

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Gestión Ambiental



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sistematización de la intervención en el bosque ripario, con énfasis en gobernanza de recurso hídrico de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

Por:

Claudia Lisbeth Argueta González
Carné: 201944691
Dpi: 2677 43882 1017
claudialisbethargueta@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2025

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Gestión Ambiental



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sistematización de la intervención en el bosque ripario, con énfasis en gobernanza de recurso hídrico de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

Por:

Claudia Lisbeth Argueta González
Carné: 201944691

Asesor:

Ing. Agra. Mirna Lucrecia Vela Armas

Revisor:

MA. Heydi Angelina Vela Armas

Presentado ante las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a conferírsele el título que le acredita como Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Mazatenango, Suchitepéquez octubre de 2,025.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

Miembros del Concejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

MSc. Bernardino Alfonso Hernandez Escobar

Director en Funciones

Representante Profesores del CUNSUROC

M.Sc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Vocal

Representante graduado del CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

Representantes Estudiantiles

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM Y TAE. Rony Roderico Alonzo Solis

Vocal

Coordinación Académica

Coordinador Académico

Dr. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa

Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lcda. Rita Elena Rodríguez Rodríguez

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

Ing. Martin Salvador Sánchez Cruz

Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Lcda. Tania María Cabrera Ovalle

Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Coordinador de Área

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC

Coordinador de las carreras de Pedagogía

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos

Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

M.A Heinrich Herman Leon

Acto que dedico

- A Dios:** Por su infinita misericordia y amor, por guiarme en cada paso de este camino y permitirme culminar mi etapa académica.
- A mi madre:** Ayleen Karina González por confiar en mí desde el inicio, por no dudar jamás de mis capacidades y por ser mi fuente constante de inspiración y aliento.
- A mi esposo:** Fernando Escobedo por su paciencia inquebrantable, su apoyo incondicional y su amor, ha sido mi refugio y mi mayor fuente de motivación para seguir adelante.
- A mi hijo:** Pablo Sebastián mi motor de vida, la razón por la que luché con esfuerzo y determinación hasta alcanzar este logro.
- A mi padre:** Gerson Argueta por su amor incondicional, recordándome que soy capaz de alcanzar cualquier meta.
- A mi hermana:** Camila, Fielding y mi sobrino Fabián por sus palabras de aliento, por creer en mí y por impulsarme siempre a seguir adelante con determinación y entusiasmo.
- A mi familia:** Por su amor incondicional y por estar presente en cada paso de este camino, brindándome su apoyo y fortaleza.
- A mis amigos:** Por ser parte fundamental de este proceso, por sus palabras de ánimo, su compañía en los momentos difíciles y su alegría en los momentos de triunfo.

Agradecimientos

- A:** La Universidad de San Carlos de Guatemala, mi alma máter, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y convertirme en lo que hoy soy.
- A:** El Centro Universitario de Suroccidente, mi casa de estudios, por permitirme desarrollar mis conocimientos y culminar con éxito mi formación académica.
- A:** La carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, por proporcionarme las herramientas y conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional.
- A:** El Instituto Nacional de Bosques -INAB- por depositar su confianza en mí al permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y contribuir a la elaboración de este documento.
- A:** El Instituto de Investigación sobre el Cambio Climático -ICC- por el invaluable apoyo brindado durante la ejecución de mi EPS, siendo una pieza clave en la investigación presentada.
- A:** La municipalidad de Nueva Concepción por abrirme sus puertas y brindarme información clave que contribuyó significativamente a mi proceso de EPS.
- A:** Inga. Agr. Lucrecia Vela por su guía, apoyo y cariño durante mi etapa como estudiante y en el desarrollo de mi EPS.
- A:** Ing. Luis Vela por su respaldo y compromiso durante la ejecución de mi EPS, siendo un pilar fundamental en su desarrollo.
- A:** Inga. Kharla Vides e Ing. Celso Morales por su valiosa asesoría y revisión de mis documentos de investigación, contribuyendo a su mejora y calidad.
- A:** MA. Heydi Vela por su orientación y apoyo durante el proceso de revisión, aportando ese plus que me permitió culminar con éxito mi proceso académico.

- A:** MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes por su valioso apoyo como coordinadora, brindándome siempre su respaldo y compromiso durante todo mi proceso estudiantil.
- A:** Los docentes de la carrera por su confianza en mí, sus palabras de aliento y por compartir sus conocimientos, fundamentales para la ejecución de mi EPS.
- A:** Ing. Oscar Morales por su apoyo constante durante la ejecución de mi EPS.
- A:** Inga. Agr. Yerlin Mus por su acompañamiento y respaldo en esta etapa clave de mi formación profesional.

