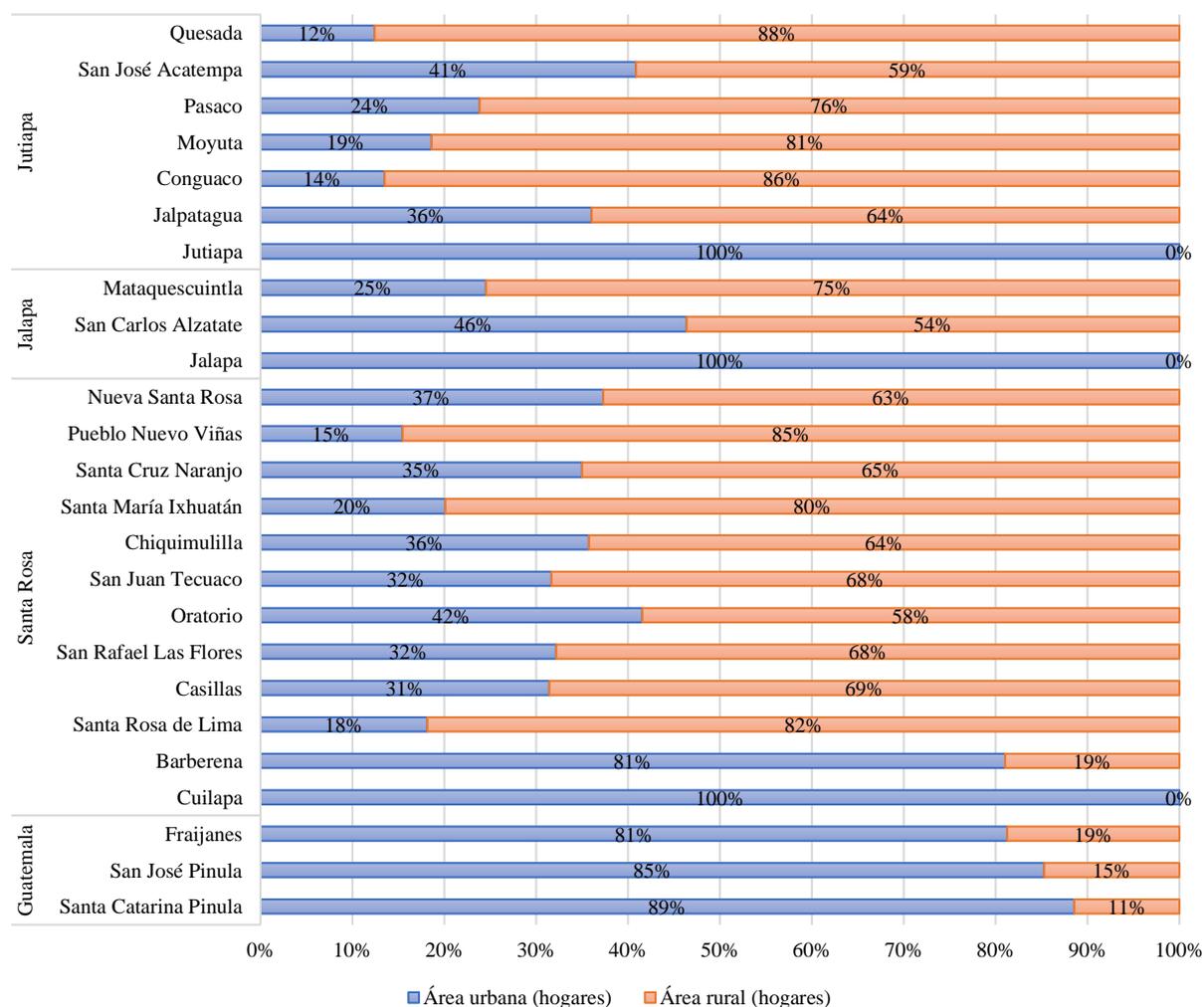


Figura 13. Área urbana y rural de los hogares

Nota. El gráfico representa el porcentaje de hogares por áreas y por municipios. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

Según la Figura 13 los municipios con mayor proporción de hogares rurales son; Quesada, Conguaco y Moyuta del departamento de Jutiapa, Mataquescuintla de Jalapa y Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa de Lima y Santa María Ixhuatán de Santa Rosa. Hay municipios totalmente urbanos los cuales comparten la característica de ser las cabeceras departamentales de Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa. Los municipios del departamento de Guatemala son en su mayoría urbanos con más del 80% de los hogares viviendo en esta área.

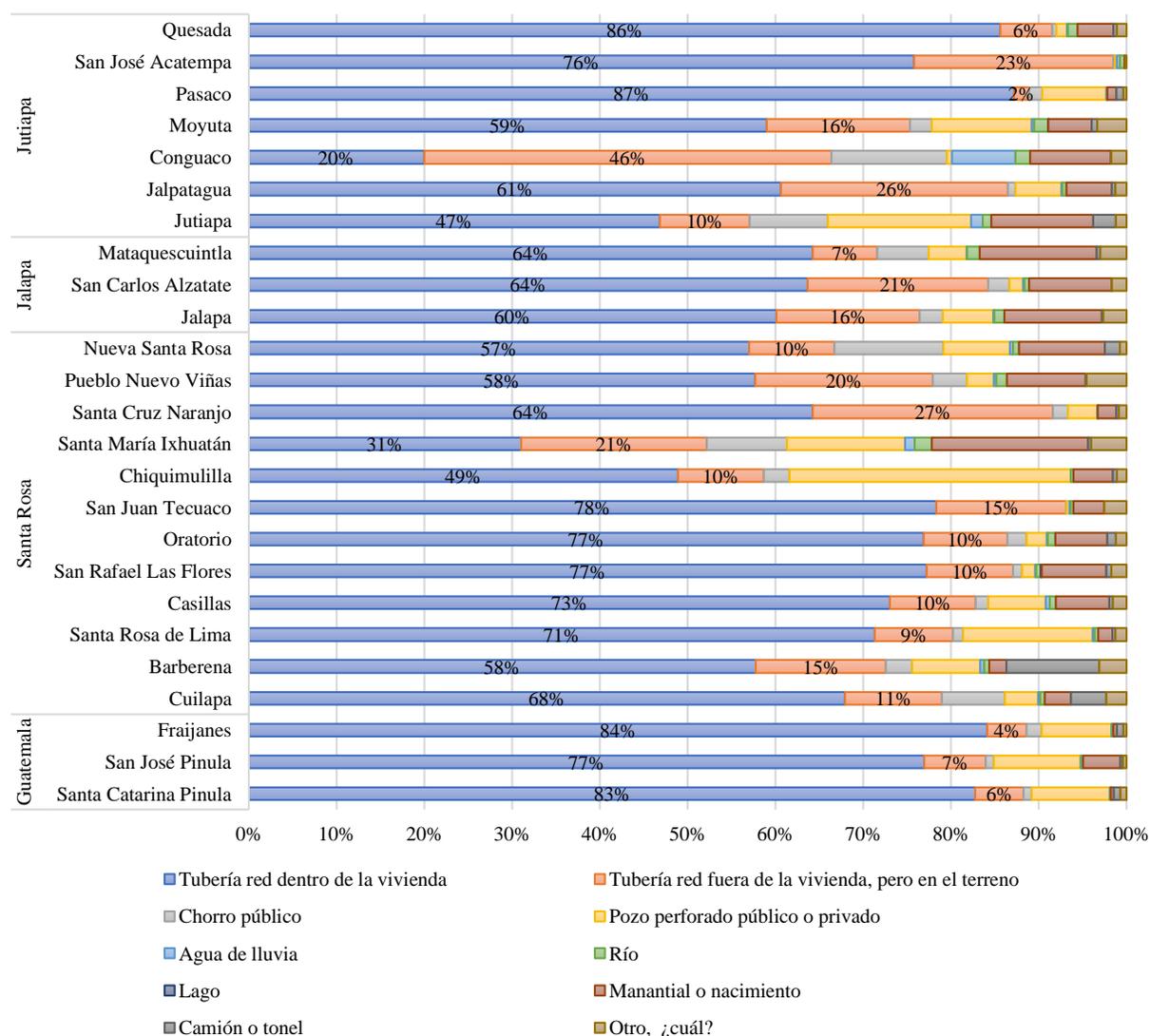


Figura 14. Fuente principal de obtención de agua

Nota. El gráfico representa las fuentes principales de obtención de agua por municipio. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

La Figura 14 presenta que en la mayoría de los municipios al menos el 50% de los hogares obtienen el agua a través de una red de tuberías dentro la vivienda, los municipios de Chiquimulilla y Santa María Ixhucatán de Santa Rosa y Jutiapa y Conguaco del departamento de Jutiapa son los que se encuentran por debajo de este valor. El municipio de Conguaco es el que presenta la menor cantidad de hogares que se abastecen del agua por este medio, donde 2 de cada 10 hogares tiene red de tubería dentro de la vivienda. Se espera este tipo de deficiencia en los municipios que no son cabeceras departamentales, sin embargo, el 49% de los hogares de Jutiapa tienen una red de tubería dentro de la vivienda.

Si la red de tuberías no está dentro de la vivienda esta puede estar dentro del terreno, en el caso de Conguaco entre 4 a 5 hogares de 10 su fuente principal de agua se encuentra de esta manera, la utilización de chorro público también es importante en este municipio. El abastecimiento a través de manantial o nacimiento es importante en el municipio de Santa María Ixhucatán donde 2 de cada 10 hogares obtiene el agua de esta manera. El abastecimiento a través de camión o tonel es importante en el municipio de Barberena donde 1 de cada 10 hogares obtiene el agua de esta manera.

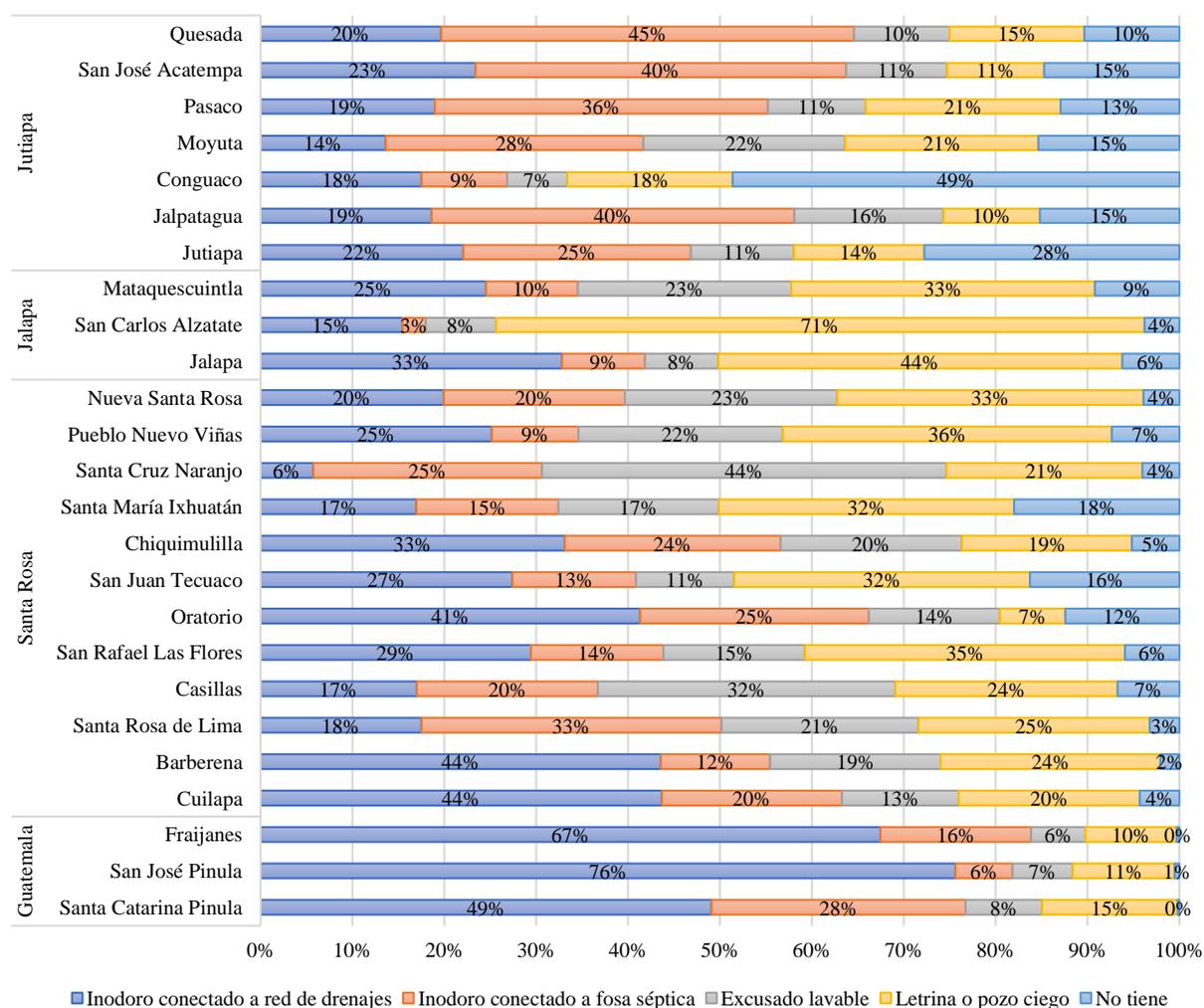


Figura 15. Tipo de servicio sanitario dentro de los hogares

Nota. El gráfico presenta el tipo de servicio sanitario por municipio. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

El tipo de servicio sanitario que poseen los hogares varía. Únicamente los municipios de San José Pinula y Fraijanes son los que superan el 50% de hogares que poseen inodoro conectado a red de drenajes, el 76% y 67% respectivamente. El municipio de Conguaco y Jutiapa son los municipios en donde una mayor proporción de los hogares no tiene ningún servicio sanitario, para Conguaco de 10 hogares 5 no poseen servicio sanitario y en Jutiapa, cabecera departamental, 3 de cada 10 hogares. El uso de inodoro conectado a fosa séptica es mayormente utilizado en los municipios de

Quesada, San José Acatempa, Pasaco y Jalpatagua del departamento de Jutiapa y en la cabecera departamental de Santa Rosa. El uso de excusado lavable como servicio sanitario es mayor en el municipio de Santa Cruz Naranjo del departamento de Santa Rosa, donde 4 de cada 10 hogares hace uso de este. El tipo letrina o pozo ciego se utiliza mayoritariamente en los hogares de San Carlos Alzatate del departamento de Santa Rosa, 8 de cada 10 hogares y en la cabecera departamental de Jalapa, 4 de cada 10 hogares.

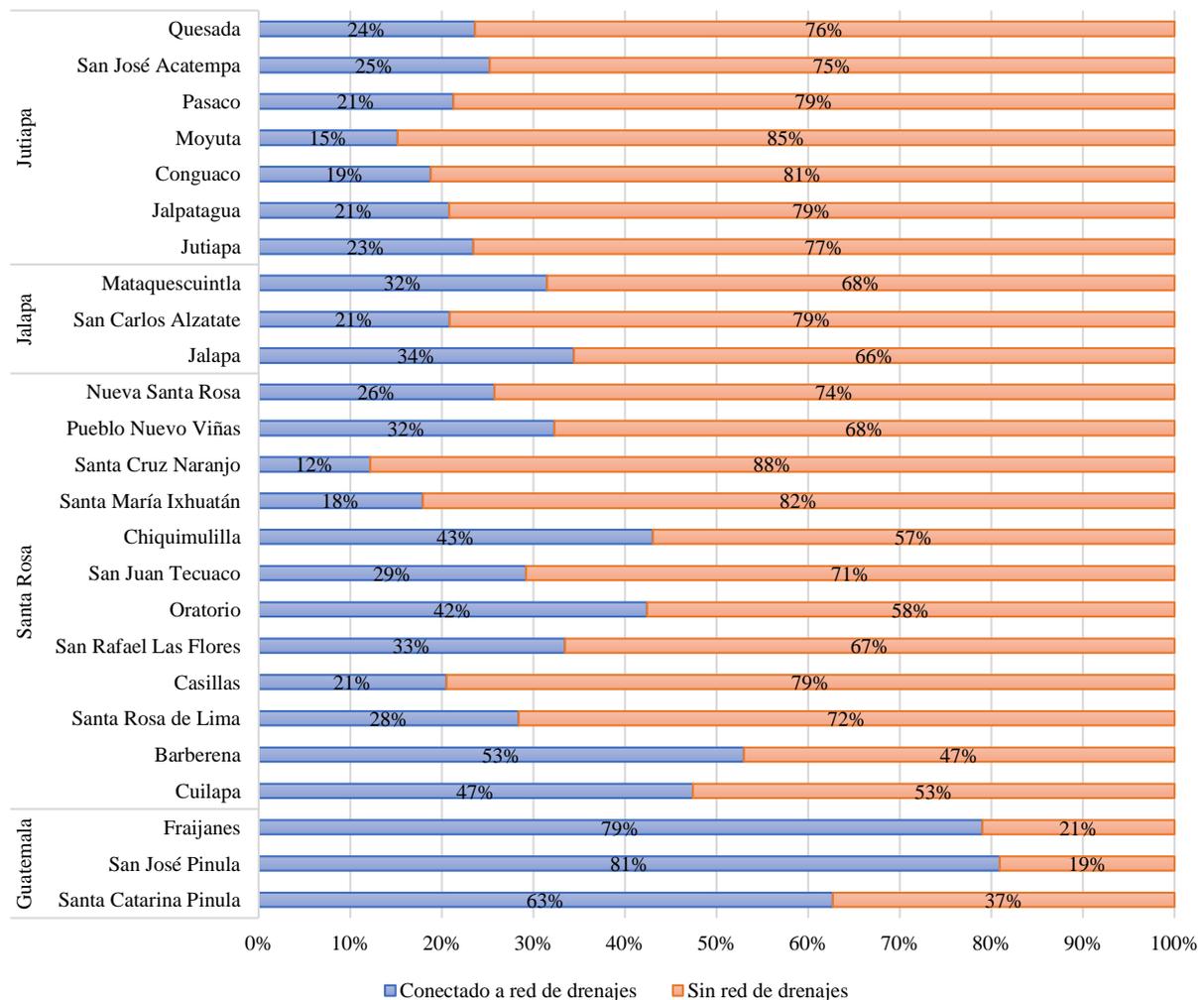


Figura 16. Conexión a red de drenajes

Nota. El gráfico presenta el porcentaje de hogares que tienen conexión a una red de drenajes por municipios, forma indispensable para deshacerse de las aguas grises producidas por actividades humanas. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

Los hogares para deshacerse de las aguas grises deberían estar conectadas a una red de drenajes, sin embargo, solo en 4 de los 25 municipios más del 50% de los hogares se encuentra en esta situación. El municipio de Santa Catarina Pinula, San José Pinula y Fraijanes del departamento de Guatemala y Barberena del departamento de Santa Rosa tienen al menos 5 de cada 10 hogares conectadas a una red de drenajes. El resto de los municipios se encuentran por debajo del 50% de los hogares, situación que es mayor en los municipios de Santa Cruz Naranjo, Moyuta, Santa María Ixhuatán y Conguaco, donde los hogares sin red de drenajes superan el 80%. El municipio de Moyuta es el que presenta un mayor porcentaje de hogares sin conexión a una red de drenajes, entre 8 y 9 hogares de cada 10.

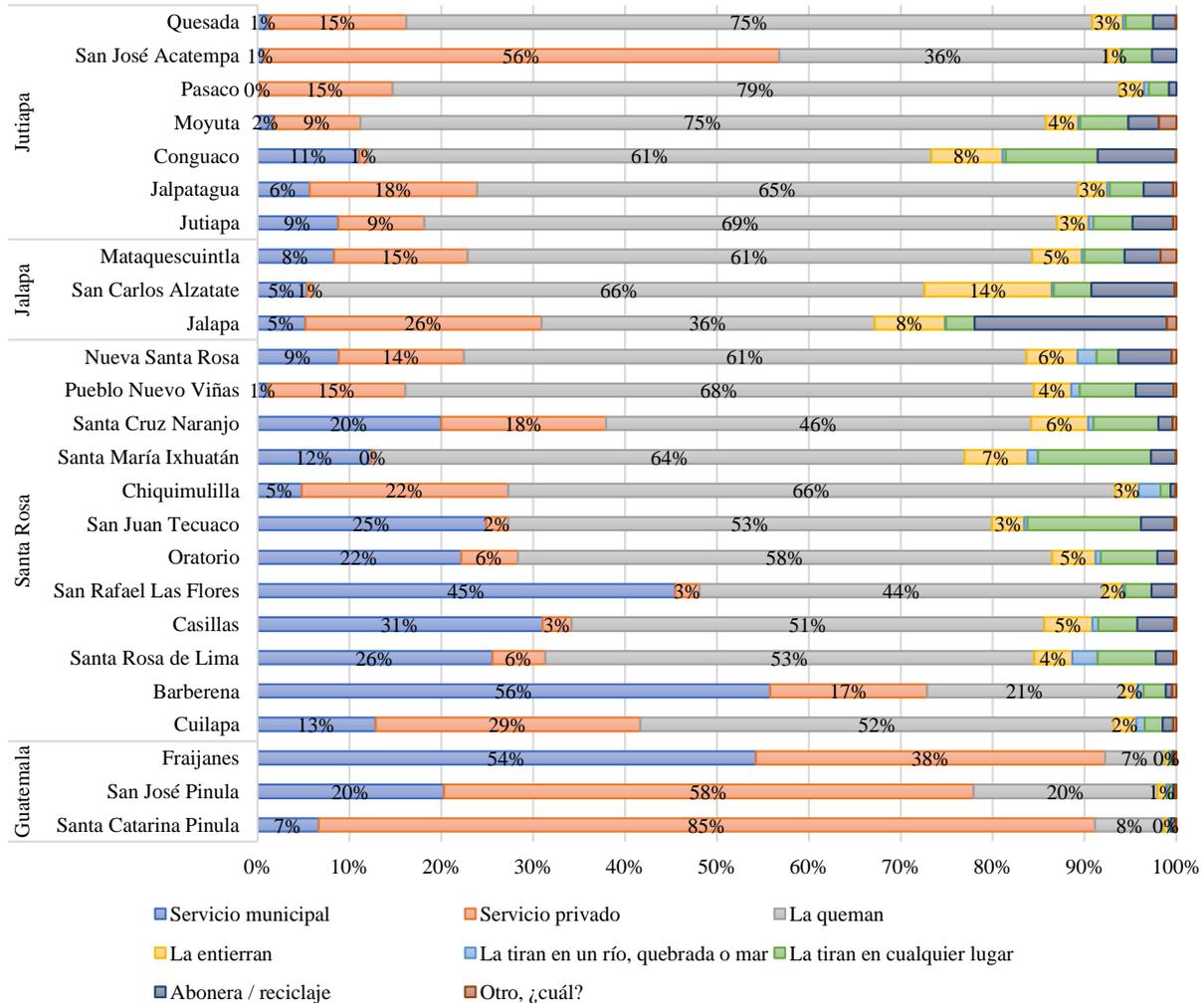


Figura 17. Método de eliminación de la basura

Nota. El gráfico presenta el método de eliminación de la basura por parte de los hogares de los municipios. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

La quema de la basura es el método de eliminación que más se utiliza en los municipios estudiados, solamente en 8 de los 25 municipios este método no supera el 50% de los hogares. El servicio municipal de recolección de basura es importante en los municipios de Cuilapa en Santa Rosa y Fraijanes en Guatemala, donde por lo menos 5 de cada 10 hogares hacen uso de este servicio. El uso de servicio privado para la recolección de la basura es importante en los municipios de Santa

Catarina Pinula, San José Pinula del departamento de Guatemala y Pasaco del departamento de Santa Rosa, superando el 50% de los hogares, en el primer municipio este valor es del 85%, de 8 a 9 hogares de 10 usan este servicio para la eliminación de la basura del hogar. El método de enterrar la basura es importante en el municipio de San Carlos Alzatate del departamento de Jalapa, en el cuál 1 de cada 10 hogares elimina la basura por este método y es el mayor porcentaje de todos los municipios.

El tirarla en cualquier lugar es un método utilizado principalmente en los municipios de San Juan Tecuaco, Santa María Ixhuatán y Conguaco, donde al menos 1 de cada 10 hogares utiliza este método para la eliminación de la basura. El uso de la basura para abonera o reciclaje es importante en la cabecera municipal de Jalapa, donde 2 de cada 10 hogares hace uso de este método.

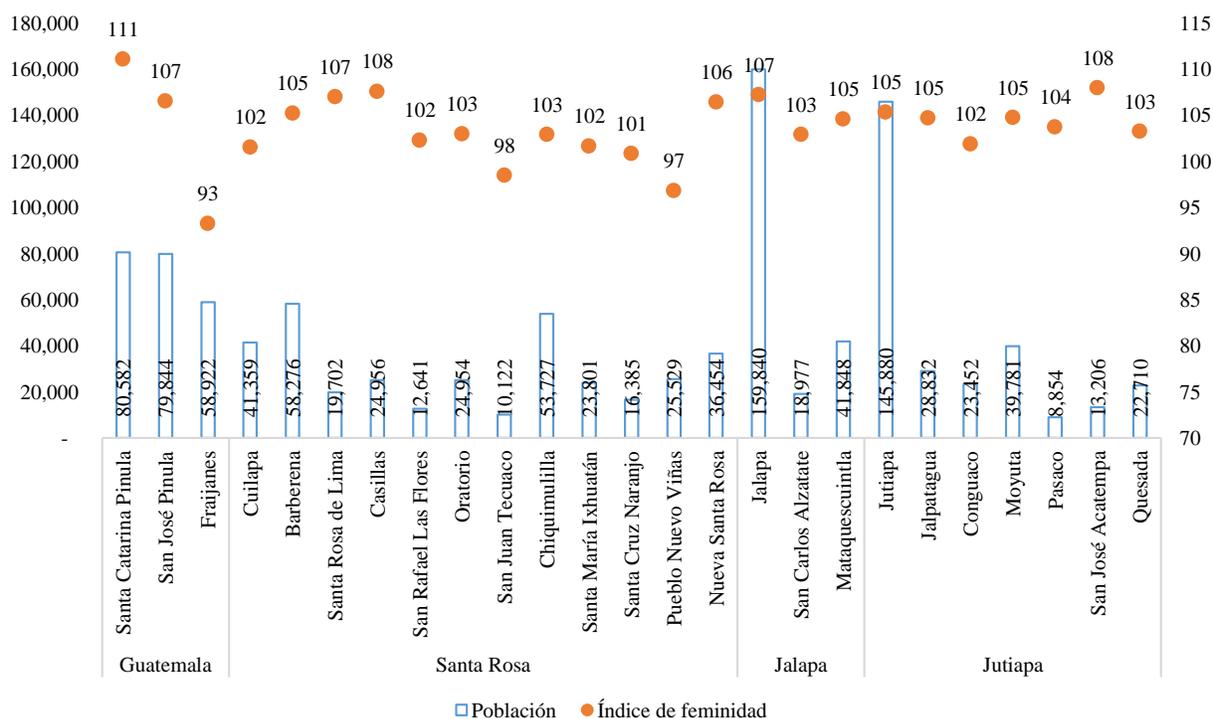


Figura 18. Población e índice de feminidad por municipios

Nota. El gráfico presenta la cantidad total de población y el índice de feminidad por municipio, este índice se calcula como la razón del total de mujeres sobre el total de hombres y expresa la cantidad de mujeres por cada 100 hombres.

Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

El gráfico muestra que los mayores centros poblados son las cabeceras departamentales de Jalapa y Jutiapa con más de cien mil personas cada uno. Sus índices de feminidad son mayores a 100, para el primero existen 107 mujeres y en Jutiapa 105 mujeres por cada 100 hombres. Los tres municipios con las menores poblaciones son, Pasaco, San Juan Tecuaco y San Rafael Las Flores, con 8,854, 10,122 y 12,641 personas respectivamente, sus índices de feminidad son 104, 98 y 102 mujeres por cada 100 hombres respectivamente.

Únicamente 3 de los municipios anteriormente descritos presentan un índice de feminidad por debajo de 100, siendo estos: Pueblo Nuevo Viñas, San Juan Tecuaco y Fraijanes, con 97, 98 y 93 mujeres por cada 100 hombres respectivamente. Siendo Fraijanes el municipio con menos mujeres de todos los municipios incluidos en el estudio.

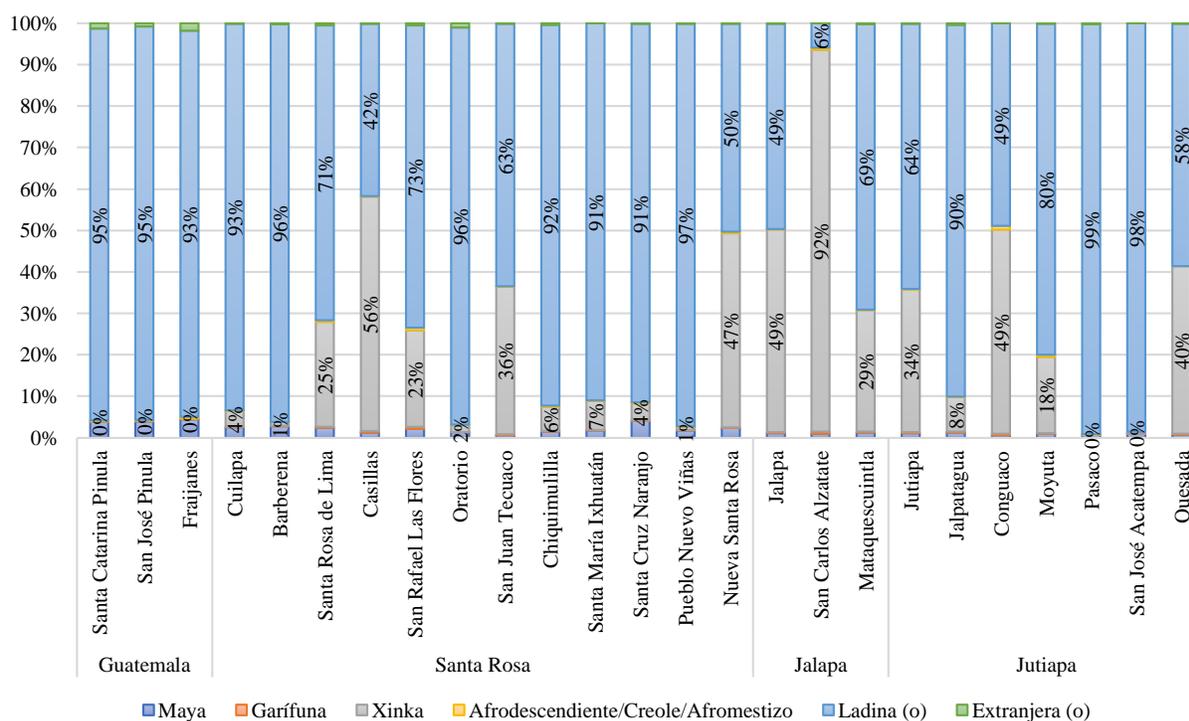


Figura 19. Población según autoidentificación étnica

Nota. El gráfico presenta la población por su autoidentificación étnica, los porcentajes mostrados en la tabla son de la población Xinka y Ladina(o). Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

La población de los municipios de estudio se subdivide principalmente en dos grandes grupos, por un lado, están las personas que se han autoidentificado como ladinas(os) y por el otro, las personas que se autoidentifican como población Xinca. La población Xinca se encuentra mayormente representada en los municipios de San Carlos Alzatate y Casillas, en el primero 9 de cada 10 personas y en el segundo entre 5 o 6 personas de cada 10 se identifican como parte de este pueblo. En algunos municipios el pueblo Xinka representa una cuarta parte de la población; en os municipios de Santa Rosa de Lima, San Juan Tecuaco, Nueva Santa Rosa, Jalapa, Mataquescuintla, Conguaco y Quesada y los dos anteriormente descritos. La población ladina se concentra en el resto de los municipios, siendo esta superior al 50% de la población. El municipio con mayor población ladina es Pasaco del departamento de Jutiapa donde prácticamente todas las personas se autoidentifican de esta manera.

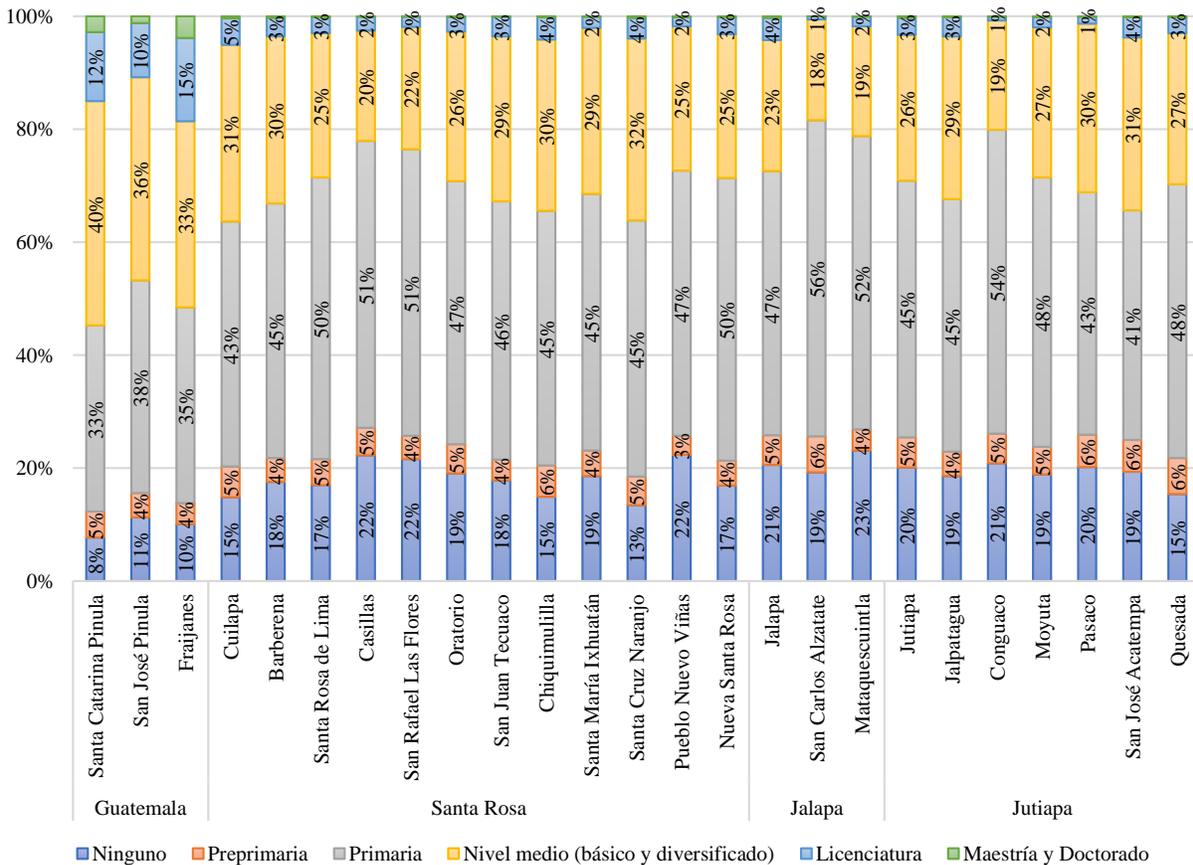


Figura 20. Niveles de estudios más altos aprobados

Nota. El gráfico presenta los niveles de estudios más altos aprobados por municipios. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2018.

El gráfico anterior muestra que el mayor porcentaje de la población ha aprobado el nivel de primaria y los niveles medios básico y diversificado. Los niveles superiores como la licenciatura, maestría y doctorado son porcentajes mayores para los municipios del departamento de Guatemala. En Cuilapa el nivel de licenciatura ha sido terminado por el 5% de la población. El no poseer ningún nivel de estudios es una característica para la cuarta parte de la población de los municipios de Casillas, San Rafael las Flores, Pueblo Nuevo Viñas y Mataquesuintla. En este último tiene el mayor porcentaje de la población sin ningún nivel de estudios.

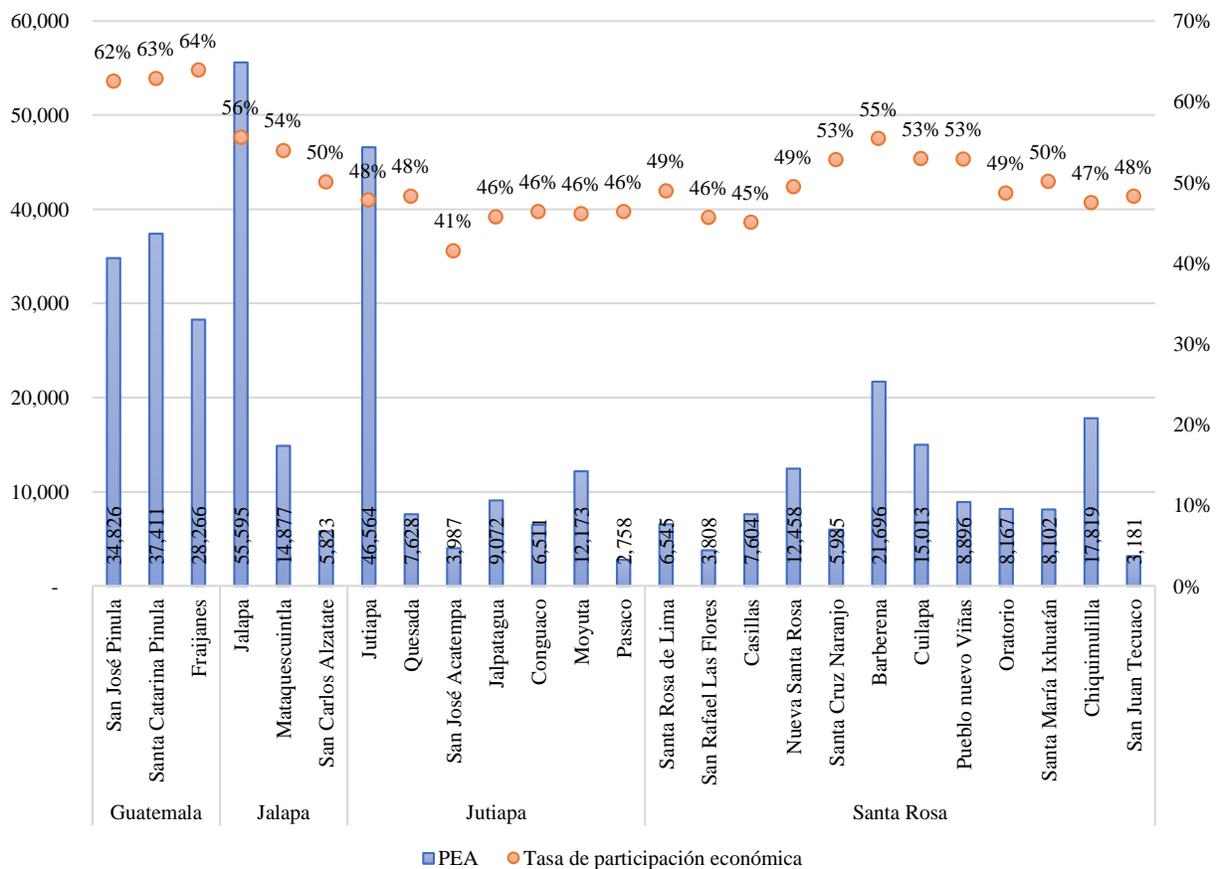


Figura 21. Población económicamente activa

Nota. El gráfico presenta la población económicamente activa por municipios y la tasa de participación económica indica el porcentaje de población de 15 años o más que esta insertada en la actividad económica, ya sea trabajando o buscando trabajo. Fuente XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2019.

Según la Figura 21 los municipios del departamento de Guatemala son los que presentan a una mayor población insertada en la actividad económica. El municipio de San José Acatempa presenta que solo el 4 de cada 10 personas mayores de 15 años se encuentran trabajando o buscando trabajo.

Los municipios del departamento de jalapa presentan porcentajes por arriba del 50% de la población, es decir que al menos 5 de cada 10 personas mayores de 15 años se encuentran insertadas en la actividad económica. Los municipios de Jutiapa por otra parte no superan el 50% de la población.

En el apéndice 3, Figura 48, se encuentra la descripción de las actividades económicas más importantes de los municipios de estudio. A nivel de todos los municipios las actividades económicas que emplean a mayor cantidad de personas son; la agricultura se posiciona como la principal actividad económica de los municipios, seguido por el comercio al por mayor y las actividades en los hogares como empleadores, actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicio en tercer lugar.

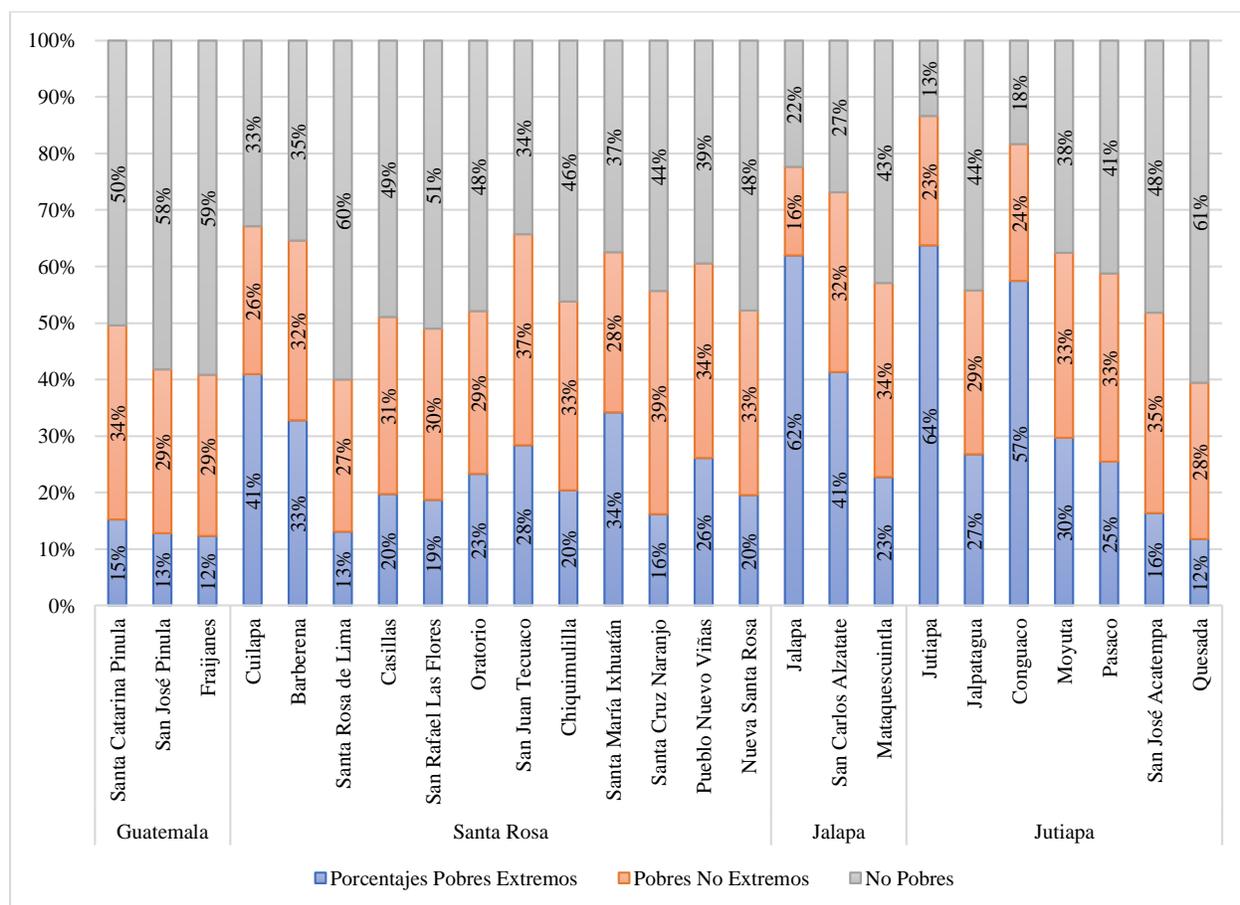


Figura 22. Pobreza por el método de necesidades básicas insatisfechas

Nota. El gráfico presenta los niveles de pobreza, pobreza extrema y no pobreza por municipios. Fuente Zapil, S. No publicado. Pobreza: metodología de las necesidades básicas insatisfechas utilizando el XII censo de población y VI de vivienda, por INE, 2018.

La Figura 22 presenta los niveles de pobreza por municipio en el 2018. Los municipios que presentan mayores niveles de pobreza extrema son los municipios de Jutiapa, Jalapa y Conguaco con 64%, 62% y 57% de su población, al menos 6 personas de 10 en las cabeceras departamentales de Jutiapa y Jalapa viven en condición de extrema pobreza. Ningún de los municipios presenta niveles de pobreza extrema por debajo del 10%, es decir, existe al menos 1 personas de cada 10 que viven en esta condición para todos los municipios de estudio. La pobreza no extrema es mayor en los municipios de Santa Cruz Naranjo y San Juan Tecuaco donde el 39 y 37% de la población viven en esta condición.

La condición de no pobreza en los municipios de estudios, supera la mitad de su población en 6 municipios de los 25 del estudio. Los mayores niveles de no pobreza se encuentran en los municipios de Quesada y Santa Rosa de Lima con el 61% y 60%, es decir al menos 6 personas de 10, en estos municipios, no viven en una condición de pobreza.

10.3 Mapeo de actores

En el presente estudio se realizó un mapeo participativo de actores para poder identificar a los distintos actores, como los que gestionan el recurso, los grandes usuarios, los usuarios a nivel de comunidad, organizaciones y movimientos sociales. Estos actores fueron clasificados según la parte de la cuenca en donde tienen presencia o si es que son actores que tienen presencia/influencia en toda la cuenca. Los actores de la cuenca del río los esclavos, para la presente investigación fueron clasificados por tipo de actor, a continuación, se hace una descripción de la tipología:

1. **Gobierno central:** En esta tipología se clasificaron todas las instituciones que pertenecen al gobierno central y por lo tanto su espectro de influencia es más amplio que la del gobierno local.
2. **Gobierno local:** En esta tipología se clasificaron todos los actores que pertenecen a instituciones del gobierno que han sido descentralizadas a nivel departamental y municipal.
3. **Organizaciones de la sociedad civil:** En esta tipología se clasificaron todas las organizaciones que trabajan a nivel territorial en la cuenca.
4. **Sector Privado:** En esta tipología se clasificaron todas la empresas y asociaciones de carácter privado.
5. **Organización Comunal:** En esta tipología se clasificaron las comunidades que tienen organizaciones de carácter comunal para la administración de sus tierras y de los bienes naturales dentro de ellas.
6. **Academia:** En esta tipología se clasificaron las universidades tanto públicas como privadas, así como también centros de investigación.
7. **Iglesia:** en esta tipología se incluyeron a los actores vinculados con la iglesia como las parroquias y otras organizaciones a nivel de diócesis.

8. **Población:** En esta tipología se incluyeron a los actores que no están afiliados a ninguna organización pública o privada, pero quienes habitan en la cuenca y quienes tienen relación con el agua desde su posición como usuarios, así como otros usos y vínculos que tengan con el agua.

10.3.1 Actores que tienen influencia en toda la cuenca

Hay actores que no están restringidos y tienen influencia en todo el territorio que barca la cuenca, por lo que dentro de la clasificación de actores estos se identificaron como actores que tienen influencia en la totalidad de la cuenca.

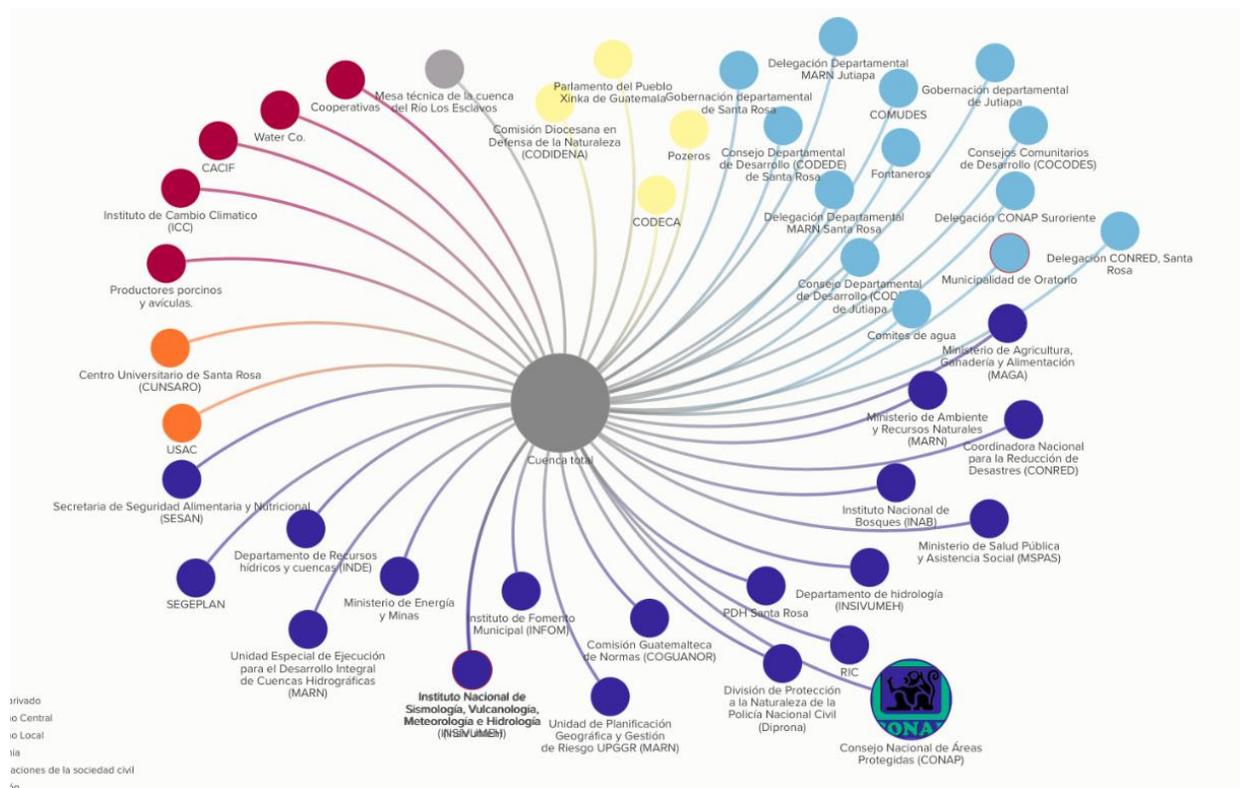


Figura 23. Actores con influencia en toda la cuenca

En la Academia la universidad de San Carlos es un actor importante, que actúa desde el Centro Universitario de Santa Rosa (CUNSARO) que tiene sedes en Nueva Santa Rosa y Cuilapa.

En cuanto a las instituciones del gobierno central que están vinculados al tema del agua, se encuentra el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), quienes ejecutan políticas para mejorar la producción de alimentos y donde un insumo principal es el agua; el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), actúa como el ente rector en la calidad, uso y aprovechamiento del recursos hídrico; El Instituto Nacional de Bosques (INAB) quienes además de autorizar licencias para tala de bosque también tienen la obligación de tener programas de investigación sobre hidrología forestal. Entre otras instituciones del gobierno central se encuentra la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred), el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), la División de Protección a la Naturaleza de la Policía Nacional Civil (Diprona), SEGEPLAN, la Procuraduría de Derechos Humanos de Santa Rosa, la secretaria de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN) y Registro de Información Catastral (RIC).

De parte del gobierno local están las delegaciones departamentales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Gobernación departamental, así como los Consejos departamentales de desarrollo (CODEDE) de Santa Rosa y Jutiapa, estos últimos también incluyen como parte de su estructura a los Consejos Municipales de Desarrollo (COMUDE) que están integrados por los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE). Otro actor importante es la delegación del Consejo de áreas Protegidas (CONAP) del suroriente, quienes son el ente rector para la administración de áreas protegidas en conjunto con la Usac y reservas privadas en la cuenca.

En cuanto a organizaciones de la sociedad civil, se encuentra El Parlamento del Pueblo Xinka de Guatemala, quienes tienen influencia en toda la cuenca y más allá de ella vinculados al tema del fortalecimiento de la identidad Xinka y la defensa del territorio Xinka. Además de ellos está la Comisión Diocesana de Defensa de La Naturaleza (CODIDENA) quienes atienden conflictos socioambientales en toda la cuenca. Otras organizaciones de la sociedad civil también está CODECA, quienes han luchado por derechos vinculados al tema de la distribución y cobro de la energía eléctrica.

En cuanto al sector privado que influye en toda la cuenca ase encuentran los productores porcinos y avícolas, ganaderos y cooperativas agrícolas. De parte del sector privado el CACIF es un actor que tienen influencia en la cuenca. Por último, está el Instituto de cambio climático (ICC) quienes están vinculados con los ingenios azucareros y han producido información ambiental de interés para la producción de la caña de azúcar.

Tabla 8

Actores con influencia en toda la cuenca

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
Centro Universitario de Santa Rosa (CUNSARO)	Academia	Cuenca total
USAC	Academia	Cuenca total
Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo UPGGR (MARN)	Gobierno Central	Cuenca total
Unidad Especial de Ejecución para el Desarrollo Integral de Cuencas Hidrográficas (MARN)	Gobierno Central	Cuenca total
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)	Gobierno Central	Cuenca total
Instituto de Fomento Municipal (INFOM)	Gobierno Central	Cuenca total
Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)	Gobierno Central	Cuenca total
Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)	Gobierno Central	Cuenca total
Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)	Gobierno Central	Cuenca total
Departamento de Recursos hídricos y cuencas (INDE)	Gobierno Central	Cuenca total
Ministerio de Energía y Minas	Gobierno Central	Cuenca total
Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)	Gobierno Central	Cuenca total
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	Gobierno Central	Cuenca total
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Gobierno Central	Cuenca total
Instituto Nacional de Bosques (INAB)	Gobierno Central	Cuenca total
Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh)	Gobierno Central	Cuenca total
División de Protección a la Naturaleza de la Policía Nacional Civil (Diprona)	Gobierno Central	Cuenca total
Departamento de hidrología (INSIVUMEH)	Gobierno Central	Cuenca total
SEGEPLAN	Gobierno Central	Cuenca total
PDH Santa Rosa	Gobierno Central	Cuenca total
Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN)	Gobierno central	Cuenca total
RIC	Gobierno central	Cuenca total
Delegación Departamental MARN Jutiapa	Gobierno local	Cuenca total

Delegación Departamental MARN Santa Rosa	Gobierno local	Cuenca total
Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) de Santa Rosa	Gobierno local	Cuenca total
Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) de Jutiapa	Gobierno local	Cuenca total
Delegación CONAP Suroriente	Gobierno local	Cuenca total
Gobernación departamental de Jutiapa	Gobierno local	Cuenca total
Gobernación departamental de Santa Rosa	Gobierno local	Cuenca total
Municipalidad de Oratorio	Gobierno local	Cuenca total
COMUDES	Gobierno local	Cuenca total
Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES)	Gobierno local	Cuenca total
Delegación CONRED, Santa Rosa	Gobierno local	Cuenca total
Mesa técnica de la cuenca del Río Los Esclavos	Organización de segundo nivel de gestión ambiental	Cuenca total
Comisión Diocesana en Defensa de la Naturaleza (CODIDENA)	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca total
Fontaneros	Gobierno local	Cuenca total
Parlamento del Pueblo Xinka de Guatemala	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca total
Comités de agua	Gobierno local	Cuenca total
Poceros	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca total
CODECA	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca total
Productores porcinos y avícolas.	Sector privado	Cuenca total
Cooperativas	Sector privado	Cuenca total
CACIF	Sector privado	Cuenca total
Instituto de Cambio Climático (ICC)	Sector privado	Cuenca total
Water Co.	Sector privado	Cuenca total

10.3.2 Mesa técnica del río Los Esclavos

A partir de que se decretó el Acuerdo Gubernativo 18-2021 para la creación de un viceministerio del agua, se instauró un Mesa Técnica del Río Los Esclavos, en la que a través de gobernación departamental se convocó a diferentes actores para poder llevar a cabo la caracterización de la cuenca. Esta mesa está integrada por algunas instituciones del gobierno central entre las que participan se encuentra la CONRED, MAGA, INAB, MARN y CONAP. A nivel municipal participan las municipalidades de Mataquescuintla, San Rafael Las Flores, Casillas, Nueva Santa

Rosa y Chiquimulilla. Asimismo, también participan representantes de algunos Comités de agua. A nivel departamental la gobernación de Santa Rosa, Jalapa y Jutiapa.