Índice

Contenido	Pág.
Resumen.....	vi
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura.....	3
2.1. Marco referencial.....	3
2.1.1. Ubicación de la cuenca.....	3
2.1.2. Área de estudio.....	3
2.1.3. Municipio de Patulul, Suchitepéquez.....	4
2.1.4. Municipio de Tiquisate, Escuintla.....	4
2.1.5. Municipio de Nueva Concepción, Escuintla.....	5
2.1.6. Características de zona o área de estudio.....	6
2.2. Marco conceptual.....	13
2.2.1. Cuenca hidrográfica.....	13
2.2.2. Bosques de ribera o ripario.....	14
2.2.3. Bosque degradado.....	15
2.2.4. Restauración del paisaje forestal.....	15
2.2.5. Manejo forestal.....	17
2.2.6. Muestreo no probabilístico o exploratorio.....	18
2.2.7. Sistematización.....	18
2.2.8. Importancia de la sistematización.....	19
2.2.9. Gobernabilidad.....	19
2.2.10. Gobernanza del recurso hídrico.....	20
2.2.11. Fuente de información secundaria.....	20
2.2.12. Entrevista en profundidad.....	21
2.2.13. Implementación de entrevistas en profundidad a empresas involucradas.....	22
III. Objetivos.....	24
3.1. General.....	24
3.2. Objetivos específicos.....	24

IV.	Materiales y métodos.....	25
4.1.	Materiales.....	25
4.2.	Métodos.....	27
4.2.1.	Recopilación de información de fuentes secundarias.....	28
4.2.2.	Diseño y aprobación de guía para entrevista a empresas involucradas.....	28
4.2.3.	Técnicas y manejo forestal.....	29
4.2.4.	Estimación de los recursos financieros e inversión.....	38
4.2.5.	Procesos de gestión y coordinación efectiva para la gobernanza del recurso hídrico.....	41
V.	Resultados y discusión.....	44
5.1.	Técnicas y manejo forestal.....	44
5.1.1.	Crecimiento en diámetro, altura y densidad por finca.....	46
5.2.	Estimación de los recursos financieros e inversión necesaria para la implementación de restauración de bosques riparios.....	51
5.2.1.	Estimación de costos por planta producida en vivero de Nueva Concepción, Escuintla.....	51
5.2.2.	Estimación de costos por establecimiento y mantenimiento para la restauración en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	54
5.3.	Procesos de gestión y coordinación efectiva para la gobernanza del recurso hídrico.....	57
5.3.1.	Gestión y coordinación del sector comunitario.....	57
5.3.2.	Gestión y coordinación del sector gubernamental.....	58
5.3.3.	Gestión y coordinación del sector empresarial.....	59
5.3.4.	Síntesis de logros establecidos mediante la conformación de la mesa técnica.....	61
VI.	Conclusiones.....	64
VII.	Recomendaciones.....	65
VIII.	Referencias.....	66
IX.	Anexos.....	70

Índice de figuras

Figura	Pág.
1. Mapa de localización de la cuenca del río Madre Vieja.....	3
2. Mapa de municipios en área de estudio.....	5
3. Promedio de caudales en m ³ /s, del río Madre Vieja según sus estaciones hidrométricas publicadas por ICC (2023).....	8
4. Ubicación de la cuenca del río Madre Vieja.....	13
5. Bosque de ribera, finca Puyumate ubicado en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	14
6. Bosque degradado en finca Acarigua, Ingenio Magdalena.....	15
7. Restauración del paisaje forestal en finca Acarigua, Ingenio Magdalena.....	16
8. Entrevista en profundidad con Ingeniero Jorge Torres de ingenio Madre Tierra..	22
9. Entrevista en profundidad con Ingeniero Gerson Marcial de ingenio El Pilar....	23
10. Presentación de croquis y vías de acceso para la ubicación de las parcelas...	33
11. Entrevista en profundidad a ingeniero Miguel Raxón de ingenio Pantaleon....	34
12. Proceso de medición del diámetro.....	37
13. Entrevista a ingeniero Kevin Sáenz de Finca Frutera del Pacífico, S.A.....	39
14. Participación en la Mesa Técnica de Mangle en el municipio de Nueva Concepción, Escuintla.....	42
15. Relación de diámetro y altura entre fincas del bosque ripario en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	48
16. Relación de las densidades y porcentaje de sobrevivencia en la restauración en el bosque ripario en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	50
17. Línea de tiempo de la gestión y coordinación del sector comunitario.....	58
18. Modificación del sistema de riego utilizado por las empresas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	61
19. Síntesis de la conformación de la Mesa Técnica y la gestión del recurso hídrico según los sectores involucrados.....	62