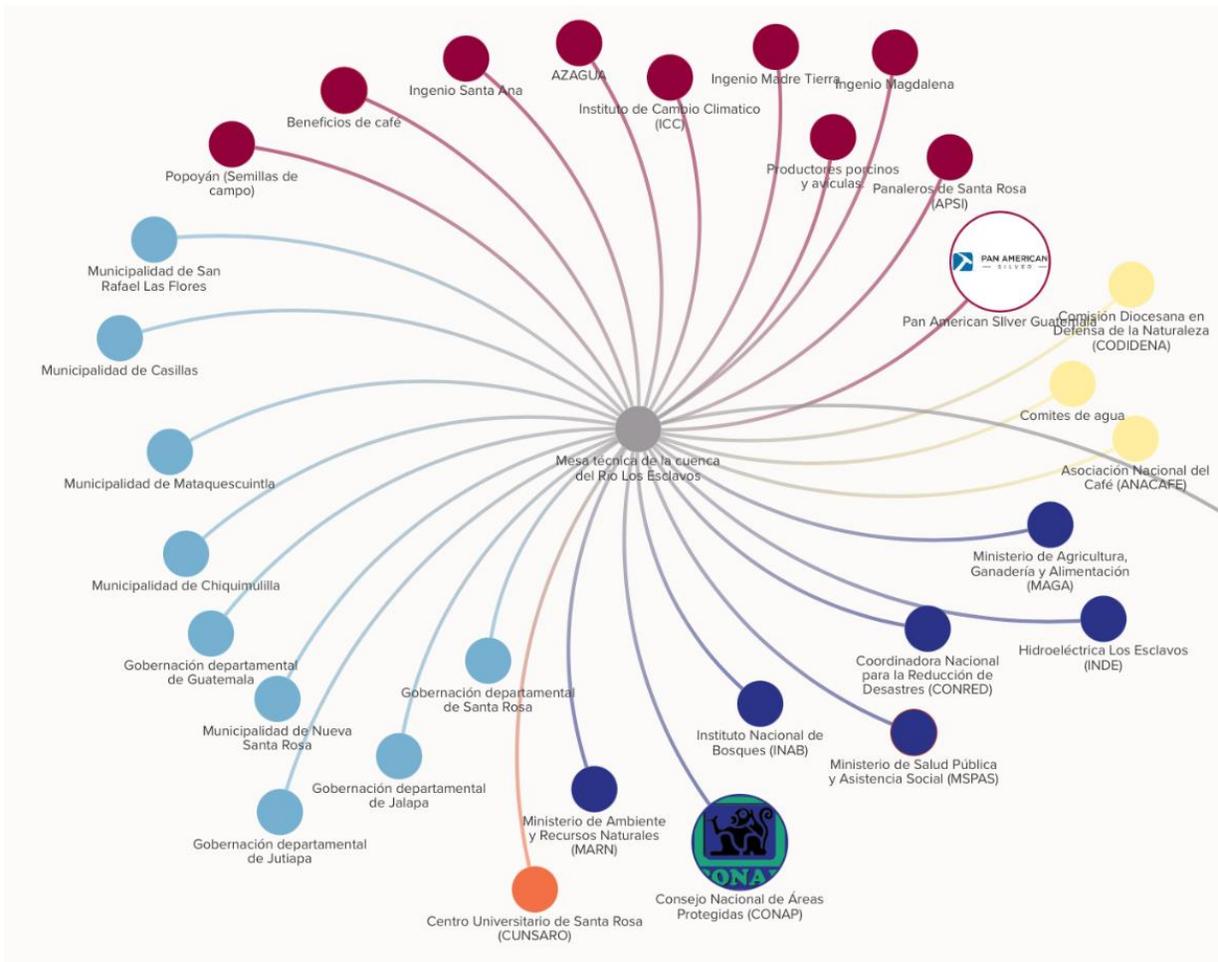


Figura 24. Actores en la Mesa técnica de la cuenca del río Los Esclavos

El Sector privado tiene un peso importante en la mesa, de 30 actores 11 de ellos representan al sector privado. Por un lado, se encuentra la empresa minera extractiva Pan American Silver, quienes son usuarios del agua y quienes hacen descargas a los afluentes de la cuenca, así como la extracción de agua subterránea por la excavación de los túneles para minar. Los actores vinculados con el procesamiento y exportación de café también están presentes en la mesa a través de la representación de algunos beneficios de café y la Asociación Nacional del Café (ANACAFE). Por último, pero no menos importante están los Ingenios azucareros, uno de los principales

consumidores de agua. Los ingenios además de estar presentes en representación de Santa Ana, Madre Tierra y Magdalena, tienen a la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) y al ICC como actores en la mesa técnica.

10.3.3 Actores en la parte alta

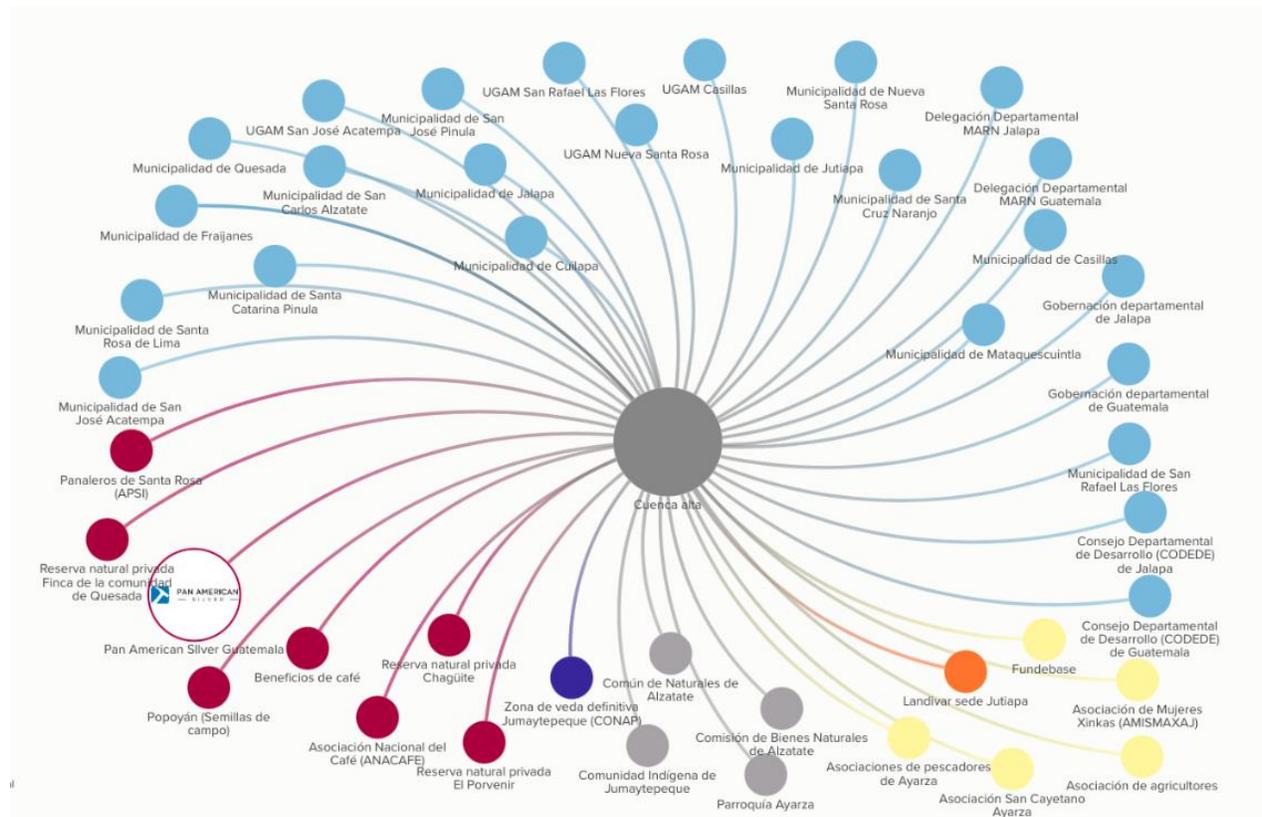


Figura 25. Actores identificados en la parte alta de la cuenca del río Los Esclavos

En la parte alta de la cuenca de parte del gobierno local a nivel departamental están las delegaciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, los Consejos de Desarrollo y gobernación de Jalapa, Guatemala y Santa Rosa. A nivel municipal se encuentran las municipalidades y la Unidad de Gestión ambiental (UGAM) de San Carlos Alzatate, Mataquescuintla, San Rafael Las Flores, Casillas, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa de Lima, Santa Cruz Naranjo, Fraijanes, San José Pínula, Cuilapa y San José Acatempa.

A nivel de organizaciones de la sociedad civil, en la parte alta de la cuenca se encuentran varias asociaciones de agricultores, asociaciones de pescadores de Ayarza, la Asociación Laguna azul San Cayetano, Fundebase, Comisión Diocesana de Defensa de la Naturaleza y la Asociación de Mujeres Xinkas (AMISMAXAJ). Además de las organizaciones de la sociedad civil, otro tipo de organización importante a nivel territorial son las organizaciones de tipo comunal. Las organizaciones comunales, son comunidades o grupos de poblaciones que tienen estatutos propios para la administración de la tierra y de los bienes comunes. En la parte alta hay varias tierras comunales entre ellas el Común de Naturales de Alzatate y la comunidad Indígena de Jumaytepeque.

Por último, actores importantes, sobre todo como usuarios, es el sector privado, que en el caso de la cuenca alta son actores sobre todo vinculados al tema de la agroindustria como Popoyán, quienes se dedican a la producción de almácigos y también tienen producción de vegetales. Asociación de Paneleros (APSI) que se dedican al tema de la apicultura. Anacafé por su rol en la regulación de la venta y exportación del café, los beneficios de café y los cafetaleros que plantan y cosechan café. Estos son actores importantes en el tema de agua, sobre todo los beneficios de café quienes son usuarios y también realizan descargas en los ríos y afluentes de esa parte de la cuenca.

Dentro del sector privado, existe un actor importante considerado como un actor extractivo por su impacto en el ciclo hidrológico, Pan American Silver Guatemala quien es una subsidiaria de la transnacional de Pan American Silver Corp. Basada en Vancouver, Canadá. Esta empresa tiene los derechos de explotación del proyecto minero El Escobal, ubicado en el municipio de San Rafael Las Flores, en la microcuenca de la Quebrada El Escobal.

Tabla 9

Actores con influencia en la cuenca alta

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
Delegación Departamental MARN Jalapa	Gobierno local	Cuenca alta
Delegación Departamental MARN Guatemala	Gobierno local	Cuenca alta

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) de Guatemala	Gobierno local	Cuenca alta
Consejo Departamental de Desarrollo (CODEDE) de Jalapa	Gobierno local	Cuenca alta
Landívar sede Jutiapa	Academia	Cuenca alta
Asociación Nacional del Café (ANACAFE)	Sector privado	Cuenca alta
Asociación de Mujeres Xinkas (AMISMAXAJ)	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca alta
Pan American Silver Guatemala	Sector privado	Cuenca alta
Gobernación departamental de Jalapa	Gobierno local	Cuenca alta
Gobernación departamental de Guatemala	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Fraijanes	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de San José Pinula	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Santa Catarina Pinula	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Jalapa	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Mataquescuintla	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de San Carlos Alzatate	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Jutiapa	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Quesada	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de San José Acatempa	Gobierno local	Cuenca alta
UGAM San José Acatempa	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Barberena	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Casillas	Gobierno local	Cuenca alta
UGAM Casillas	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Cuilapa	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Nueva Santa Rosa	Gobierno local	Cuenca alta
UGAM Nueva Santa Rosa	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de San Rafael Las Flores	Gobierno local	Cuenca alta
UGAM San Rafael Las Flores	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Santa Cruz Naranjo	Gobierno local	Cuenca alta
Municipalidad de Santa Rosa de Lima	Gobierno local	Cuenca alta
Asociación de agricultores	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca alta
Asociaciones de pescadores de Ayarza	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca alta
Asociación San Cayetano Ayarza	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca alta
Fundabase	Organizaciones de la Sociedad civil	Cuenca alta
Zona de veda definitiva Jumaytepeque (CONAP)	Gobierno Central	Cuenca alta
Reserva natural privada Chagüite	Sector privado	Cuenca alta

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
Reserva natural privada Finca de la comunidad de Quesada	Sector privado	Cuenca alta
Reserva natural privada El Porvenir	Sector privado	Cuenca alta
Beneficios de café	Sector privado	Cuenca alta
Popoyán (Semillas de campo)	Sector privado	Cuenca alta
Panaderos de Santa Rosa (APSI)	Sector privado	Cuenca alta
Comunidad Indígena de Jumaytepeque	Organización comunal	Cuenca alta
Parroquia Ayarza	Iglesia	Cuenca alta
Común de Naturales de Alzatate	Organización comunal	Cuenca alta
Comisión de Bienes Naturales de Alzatate	Organización comunal	Cuenca alta

10.3.4 Actores en la Cuenca Media

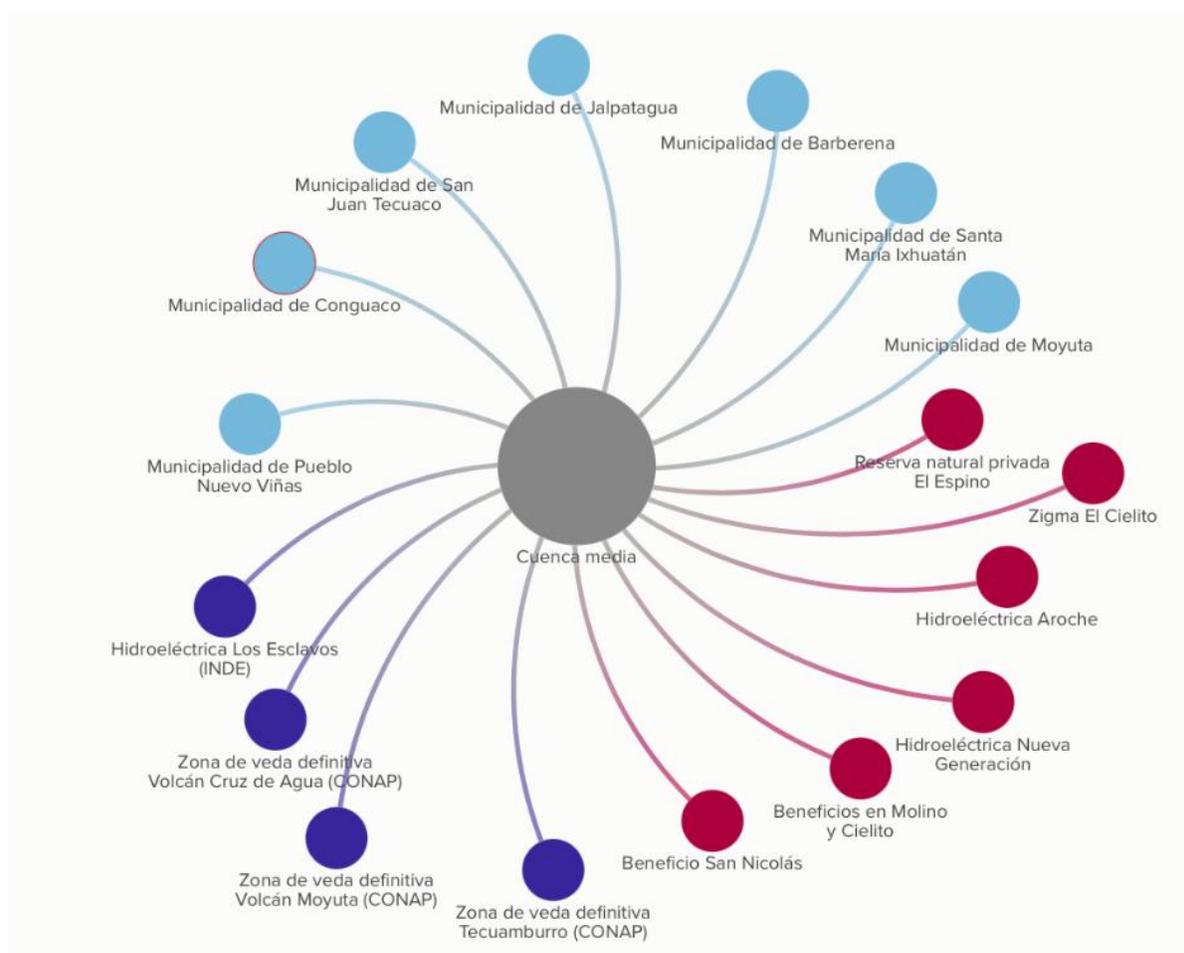


Figura 26. Actores identificados en la cuenca media del río Los Esclavos

La parte media de la cuenca abarca partes de varios municipios, incluyendo Barberena, Cuilapa, Acatempa, Santa María Ixhuatán, Pueblo Nuevo Viñas, San Juan Tecuaco, Chiquimulilla y Moyuta. En esta parte la actividad ganadera es el principal uso del suelo, es decir, los ganaderos de esta zona son actores importantes, además de ser el principal uso del suelo son también uno de los actores para quienes el agua es un elemento vital para poder mantener al ganado.

En el sistema agrícola de esta zona la pacaya se da en zonas agrícolas heterogéneas, es decir, crece entre otra vegetación, especialmente en las montañas de Santa María Ixhuatán, en esa área la pacaya es una cosecha muy importante para la población y abastece de este a todo el territorio. Santa María Ixhuatán es una de las montañas más altas antes de la parte baja, junto con el Volcán Tecuamburro van delimitando la entrada a la parte baja de la cuenca. Tanto el Volcán Tecuamburro, como el Volcán Cruz Quemada son zonas de veda, por lo que en este espacio un actor importante es el CONAP, por ser una institución encargada de administrar y velar por esas zonas de veda.

Además de la cosecha de Pacaya, en una menor cantidad, también se cosecha café, por lo que existen varios beneficios de café en la zona y son considerados un actor importante por ser usuarios industriales del agua y tener desechos residuales que pueden afectar a los afluentes de la cuenca. Por último, las hidroeléctricas también son actores con gran relevancia, por su control y transformación directa en el afluente de la cuenca principal. En especial la Hidroeléctrica Los Esclavos, situada río arriba del histórico puente con el mismo nombre. Este es un actor que por su nivel de influencia en esta parte de la cuenca y cuenca abajo, es considerado de los más relevantes en esta sección sobre todo porque es un proyecto de carácter gubernamental. Además de la hidroeléctrica Los Esclavos hay otras hidroeléctricas que están en esta región.

Tabla 10

Actores con influencia en la cuenca media

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
Fincas ganaderas	Sector Privado	Cuenca media
Hidroeléctrica Los Esclavos (INDE)	Gobierno Central	Cuenca media

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
Hidroeléctrica Aroche	Sector privado	Cuenca media
Hidroeléctrica Nueva Generación	Sector privado	Cuenca media
Municipalidad de Conguaco	Gobierno local	Cuenca media
Municipalidad de Jalpatagua	Gobierno local	Cuenca media
Municipalidad de Moyuta	Gobierno local	Cuenca media
Municipalidad de Barberena	Gobierno local	Cuenca media
Municipalidad de Pueblo Nuevo Viñas	Gobierno local	Cuenca media
Municipalidad de San Juan Tecuaco	Gobierno local	Cuenca media
Municipalidad de Santa María Ixhuatán	Gobierno local	Cuenca media
Zona de veda definitiva Tecuamburro (CONAP)	Gobierno Central	Cuenca media
Zona de veda definitiva Volcán Cruz de Agua (CONAP)	Gobierno Central	Cuenca media
Reserva natural privada El Espino	Sector privado	Cuenca media
Zona de veda definitiva Volcán Moyuta (CONAP)	Gobierno Central	Cuenca media
Beneficio San Nicolás	Sector privado	Cuenca media
Beneficios en Molino y Cielito	Sector privado	Cuenca media
Zigma El Cielito	Sector privado	Cuenca media

10.3.5 Actores en la cuenca baja

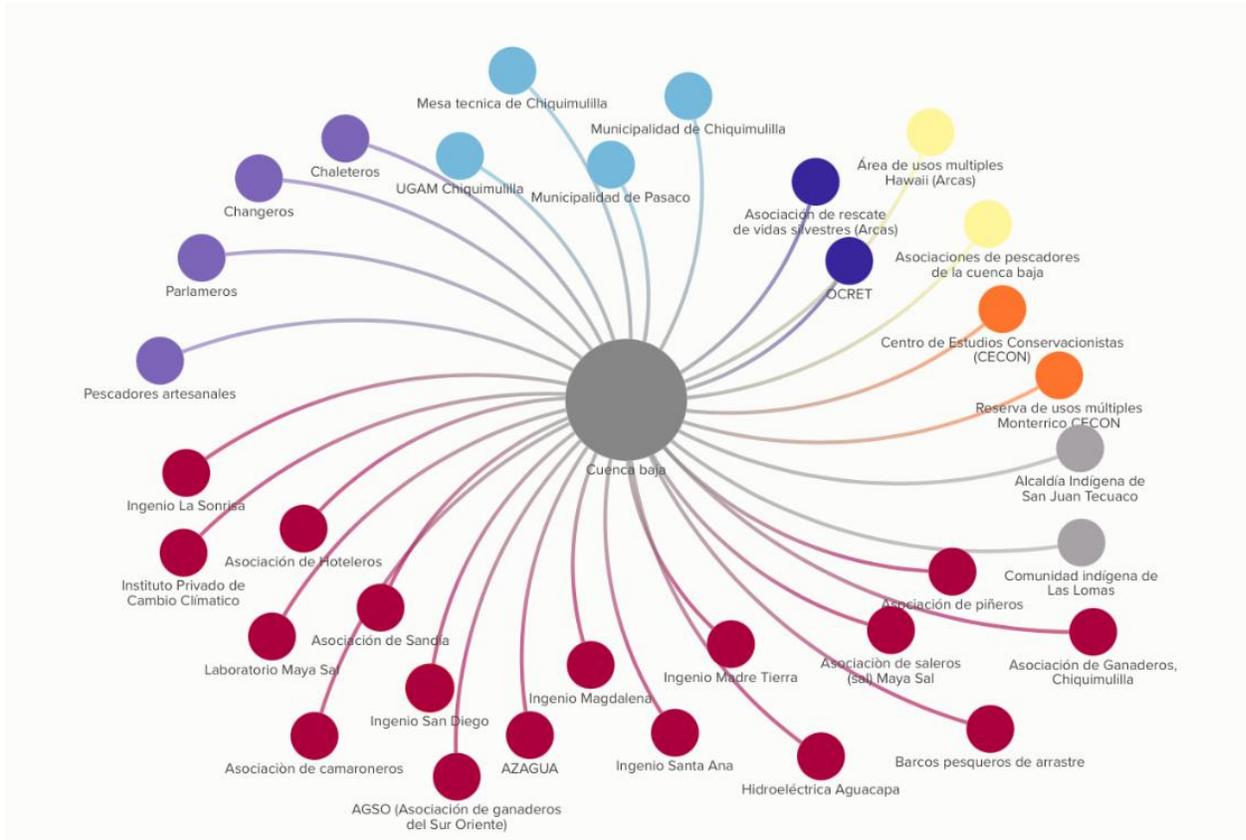


Figura 27. Actores identificados en la parte baja de la cuenca del río Los Esclavos

En la parte baja de la cuenca, la dinámica principal en la actualidad es la caña de azúcar, tiene abarcada casi la mitad del territorio de la parte baja de la cuenca. En conjunto con la gran cantidad de tierra que se usa en esa parte para el cultivo de caña, los ingenios, sus asociaciones y su instituto de investigación tienen gran influencia en todos los espacios en la parte baja de la cuenca, tanto en lo bio-físico como en los espacios de participación política. Son actores con mucho poder sobre el agua, sobre todo porque son uno de los mayores consumidores de ella, pero también por el desvío de ríos y bloqueo de los cauces para el riego del cultivo. Lo cual impacta a muchos actores cuenca abajo, tanto a poblaciones y comunidades específicas como también a regiones ecológicas que dependen del caudal del Río Los Esclavos. En vínculo con el sector de ingenios azucareros, está

el Instituto Privado de Cambio Climático (ICC) quienes son el brazo académico del sector privado azucarero, que ha hecho estudios sobre varias cuencas en la costa sur de Guatemala.

En el sector público, es importante mencionar al Centro de Estudios Conservacionista (CECON) por su rol como administrador de la Reserva de usos múltiples Monterrico, en la región ecológica del Canal de Chiquimulilla, que es un espacio bio-físico liminal del Río Los Esclavos al mar. Este canal contiene bosques de mangles, que a pesar de ser menos del 5% del territorio de la cuenca son de gran importancia ecológica para la subsistencia de muchas formas de vida, incluyendo a los humanos que habitan el área. En este sentido otros actores importantes son las Organizaciones de la Sociedad Civil que comparten el cuidado de esta importante región ecológica, como lo es el Área de usos múltiples Hawaii (Arcas).

Los actores del gobierno central en la parte bajan de la cuenca son varias, que tienen influencia en el uso del suelo y la administración y gestión del espacio político-geográfico. Uno de los actores de gobierno vinculado a la parte baja de la cuenca es la Asociación de rescate de vidas Silvestres (Arcas). La OCRET que regula las playas y DIPESCA en cargados de regular la actividad pesquera en la zona.

En la zona muchas comunidades dependen de la pesca, hay una cultura de pesca artesanal, los pescadores utilizan tecnología ancestral que está conectada con los ciclos de reproducción de las especies que habitan el canal. Además de los pescadores artesanales hay otros pescadores quienes utilizan técnicas modernas como el uso de redes ultrafinas, llamados changos, que cruzan el total del canal para poder pescar todo lo que pasa por ahí. Los pescadores que utilizan esta técnica son llamados Changueros, otro actor importante por su impacto en los ciclos de vida de los ecosistemas en el canal. Además de esto están los barcos pesqueros de arrastre que tienen impacto en la vida marina de las especies que tienen una conexión con las playas de esta región, como las tortugas que desovan en estas playas.

En cuanto a la playa, es importante mencionar que las fuentes de agua dulce son superficiales y la mayoría de la población depende de agua de pozos de poca profundidad. Sin embargo, este reservorio de agua dulce tiene amenazas de los usuarios por la sobreexplotación del recurso, como los hoteles y los chalets. Pero también amenazas por la posible contaminación de ese acuífero con agua salada con la creciente expansión de la industria de cultivo de camarón, por lo tanto, las camaronerías son un actor importante. Muchas actividades económicas dependen de la región ecológica, actores como la asociación de saleros, piñeros, de sandía, de camaroneros, de ganaderos y de pescadores son actores organizados de importancia para el análisis de esta parte de la cuenca. Un punto de gran importancia por ser el punto de desfogue de la cuenca del Río Los Esclavos.

Tabla 11

Actores con influencia en la cuenca baja

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
OCRET	Gobierno Central	Cuenca baja
DIPESCA	Gobierno Central	Cuenca baja
Ingenio Santa Ana	Sector privado	Cuenca baja
Ingenio Madre Tierra	Sector privado	Cuenca baja
Ingenio Magdalena	Sector privado	Cuenca baja
Ingenio San Diego	Sector privado	Cuenca baja
Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC)	Sector privado	Cuenca baja
Municipalidad de Pasaco	Gobierno local	Cuenca baja
Municipalidad de Chiquimulilla	Gobierno local	Cuenca baja
UGAM Chiquimulilla	Gobierno local	Cuenca baja
	Organizaciones de la Sociedad	
Asociaciones de pescadores de la cuenca baja	civil	Cuenca baja
Asociación de rescate de vidas silvestres (Arcas)	Gobierno Central	Cuenca baja
Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)	Academia	Cuenca baja
Reserva de usos múltiples Monterrico CECON	Academia	Cuenca baja

Actor	Tipo de actor	Ubicación en la cuenca
	Organizaciones de la Sociedad	
Área de usos múltiples Hawaii (Arcas)	civil	Cuenca baja
Changueros	Población	Cuenca baja
Pescadores artesanales	Población	Cuenca baja
Asociación de Hoteleros	Sector privado	Cuenca baja
Chaleteros	Población	Cuenca baja
Parlameros	Población	Cuenca baja
Laboratorio Maya Sal	Sector privado	Cuenca baja
Barcos pesqueros de arrastre	Sector privado	Cuenca baja
AGSO (Asociación de ganaderos del Sur Oriente)	Sector privado	Cuenca baja
Asociación de Ganaderos, Chiquimulilla	Sector privado	Cuenca baja
AZAGUA	Sector privado	Cuenca baja
Ingenio La Sonrisa	Sector privado	Cuenca baja
Comunidad indígena de Las Lomas	Organización comunal	Cuenca baja
Alcaldía Indígena de San Juan Tecuaco	Organización comunal	Cuenca baja
Hidroeléctrica Aguacapa	Sector privado	Cuenca baja
Mesa técnica de Chiquimulilla	Gobierno local	Cuenca baja
Asociación de piñeros	Sector privado	Cuenca baja
Asociación de Sandía	Sector privado	Cuenca baja
Asociación de saleros (sal) Maya Sal	Sector privado	Cuenca baja
Asociación de camareros	Sector privado	Cuenca baja

10.4 Identificación de la problemática alrededor del uso del recurso hídrico

10.4.1 Modelo Genérico de la Problemática

La problemática en torno al agua en la cuenca del río Los Esclavos es compleja, y los modelos participativos hicieron posible la identificación de dinámicas genéricas a lo largo de la cuenca, el cual se observa en la figura 28. Un modelo que incluye los detalles de los submodelos identificados en el modelo completo, con las dinámicas clave se observa en la figura 29.

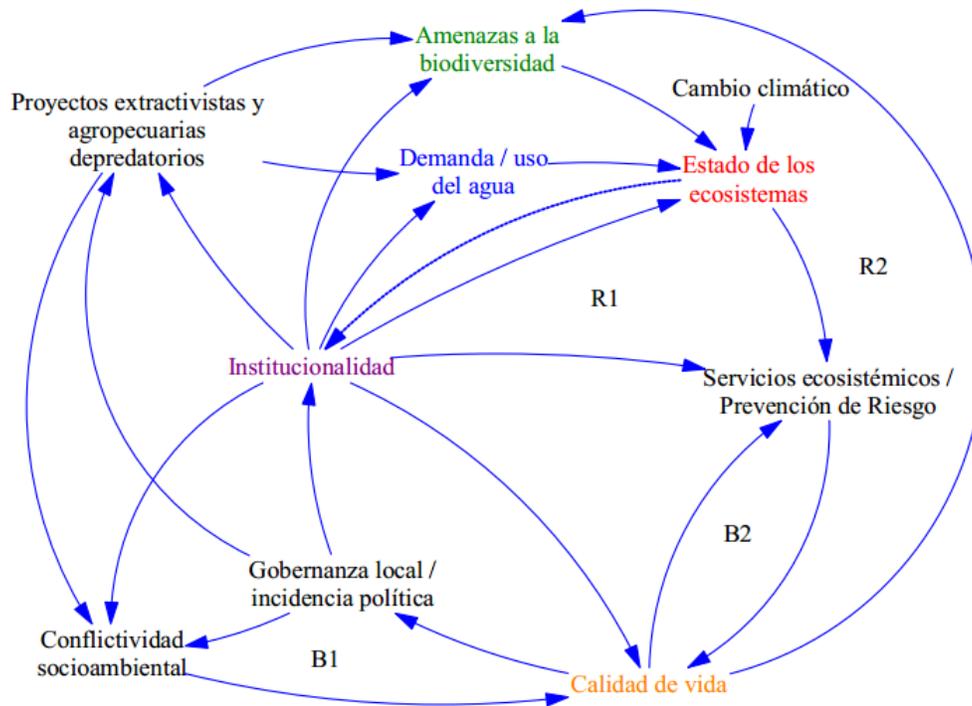


Figura 28. Diagrama de bucles causales con las dinámicas genéricas y básicas de la problemática en la cuenca del río Los Esclavos.

En el modelo genérico, la institucionalidad comprende las características y funcionamiento de los marcos normativos, la aplicación de la ley, la congruencia con las condiciones y población local, la información disponible para toma de decisiones, y la capacidad de aplicar los marcos normativos, entre otros, de temas relacionados al medio ambiente. Representa en general el funcionamiento y la capacidad de las instituciones de gestionar los ecosistemas y la relación con la naturaleza dentro de la cuenca.

Las amenazas a la biodiversidad son problemas y actividades que afectan a los ecosistemas, como la contaminación del agua, el sobreuso del agua, la deforestación, sobrepesca, entre otros. Debido al enfoque en el recurso hídrico de este proyecto, la demanda y uso de agua tiene una relevancia especial y central en el diagrama. Estas amenazas responden a las condiciones sociales locales, a los intereses económicos en el territorio, y a la gestión de las instituciones de estas; y tienen un impacto profundo en el estado de los ecosistemas.

El estado de los ecosistemas se refiere a la composición, estructura y función de los ecosistemas, así como su capacidad de brindar servicios ecosistémicos a la población. Los servicios ecosistémicos permiten un entorno saludable, medios de vida a la población, y la disminución de la vulnerabilidad sistémica. Sin embargo, cuando los ecosistemas se encuentran vulnerados, los riesgos tienden a aumentar, así como la vulnerabilidad sistémica. El otro gran determinante de la vulnerabilidad es la capacidad de respuesta de la población y de las instituciones ante los riesgos en el territorio.

La calidad de vida en este modelo comprende una visión integrada de la vida de las personas y comunidades. Por esto se ve influida por los medios de vida, la vulnerabilidad y la institucionalidad. La institucionalidad tiene a su cargo la creación de condiciones de buena calidad de vida para la población. La calidad de vida y el bienestar general de la población está relacionado a la gobernanza local y a la capacidad e interés de incidencia política. Esta incidencia política puede tener muchas formas y motivaciones, como la conflictividad socioambiental derivada de proyectos extractivistas predatorios en el territorio. La gobernanza local e incidencia política tiene como objetivo modificar la institucionalidad para cambiar otro componente del sistema.

Los proyectos extractivistas y agropecuarios depredadores se caracterizan por extraer recursos naturales sin mucho valor agregado y para satisfacer una demanda externa. Además, las actividades extractivas se realizan de manera intensiva, tanto en uso de suelo como agua y externalizar sus impactos socioambientales; como el sobreuso de recursos, la falta o poca regulación de sus actividades, y en un balance socioambiental no representan un beneficio al territorio, más bien se convierten en una actividad que depreda los ecosistemas existentes para su propio beneficio individual. Estos proyectos están acompañados de actividades que amenazan a los ecosistemas, y a una alta demanda de agua.

Dinámicas sistémicas clave en el territorio

Se ha identificado un bucle central llamado R1 en el modelo, relacionado a la influencia de la institucionalidad en el resto de las variables. Este bucle puede tomar varias vías a partir de la institucionalidad hacia el estado de los ecosistemas. Por un lado, hay un vínculo directo, que pueden ser acciones como protección, abandono o medidas relacionadas a los ecosistemas directamente, dependiente de la información que tiene la institucionalidad acerca de los ecosistemas. También puede ser la forma en la que la institucionalidad regula la demanda y el uso del agua, y las amenazas a los ecosistemas (como la contaminación del agua, la deforestación y cambio de uso de la tierra, la sobrepesca, etc.). Finalmente, la institucionalidad afecta el estado de los ecosistemas a través de la regulación de los proyectos extractivistas y agropecuarios depredadores.

El estado de los ecosistemas (ya sea saludable o degradado), determina su capacidad de proveer servicios ecosistémicos. Los ecosistemas degradados pierden su funcionalidad, y esto aumenta el riesgo a desastres por causas naturales. La institucionalidad puede disminuir el riesgo a desastres según su capacidad de respuesta, y puede influir directamente la provisión de servicios ecosistémicos, a través de infraestructura, por ejemplo. Los servicios ecosistémicos permiten el desarrollo de la vida humana, y según su gestión, la calidad de vida de las personas. La calidad de vida tiene una fuerte influencia en la gobernanza local e incidencia pública. Poblaciones con escasa calidad de vida pueden no tener la disposición, medios o posibilidad de realizar incidencia política; mientras que poblaciones satisfechas con su calidad de vida pueden no ver la necesidad de participar en la gobernanza local. La ineficiente e impenetrable institucionalidad también puede crear apatía hacia participar en la gobernanza local.

Por otro lado, en comunidades con una cultura de participación e involucramiento en la gestión de su entorno y de sus propias comunidades pueden buscar participar activamente en diversas formas de gobernanza local. La insatisfacción acerca de la ineficiencia y corrupción con la que funciona la institucionalidad puede ser un motivante también a realizar incidencia política para cambiar la institucionalidad. Esta insatisfacción también puede derivarse de la conflictividad socioambiental en el territorio, que en gran parte se debe a la presencia de proyectos extractivistas y agropecuarios

depredadores. Las diferentes formas de gobernanza local muchas veces forman parte de la institucionalidad que gestiona los ecosistemas locales. De esta forma este bucle R1 de la institucionalidad toma diferentes formas en el territorio, y determina una gran parte de la relación entre la población humana y los ecosistemas.

Dentro de este bucle general, se encuentran otras dinámicas de retroalimentación que permiten entender el estado del territorio. R2 es un bucle de refuerzo positivo, en el que las amenazas a la biodiversidad, como la depredación de los bosques, el cambio de uso de la tierra, la pérdida y degradación de suelos, afectan a los ecosistemas y a los servicios ecosistémicos, afectando así los medios de vida que permiten la calidad de vida de la población. Al estar la población con una baja calidad de vida, se ven en una situación en la que es necesaria la depredación de la naturaleza, no siempre con consideraciones de sostenibilidad o conservación de los bosques, poblaciones hidrobiológicas y cuerpos de agua, derivando en la continua degradación de los ecosistemas.

El bucle B1 es una dinámica de balance (bucle negativo) que representa los esfuerzos de la población de mitigar y contrarrestar la conflictividad socioambiental a través de la gobernanza local e incidencia política. La población recibe los efectos de la conflictividad socioambiental, y la incidencia puede ser directamente con gobernanza local, a través de la infraestructura institucional oficial, o tratando de incidir en los proyectos extractivistas y agropecuarios depredadores que frecuentemente generan conflictos en el territorio.

El bucle B2 es el segundo bucle de balance, y este refleja la dinámica entre la población y los servicios ecosistémicos. En esta dinámica la población mejora su calidad de vida aprovechando los servicios ecosistémicos de la naturaleza, y muchos de los servicios ecosistémicos (como la leña, las plantas medicinales, las poblaciones de peces, etc.) se ven disminuidos o afectados al ser aprovechados por la población, por lo que las poblaciones humanas deben adaptar su aprovechamiento a la capacidad de carga de los ecosistemas. Este bucle involucra diferentes tiempos de retardo para ver el efecto del aprovechamiento en las poblaciones y los ecosistemas, por lo que la población puede no reaccionar o ajustar el uso a tiempo, y causar degradación a largo plazo en los ecosistemas, por lo tanto, en los servicios ecosistémicos.

Problemas identificados en el diagrama participativo

El modelo participativo de la problemática en la cuenca presenta diferentes problemas, relacionados a tres grandes temas del modelo genérico/ sintético: Las amenazas a la biodiversidad y ecosistemas y el uso y demanda del agua; la institucionalidad; y la calidad de vida. En cuanto a las amenazas a la biodiversidad se encuentran como problemas o procesos importantes la deforestación, sobrepesca, pérdida y degradación de ecosistemas y la contaminación del agua. Sobre el uso y demanda del agua, se identifica la sobreexplotación de recursos hídricos. Finalmente se diagrama la disminución de la calidad de vida; y las políticas públicas, marco legal de gestión ambiental y la aplicación de la ley.

Para cada variable mencionada, se identifican las principales causas y efectos, y la forma en la que interactúan los problemas principales y el resto de las variables. Estas relaciones de influencia se observan en detalle en la figura 29. Dentro de los cultivos y actividades agropecuarias en la cuenca se encuentra el café, caña de azúcar, palma africana y banano. Dentro del modelo de calidad de vida se identificaron algunas variables que afectan al sistema social (como la pobreza y desigualdad), que al ser sumamente complejas y estructurales no se fueron incluidas en el modelo ecológico conceptual.

Este modelo fue importante para realizar el modelo genérico (presentado anteriormente), el modelo ecológico conceptual, y el modelo de gestión integrada del recurso hídrico. A continuación, se presentan a mayor profundidad algunos de los problemas importantes identificados.

10.4.2 Contaminación por Beneficios de Café

Los residuos generados en el beneficiado del café (jugo de la pulpa y mucílago) son potencialmente contaminantes para los ecosistemas acuáticos, si no son tratados, debido a su naturaleza ácida y de alta carga orgánica. Poseen valores de pH alrededor de 4.75 (pulpa) y 3.67 (mucílago); y valores de DBO/DQO que pueden ser de 25,600 mg/L (DBO) y 45,000 mg/L (DQO) para la pulpa y 19,810 mg/L (DBO) y 33,600 mg/L(DQO) para el mucílago (Woldesenbet, Woldeyes, & Chandravanshi, 2014).

Entre los impactos a la calidad del agua generados por verter las aguas mieles a cuerpos de agua se encuentran: eutrofización, aumento de carga de sólidos totales, disminución del pH, incremento de la temperatura y aumento de la demanda química y bioquímica de oxígeno (Gómez-Anaya, Novelo-Gutiérrez, & Astudillo-Aldana, 2017). Para Colombia, la producción de mucílago por hectárea de café se ha calculado en 376 Kg, que al mezclarse con agua alcanza un volumen de agua miel que puede compararse al de una comunidad humana de alrededor de 310,000 habitantes (Panche Baez & Burbano Apraez, 2019).

Otro problema asociado al beneficio húmedo del café es el uso de agua que se requiere para procesarlo. Por ejemplo, González Gaitán and Hernández Téllez (2019) señalan que se requiere entre 40 y 60 litros para producir un Kg de café pergamino; esto a su vez, puede generar problemas de escasez para poblaciones humanas aguas abajo (Mora & Morales, 2009). Se ha estimado para la parte alta de la cuenca el uso de cerca de 11.2 millones de metros cúbicos de agua por cosecha de café, de los cuales se devuelve al ambiente las aguas mieles y la pulpa de café (Escalante Pérez, 2011).

10.4.3 Contaminación por descargas domésticas

La población dentro de la cuenca del Río Los Esclavos, como en todo el mundo, ha aumentado en el tiempo. Escalante Pérez (2011) estima el incremento en la parte alta de la cuenca entre 1994 y 2009 en un 53%. El aumento poblacional ejerce diferentes presiones sobre los recursos, principalmente el agua servida de drenajes con poco o ningún tratamiento para reducir la carga contaminante. Así mismo, la lixiviación de botaderos y basureros a cielo abierto, tanto municipales como clandestinos representan una fuerte carga contaminante para los cuerpos de agua (Escalante Pérez, 2011).

Las descargas domésticas pueden contener contaminantes orgánicos, inorgánicos y microbiológicos; uno de los impactos más visible es la carga de nutrientes (fosfatos y nitratos) que pueden eutrofizar los cuerpos de agua; para el caso del fósforo en descargas domésticas proviene principalmente del uso de detergentes y heces fecales humanas (Gómez-Anaya et al., 2017). Para el caso de Guatemala, las descargas domésticas son un reto de gran escala producto del inadecuado ordenamiento territorial, alto crecimiento poblacional, concentración de centros urbanos, inadecuado cumplimiento legal y carencia de leyes específicas (Sáenz Guzmán & Quiñonez de la Cruz, 2014).

Para el 2005 se reportaba que de los 223 centros urbanos con población arriba de 2,000 habitantes y con sistema de drenaje, solo 24 hacían algún tratamiento de sus aguas residuales, y el resto las descargaban directamente a cuerpos de agua (IARNA, 2005). Asimismo, la CEPAL (2010) reporta que únicamente el 5% de las aguas residuales se tratan en Guatemala, mientras que el resto son descartadas de forma directa al entorno (CEPAL, 2010).

10.5 Diagnóstico Integrado de la cuenca

Históricamente la cuenca del río los esclavos han sido habitada por la población xinka y otras poblaciones poqomames, mestizas y ladinas. El territorio que comprende la cuenca se yuxtapone con otros espacios administrativo-políticos, biofísicos, culturales y sociales. Cada parte de la

cuenca se compone de múltiples espacios que están articulados por actores. La cuenca por motivos de análisis se dividió en la cuenca alta, media y baja, sin embargo, el análisis de cuenca tiene como objetivo entender la relacionalidad entre toda la cuenca, específicamente los impactos acumulativos a lo largo de la misma. Es decir, plantear la cuenca como un territorio que está interrelacionado y que lo que pasa en la cuenca alta se va acumulando, transformando e impactando en toda la cuenca y en todos y todas los que la habitan.

10.5.1 Cuenca Alta

La cuenca alta del Río Los Esclavos nace en la jurisdicción del municipio de Mataquescuintla y el municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa. En esos municipios se encuentra el Cerro Santiago que es el parteaguas de la parte alta del río Los Esclavos, un territorio con bosques de pino encino. En ese mismo cerro se originan los nacimientos y manantiales de agua que abastecen a muchas comunidades cuenca abajo. También nacen arroyos, quebradas y ríos. En el municipio de San Carlos Alzatate, en sus bosques comunales nace el afluente del Río Tapalapa, que es uno de los primeros afluentes que alimenta la parte alta de la cuenca.



Figura 30. Paisaje de la parte alta de la cuenca desde el Cerro Santiago. A la izquierda, la laguna de Ayarza.

En la parte alta de la cuenca se encuentran varias comunidades que se rigen por la gestión de bienes de manera comunal, sus estatutos hacen a todos los miembros de la comunidad condueños y los bienes comunes como el agua y el bosque no se rigen de manera privada e individual, sino desde una lógica en donde todos tienen acceso y todos tienen que protegerlo como comuneros o condueños de las comunidades.

En el caso de los nacimientos y bosques, estos a pesar de estar dentro del terreno individual de un condueño no pertenecen a él y quienes lo administran son los representantes de la junta mayor, electos en asamblea comunal. El rol de estos es el de cuidado de los bienes comunes, por ejemplo, un manantial que sea identificado y requerido para uso de las personas es revisado por la junta y se asegura de que a su alrededor exista bosque y que este garantice que el agua no se agote.

Entre estos territorios comunales en la parte alta de la cuenca, se encuentra el territorio de San Carlos Alzatate, un territorio comunal administrado por el Común de Naturales de Alzatate, autoridades de origen Xinka y Poqomam, quienes son representantes de las tierras comunales y quienes tienen sus propias formas de gestión de los bienes comunes como el agua y los bosques. Dentro del **Común y Naturales de Alzatate**, hay una **Comisión de Bienes Naturales**, quienes se encargan de velar por el respeto de los estatutos de la comunidad. Dentro de su modelo de gestión del agua, prevalece el bien común sobre los recursos y no es permitida la propiedad privada de afluentes de agua.

Dentro de la investigación se realizaron visitas de campo para conocer varios de los vertientes y nacimientos que administra la comisión de bienes comunes y que distribuye la municipalidad de San Carlos Alzatate. Es decir, la municipalidad ha reconocido el derecho y autoridad de las autoridades comunales del territorio y trabajado en conjunto y con respeto a esa norma. Esta relación que se ha establecido para el cuidado, gestión y administración de los manantiales es un ejemplo de cómo el reconocimiento de las formas comunales de gestión por parte de las autoridades municipales ha creado las condiciones para que el agua pueda ser distribuida a las

aldeas que constituyen el territorio comunal. Este territorio comunal es de gran importancia biofísica para la cuenca del Río Los Esclavos, pero también para la cuenca Ostúa-Guija.



Figura 31. Montaña El Pacayal, Bosque comunal de Alzatate

Sin embargo, se encuentra en una situación vulnerable por la colindancia con el municipio de San Rafael Las Flores y con la actividad extractiva minera en ese municipio. En Alzatate se origina El Río Tapalapa, desde la comunidad de Las Flores llega al Copante, una aldea de San Rafael Las Flores, que está conectada a través de varios caminos de veredas que atraviesan la comunidad Las Nueces, llegan a La Cuchilla y antes bajaban a la quebrada El Escobal.

Entre Alzatate, el Cerro Santiago y las comunidades de la parte alta de las montañas de Mataquescuintla y San Rafael el bosque se ve fuertemente amenazado por **la deforestación y la tala ilegal e inmoderada**. En estos bosques se originan varias especies de pino, una de las especies que es endémica es la del Pino Dulce (*Pinus ayacahuite*), nombre que lleva una de las comunidades de Mataquescuintla. Además del Pino Dulce, también hay pinabetes muy antiguos y encinos.



Figura 32. Pino Dulce (*Pinus ayacahuite*), en el camino a la comunidad con el mismo nombre

Los bosques del Cerro Santiago están amenazados por la demanda de madera y carbón. Dentro del Cerro Santiago existen varias carboneras, quienes utilizan sobre todo la especie forestal de encino, dejando únicamente pinos en los bosques, lo que crea un desequilibrio, provocando bosques secos

y propensos a incendios forestales. Esto a su vez ha tenido como impacto en la disminución y pérdida de recarga hídrica, pérdida de fuentes de agua, y por lo tanto disminución de niveles de aguas subterráneas y la sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos por falta de acceso a superficiales.



Figura 33. Carbonera de encino en el Cerro Santiago

La organización comunal contrasta con la administración que se tienen el resto de los municipios de la cuenca alta, quienes están administrados por las **municipalidades** desde una lógica política administrativa, muchas veces desconectada de las dinámicas socioculturales y biofísicas del territorio.

En las faldas del Cerro Santiago se encuentra la municipalidad de Mataquescuintla, parte de su territorio está ubicado en la cuenca Los Esclavos y otra desemboca hacia la cuenca del Río

Motagua. Para la población de Mataquescuintla el Cerro Santiago, es una montaña con mucho valor simbólico, cultural y socioambiental. Este cerro también es importante para los municipios cuenca abajo, pues es de donde se originan muchos nacimientos y ríos que van nutriendo de agua a las comunidades abajo.



Figura 34. Cerro Santiago visto desde Mataquescuintla, Jalapa

Cuenca abajo se encuentra la **aldea Morales**, del **municipio de Mataquescuintla**. Del Cerro Santiago baja hacia Morales el Río El Morito que atraviesa Mataquescuintla antes de llegar a la aldea. También baja La Quebradona y la quebrada La Peña del Cabro, estas dos alimentan el Riachuelo de La Mina.

Donde desemboca es Riachuelo ‘La Mina’ hubo extracción de minerales hace medio siglo, se abrieron túneles y se minaba de manera artesanal. Posterior a la operación de esa mina el espacio paso a ser comunitario, las personas de la aldea Morales trabajaron y crearon un sistema para administrar el agua que bajaba del riachuelo, pero también el drenaje ácido que dejó la mina como una externalidad y un pasivo ambiental que la comunidad tuvo que asumir. De ese punto el agua se canaliza en dos direcciones. Una de ellas es hacia grandes reservorios en donde es almacenada, parte de esta es agua que proviene del drenaje de la mina que entonces se llamó “Santiago y Mercedes”. Otra de las captaciones se hace directamente del río y es utilizada para regar la plantación de matas de café, una actividad económica importante y desde esta aldea se distribuyen a lo largo de todo el territorio de la cuenca y hacia el resto del suroriente.



Figura 35. Plantación de café en la aldea Morales

El proyecto minero artesanal, explotó las faldas del cerro Santiago para extraer plata hace 50 años. La mayor afectación ambiental de esa minería fue un *drenaje ácido de mina* que permanentemente esta drenando agua de la montaña y pasando por un proceso de oxidación, liberando metales pesados como arsénico, plomo y cadmio. Esto ha afectado la salud de los agricultores

En la parte alta de la cuenca una de las actividades económicas importantes es la siembra de café, en la aldea Morales se siembran los almácigos de café, desde donde se vendé a muchas partes del territorio para la siembra. El café es una de las actividades económicas que se siembra en conjunto con el bosque y muchas comunidades y productores de café buscan un equilibrio entre el bosque y el cultivo de café. Sin embargo, algunas de las actividades vinculadas al café pueden afectar o ser fuentes de contaminación biológica de los ríos. El método más común de procesamiento de café son los beneficios húmedos, que pueden llegar a utilizar hasta 40 litros para el procesamiento de una libra de café. Algunos agricultores que buscan prácticas más sostenibles han logrado utilizar métodos secos, en donde solo se utiliza 1 litro de agua para una libra de café.

El Río Morito también nace del Cerro Santiago, y recorre el casco urbano de Mataquescuintla, en donde recibe descargas de aguas de drenaje de los hogares. Más abajo, entre Mataquescuintla y Morales este río es afectado por contaminación proveniente de los Beneficios de café húmedo, quienes al no tratar de manera adecuada sus desechos, contaminan el río con la pulpa de café, la cual demanda todo el oxígeno del río y no permite que haya vida dentro del mismo.

En la aldea de Morales se pueden encontrar también áreas contiguas a estas quebradas que son nombradas Ciénegas. Las Ciénegas constituyen espacios de infiltración en el territorio, y alimentan los acuíferos del valle. Las Ciénegas además de ser otra de las fuentes de agua, también son espacios que sostienen la biodiversidad de especies de plantas alimenticias y medicinales, así como de fauna de pequeños peces llamados pepesca y diferentes tipos de cangrejos.

A nivel municipal cada municipalidad cuenta con fontaneros quienes se encargan de dar mantenimiento a las tuberías y sistemas de distribución. Así como Comités de agua, que a nivel

comunitario apoyan con el servicio de mantenimiento y reparación de las tuberías de distribución. Una práctica común a nivel municipal es la compra o pago de derecho de uso de nacimientos ubicados en jurisdicciones fuera de sus municipalidades. Este es el caso de San Rafael Las Flores, que está ubicado en el valle a las faldas del Cerro Santiago y de la subcuenca de la Laguna de Ayarza.

El valle donde está ubicado en el Municipio de San Rafael Las Flores es considerado una de las zonas más importantes para la recarga hídrica de toda la cuenca, por la presencia de acuíferos subterráneos importantes que alimentan toda la cuenca. Ese valle era considerado una de las zonas más productivas en la parte alta, ahí se siembran hortalizas como la cebolla, el tomate, pepino, chile pimiento, chile jalapeño, maíz, maicillo y frijol. Muchas personas de las partes altas de la montaña como de la aldea El Copante, Las Nueces y La Cuchilla en donde el bosque no dejaba sembrar milpa o frijol, sembraban en el bosque café y en el valle de San Rafael Las Flores sembraban su milpa y frijol. Estas comunidades se comunicaban por medio de veredas, lo que facilitaba el acceso de los agricultores al valle de San Rafael Las Flores.



Figura 36. Valle de San Rafael Las Flores

En la fotografía se observan algunas plantaciones agrícolas y las pilas de colas del proyecto El Escobal.

Ese valle era alimentado por el Río Dorado y la Quebrada El Escobal, que permitían gran biodiversidad que alimentaban a la población de todo el territorio Xinka. Ambas quebradas eran de gran valor cultural y biofísico, en ellas las personas colectaban peces, cangrejos y plantas medicinales. Las personas viajaban de todo el territorio a hacer caldos a la orilla de las quebradas, estos se elaboraban con el agua del río, cangrejos y algunas plantas recolectadas a la orilla de las quebradas. Las plantas nativas eran parte esencial de la dieta de las personas como el Apazote, la Malva, Macuy, Lucema y otras. Sin embargo, tanto las hortalizas como las plantas nativas enfrentan una gran vulnerabilidad debido a la escasez de agua que actualmente existe en ese valle lo que tiene como consecuencia la pérdida y degradación de ecosistemas y eso impacta directamente inseguridad alimentaria y nutricional de la población.

Desde el 2008 que se iniciaron actividades de exploración minera y a partir del 2012 se iniciaron actividades de extracción y explotación de minerales esto tuvo un profundo impacto en las fuentes hídricas y cuerpos de agua de la zona. A partir de ese año las comunidades empezaron a reportar la desaparición de varias fuentes superficiales de agua como nacimientos, manantiales, borbollones y ojos de agua. Al igual que la disminución del caudal de algunas quebradas e incluso la desaparición de la quebrada El Escobal, en donde se instaló el proyecto minero con el mismo nombre. Esta quebrada es importante analizar, por ser impactada más inmediatamente. La quebrada el Escobal además también tiene conexión con el acuífero, es decir, existe una interacción dentro del ciclo hidrológico en donde la quebrada depende del acuífero. Hoy ambos afectados por la explotación y drenado de las aguas desde los sumideros ubicados en los túneles.



Figura 37. Modificaciones del cauce de la Quebrada El Escobal por la empresa Pan American Silver/Minera San Rafael, que actualmente se encuentra completamente seca.

En ese sentido un actor importante en términos de uso del agua en la parte alta de cuenca, pero con impactos acumulativos para el total de la cuenca es el proyecto minero El Escobal (LEXT-015-11), de la empresa Pan American Silver Guatemala. A partir de que se iniciaron las actividades extractivas de minería metálica en el municipio se ha tenido un gran impacto en el agua, en términos de calidad y de cantidad, es decir, en la integridad del ciclo hidrológico.

Parte del impacto a los recursos hídricos es la alteración de los flujos de agua subterránea al modificar la transmisividad del acuífero por la excavación de túneles para la extracción de los minerales, que pueda también estar alterando los niveles freáticos del área. Asimismo, para el mantenimiento de los túneles se requiere de un bombeo constante del agua subterránea que se acumula en ellos, debido a la alteración de los flujos de aguas subterráneas; debido a que esta agua es liberada hacia aguas superficiales genera que se produzca una mezcla de aguas subterráneas que podrían estar más expuestas a metales pesados con aguas superficiales.

La desaparición de nacimientos que eran fuentes de agua potable de comunidades del municipio de San Rafael Las Flores, por el sobre uso y extracción de aguas subterráneas ha creado una crisis de demanda, la población está recibiendo pocas horas al día en el casco urbano y en las aldeas de agua para consumo humano. En el casco urbano, la distribución de agua está regulada por un horario, que da por periodos de entre 4 horas, 09 horas y hasta 12 horas seguidas en los distintos barrios en que se divide el caso urbano. En la Tabla 12 se detallan los horarios, las horas y las fuentes de las cuales proviene el agua.

Tabla 12

Horarios de abastecimiento de agua potable por barrios en el Municipio de San Rafael Las Flores

Barrio	Cantidad de horas	Horario	Fuente
Linda Vista	9	3:00 -11:00	Tanque de distribución
Centro Sur	9	3:00 -11:00	Linda Vista

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Infiernillo	9	3:00 -11:00	
San Antonio	9	3:00 -11:00	
Las Piscinas y Borbollón	9	3:00 -11:00	
Las Piedronas	9	11:00-20:00	
Barrio Oriental	9	11:00-20:00	
El Canalon	9	11:00-20:00	
Cinco Calles	12	6:00-18:00	Tanque de distribución Cinco Calles Nacimiento Morales
Colonia San Francisco	4	16:00-19:00	Nacimiento Las Cuevitas

Fuente: Municipalidad de San Rafael Las Flores, 2019.

De las 2:00 a.m. a 9:00 p. m. se enciende el pozo mecánico “Las piscinas” para tener un total de 19 horas de bombeo ininterrumpido. Además de esta fuente de agua subterránea se utilizan tres fuentes de agua provenientes de nacimientos: Nacimiento “Morales” (0.85 l/s), Nacimiento “Las Cuevitas” (0.39 l/s) y nacimiento “Los Vados” (2.11 l/s).

Las fuentes actuales de abastecimiento del municipio de San Rafael Las Flores en su mayoría provienen de nacimientos ubicados en la jurisdicción de Mataquescuintla, sobre todo del Cerro Santiago, al menos dos comunidades se alimentan de pozos mecánicos y el resto de los nacimientos en algunas comunidades de San Rafael Flores, que como lo ilustra la siguiente tabla:

Tabla 13

Fuentes de abastecimiento de agua potable Municipio de San Rafael Las Flores

Tipo de Fuente	Comunidad usuaria	Ubicación de la fuente de abastecimiento		Número de personas
		Comunidad	Municipio	
Nacimiento	Casco Urbano	Morales	Mataquescuintla	3000
Pozo Mecánico	Casco Urbano	Las Piscinas	San Rafael Las Flores	
Nacimiento	San Rafaelito	Los Vados	San Rafael Las Flores	525
Nacimiento	Sábana Redonda	El Copante	San Rafael Las Flores	955
		Los Vados	San Rafael Las Flores	
Pozo Mecánico	Sábana Redonda	Sábana Redonda	San Rafael Las Flores	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Nacimiento	Los Vados	Soledad Grande	Mataquescuintla	234
Nacimiento	El Copante	Soledad Grande	Mataquescuintla	517
Nacimiento	El Chanita	Soledad Grande	Mataquescuintla	338
		El Volcancito	San Rafael Las Flores	
Nacimiento	Las Nueces	Las Nueces	San Rafael Las Flores	1390
Nacimiento	Media Cuesta	Copante	San Rafael Las Flores	1615
Nacimiento		Soledad Grande	Mataquescuintla	
Pozo Mecánico		Media Cuesta	San Rafael Las Flores	
Nacimiento	Los Planes	Las Nueces	San Rafael Las Flores	405
Nacimiento	San Juan Bosco	San Juan Bosco	San Rafael Las Flores	980
Nacimiento	Chan Grande	Casillas	Casillas	305
Nacimiento	Vega	Las Nueces	San Rafael Las Flores	149
Nacimiento	Quequexque	Soledad Grande	Mataquescuintla	428
		Las Nueces	San Rafael Las Flores	
Nacimiento	El Volcancito	Copante	San Rafael Las Flores	605
Nacimiento	Mataquescuintla	Barrios	Mataquescuintla	8000
Nacimiento	Estanzuelas	San Juan Bosco	San Rafael Las Flores	673
Nacimiento	La Lagunilla	San Juan Bosco	San Rafael Las Flores	285

Fuente: Municipalidad de San Rafael Las Flores, 2019.

Además de depender de otros municipios y de la creciente presión demográfica para acceso a agua, la municipalidad se ha visto empujada al sobreuso de agua subterránea para poder abastecer la demanda de agua de la población. En una zona que gozaba de abundante agua, ahora la población depende del agua subterránea para el consumo humano. La municipalidad ha tenido que excavar pozos, primero de 200 metros en 2017-2018 para el 2020 ya los 200 metros no alcanzaban el agua y se profundizó 100 metros más para llegar a los 300 metros de profundidad para encontrar agua y poder distribuirla a la población. Sin embargo, el agua subterránea contiene altos niveles de arsénico y es uno de los contaminantes que representa una amenaza para la salud pública del municipio.

El *exceso y aumento de la profundidad de los pozos* es una problemática muy seria, por el sobreuso de agua subterránea y por la contaminación de metales pesados de la misma. La población de San Rafael Las Flores, enfrenta las consecuencias de un proyecto minero, un actor que está

causando estrés hídrico por el constante bombeo de agua, alrededor de 1000 galones por minuto, aún en durante la suspensión del proyecto.



Figura 38. Bombeo del agua subterránea en los túneles de explotación

La mina está situada en las faldas de la Laguna de Ayarza, una laguna de origen volcánico. A tan solo 5 km de la entrada de los túneles está ubicado este cuerpo de agua, que no tiene salidas superficiales, pero que según los habitantes de la zona tiene respiraderos alrededor de ella, es decir, hay nacimientos que provienen del agua de la laguna. Estos se distinguen por su característica de ser salóbregos, es decir, que el agua es salada. Las características del sabor del agua probablemente se deben a la alta concentración de varios metales pesados. En agosto de 2021 se recolectaron una muestra en la caldera mayor de la laguna, estas fueron analizadas en el laboratorio de la

Universidad de Virginia Tech. Los resultados indican que tiene valores por encima de los límites de la USEPA en la Sodio (Na) 285,876.9 ppb^[1] y Arsénico (As) 75.9 ppb.



Figura 39. Valores de arsénico en Laguna de Ayarza

[1] USEPA guidance level (health based for sensitive population): 20, 000 ppb (ppm)

Al este de la laguna de Ayarza, se encuentra la subcuenca del Río San Antonio, cerca del cerro San Juan Talpetate, se une con el río Tapalapa que viene desde San Rafael Las Flores. En esa zona se cultiva además de café la caña de azúcar, en donde se produce panela artesanalmente en pequeños trapiches. En esta zona, las comunidades del Volcancito, El Bejucal, Guacamayas, Canalitos, Corralitos, El Infernillo entre otras de la zona históricamente se alimentaban de ojos de agua o pozas para obtener agua para el consumo. En la comunidad del Volcancito, a partir de la explotación minera en la zona se han secado más de 14 ojos de agua y el estrés hídrico está afectando a la población. Además de eso, también está afectando a los cultivos de café de la zona

y a otras plantas frutales, la gente ha reportado que cada vez más los frutos no maduran adecuadamente.

En el municipio de Nueva Santa Rosa, se encuentra la comunidad indígena de Jumaytepeque, un territorio comunal, que data de antes de la fundación del municipio. El municipio fue fundado en tierras de la comunidad indígena, que el gobierno les quitó como lo evidencia su título comunal. En Jumaytepeque, la gente pescaba en El Riachuelo, la comunidad, que se dedicaba a la pesca, ha observado que durante el verano este pescado cría una larva en el cuerpo. Esto empezó a suceder a partir del año 2012, empezó por temporadas y durante el verano el pescado que no tiene escamas es afectado por el desarrollo de esta larva que no permite su consumo. Los pescados como juilín y la mojarra no han sido afectados por esta larva debido a que poseen escamas.



Figura 40. Trapique para procesar panela

En el verano esta situación empeora por las descargas que se dan al afluente llamado El Riachuelo, toda la contaminación cuenca arriba desde el casco urbano de casillas hasta el casco urbano de Nueva Santa Rosa se estanca y provoca que el pescado crie una larva y no pueda ser consumido por las comunidades. Uno de los focos de contaminación proviene del basurero municipal del casco urbano de Nueva Santa Rosa, que se ubica en la quebrada El Cementerio, que más adelante se suma al El Riachuelo que a su vez recibe aguas residuales de los domicilios del casco urbano. Una de las problemáticas acá es la nula gestión de aguas residuales y desechos sólidos provenientes de basureros.

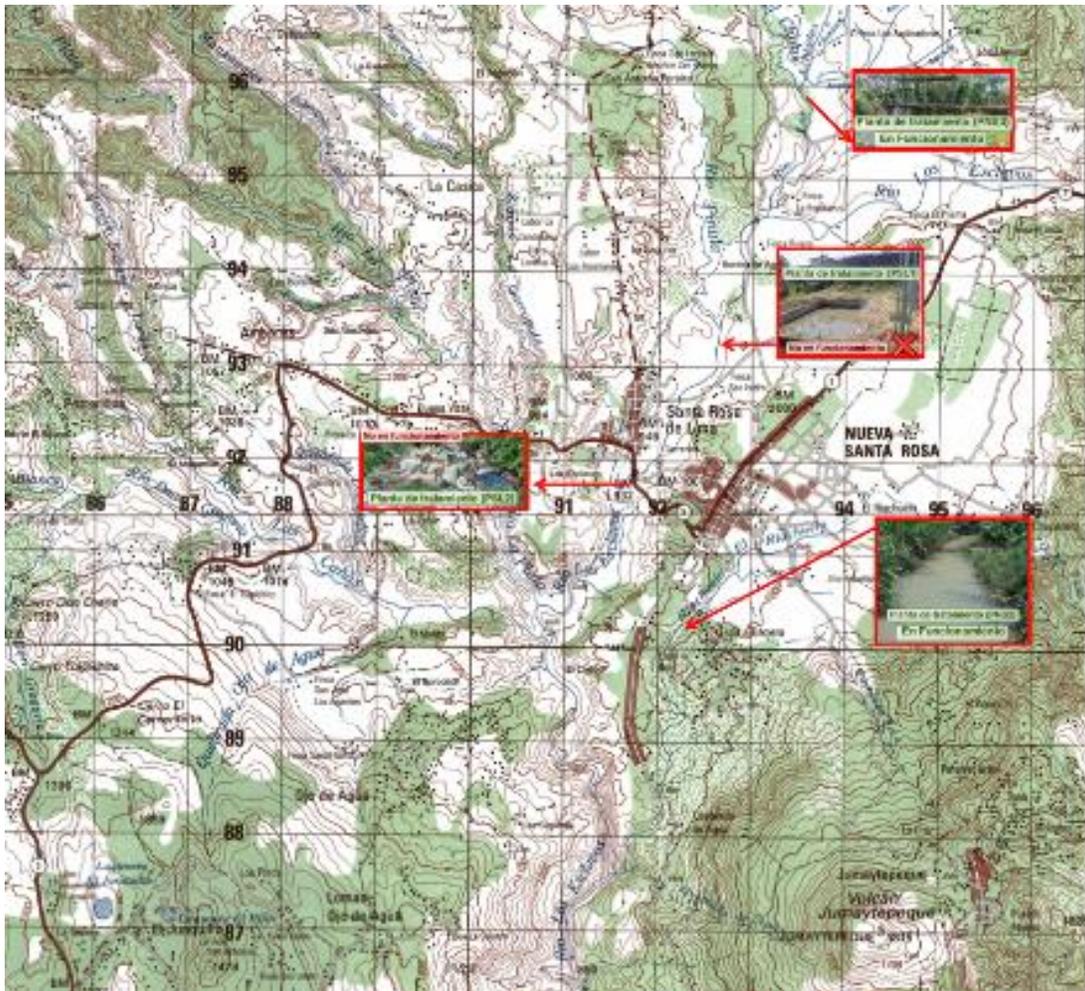


Figura 41: Estado de Plantas de tratamiento en los afluentes que entran en la cuenca media del Río Los Esclavos

En el municipio de Santa Rosa de Lima una fuerte descarga de aguas mieles, provenientes de beneficios de café, quienes no tratan sus desechos sólidos y aguas residuales. Por una falta de tratamiento de los desechos agroindustriales. Además de eso Santa Rosa de Lima tiene dos plantas de tratamiento de aguas residuales en mal estado, por lo que no están en funcionamiento. En una de ella además se encuentra un basurero en un área de recarga hídrica se convirtió en un contaminante que lixivía contaminante al Río Los Esclavos.ⁱ

Cuenca del Río Los Esclavos: Plantas de tratamiento de aguas residuales en la parte alta

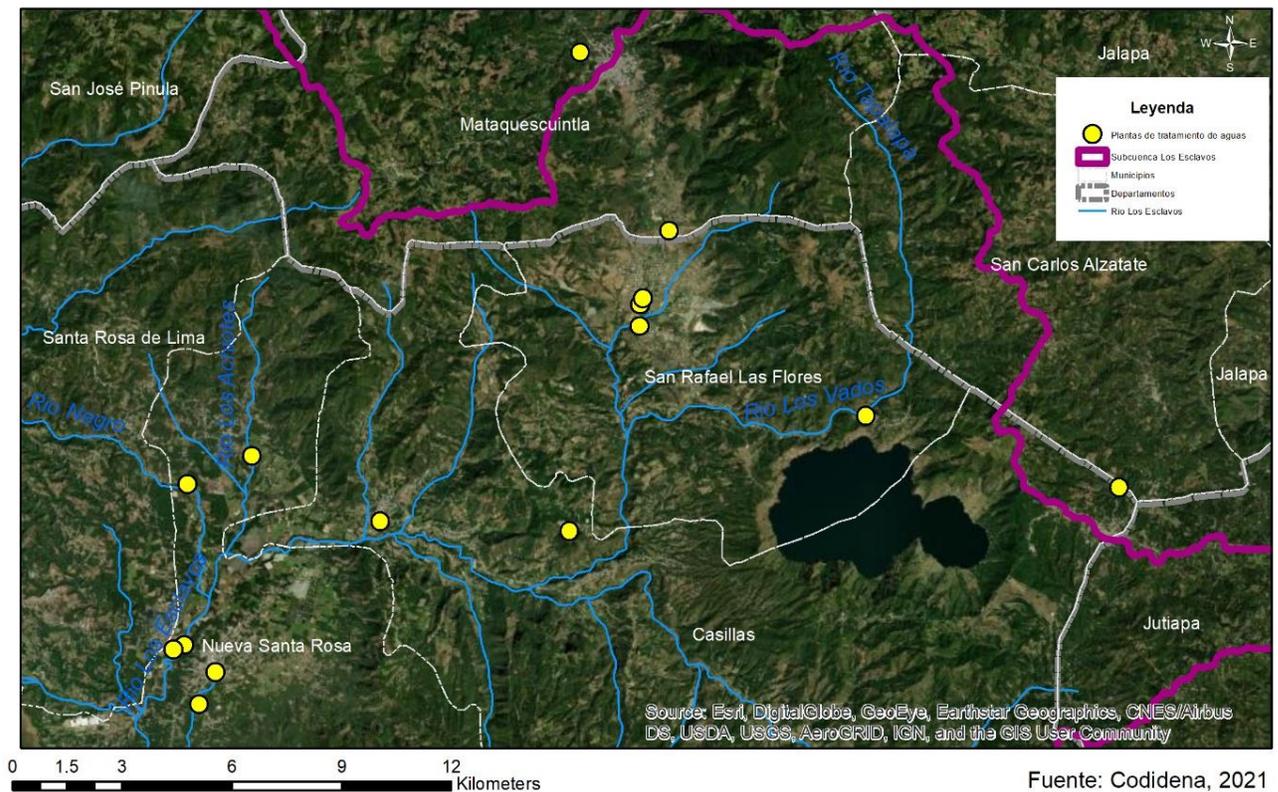


Figura 42: Ubicación de plantas de tratamiento.

Fuente: Datos CODIDENA; Elaboración Propia

10.5.2 Cuenca Media

En la cuenca medio uno de los actores más importantes es la Hidroeléctrica de Los Esclavos, La Hidroeléctrica está situada arriba del puente antiguo de Los Esclavos, el cual fue construido en el

proceso de conquista, su nombre tiene origen en el proceso de esclavización de la población xinka para su construcción. Dice la leyenda local que la construcción estaba tomando mucho tiempo, y para terminar el puente, se hizo un pacto con el diablo, y fue este el que lo terminó de construir, por lo que el puente ha sido tan resistente a eventos hidrológicos extremos, a comparación de los puentes modernos.



Figura 43: Embalse de la Hidroeléctrica

La hidroeléctrica se considera un punto de quiebre en la cuenca del Río Los Esclavos, situada a una altura de 700 msnm. Esta retiene el agua que viene desde la cuenca alta en una presa por gravedad que tiene una capacidad de embalse de 260,000 m³. El río deja su cauce natural y es conducido en un canal por 1,600 metros hasta la casa de máquinas. La hidroeléctrica está diseñada para poder producir 13.8MW, pero están produciendo entre 3-4 MW. En el punto de retención del agua, al cual se refieren como laguna, tienen una profundidad de 12-14 metros. Está cubierta por plantas que se expanden hacia adentro del río.

La hidroeléctrica produce energía cuando se observa a un volumen de agua disponible en el embalse, indicado por la altura de 726.95 msnm, a partir de este nivel, se abren las compuertas para llevar el agua a la casa de máquinas, y producir la energía. No se brindó una frecuencia específica del llenado de este nivel de la represa, pero varía según la época del año; liberan más frecuentemente el agua (de 726.95 msnm y baja hasta 724.5 msnm) en época de lluvia, cada día o cada dos días, mientras en época seca esta liberación tiene una menor frecuencia.

Los principales problemas de la hidroeléctrica mencionados por el operario son la contaminación por desechos sólidos y por agroquímicos, así como la crecida del río. La contaminación por desechos sólidos hace que además de los sedimentos que disminuyen la capacidad de producción de la hidroeléctrica, se almacenen residuos sólidos en el fondo y en la superficie de la represa. La contaminación por actividades humanas, es decir contaminación agrícola y por desechos domésticos genera un entorno de eutrofización en la represa, que se evidencia con el crecimiento de ninfas y otras algas en el espejo de agua, así como en la alta turbidez (40.5 NTU) observada en época de lluvia.

La hidroeléctrica levanta las estructuras para liberar el agua de la “laguna” durante los meses de septiembre -diciembre, para poder realizar un dragado de los sedimentos acumulados. En este proceso de dragado se observan varios efectos en la dinámica del río. En primer lugar, se libera una gran cantidad de agua en un tiempo muy corto, teniendo efectos en el río abajo, pudiendo generar inundaciones y daños a infraestructura en el cauce por la fuerza del agua liberada. Así mismo, durante este dragado los peces difícilmente sobreviven la corriente y el cambio de estar en un cuerpo de agua estancado a estar en una corriente fuerte. Los cadáveres de los pescados son colectados por la población en el proceso de dragado. Las ninfas y otras algas que han florecido por el exceso de nutrientes en el embalse no son recogidos por la hidroeléctrica, sino que se liberan a las dinámicas del río en las partes más bajas de la cuenca.

El embalse representa un quiebre en la dinámica del río Los Esclavos, debido a que cambia un ecosistema hídrico que fluye, a un estancamiento que recoge los desechos sólidos de actividades

humanas (plásticos, partes de carros, metales, y otros materiales de diferentes tamaños), y desechos diluidos en el agua (contaminación orgánica por desechos humanos, contaminación química por actividades agrícolas e industriales, y las alteraciones fisicoquímicas que esto conlleva), así como las alteraciones a las formas de vida, tanto de flora como de fauna que se desarrollan en el cuerpo de agua.



Figura 44: Planos del proyecto Hidroeléctrico sobre el Río Los Esclavos

El estancamiento del río acumula toda la contaminación de la parte alta de la cuenca, generando un ecosistema en proceso de eutrofización, evidenciado con la alta cantidad de oxígeno disuelto en el embalse (149% o 12.2 mg/L), y la presencia de ninfas en casi todo el espejo de agua del embalse. Esto por un lado permite que se procesen los nutrientes, pero al ser liberada el agua del

embalse al menos una vez al año, no se puede formar un ecosistema estable léntico (de laguna), ni un ecosistema lótico (de río).

10.5.3 Cuenca Baja

La Cuenca baja del Río Los Esclavos posee una dinámica especial que la diferencia del resto de la cuenca debido que gran parte de su territorio está influenciada por los monocultivos de caña de azúcar y grandes fincas ganaderas, los cuales han generado un conflicto social en torno al uso y contaminación del agua⁷. Los ingenios, son actores que históricamente han tenido poder sobre el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, no hace más de un par de décadas desde que se empezaron a expandir en la cuenca Baja del río Los Esclavos.

Entre los actores que cultivan caña, por ejemplo, se encuentra el Ingenio Madre tierra, un actor con una relación negativa con las comunidades, por el desvío de ríos y la alteración del caudal que afecta la interacción entre el río y el mar, teniendo repercusiones en la población local como el socavamiento de sus suelos y la inundación en el tiempo de invierno. Esto último, es una gran problemática en la parte baja, debido a la alteración del caudal del río, se ha desestabilizado la dinámica de la barra del Ahumado. El bloqueo de la barra, que permite la conexión y desfogue del río hacia el mar y como consecuencia se han exacerbado las inundaciones en las comunidades a la orilla del canal en el invierno. Además de la afectación en la cantidad de caudal, el mismo cultivo de caña debido al uso y manejo inadecuado de agroquímicos tiene consecuencias en la calidad de agua.

Además de la caña, la industria de la crianza del camarón es un usuario de agua importante en la cuenca baja. El manejo inadecuado y sin tratamiento de aguas ha producido contaminación de agua, por medio de la intrusión de agua salina a fuentes de agua dulces que termina contaminando los pozos artesanales para el consumo humano. Esto también tiene impacto en el ecosistema del

⁷ En grupos focales de pescadores e institucionalidad ambiental de áreas protegidas, se manifestó la contaminación por madurantes empleados en el cultivo de la caña de azúcar, así como por la contaminación generada por la zafra.

mangle, porque cambia la distribución y disponibilidad de agua dulce para el mangle, alterando el ecosistema mismo.

Otro aspecto importante dentro de la parte baja de la cuenca, según lo reportado en los grupos focales mencionados anteriormente, es la migración de pescadores del área de Champerico hacia la región que ha causado cambios en las dinámicas de la pesca en la parte baja de la cuenca. Esta nueva dinámica está relacionada con el uso de changos para la pesca artesanal, los cuales están prohibidos por la normativa de pesca por ser de una luz de malla muy pequeña que los hace insostenibles al generar capturas accidentales de especies no comerciales y porque aumentan la captura de individuos de inmaduros, afectando las poblaciones de peces comerciales.

La población que es parte de esta dinámica son llamados changeros y representan una amenaza para la sostenibilidad de los medios de vida de los pescadores artesanales y para la sobrevivencia del ecosistema en el manglar por la sobrepesca y la disminución de las poblaciones de peces. Este fenómeno se da debido a que las personas son externas al territorio y no tienen un vínculo cultural y empírico con los ciclos de los ecosistemas que están en la región del Canal de Chiquimulilla. Esta desconexión cultural permite la introducción de técnicas de pesca que son insostenibles, por la falta de información y conocimientos sobre los ciclos de los peces que habitan esta región ecológica.



Figura 45: Aplicación de changos para la pesca en la parte baja de la cuenca

En este territorio costero históricamente ha sido habitado por asentamientos de la población xinka, quienes han administrado sus territorios y los recursos desde una lógica comunal. En un reciente proceso de resignificación de su identidad y afirmación de sus derechos territoriales han iniciado un proceso de reclamo de tierras ancestrales que fueron usurpadas por durante los períodos republicanos.

En este territorio costero históricamente ha sido habitado por asentamientos de la población xinka, quienes han administrado sus territorios y los recursos desde una lógica comunal. En un reciente proceso de resignificación de su identidad y afirmación de sus derechos territoriales han iniciado un proceso de reclamo de tierras ancestrales que fueron usurpadas por durante los períodos republicanos.

10.6 Modelo conceptual ecológico del recurso hídrico dentro de la cuenca.

El modelo conceptual ecológico fue construido a partir del análisis de la problemática, y tuvo un enfoque hacia el manejo de la cuenca, por lo que la problemática fue alineada con relación a los objetos de gestión. Estos objetos de gestión son los siguientes:

Tabla 14

Categorías y Objetos de Gestión

<i>Categoría</i>	<i>Objetos de gestión</i>
<i>Integridad del ciclo hidrológico</i>	Integridad de aguas subterráneas
	Integridad de cuerpos de agua superficiales
<i>Biodiversidad</i>	Poblaciones hidrobiológicas de importancia económica
	Bosques
	Ecosistema de manglar
<i>Valores culturales</i>	Esquemas de gobernanza comunales
	Territorios espirituales
<i>Calidad de vida</i>	Aumento ingresos económicos a partir de adecuada gestión de la cuenca
	Garantizar el derecho humano al agua en cantidad y calidad
	Garantizar las relaciones espirituales y culturales con el territorio
	Mantenimiento de los medios de vida de las personas
	Reducción de la pobreza multidimensional
	Reducción de la vulnerabilidad y riesgo ante desastres
	Seguridad alimentaria y nutricional

Una vez definidos los objetos de gestión, se identificaron los factores biofísicos que están relacionados a estos, obteniéndose los siguientes:

Tabla 15

Factores biofísicos del modelo conceptual ecológico

Factor Biofísico			
1	Alteración de la dinámica de flujos de agua, nutrientes y sedimentos	7	Disminución de poblaciones y pérdida de especies
2	Arrastre de sedimentos	8	Disminución y pérdida de poblaciones estables de especies aprovechadas
3	Bienes y Servicios ecosistémicos	9	Disponibilidad de agua en cantidad, calidad y tiempo
4	Cambios en características fisicoquímicas del agua	10	Liberación de metales pesados a las aguas

5	Cambios en la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas de manglar	11	Pérdida y degradación de ecosistemas
6	Disminución de caudales del río, afluentes y cuerpos de agua	12	Pérdida áreas de recarga hídrica

Luego de identificar los factores biofísicos, se determinaron las amenazas directas a los objetos de gestión y que modifican a los factores biofísicos. Fueron identificadas 20 amenazas directas como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 16

Amenazas directas a los Objetos de Gestión

Amenaza directa			
1	Captura incidental de pesca de arrastre en el mar	11	Mezcla de aguas subterráneas profundas con aguas superficiales
2	Deforestación	12	Poca valoración de la biodiversidad y de lo ambiental
3	Desvío de ríos	13	Pérdida de conocimientos asociado al uso territorio y biodiversidad
4	Drenaje ácido de minas	14	Pérdida de usos tradicionales /consuetudinarios /culturales del territorio y biodiversidad
5	Eventos climáticos extremos	15	Sobre explotación de aguas subterráneas
6	Inadecuado manejo de basureros y desechos sólidos	16	Sobre explotación de aguas superficiales
7	Inadecuado tratamiento de aguas residuales municipales y residenciales	17	Sobre explotación de especies de flora y fauna
8	Inadecuado tratamiento desechos residuales de actividades industriales y productivas	18	Sobre pesca
9	Interrupción de los flujos de agua	19	Uso de artes de pesca ilegales
10	Lavado del embalse hidroeléctrica Los Esclavos	20	Uso inadecuado de agroquímicos

Asimismo, una vez definidas las amenazas directas se empleó las relaciones causales establecidas en el análisis de la problemática y se identificaron 49 factores contribuyentes a las amenazas directas, como puede verse en la tabla 17. Con toda la información anterior y las relaciones causales establecidas, se obtuvo el modelo conceptual ecológico para la cuenca del Río Los Esclavos (Figura 46). Posteriormente, se transformó el MEC de la Cuenca del Río los Esclavos en un Modelo Conceptual de Gestión Integrada de la Cuenca (Figura 47).

Tabla 17

Factores contribuyentes a las amenazas directas

Factores contribuyentes a las amenazas directas					
1	Agricultura de subsistencia	18	Falta de educación y concientización	35	Inadecuado manejo del fuego para agricultura y ganadería
2	Aprovechamiento insostenible	19	Falta de identidad y apropiación	36	Inadecuados encadenamientos y valor agregado en la pesca
3	Ausencia de implementación de planes de adaptación al CC en la cuenca	20	Falta de información sobre capacidad de carga de los ecosistemas y estado de las poblaciones aprovechadas	37	Incendios forestales
4	Autorizaciones de actividades productivas sin adecuados controles de impactos ambientales	21	Falta de interés y voluntad política a distintos niveles de gobierno y sociedad.	38	Minería metálica
5	Camaroneras	22	Falta de ley de aguas	39	Minería no metálica (canteras)
6	Cambio Climático	23	Falta de planes de manejo pesquero	40	Normativa ambiental obsoleta o deficiente
7	Capacidades institucionales inadecuadas	24	Falta de políticas municipales en usos de tierra y protección de bosques	41	Privatización de facto y uso desmedido de cuerpos de agua, ríos y nacimientos
8	Corrupción	25	Inadecuada capacidad institucional de respuesta	42	Pérdida y degradación de suelos
9	Cultivo de café	26	Inadecuada gestión ambiental	43	Quemas agrícolas no controladas
10	Cultivo de caña de azúcar	27	Inadecuada gobernanza de la pesca	44	Sobre uso de la tierra
11	Disminución productividad del suelo	28	Inadecuada información de los impactos de las actividades productivas/extractiva	45	Tala ilegal
12	Expansión desordenada de zonas agrícolas y urbanas	29	Inadecuada planificación territorial	46	Urbanización no planificada
13	Extracción no sostenible de mangle	30	Inadecuada priorización	47	Uso insostenible de leña como fuente de energía
14	Falta de alternativas económicas sostenibles	31	Inadecuada regulación del agua a distintos niveles	48	Valoración de lo individual sobre lo colectivo
15	Falta de aplicación de la ley	32	Inadecuada tecnificación de la pesca	49	Vulnerabilidad de la población
16	Falta de apoyo a pescadores artesanales	33	Inadecuado control de impactos ambientales		
17	Falta de capacidades institucionales	34	Inadecuado manejo de las poblaciones de hidrobiológicos sujetas a aprovechamiento		

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

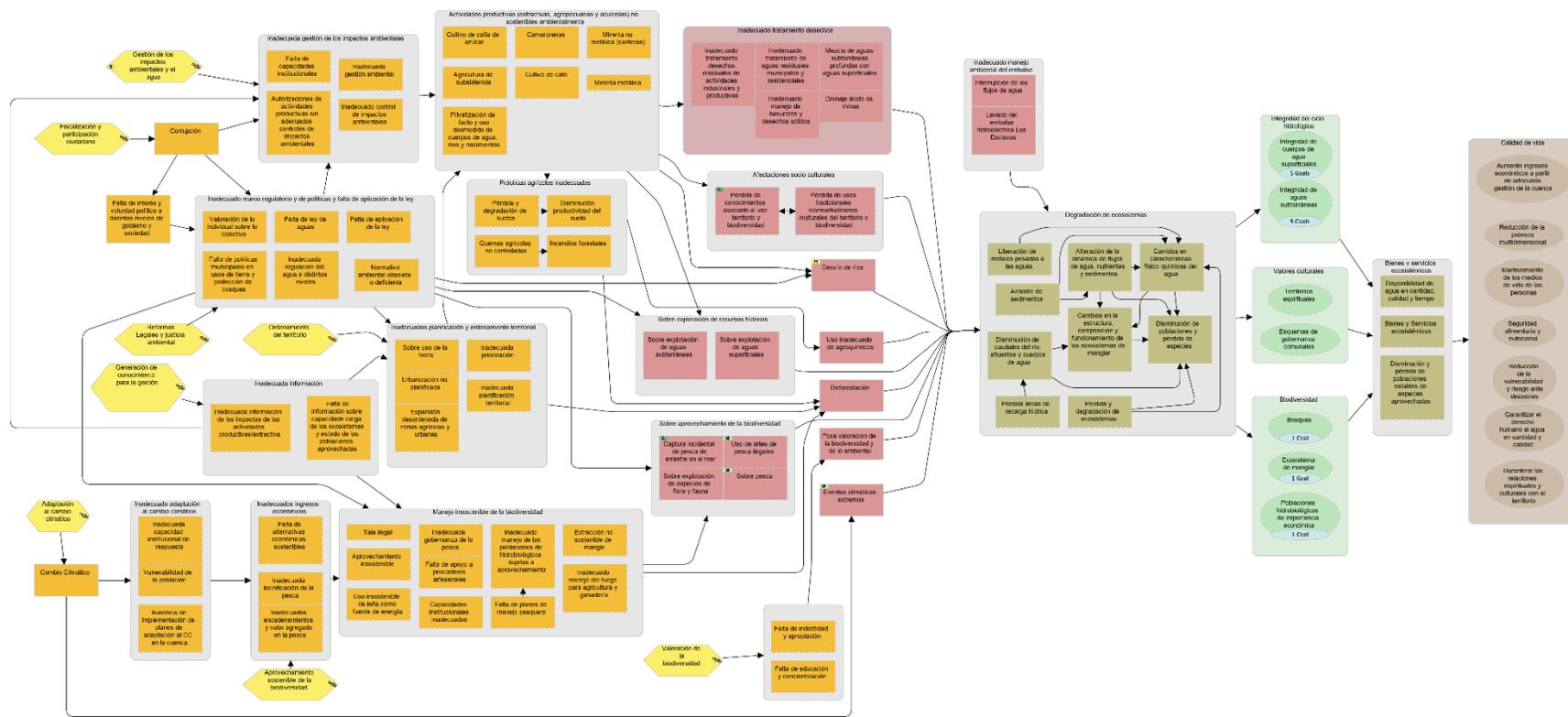


Figura 46. Modelo conceptual ecológico

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

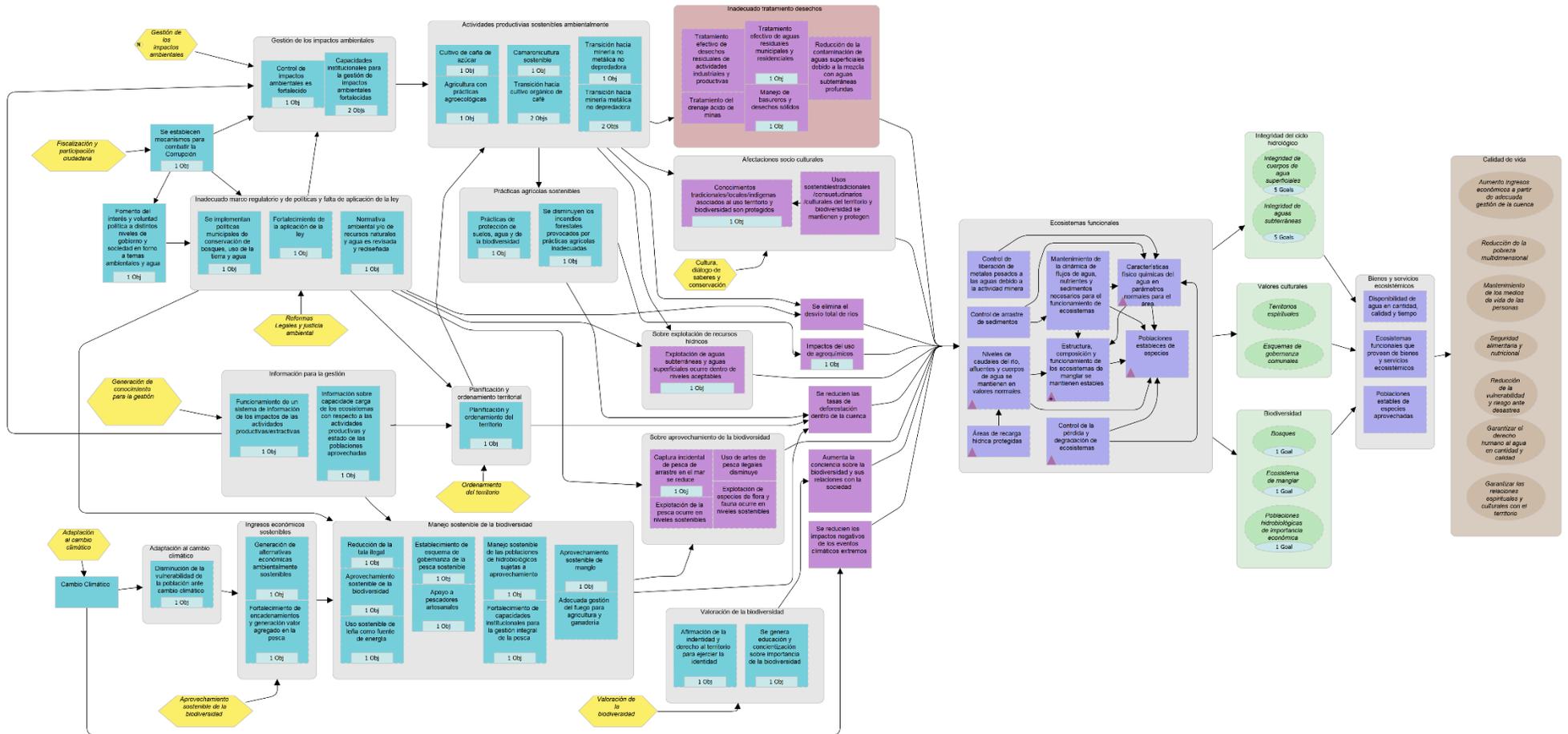


Figura 47. Modelo conceptual de gestión integrada de la cuenca

10.7 Plan de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Los Esclavos

10.7.1 Horizonte temporal

El horizonte temporal de la propuesta de gestión integrada es de 25 años, en donde los plazos se definieron de la siguiente forma:

- a) Corto plazo: de 1 a 5 años.
- b) Mediano plazo: de 5 a 10 años.
- c) Largo plazo: del año 10 en adelante.

10.7.2 Objetos de gestión (Targets)

Los objetos de gestión escogidos son los mismos que se presentaron en el MEC, como se muestra en la tabla 14.

10.7.3 Resultados esperados

A partir de las amenazas directas, factores contribuyentes y factores biofísicos se obtuvieron los resultados de reducción de amenazas, resultados intermedios y resultados biofísicos respectivamente, tal como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 18

Resultados esperados

Clasificación	Resultado
Resultados biofísicos	Características fisicoquímicas del agua en parámetros normales para el área.
	Control de arrastre de sedimentos
	Control de la pérdida y degradación de ecosistemas
	Control de liberación de metales pesados a las aguas debido a la actividad minera
	Disponibilidad de agua en cantidad, calidad y tiempo
	Ecosistemas funcionales que proveen de bienes y servicios ecosistémicos
	Estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas de manglar se mantienen estables
	Mantenimiento de la dinámica de flujos de agua, nutrientes y sedimentos necesarios para el funcionamiento de ecosistemas
	Niveles de caudales del río, afluentes y cuerpos de agua se mantienen en valores normales.
	Poblaciones estables de especies
	Poblaciones estables de especies aprovechadas

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

	Áreas de recarga hídrica protegidas
Resultados de reducción de amenazas	Aumenta la conciencia sobre la biodiversidad y sus relaciones con la sociedad
	Captura incidental de pesca de arrastre en el mar se reduce
	Conocimientos tradicionales/locales/indígenas asociados al uso territorio y biodiversidad son protegidos
	Explotación de aguas subterráneas y aguas superficiales ocurre dentro de niveles aceptables
	Explotación de especies de flora y fauna ocurre en niveles sostenibles
	Explotación de la pesca ocurre en niveles sostenibles
	Impactos del uso de agroquímicos es reducido
	Manejo de basureros y desechos sólidos
	Reducción de la contaminación de aguas superficiales debido a la mezcla con aguas subterráneas profundas
	Se elimina el desvío total de ríos
	Se reducen las tasas de deforestación dentro de la cuenca
	Se reducen los impactos negativos de los eventos climáticos extremos
	Tratamiento del drenaje ácido de minas
	Tratamiento efectivo de aguas residuales municipales y residenciales
	Tratamiento efectivo de desechos residuales de actividades industriales y productivas
	Uso de artes de pesca ilegales disminuye
Usos sostenibles tradicionales /consuetudinarios /culturales del territorio y biodiversidad se mantienen y protegen	
Resultados intermedios	Adaptación al Cambio Climático
	Adecuada gestión del fuego para agricultura y ganadería
	Afirmación de la identidad y derecho al territorio para ejercer la identidad
	Agricultura con prácticas agroecológicas
	Apoyo a pescadores artesanales
	Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad
	Aprovechamiento sostenible de mangle
	Camaronicultura sostenible
	Capacidades institucionales para la gestión de impactos ambientales fortalecidas
	Control de impactos ambientales es fortalecido
	Cultivo de caña de azúcar
	Disminución de la vulnerabilidad de la población ante cambio climático
	Establecimiento de esquema de gobernanza de la pesca sostenible
	Fomento del interés y voluntad política a distintos niveles de gobierno y sociedad en torno a temas ambientales y agua
	Fortalecimiento de capacidades institucionales para la gestión integral de la pesca
Fortalecimiento de encadenamientos y generación valor agregado en la pesca	
Fortalecimiento de la aplicación de la ley	

	Funcionamiento de un sistema de información de los impactos de las actividades productivas/extractivas
	Generación de alternativas económicas ambientalmente sostenibles
	Información sobre capacidades carga de los ecosistemas con respecto a las actividades productivas y estado de las poblaciones aprovechadas
	Manejo sostenible de las poblaciones de hidrobiológicos sujetas a aprovechamiento
	Normativa ambiental y/o de recursos naturales y agua es revisada y rediseñada
	Planificación y ordenamiento del territorio
	Prácticas de protección de suelos, agua y de la biodiversidad
	Reducción de la tala ilegal
	Se disminuyen los incendios forestales provocados por prácticas agrícolas inadecuadas
	Se establecen mecanismos para combatir la Corrupción
	Se genera educación y concientización sobre importancia de la biodiversidad
	Se implementan políticas municipales de conservación de bosques, uso de la tierra y agua
	Transición hacia cultivo orgánico de café
	Transición hacia minería metálica no depredadora
	Transición hacia minería de canteras no depredadora
	Uso sostenible de leña como fuente de energía

10.7.4 Estrategias

Los resultados intermedios y de reducción de amenazas fueron agrupados en 9 estrategias debido a su afinidad, siendo estas las siguientes:

Tabla 19

Estrategias de intervención en la cuenca

#	Estrategia
1	Gestión de los impactos ambientales y el agua
2	Fiscalización y participación ciudadana
3	Reformas Legales y justicia ambiental
4	Ordenamiento del territorio
5	Generación de conocimiento para la gestión
6	Adaptación al cambio climático
7	Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad
8.	Valoración de la biodiversidad
9.	Cultura, diálogo de saberes y conservación

10.7.5 *Objetivos de manejo*

Para los resultados intermedios y de reducción de amenazas se establecieron objetivos de manejo, siendo estos los siguientes:

Tabla 20

Objetivos de manejo para la cuenca

#	<i>Objetivos de manejo</i>
1	Aumentar el presupuesto real para el control de impactos ambientales
2	Crear catálogo de propuestas de normas, leyes y políticas a ser creadas o modificadas
3	Crear sistema de información ambiental, social y económica de la cuenca
4	Disminuir la captura incidental de pesca de arrastre en el mar
5	Disminuir la vulnerabilidad de la población ante cambio climático
6	Establecer modelo de gobernanza participativa para la pesca
7	Establecer perfiles mínimos para el personal vinculado a la gestión de impactos ambientales
8	Instaurar programa de apoyo a pescadores artesanales
9	Crear programa de manejo sostenible del mangle
10	Establecer programa de pesca sostenible
11	Instituir programa de prácticas agroecológicas en la cuenca
12	Instaurar proyecto político del territorio
13	Fortalecer el manejo de basureros y desechos sólidos
14	Fortalecer el ordenamiento territorial en la cuenca
15	Fortalecer el tratamiento de aguas municipales
16	Fortalecer las capacidades institucionales para la gestión de la pesca sostenible
17	Fortalecer las políticas públicas municipales para la gestión de la cuenca
18	Fortalecer mecanismo de autorizaciones de instrumentos de gestión ambiental de actividades productivas basadas en información y adecuados controles de impactos ambientales
19	Generar alternativas económicas basadas en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad
20	Generar modelo post extractivista de minería metálica
21	Gestionar los usos del agua dentro de la cuenca
22	Implementar estrategia de fortalecimiento de la aplicación de ley en materia ambiental
23	Implementar estrategia de prevención y combate de incendios forestales
24	Implementar programa de aprovechamiento sostenible de la biodiversidad
25	Implementar programa de educación ambiental en la cuenca del Río Los Esclavos
26	Implementar programa de fortalecimiento de encadenamientos y generación de valor agregado en la pesca
27	Implementar programa de manejo de la leña y bosques energéticos
28	Implementar sistema de monitoreo del aprovechamiento de la biodiversidad
29	Integrar cadenas de valor del café

30	Promover prácticas de conservación de suelos, agua y biodiversidad en las actividades económicas principales
31	Proteger los conocimientos ancestrales locales, y/o indígenas asociados al uso del territorio y biodiversidad que generan la conservación de estos
32	Reducir el impacto del uso de agroquímicos al ambiente
33	Reducir la tala ilegal en la cuenca
34	Reducir los impactos ambientales de la camaronicultura
35	Reducir los impactos ambientales del cultivo del café
36	Reducir los impactos ambientales y sociales de la minería metálica
37	Reducir los impactos de la minería no metálica al río
38	Reducir los impactos negativos del cultivo de la caña de azúcar
39	Sensibilizar a tomadores de decisión sobre la importancia del tema ambiental
40	Transparentar la toma de decisiones de la institucionalidad pública ambiental

10.7.6 Indicadores

Para los atributos clave identificados se definieron indicadores para evaluar el desempeño de la ejecución del plan de gestión, como se observa en la tabla a continuación.

Tabla 21

Indicadores para monitoreo del plan de gestión

Atributo clave	Indicador
Cobertura de bosques	% de pérdida y degradación de ecosistemas
Estructura y composición de manglares	Estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas de manglar se mantienen estables
Extensión del ecosistema de manglar	Estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas de manglar se mantienen estables
Hectáreas de zonas de recarga hídrica bajo mecanismos de protección	% de áreas de recarga hídrica protegidas
Niveles de caudales del río, afluentes y cuerpos de agua.	Niveles de caudales del río, afluentes y cuerpos de agua se mantienen en valores normales.
Tamaño poblacional de especies sujetas a aprovechamiento o captura	Poblaciones estables de especies
Valores de parámetros físico químicas del agua	Características fisicoquímicas del agua en parámetros normales para el área.

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

10.7.7 Matriz de gestión integrada del agua en la cuenca

Para generar la matriz de gestión integrada del agua en la cuenca se concatenaron las estrategias, resultados, objetivos de manejo, actividades por objetivo, así como una priorización y temporalidad de las actividades, tal como se aprecia en la tabla a continuación.

Tabla 22

Matriz general de gestión integrada de la cuenca

Estrategia	Resultado	Objetivo	Actividad	Prioridad ⁸	Año				
					1	3	5	10	15 +
1. Gestión de los impactos ambientales y el agua	Capacidades institucionales para la gestión de impactos ambientales fortalecidas	Aumentar el presupuesto real para el control de impactos ambientales	Campaña de sensibilización a tomadores de decisión para el incremento presupuestal	1	X	X	X	X	X
			Evaluación de necesidades de la institucionalidad encargada del control de los impactos ambientales	1	X	X			
		Establecer perfiles mínimos para el personal vinculado a la gestión de impactos ambientales	Revisión de perfiles actuales	1	X				
			Elaboración de propuesta de perfiles mínimos	1		X			
			Implementación de propuesta de perfiles mínimos de funcionarios a cargo de la evaluación y aprobación de EIAs	1		X	X		
	Agricultura con prácticas agroecológicas	Establecer programa de prácticas agroecológicas en la cuenca	Identificar especies nativas con potencial de ser incluidas en sistemas agroecológicos	2	X	X			
			Identificar barreras para la implementación de prácticas agroecológicas	1	X	X			
			Diseñar programa de incentivos para el establecimiento de prácticas agroecológicas	2	X	X	X		
	Manejo de basureros y desechos sólidos	Fortalecer el manejo de basureros y desechos sólidos	Evaluar la situación actual del manejo de desechos sólidos en la cuenca y las barreras existentes	1	X				
			Elaborar e implementar estrategia para el fortalecimiento del manejo de desechos sólidos y basureros	1		X	X	X	X
	Tratamiento efectivo de aguas residuales	Fortalecer el tratamiento de aguas municipales	Evaluación de la situación actual del tratamiento de aguas residuales municipales y las barreras existentes	1	X				

⁸ La prioridad se estableció de 1 a 3, siendo uno lo más prioritario.

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

municipales y residenciales		Elaboración e implementación de estrategia de fortalecimientos del tratamiento de aguas residuales.	1		X	X	X	X	
Control de impactos ambientales fortalecido	Fortalecer mecanismo de autorizaciones de instrumentos de gestión ambiental de actividades productivas basadas en información y adecuados controles de impactos ambientales	Evaluación del mecanismo actual de aprobación de EIA	1	X					
		Elaboración e implementación de reformas al mecanismo de aprobación de EIAs	1		X	X	X	X	
		Establecer mecanismo de gobierno abierto que permita transparentar el proceso de aprobación de EIAs	1		X	X	X	X	
		Implementación de propuesta de perfiles mínimos de funcionarios a cargo de la evaluación y aprobación de EIAs	1		X	X			
Transición hacia minería metálica no depredadora	Generar modelo post extractivista de minería metálica	Evaluación del modelo actual de minería en Guatemala	1	X					
		Elaboración de propuesta de modelo post extractivista de minería metálica	1		X				
		Implementación de modelo post extractivista de minería metálica	2			X	X	X	
	Reducir los impactos ambientales y sociales de la minería metálica	Establecer esquema de gobernanza participativa de la minería en la cuenca	Establecer esquema de gobernanza participativa de la minería en la cuenca	1	X	X			
			Evaluar alternativas económicas a la minería metálica	1	X	X			
			Evaluar la viabilidad económica, social y ambiental de la minería metálica en la cuenca.	1	X				
			Análisis de los impactos ambientales y sociales de la minería metálica en la cuenca	1	X				
			Elaborar estrategia de disminución de los impactos ambientales y sociales de la minería metálica en la cuenca.	1		X			
			Implementar estrategia de disminución de los impactos ambientales y sociales de la minería metálica en la cuenca.	1		X	X	X	X
Explotación de aguas subterráneas y aguas superficiales ocurre dentro de niveles aceptables	Gestionar los usos del agua dentro de la cuenca	Análisis de los usos actuales del agua en la cuenca	1	X					
Se disminuyen los incendios forestales provocados por prácticas agrícolas inadecuadas	Implementar estrategia de prevención y combate de incendios forestales	Análisis de la situación actual de los incendios forestales en la cuenca	1	X					
		Elaborar e implementar estrategia de prevención y combate a incendios forestales en la cuenca			X	X	X	X	
Transición hacia cultivo orgánico de café	Integrar cadenas de valor del café	Evaluación de la situación actual de las cadenas de valor del café.	2	X					
		Propuesta de fortalecimiento de cadenas de valor del café	2		X				
		Implementación propuesta cadenas del valor del café	2			X	X	X	
		Diversificar la variedad de especies de sombra	2		X	X	X	X	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

		Reducir los impactos ambientales del cultivo del café	Análisis de los impactos a la cantidad y calidad del agua durante el proceso de beneficiado húmedo en la cuenca	1	X				
			Elaborar estrategia de reducción de impactos del cultivo del café	1		X			
			Implementar estrategia de reducción de impactos del cultivo del café	1		X	X	X	X
	Prácticas de protección de suelos, agua y de la biodiversidad	Promover prácticas de conservación de suelos, agua y biodiversidad en las actividades económicas principales	Evaluación de posibles buenas prácticas a emplear para la conservación de agua, suelo y biodiversidad por el sector productivo con mayores impactos ambientales	1	X				
	Impactos del uso de agroquímicos es reducido	Reducir el impacto del uso de agroquímicos al ambiente	Análisis de la situación actual del uso de agroquímicos en la cuenca	1	X				
			Desarrollo de abonos y plaguicidas orgánicos	1		X	X	X	X
			Elaborar estrategia de reducción del uso de agroquímicos	1		X			
			Implementar estrategia de reducción del uso de agroquímicos	1		X	X	X	X
	Camaronicultura sostenible	Reducir los impactos ambientales de la camaronicultura	Análisis de la situación actual de la camaronicultura en la cuenca y sus impactos ambientales	1	X				
			Elaborar estrategia de control de impactos ambientales de la camaronicultura	2		X			
			Implementar estrategia de control de impactos ambientales de la camaronicultura	2		X	X	X	X
	Transición hacia minería no metálica no depredadora	Reducir los impactos de la minería no metálica al río	Evaluación del estado actual de la minería de canteras en la cuenca	1	X				
			Elaboración de propuesta de reducción de impactos de minería de canteras	1		X			
			Implementación de propuesta de reducción de impactos de la minería de canteras	1		X	X	X	X
	Reducción de impactos del cultivo de caña de azúcar	Reducir los impactos negativos del cultivo de la caña de azúcar	Caracterizar los impactos ambientales y sociales generados por la caña de azúcar	1	X				
			Realizar estudio de evaluación ambiental estratégica y de impactos acumulativos para la caña de azúcar	1	X				
			Elaborar estrategia de reducción de impactos ambientales de la caña de azúcar	1		X			
Implementar estrategia de reducción de impactos ambientales de la caña de azúcar			1		X	X	X	X	
2. Fiscalización y participación ciudadana	Fomento del interés y voluntad política a distintos niveles de gobierno y sociedad en torno a temas ambientales y agua	Sensibilizar a tomadores de decisión sobre la importancia del tema ambiental	Elaboración de estrategia de sensibilización a tomadores de decisión sobre el tema ambiental	2	X	X			
			Implementación de estrategia de sensibilización a tomadores de decisión sobre el tema ambiental	1		X	X	X	X

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

	Se establecen mecanismos para combatir la Corrupción	Transparentar la toma de decisiones de la institucionalidad pública ambiental	Establecer mecanismo de gobierno abierto que permita transparentar el proceso de aprobación de EIAs	1		X	X	X	X
			Sensibilizar a la población sobre el derecho a la fiscalizar a la institucionalidad pública	1	X	X	X	X	X
X3. Reformas Legales y justicia ambiental	Normativa ambiental y/o de recursos naturales y agua es revisada y rediseñada	Crear catálogo de propuestas de normas, leyes y políticas a ser creadas o modificadas	Análisis de la legislación en materia ambiental del país	1	X				
			Crear/retomar proceso participativo de creación de una ley general de aguas	1	X	X			
			Elaboración de catálogo de propuestas de modificación/creación de normas/leyes	1		X			
			Entrega y cabildeo de propuestas de cambios a normativa a entes correspondientes	1		X	X	X	X
			Evaluación del mecanismo actual de aprobación de EIA	1	X				
			Propuesta de mecanismo de protección de conocimientos ancestrales locales y/o indígenas.	1		X			
	Se implementan políticas municipales de conservación de bosques, uso de la tierra y agua	Fortalecer las políticas públicas municipales para la gestión de la cuenca	Análisis de vacíos y propuesta de políticas públicas municipales para la gestión ambiental en la cuenca	2	X				
			Elaboración de propuestas de política pública municipal para la gestión ambiental con base a análisis de vacíos	2		X			
			Implementación de políticas públicas municipales para la gestión ambiental en la cuenca	2		X	X	X	X
	Fortalecimiento de la aplicación de la ley	Implementar estrategia de fortalecimiento de la aplicación de ley en materia ambiental	Análisis de la situación actual de ilícitos ambientales en la cuenca	1	X				
Elaborar estrategia de aplicación de la ley			1		X				
Implementación de estrategia de aplicación de la ley			1		X	X	X	X	
4. Ordenamiento del territorio	Planificación y ordenamiento del territorio	Fortalecer el ordenamiento territorial en la cuenca	Actualizar los planes de ordenamiento municipal de la cuenca	1	X	X	X	X	
5. Generación de conocimiento para la gestión	Funcionamiento de un sistema de información de los impactos de las actividades productivas/extractivas	Crear sistema de información ambiental, social y económica de la cuenca	Definición de protocolos para levantamiento, curación, almacenamiento y distribución de la información.	1	X				
			Definir esquema de gobernanza para el sistema de información	1	X				
			Implementar sistema de información de la cuenca	1		X	X	X	X
	Información sobre capacidades carga de los ecosistemas con respecto a las actividades productivas	Implementar sistema de monitoreo del aprovechamiento de la biodiversidad	Establecer protocolos de levantamiento de información	1	X				
			Implementar protocolos de monitoreo	1		X	X	X	X

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

	y estado de las poblaciones aprovechadas								
6. Adaptación al cambio climático	Disminución de la vulnerabilidad de la población ante cambio climático	Disminuir la vulnerabilidad de la población ante cambio climático	Análisis de vacíos y plan de fortalecimiento de capacidades para afrontar cambio climático en la institucionalidad	1	X				
			Implementación de plan de fortalecimiento de capacidades institucionales para afrontar el Cambio Climático	1		X	X	X	X
			Elaboración de planes de adaptación al cambio climático en la cuenca	1	X				
7. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad	Captura incidental de pesca de arrastre en el mar se reduce	Disminuir la captura incidental de pesca de arrastre en el mar	Implementar planes de adaptación al CC en la cuenca	1		X	X	X	X
			Análisis de la situación actual de la captura incidental de la pesca de arrastre en el mar	1	X				
	Establecimiento de esquema de gobernanza de la pesca sostenible	Establecer modelo de gobernanza participativa para la pesca	Establecer estrategia de disminución de la captura incidental de la pesca de arrastre en el mar	1		X	X	X	X
			Análisis de la situación actual de la pesca artesanal	1	X				
			Proponer modelo de gobernanza participativa para la pesca artesanal		X	X			
	Apoyo a pescadores artesanales	Establecer programa de apoyo a pescadores artesanales	Implementar modelo de gobernanza participativa para la pesca artesanal			X	X	X	X
			Evaluación de necesidades de pescadores artesanales para hacer sostenible la pesca	1	X				
	Aprovechamiento sostenible de mangle	Establecer programa de manejo sostenible del mangle	Implementación de programa de fortalecimiento a pescadores artesanales	1		X	X	X	X
			Definir mecanismo de gobernanza del manejo del mangle	1	X				
			Elaborar planes de manejo de mangle por área de importancia	1	X	X			
			Implementar planes de manejo de mangle	1		X	X	X	X
	Manejo sostenible de las poblaciones de hidrobiológicos sujetas a aprovechamiento	Establecer programa de pesca sostenible	Implementar programa de monitoreo del aprovechamiento de mangle	1		X	X	X	X
			Elaboración de planes de manejo pesquero	1	X				
			Implementación de planes de manejo pesquero	1		X	X	X	X
	Fortalecimiento de capacidades institucionales para la gestión integral de la pesca	Fortalecer las capacidades institucionales para la gestión de la pesca sostenible	Establecimiento de programa de monitoreo de la pesca	1		X	X	X	X
Análisis de capacidades actuales para la gestión de la pesca			1	X					
Implementación de propuesta de fortalecimiento institucional pesquero			1		X	X	X	X	
Generación de alternativas económicas			Análisis de viabilidad económica y ambiental de actividades económicas relacionadas al aprovechamiento de la biodiversidad	1	X				

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

	ambientalmente sostenibles	Generar alternativas económicas basadas en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad	Elaboración de plan de negocios de actividades viables económica y ambientalmente	1		X			
			Implementación de planes de negocios	1		X	X	X	X
	Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad	Implementar programa de aprovechamiento sostenible de la biodiversidad	Definir el estado actual de las especies de biodiversidad aprovechadas	1	X				
			Elaborar planes de manejo de las especies aprovechadas	1		X			
			Implementación de planes de manejo de biodiversidad	1		X	X	X	X
			Implementación de programa de monitoreo del aprovechamiento de la biodiversidad	1		X	X	X	X
	Fortalecimiento de encadenamientos y generación valor agregado en la pesca	Implementar programa de fortalecimiento de encadenamientos y generación de valor agregado en la pesca	Análisis económico de la pesca	1	X				
			Plan de negocios para la pesca artesanal	1		X	X	X	X
	Uso sostenible de leña como fuente de energía	Implementar programa de manejo de la leña y bosques energéticos	Análisis de la situación actual del uso de leña en la cuenca	1	X				
			Elaboración de propuesta de manejo de leña y bosques energéticos	1		X			
			Implementación de propuesta de manejo de leña y bosques energéticos	1		X	X	X	X
	Reducción de la tala ilegal	Reducir la tala ilegal en la cuenca	Análisis de la situación actual de la tala ilegal en la cuenca	1	X				
Propuesta de abordaje de la tala ilegal			1		X				
Implementar estrategia de control de la tala ilegal			1		X	X	X	X	
8. Valoración de la biodiversidad	Afirmación de la identidad y derecho al territorio para ejercer la identidad	Establecer proyecto político del territorio	Elaboración de estrategia de afirmación de la identidad cultural y territorial en la cuenca	1	X				
			Implementación de estrategia de afirmación de la identidad cultural y territorial en la cuenca			X	X	X	X
			Fomento del derecho al territorio como medio para ejercer identidad	1	X	X	X	X	X
	Se genera educación y concientización sobre importancia de la biodiversidad	Implementar programa de educación ambiental en la cuenca del Río Los Esclavos	Análisis de la situación actual de la educación ambiental en la cuenca	1	X				
			Elaboración de estrategia de educación ambiental en la cuenca	1		X			
		Implementación de estrategia de educación ambiental en la cuenca			X	X	X	X	
9. Cultura, diálogo de saberes y conservación	Conocimientos tradicionales/locales/indígenas asociados al uso territorio y biodiversidad son protegidos	Proteger los conocimientos ancestrales locales, y/o indígenas asociados al uso del territorio y biodiversidad que generan la conservación de estos	Creación de catálogo de conocimientos locales y/o indígenas asociados a la conservación de territorios, agua y biodiversidad	1	X	X			
			Propuesta de mecanismo de protección de conocimientos ancestrales locales y/o indígenas.	1	X	X			

11 Conclusiones

El análisis de la caracterización socioeconómica demuestra que los diferentes municipios tienen necesidades básicas que no han sido solucionadas por parte del estado, esto limita las capacidades sociales y económicas de la población, impactando directamente en temas claves como gestión de desechos sólidos, derecho humano al agua, saneamiento, etc. Los niveles de pobreza y pobreza extrema en los que viven una gran parte de población son resultado de la exclusión que genera el estado, por lo tanto, es prioridad la eliminación de la pobreza y el incremento de bienes en necesidades básicas de la población.

La cuenca del río Los Esclavos fue analizada de forma participativa con un enfoque de sistema socio-ecológico centrado en las problemáticas en torno al recurso hídrico. Los problemas principales identificados se pueden clasificar en dos grupos: los relacionados al uso y demanda del agua; y las amenazas a la biodiversidad y ecosistemas.

Dentro de los problemas relacionados al uso y demanda del agua se identificó el sobreuso del recurso hídrico a lo largo de la cuenca por demanda de la población creciente, los cultivos en la cuenca (caña de azúcar, café, y en menor medida, banano y palma africana), otras actividades económicas como la minería y las camaroneras, y la falta de regulación del uso del agua. El sobreuso del agua genera problemas en la disponibilidad de agua en nacimientos, pozos. Así mismo, un problema importante es la contaminación del agua, por el sobreuso de agroquímicos de las actividades agrícolas, la inadecuada gestión de desechos sólidos e industriales de parte de las municipalidades, las industrias, y la población. Las actividades contaminantes se acumulan desde la parte alta de la cuenca, y afecta a todos los ecosistemas acuáticos.

Las amenazas a la biodiversidad y a los ecosistemas son diversas y afectan tanto a ecosistemas terrestres como acuáticos. Por un lado, la deforestación por los cambios en el uso de la tierra, la tala ilegal, los incendios forestales y la demanda local de recursos forestales genera una pérdida y degradación de ecosistemas que afecta al ciclo hidrológico y a las poblaciones locales. La

sobrepesca y el uso de arte de pesca ilegales se deriva de falta de información y conocimientos, inadecuada gestión y pocas alternativas económicas, y esto deriva en la disminución de la pesca y el aumento de presión sobre todas las especies hidrobiológicas. Por otro lado, también se identifica una pérdida y degradación del ecosistema de mangle, lo cual deriva en la disminución de la resiliencia del ecosistema, en la afectación a la biodiversidad, y al resto de los servicios ecosistémicos relacionados.

Los problemas de uso del agua y las amenazas a los ecosistemas están relacionados de forma compleja; si se utiliza un enfoque ecosistémico, se identifican diferentes bucles de retroalimentación funcionales, y efectos acumulativos en todo el paisaje de la cuenca. Además de la interconectividad de los problemas ecológicos, las presiones y las formas de gestionar estas presiones y problemas están profundamente interrelacionadas. Esto se identifica en variables relacionadas a la condición o calidad de vida de la población, y a la institucionalidad de la cuenca.

El estado de los ecosistemas afecta la capacidad de la población de tener medios de vida, relacionados a la disminución o pérdida de ingresos económicos, inseguridad alimentaria, y dinámicas de migración. La falta de apoyo de las instituciones a las poblaciones locales afecta la forma de explotación de los recursos, la contaminación y sobreuso del agua, y la calidad misma de las personas al brindar o no servicios básicos, y mediar la provisión de servicios ecosistémicos.

La institucionalidad en torno a la problemática del recurso hídrico presenta muchos problemas complejos, por ejemplo la falta de capacidades técnicas y de gestión de las instituciones, la falta de información confiable y actualizada sobre los ecosistemas y las poblaciones humanas, la falta o precariedad de presupuesto para temas ambientales, el abandono institucional, la corrupción, la falta de comunicación y coordinación con los otros actores de la cuenca, la falta de interés y voluntad política en temas ambientales, y la influencia de proyectos extractivistas depredadores. Otro problema importante es la falta de reglamentos apropiados, y la falta de aplicación de las leyes y normativas relacionadas a la gestión ambiental.

Los problemas de la institucionalidad y en las condiciones de vida de la población tienen un efecto en los problemas ecológicos identificados en toda la cuenca. Solamente la visión sistémica de todos estos componentes permite tener una visión integradora de la situación de la cuenca, y así la propuesta de un plan de gestión integrado con visión de sostenibilidad. El modelo de la problemática permite ver a la cuenca como un sistema socio-ecológico que según los elementos del sistema y sus relaciones reproduce su propio patrón de comportamiento. Debido a que el patrón de comportamiento actual es problemático en varios niveles y para muchas personas, la identificación de las dinámicas clave permite la búsqueda de puntos de apalancamiento y aliviamiento eficiente de los problemas.

A lo largo de la cuenca se identificaron actores y sus interrelaciones en los espacios bio-físicos y socioculturales, así como las afectaciones que tienen un carácter acumulativo conforme se van sumando afluentes y sus problemáticas a lo largo de todo el río Los Esclavos.

El Río Los Esclavos y la cuenca en que está ubicado además es un territorio étnico que históricamente han habitado los xinkas, quienes a través de formas de organización comunal han protegido y administrado los bienes comunes, sobre todo el agua por medio de sus propias prácticas culturales. Sin embargo, el territorio se ha visto afectado y transformado por las actividades de los distintos actores a lo largo de la historia. Actualmente en esta cuenca existe un proceso de defensa de los bienes naturales y de la vida que habita en estos espacios, debido a la amenaza de distintos extractivismos que por su carácter depredador tienen el potencial de afectar acumulativamente a todo el territorio.

Los extractivismos se van acumulando a lo largo de toda la cuenca, sin embargo, algunos de ellos son fuertemente depredadores alterando el ciclo hidrológico en zonas importantes de la cuenca, como lo son las zonas de recarga hídrica y zonas de importancia agrícola vinculadas a los medios de vida de la población. La defensa del territorio desde el movimiento étnico territorial xinka se ha resignificado con la presencia del proyecto minero en el valle de San Rafael Las Flores, pues las afectaciones han sido en múltiples dimensiones que abarcan relaciones socioculturales,

biofísicas y espirituales que afectan al pueblo xinka en sus derechos colectivos. Por lo que la empresa Pan American Silver Guatemala, un actor con gran importancia en la cuenca por su impacto que trasciende las divisiones geográficas de la cuenca y que de manera acumulativa a lo largo de la cuenca y del tiempo afecta el acceso y uso de un bien común como lo es el agua. Este extractivismo tiene como impacto la acelerada destrucción de la biodiversidad por las afectaciones en la disponibilidad de aguas subterráneas, superficiales y por la contaminación del agua con metales pesados, liberados de manera permanente por el drenaje de los túneles de excavación.

La valoración del territorio que hacen actores con gran poder de influencia en un bien como el agua, muchas veces se impone sobre otras valoraciones socioculturales que existían previamente y que tomaban en consideración la interrelacionalidad e interdependencia de los bienes naturales con sus formas propias de vida. Estas realidades interrelacionadas son las condiciones materiales que permiten la reproducción de los distintos ciclos de la vida en el territorio de la cuenca del Río Los Esclavos. Por lo que, al estar amenazadas por actividades extractivas, que imponen los actores con más poder sobre las dinámicas ecológicas y socioculturales las problemáticas se vuelven más complejas y ponen en vulnerabilidad a la vida dentro del territorio.

Es importante resaltar que los actores extractivos con gran poder en la cuenca no están aislados y depende de las relaciones con otros actores en la cuenca, tanto organizaciones del sector público como del sector privado. El sector público, ha creado un discurso de desarrollo alrededor de los megaproyectos extractivos, sin tomar en cuenta los medios de vida que históricamente han existido en el territorio y de los cuales las personas han construido su visión de futuro. Es decir, el desarrollo en forma de megaproyectos ya sea por medio de la expansión de las concesiones mineras o de la expansión del cultivo agroindustrial de la caña de azúcar se impone sobre la visión de desarrollo que las poblaciones locales quieren para sus proyectos de vida. Lo que muchas veces se traduce en distintas formas de violencia que van desde las amenazas, intimidación y asesinatos de las personas que defienden el territorio, como también la militarización de los mismos espacios geográficos.

En conclusión, existen actores que tienen gran poder de influencia en la cuenca de los Esclavos, principalmente vinculados a los extractivismos en las tres unidades geográficas de análisis de este estudio. Estos extractivismos han complicado las problemáticas socioambientales que existen en la actualidad en la cuenca, por lo que es de suma importancia voltear la mirada a este análisis de bucles causales que nos permite atacar los problemas de raíz y no atacar únicamente de manera sintomática.

En concordancia al análisis y diagnóstico sistémico de la problemática de la cuenca, se propone un plan de gestión integrada del recurso hídrico que pretende abordar las relaciones causales de las amenazas al ciclo hidrológico y a los ecosistemas de la cuenca. Este plan, debido a la escasez de datos concretos, estipula en su primer año de implementación el levantamiento de esta información.

El plan de gestión se compone de 9 estrategias. Estas son: gestión de los impactos ambientales y el agua, fiscalización y participación ciudadana, reformas legales y justicia ambiental, ordenamiento del territorio, generación de conocimiento para la gestión, adaptación al cambio climático, aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, valoración de la biodiversidad, y cultura, y diálogo de saberes y conservación. Cada estrategia cuenta con resultados, objetivos y actividades para ser implementados, en un alcance temporal de 1, 3, 5, 10 y 15 años.

12 Recomendaciones

A partir de la investigación realizada, se recomiendan las siguientes acciones:

- Levantar información socioeconómica necesaria restante, en particular datos sobre el sistema hidrológico (agua subterránea), y datos actualizados del uso del agua.
- Se recomienda desarrollar o establecer un espacio de coordinación entre actores para implementar el plan, con un enfoque descentralizado, participativo y democrático, preferiblemente con un enfoque local por microcuencas.
- Continuar con el enfoque sistémico en la comprensión de la cuenca y en la gestión, incluyendo a todos los actores y formas de gobernanza, en particular las formas comunales

de gestión, por la cantidad de personas que afecta. Esto incluye la comprensión de las relaciones causales de los sistemas humanos y ecológicos.

- Es necesario abordar y resolver los problemas estructurales que afectan la condición de vida de las personas, desde la gestión municipal local, y a través de alternativas ecológicamente viables. Algunos de los problemas relacionados a la problemática del agua son: el uso de letrinas, quema de basura, no tratamiento de las aguas, y falta de drenajes.
- Se recomienda el seguimiento, revisión y generación de políticas públicas con el objetivo de impulsar el desarrollo local, aumentando el bienestar de los pobladores y disminuyendo la pobreza. Los impactos de estas deben ser evaluados a través de un marco de indicadores socioeconómicos y ecológicos para el beneficio integral de los municipios.
- Los enfoques político-administrativos, de cuencas y subcuencas y de territorialidad indígena deben de ser tomados como enfoques indispensables en la generación de políticas impulsadas desde el sector público o propias ya existentes de comunidades indígenas, con el fin de abordar los problemas desde diferentes perspectivas y generar condiciones para una solución integral.
- Se recomienda continuar con el enfoque sistémico para análisis futuros, debido al potencial de análisis de puntos de apalancamiento y de modelación matemática para predicciones.

13 Referencias Bibliográficas

- (Mineduc), M. d. E. (2020). *Anuario Estadístico de la educación de Guatemala*. Retrieved from Guatemala:
- (Subdere), S. d. D. R. y. A., & (Cepal), C. E. p. A. L. y. e. C. (2013). *Guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial*. Chile: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), División de Políticas y Estudios. .
- Al-Saidi, M. (2017). Conflicts and security in integrated water resources management. *Environmental Science & Policy*, 73, 38-44. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.03.015>
- Alconero, M. S. R. (2018). *Caracterización de la cuenca hidrográfica del río los esclavos, Guatemala*. Retrieved from Guatemala:
- Báez, W. L. (2014). Análisis del manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de recursos naturales. *Revista chapingo serie zonas aridas*, 13(2), 39-45.
- Banco Mundial. (2018). Panorama general: Informe sobre el desarrollo mundial 2017: La gobernanza y las leyes. *Breviario en Relaciones Internacionales*(41).
- Barrios, M. (2013). *Actualización del Plan Maestro 2000-2005 de la Reserva Natural De Usos Múltiples Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Tomo i: aspectos biofísicos*. (Maestría), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Benson, D., Gain, A. K., & Giupponi, C. (2020). Moving beyond water centricity? Conceptualizing integrated water resources management for implementing sustainable development goals. *Sustainability Science*, 15(2), 671-681.
- Blanco, J. A. (2013). Modelos ecológicos: descripción, explicación y predicción. *Ecosistemas*, 22(3), 1-5.
- Briggs, V. S., Mazzotti, F. J., Harvey, R. G., Barnes, T. K., Manzanero, R., Meerman, J. C., . . . Walker, Z. (2013). Conceptual Ecological Model of the Chiquibul/Maya Mountain Massif, Belize. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 19(2), 317–340.
- Broer, M., Bai, Y., & Fonseca, F. (2019). *Socioeconomic inequality and educational outcomes: Evidence from twenty years of TIMSS*: Springer Nature.
- Browder, J. A., Alleman, R., Markley, S., Ortner, P., & Pitts, P. A. (2005). Biscayne Bay Conceptual Ecological Model. *Wetlands*, 25(4), 854-869.
- Caire, G. (2008). El manejo integrado de cuencas como instrumento para el desarrollo regional. *Abardía A, Morales F (coordinadores). Desarrollo regional-Reflexiones para la gestión de los territorios. Alternativas y Capacidades, AC Primera ed. Ciudad de México: MC editores*, 187-213.
- Castañeda Moya, F., Barrios, M., Dávila, V., García Vetorazzi, M., Morales, A. S., & Méndez, C. (2014). Thinking outside the protected area boundaries for flood risk management: The Monterrico Multiple Use Natural Reserve in Guatemala. *Safe Havens: Protected Areas for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*, 41-48.
- CEPAL. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Retrieved from Santiago de Chile:

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2002). Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Teoría y Práctica. *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, 31.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2021). *Definición de algunos indicadores demográficos.*: CEPAL Retrieved from https://www.cepal.org/sites/default/files/def_ind.pdf.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., . . . Butchart, S. (2020). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Domínguez Serrano, J. (2011). *Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los Recursos Hídricos*. Retrieved from Marsella, Francia:
- Escalante Pérez, A. L. (2011). *La contaminación del agua en la parte alta del río los esclavos*. (Maestría En Economía Ambiental Y De Recursos Naturales), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Fresneda, O. (2007). *La medida de necesidades básicas insatisfechas (NBI) como instrumento de medición de la pobreza y focalización de programas*. Retrieved from Bogotá:
- Fritsch, O., & Benson, D. (2020). Mutual learning and policy transfer in integrated water resources management: A research agenda (Vol. 12, pp. 72): Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Galvez, V., & Rojas, R. (2019). Collaboration and integrated water resources management: A literature review. *World Water Policy*, 5(2), 179-191. doi:<https://doi.org/10.1002/wwp2.12013>
- GIMBOT. (2014). *Mapa de Bosques y Uso de la Tierra 2012. Mapa de Cambios en Uso de la Tierra 2001-2010*. Guatemala: Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra.
- Giménez-Casalduero, F. (2012). Aplicación de los Modelos Ecológicos Conceptuales para identificar indicadores de seguimiento en la Laguna Costera del Mar Menor (Murcia, España). *Uso y actividades humanas en áreas costeras y marinas*.
- Global Water Partnership Central America. (2015). *Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada*: Global Water Partnership Central America.
- Gómez-Anaya, J. A., Novelo-Gutiérrez, R., & Astudillo-Aldana, M. R. (2017). Efecto de las descargas domésticas y de beneficio de café sobre la calidad del agua y la diversidad de larvas de Odonata (Insecta) en un arroyo de bosque mesófilo de montaña en Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 372-380. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.03.004>
- González Gaitán, M. A., & Hernández Téllez, M. R. (2019). Efecto del beneficiado húmedo de café en fuentes de agua de las comunidades América, Monte Cristo y El Sardinal, Jinotega.
- Howlett, M., & Ramesh, M. (2014). The two orders of governance failure: Design mismatches and policy capacity issues in modern governance. *Policy and Society*, 33(4), 317-327.
- IARNA. (2005). *Situación del Recurso Hídrico en Guatemala. Documento Técnico del Perfil Ambiental de Guatemala*. Retrieved from Guatemala:
- Iarna, & UIE. (2021). *Bases conceptuales y metodológicas para el análisis territorial del riesgo en Guatemala: Énfasis en vulnerabilidad sistémica y amenazas climáticas*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens.

- INAB, CONAP, MAGA, MARN, UVG, & URL. (2019). *Cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de cobertura forestal 2010-2016*. Guatemala: GIMBUT.
- Inam, A., Adamowski, J., Halbe, J., & Prasher, S. (2015). Using causal loop diagrams for the initialization of stakeholder engagement in soil salinity management in agricultural watersheds in developing countries: A case study in the Rechna Doab watershed, Pakistan. *Journal of Environmental Management* 152, 251-267.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA). (2015). *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala. Bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo*. Guatemala: Iarna/URL.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad (IARNA). (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. Guatemala: Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2007). *Anuario Estadístico Ambiental 2007*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística (INE).
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2019). *XII Censo nacional de población y VII de vivienda - Glosario Resultados Censo 2018*. Retrieved from Guatemala
- Jha, S., Kaechele, H., & Sieber, S. (2019). Factors Influencing the Adoption of Water Conservation technologies by smallholder farmer households in Tanzania. *Water* 11.
- Jiménez-Otárola, F., & Benegas-Negri, L. (2019). Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 153-170.
- Jiménez, F. (2007). *Caracterización de cuencas hidrográficas*. Retrieved from Turrialba, Costa Rica:
- Martin-Ortega, J., Gutiérrez-Martín, C., & Berbel, J. (2008). Caracterización de los usos del agua en la Demarcación del Guadalquivir en aplicación de la Directiva Marco de Aguas. *Revista de Estudios REgionales*, 01, 45-76.
- Mazzotti, F. J., Fling, H. E., Merediz, G., Lazcano, M., Lasch, C., & Barnes, T. (2005). Conceptual Ecological Model of the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, México. *Wetlands*, 25(4), 980-997.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA). (2004). *Atlas temático de las cuencas hidrográficas de la República de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Unidad de planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR).
- Mora, A. M., & Morales, J. A. S. (2009). La contaminación de las aguas mieles en Costa Rica: un conflicto de contenido ambiental (1840-1910). *Diálogos: Revista electrónica de historia*, 10(1), 1.
- Musálem-Castillejos, K., Cámara-Córdova, J., Laino-Guanes, R., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2014). Manejo integral de cuencas hidrográficas (MICH): el enfoque utilizado en el proyecto FORDECyT Cuenca Grijalva *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva* (pp. 82-102): Juan Pablos Editor.
- Negus, P., Blessing, J., Clifford, S., & Marshall, J. (2020). Adaptive monitoring using causative conceptual models: assessment of ecological integrity of aquatic ecosystems. *Australasian*

- Journal of Environmental Management*, 27(2), 224-240.
doi:10.1080/14486563.2020.1750494
- Ogden, J. C. (2005). Everglades Ridge and Slough Conceptual Ecological Model. *Wetlands*, 25(4), 810-820.
- Ogden, J. C., Davis, S. M., Jacobs, K. J., Barnes, T., & Fling, H. E. (2005). The Use of Conceptual Ecological Models to Guide Ecosystem Restoration in South Florida. *Wetlands*, 25(4), 795-809.
- Panche Baez, D. A., & Burbano Apraez, C. F. (2019). Análisis de la contaminación ambiental ocasionada por las aguas mieles, producto del beneficio húmedo del café, para la implementación de la NTC ISO 14001: 2015. Retrieved from <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26747/dapancheb.pdf?sequence=1>
- Rosales Alconero, M. (2018). *Caracterización de la Cuenca Hidrográfica del Río Los Esclavos, Guatemala*. (Licenciatura en Ingeniería Ambiental), Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Sáenz Guzmán, N. d. J., & Quiñonez de la Cruz, F. J. (2014). *Las aguas residuales municipales en Guatemala, un problema en crecimiento*. Paper presented at the Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014).
- Samekto, C. R. (2016). Collaboration Dynamics in Integrated Water Resources Management.
- Siguí, N. (2016). ¿Por qué continúa la contaminación de aguas en Guatemala? *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3(2), 167-176. doi:10.36829/63CTS.v3i2.187
- Solanes, M. (2015). *Gobernanza y finanzas para la sostenibilidad del agua en América del Sur*. Corea: Corporación Andina de Fomento.
- Tian, J. H., Wang, J. H., Liu, Z. C., Li, H. C., Wang, X. Z., Xie, D. Y., . . . Yu, X. J. (2010). A Conceptual Ecological Model of Cangzhou Coastal Wetlands, Hebei Province, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1002–1011.
- Trujillo, A. T., & La Puente, R. O. (2017). Propuesta para un Plan de Manejo Integral en una cuenca hidrográfica. Parte I. *Ciencias Forestales y Ambientales*, 2(1), 11-20.
- UICN. (2009). *Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas*. Retrieved from UIE. (2020). Mapa de dinámica forestal 1991-2016 *Mapa*. Guatemala: Unidad de Información Estratégica, Universidad Rafael Landívar.
- UNDP. (2006). *Human Development Report 2006. Beyond Scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. Nueva York: United Nations Development Programme.
- Woldesenbet, A. G., Woldeyes, B., & Chandravanshi, B. (2014). Characteristics of wet coffee processing waste and its environmental impact in Ethiopia. *International Journal of Research in Engineering and Science*, 2(4), 1-5.
- Zurbriggen, C. (2011). Gobernanza: una mirada desde América Latina. *Perfiles latinoamericanos*, 19(38), 39-64.

14 Apéndice

14.1 Apéndice 1. Formato de Entrevista

Caracterización socioeconómica de personas

Este formulario generará una base de datos sobre algunas características socioeconómicas de las personas que formaran parte de las entrevistas semi-estructuradas a realizarse en la cuenca del río los Esclavos

**Obligatorio*

1. Nombre de la persona a entrevistar (Si no quiere darlo, se le asigna un código = Mañanitas y el número en la lista) *

2. ¿Cuál es la institución a la que representa?

3. Correo electrónico (opcional)

4. Departamento *

Marca solo un óvalo.

- Guatemala
- Jalapa
- Jutiapa
- Santa Rosa

5. Municipio *

Marca solo un óvalo.

- San José Pinula
- Santa Catarina Pinula
- Fraijanes
- Jalapa
- Mataquescuintla
- San Carlos Alzatate
- Jutiapa
- Quesada
- San José Acatempa
- Jalpatagua
- Conguaco
- Moyuta
- Pasaco
- Santa Rosa de Lima
- San Rafael Las Flores
- Casillas
- Nueva Santa Rosa
- Santa Cruz Naranjo
- Barberena
- Cuilapa
- Pueblo Nuevo Viñas
- Oratorio
- Santa María Ixhutatán
- Chiquimulilla
- San Juan Tecuaco

6. ¿A qué comunidad pertenece? Lugar poblado: (caserío, aldea, etc)

7. Sexo: *

Marca solo un óvalo.

Hombre

Mujer

NS/NR

Otros: _____

8. Edad: (solo número, no incluir "años") *

9. ¿Según su origen e historia, ¿Cómo se considera o autoidentifica? * *Marca solo un óvalo.*

Maya

Garifuna

Xinka

Afrodescendiente / Creole / Afromestizo

Ladina (o)

Extranjera (o)

Mestiza (o)

Otros: _____

10. ¿Sabe leer y escribir? *

Marca solo un óvalo.

Si

No

11. ¿Cuál es el nivel y grado de estudios más alto que aprobó? *

Marca solo un óvalo.

- Ninguno
- Preprimaria
- Primaria
- Básico
- Diversificado
- Licenciatura
- Maestría
- Doctorado

12. ¿Está usted actualmente empleado? o ¿Tiene trabajo?

Marca solo un óvalo.

- Si (pasar a la siguiente pregunta)
- No (No aplica a las 2 siguientes preguntas, última opción)

13. Actividad económica principal del trabajo.

Marca solo un óvalo.

- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca
- Explotación de minas y canteras
- Industrias manufactureras
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado
- Suministro de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación
- Construcción
- Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas
- Transporte y almacenamiento
- Actividades de alojamiento y de servicio de comidas
- Información y comunicaciones
- Actividades financieras y de seguros
- Actividades inmobiliarias
- Actividades profesionales, científicas y técnicas
- Actividades de servicios administrativos y de apoyo
- Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria
- Enseñanza
- Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social
- Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas
- Otras actividades de servicios
- Actividades de los hogares como empleadores, actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios
- Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales
- Rama de actividad económica no especificada
- No aplica (NA)
- Otros:

14. Categoría Ocupacional

Marca solo un óvalo.

- Patrona(o) o empleador(a)
- Cuanta propia con local
- Cuenta propia sin local
- Empleado(a) público(a)
- Empleado(a) privado(a)
- Empleado(a) doméstico(a)
- Familiar no remunerado
- No Aplica (NA)
- Otros: _____

15. Afiliación al IGGS

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

16. En el contexto de la pandemia. ¿Ud ya recibió la vacuna contra el COVID?

Marca solo un óvalo.

- No
- Si, dosis incompleta
- Si, dosis completa

17. ¿Es usted parte de alguna organización comunitaria? *Marca solo un óvalo.*

- Sí (Pasar a la siguiente pregunta)
- No (poner NA no aplica en la siguiente pregunta)

18. ¿Qué tipo de organización comunitaria pertenece? *Marca solo un óvalo.*

- Comité de agua
- COCODE
- Alcaldía indígena
- Asociación
- Grupo religioso
- No aplica (NA)
- Otros: _____

19. Ingresos recibidos mensualmente (opción otra es para valor exacto, si es que lo diera) *

Marca solo un óvalo.

- 0-1,000
- 1,000-2,000
- 2,001-3,000
- 3,001-4,000
- 4,001-5,000
- 5,001-6,000
- 6,001-7,000
- 8,001-9,000
- 9,001-10,000
- 10,001 - 11,000
- 11,001 - 12,000
- >12,000
- Otros: _____

14.1.1 Acceso y usos del agua

20. ¿Cuál es su principal fuente de agua en su hogar?

Marca solo un óvalo.

- Tubería municipal
- Pozo propio
- Nacimiento
- Camión o pipa
- Otros: _____

21. ¿Cuáles son los principales usos del agua?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Tomar
- Lavar los dientes
- Bañarse
- Cocinar
- Limpieza
- Ganadería
- Agricultura
- Otros: _____

22. ¿Cuántos litros de agua potable utiliza en su casa cada día? (o preguntar cuántos toneles, y cuántos litros o galones tiene cada tonel)

23. ¿Cree que el agua potable de chorro en su casa es segura para beber?

Marca solo un óvalo.

Sí (saltarse la siguiente pregunta)

No (pasar a la siguiente pregunta)

24. ¿Por qué cree que no es segura? ¿Cuáles preocupaciones sobre su agua potable de chorro en casa tiene?

25. ¿Usa fuentes alternativas de agua potable para consumo humano en vez de su chorro en casa?

Marca solo un óvalo.

Sí (pasar a la siguiente pregunta)

No (finalizar la encuesta)

26. ¿Por qué usa fuentes alternativas de agua potable para para consumo humano?

27. ¿Cuáles fuentes alternativas de agua para consumo humano usa?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

Compro agua (embotellada, garrafón))

Colecto agua (Nacimiento/manantial)

Pozo comunal

Pozo privado

Colectar agua de lluvia

Otros: _____

14.1.2 Mapeo de actores

28. ¿Quiénes son los actores relevantes o importantes en la cuenca ? (Lista de actores separar con coma)

29. ¿Qué actores están en riesgo por mala gestión del recurso hídrico?

30. ¿Existe un conflicto alrededor del recurso hídrico?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

31. ¿Quiénes están en conflicto?

32. ¿Quiénes son los actores con más poder sobre el recurso hídrico? ¿Y quiénes son afectados por estas decisiones?

33. ¿Qué actores conoce que están haciendo propuestas/acciones/proyectos actualmente en torno al agua? ¿Qué están haciendo?

34. ¿Qué espacios conoce de reunión/discusión/interacción entre los actores relacionados al agua?

14.1.3 Problemática del agua

35. ¿Cuáles son los problemas en relación al agua en el río Los Esclavos? Listado de todos los problemas

36. ¿Cuál es el principal problema en relación al agua en el río Los Esclavos?

37. ¿Cuáles son las causas del problema número 1?

38. ¿Cuáles son las consecuencias del problema número 1?

39. ¿Cuáles serían las soluciones al problema 1?

40. ¿Cuál es el segundo problema más importante en relación al agua en el río Los Esclavos?

41. ¿Cuáles son las causas del problema número 2?

42. ¿Cuáles son las consecuencias del problema número 2?

43. ¿Cuáles serían las soluciones al problema 2?

44. ¿Cuál es el tercer problema más importante en relación al agua en el río Los Esclavos?

45. ¿Cuáles son las causas del problema número 3?

46. ¿Cuáles son las consecuencias del problema número 3?

47. ¿Cuáles serían las soluciones al problema 3?

48. ¿Cuáles podrían ser otras soluciones a los problemas de la cuenca del río Los Esclavos?

49. ¿Hay alguna retroalimentación/bucle? (Pregunta para nosotros)

14.1.4 Mapeo de agua (Usos de agua)

50. En el área de la cuenca donde se encuentra, ¿qué actividades consumen la mayor cantidad de agua? (preguntar por la más importante, segunda y tercera más importantes) *Marca solo*

un óvalo por fila.

	1 (más importante)	2 (segunda más importante)	3 (tercera más importante)	Consumo
Siembra de caña de azúcar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siembra de palma africana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siembra de café	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siembra de milpa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siembra de hortalizas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otras siembras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ganadería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acuicultura (piscinas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo humano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Industria minera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otra industria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otra actividad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

51. Si respondió Otras siembras, Otra industria, u otra actividad, especificar a qué actividad se refiere

52. ¿Cuáles son los principales focos de contaminación que identifica en su región? (preguntar por las 3 más importantes) *Marca solo un óvalo por fila.*

	1 (más importante)	2	3	Foco de contaminación
Basureros clandestinos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Basureros municipales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desagües domiciliarios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desagües industriales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deforestación / alteración a los ecosistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emisiones de gases de medios de transporte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emisión de otros gases contaminantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agroquímicos en exceso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Beneficios de café	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros residuos agrícolas (de alguna actividad en específico como caña o palma)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

53. Especificar la ubicación de las 3 respuestas anteriores (enlistar la empresa o la ubicación puntual si es posible, a nivel comunidad, municipal y departamento)

54. ¿Cuáles son las principales amenazas naturales en el territorio? (Seleccione las tres más importantes) *Marca solo un óvalo por fila.*

	1 (más importante)	2	3	Otras amenazas
Incendios forestales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otros incendios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deslaves o derrumbes de montañas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inundaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lluvias intensas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sequías	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heladas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Huracanes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temblores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Terremotos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disminución de la cantidad y calidad del agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

55. Especificar la ubicación de las 3 amenazas principales (comunidad, municipio y departamento, y opcional: frecuencias y preocupaciones)

56. ¿Puede identificar focos de deforestación en el territorio? Si es así, mencionar la ubicación (y causas si es posible)

57. ¿Cuál es el cambio principal que ha notado en torno al agua en los últimos años? (priorice los primeros 3) *Marca solo un óvalo por fila.*

	1 (Más importante)	2	3	Ha sufrido cambios
Más contaminada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Menor cantidad de agua de ríos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mayor demanda de agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mala gestión del agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Más conflictos por el agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambio en régimen de lluvias ("ya no llueve como antes" o "llueve ahora más intensamente")	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Disminución de caudal de nacimientos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cambio de clima	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

14.2 Apéndice 2. Usos de la tierra en la cuenca

Tabla 23

Usos de la tierra en las partes de la cuenca (área y %)

Tipo de uso de la tierra/ Uso de la tierra	Cuenca alta		Cuenca baja		Cuenca media		Toda la cuenca	
	Área (ha.)	Área (%)	Área (ha.)	Área (%)	Área (ha.)	Área (%)	Área (ha.)	Área (%)
Cuerpos de agua	1706.74	1.75%	944.80	2.44%	770.34	0.82%	3421.88	1.48%
Cuerpos de agua	1706.74	1.75%	944.80	2.44%	770.34	0.82%	3421.88	1.48%
Pastizales	7871.65	8.07%	11339.54	29.33%	33834.25	35.86%	53045.44	23.00%
Pastizales	7871.65	8.07%	11339.54	29.33%	33834.25	35.86%	53045.44	23.00%
Sistemas agrícolas	53126.22	54.43%	19227.88	49.73%	32270.59	34.20%	104624.69	45.37%
Agricultura anual	8889.15	9.11%	1962.73	5.08%	7334.50	7.77%	18186.38	7.89%
Cultivo de banano-plátano		0.00%	6.40	0.02%		0.00%	6.40	0.00%
Cultivo de café	42217.10	43.26%	7.31	0.02%	19109.47	20.25%	61333.87	26.59%
Cultivo de caña de azúcar	1535.27	1.57%	16950.70	43.84%	486.38	0.52%	18972.35	8.23%
Cultivo de palma africana	2.70	0.00%	17.43	0.05%	32.92	0.03%	53.06	0.02%
Cultivos permanentes arbóreos	171.25	0.18%	245.61	0.64%	547.50	0.58%	964.36	0.42%
Cultivos permanentes herbáceos	66.49	0.07%	37.69	0.10%	31.85	0.03%	136.03	0.06%
Zonas agrícolas heterogéneas	244.26	0.25%		0.00%	4727.97	5.01%	4972.23	2.16%
Sistemas boscosos	18472.79	18.93%	3946.24	10.21%	5092.99	5.40%	27512.01	11.93%
Bosque	18472.79	18.93%	3946.24	10.21%	5092.99	5.40%	27512.01	11.93%
Urbano	2031.25	2.08%	459.37	1.19%	1451.35	1.54%	3941.97	1.71%
Urbano	2031.25	2.08%	459.37	1.19%	1451.35	1.54%	3941.97	1.71%
Vegetación arbustiva o dispersa	14382.05	14.74%	2433.54	6.29%	20905.67	22.16%	37721.26	16.36%
Arboles dispersos	80.84	0.08%	44.93	0.12%	1234.20	1.31%	1359.98	0.59%
Espacios abiertos, sin o con poca vegetación	41.33	0.04%	211.14	0.55%	180.55	0.19%	433.02	0.19%
Vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	14259.88	14.61%	2177.47	5.63%	19490.92	20.66%	35928.27	15.58%
Zonas húmedas	9.08	0.01%	312.91	0.81%	35.68	0.04%	357.67	0.16%
Zonas húmedas	9.08	0.01%	312.91	0.81%	35.68	0.04%	357.67	0.16%
Grand Total	97599.78	100.00%	38664.28	100.00%	94360.86	100.00%	230624.92	100.00%

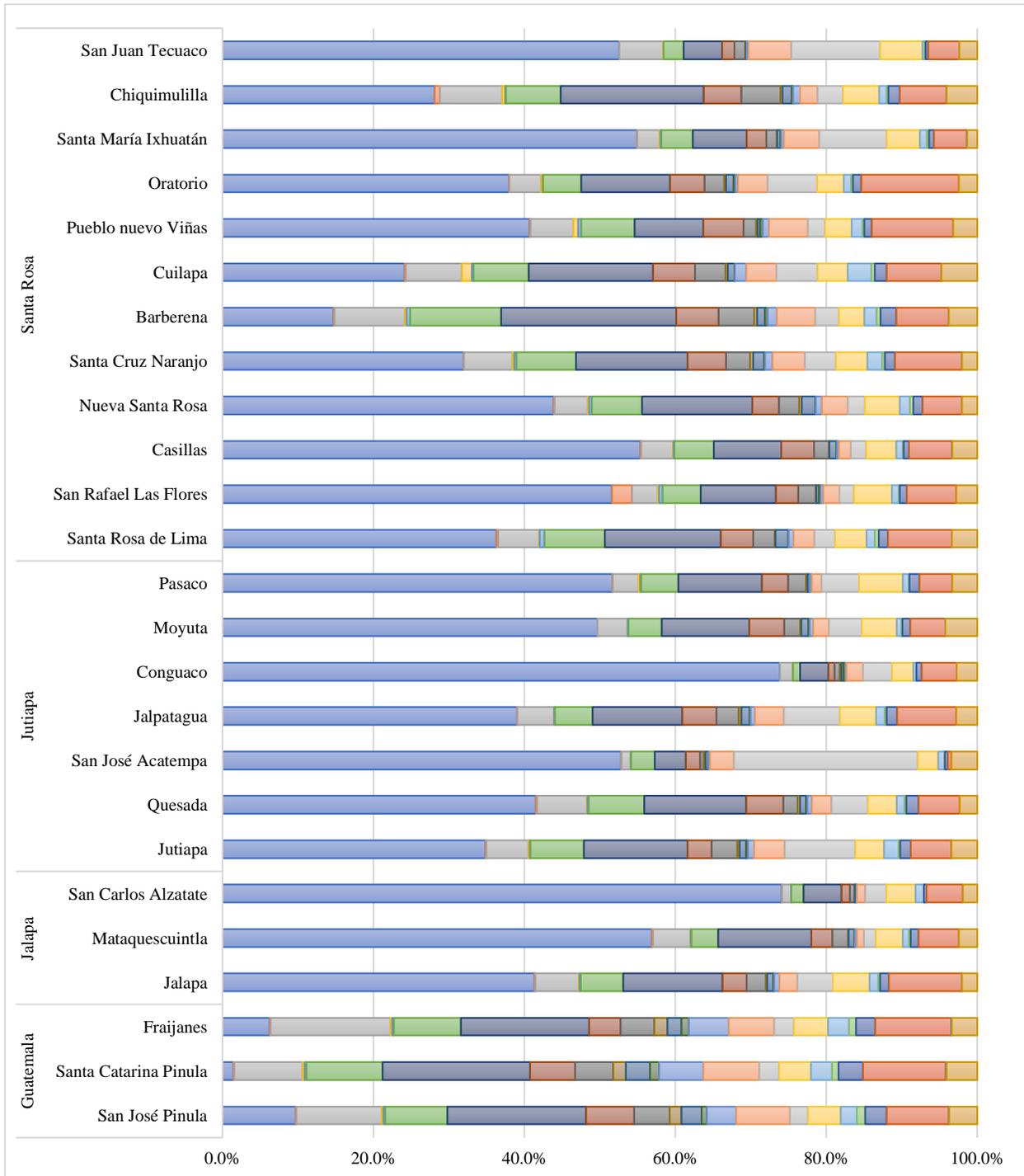
14.3 Apéndice 3. Principales actividades económicas en la cuenca

Figura 48. Principales actividades económicas



Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-



Fuente: Elaboración propia con información del XII censo de población y VII de vivienda 2018, INE.

14.4 Apéndice 4. Resultados de las entrevistas

14.4.1 Caracterización socioeconómica de los participantes

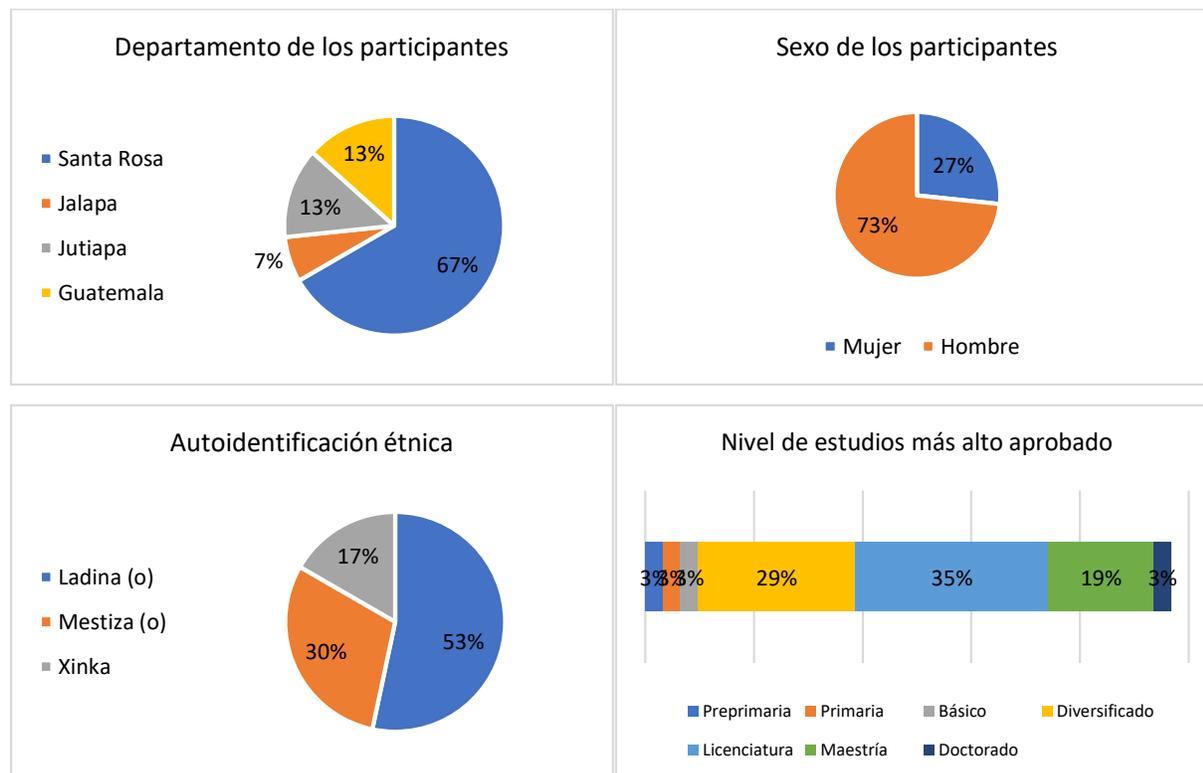


Figura 49. Breve caracterización de los participantes

Fuente: Encuesta realizada en los grupos focales

14.4.2 Problemática

Los principales problemas identificados según los entrevistados fueron:

- Contaminación
- Deforestación
- Falta de acceso y saneamiento del agua.
- Inadecuada gestión de la cuenca
- Falta de tratamiento de las aguas residuales.
- Uso excesivo de agroquímicos



Figura 51: Palabras predominantes en las respuestas de las entrevistas con relación a las soluciones para la problemática de la cuenca del Río Los Esclavos

14.4.4 Actores

Entre los principales actores señalados por los entrevistados están:

- Ministerios.
- MARN
- MAGA
- Municipalidades
- COCODES

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

17 Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

Como parte de la estrategia de difusión divulgación de esta investigación, se han hecho presentaciones de avance tanto en la Mesa Técnica del Río Los Esclavos como en la Unidad Técnica Departamental del Consejo Departamental de Desarrollo de Santa Rosa. Asimismo, se hará entrega oficial del informe final a estas dos entidades.

18 Aporte de la propuesta de investigación a los ODS:

En la tabla a continuación se muestran los aportes de esta investigación al cumplimiento de los ODS:

Tabla 24

Aportes de la investigación al cumplimiento de los ODS

Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS)	Contribución de la investigación al ODS
Objetivo 6 Agua limpia y saneamiento.	A través de la propuesta de un plan de gestión integrada del agua para la cuenca del Río Los Esclavos se espera que mejore la gestión que se hace del agua en el área.
Objetivo 14 Vida Submarina.	La cuenca hidrográfica del Río Los Esclavos posee una parte costero-marina que es hábitat para especies marinas. Un manejo adecuado de la cuenca contribuye entonces a la preservación de la vida marina asociada a su zona costero-marina.
Objetivo 15 Vida de Ecosistemas Terrestres.	El tener planes de gestión integrada de cuencas contribuye al adecuado manejo de los ecosistemas terrestres que se encuentran en ella.

19 Orden de pago final

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
Carmen María Sierra Lemus	Investigadora	20180337	Sí	
Edgar Joaquín Gordillo Sajbín	Auxiliar de investigación II		Sí	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

20 Declaración del Coordinador del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

Francisco Javier Castañeda Moya Coordinador del proyecto de investigación	Firma
Fecha: 28/febrero/2022	

21 Aval del director del instituto, centro o departamento de investigación o coordinador de investigación del centro regional universitario

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (escriba el nombre del proyecto de investigación) en mi calidad de (indique: Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

Vo.Bo. Lic. José Luis Aguirre Pumay Director Centro Universitario de Santa Rosa, CUNSARO.	Firma
Fecha: 28/febrero/2022	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

22 Visado de la Dirección General de Investigación

Vo.Bo. Ing. Agr. Julio Rufino Salazar Coordinador del Programa Universitario de Investigación	Firma
Fecha: 28/febrero/2022	

Vo.Bo. Ing. Agr. Julio Rufino Salazar Coordinador General de Programas Universitarios de Investigación	Firma
Fecha: 28/febrero/2022	