Índice de tablas

Tabla	Pág.
1. Características de las zonas de vida según Holdridge en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	6
2. Principales actores involucrados en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	10
3. Diferencias de la dinámica forestal entre 2010-2016 y 2016-2020 en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	17
4. Descripción y costo de los materiales utilizados para la investigación.....	25
5. Descripción y costo de la logística utilizada para la investigación en trabajo de campo.....	26
6. Descripción y costo de los recursos digitales utilizados para la investigación...	26
7. Descripción y costo del recurso humano empleado para la investigación.....	27
8. Resumen de costos de la investigación inferencial asignada.....	27
9. Fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	30
10. Fincas y áreas seleccionadas para determinar el número de parcelas.....	32
11. Descripción de roles y equipo o herramientas asignado al personal.....	35
12. Arreglo espacial y distanciamiento entre surcos presentados por cada finca..	40
13. Actividades realizadas por las fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	44
14. Resultado de las actividades en las fincas involucradas en la restauración del bosque ripario en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.....	47
15. Costo promedio de la planta considerando infraestructura y sistema de riego	52
16. Costo promedio anual por planta producida, excluyendo infraestructura y sistema de riego.....	53
17. Estimación de costos para el establecimiento y mantenimiento en plantaciones con distanciamiento de 3x3 metros.....	54
18. Estimación de costos para el establecimiento y mantenimiento en plantaciones con distanciamiento de 3.5x3.5 metros.....	55
19. Estimación de costos para el establecimiento y mantenimiento en plantaciones con distanciamiento de 4x4 metros.....	55

20. Costos del establecimiento del vivero de Nueva Concepción, Escuintla.....	78
21. Costo anual por mantenimiento del vivero de Nueva Concepción, Escuintla..	80
22. Costos anuales brindados por Instituto de Cambio Climático, ICC.....	81
23. Costo estimado de las actividades culturales y silviculturales.....	81
24. Costos por mantenimiento en áreas restauradas.....	82
25. Costos anuales de mantenimiento por hectárea reforestada.....	82
26. Costo por el servicio de guardabosques en áreas reforestadas.....	82
27. Costo de alquiler de maquinaria para remoción y limpieza del área.....	83
28. Estimación del costo por establecimiento según arreglo espacial de 1,111 árboles por hectárea.....	83
29. Estimación del costo por establecimiento según arreglo espacial de 816 árboles por hectárea.....	84
30. Estimación del costo por establecimiento en arreglo espacial de 625 árboles por hectárea.....	84
31. Estimación del costo por mantenimiento en arreglo espacial de 1,111 árboles por hectárea.....	85
32. Estimación del costo por mantenimiento en arreglo espacial de 816 árboles por hectárea.....	85
33. Estimación del costo por mantenimiento en arreglo espacial de 625 árboles por hectárea.....	86

Resumen

La cuenca del río Madre Vieja está ubicada en la vertiente del Pacífico suroeste de Guatemala, abarca los departamentos de Sololá, Chimaltenango, Suchitepéquez y Escuintla. En la parte baja se localiza el municipio de Patulul del departamento de Suchitepéquez y los municipios de Tiquisate y Nueva Concepción del departamento de Escuintla.

En 2016, la parte baja de la cuenca fue objeto de intervenciones a partir de la conformación de una Mesa Técnica integrada por los sectores comunitario, privado y gubernamental, lo que permitió impulsar acciones enfocadas en la restauración del paisaje forestal y la gestión del recurso hídrico, motivadas por la escasez de agua en la temporada seca que afecta tanto el caudal del río como a las comunidades locales. Entre los principales logros alcanzados se resaltan la restauración de 245.16 hectáreas de bosque ripario y la implementación de un sistema de monitoreo de caudales.

El presente estudio tuvo como propósito sistematizar las experiencias de restauración del bosque ripario y de gestión hídrica en la región, mediante la descripción de técnicas y prácticas silviculturales, la estimación de los recursos financieros e inversión requerida, así como la identificación de procesos de gestión y coordinación para fortalecer la gobernanza del recurso hídrico. Para ello, se aplicó una metodología que integró lineamientos de la FAO y el INAB, además de un análisis financiero y de gobernanza.

Los resultados evidencian que las prácticas silviculturales, como el control de maleza y el riego, fueron eficaces para el crecimiento de las plantaciones, especialmente en fincas con asistencia técnica integral. No obstante, se identificaron limitaciones asociadas a la restricción de podas y raleos en función del código de salud artículo 84, y que afectaron el desarrollo óptimo en algunos sitios. El análisis de costos reveló que los arreglos espaciales más densos (3x3 metros) generan mayores gastos, pero

proporcionan mayor cobertura vegetal, mientras que los más dispersos (4x4 metros) tienen costos menores, pero requieren un manejo técnico más riguroso.

Finalmente, el estudio concluye que la integración de estrategias ambientales, sociales y económicas es esencial para la sostenibilidad del proyecto. La restauración del ecosistema ha tenido un impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades y en la conservación del entorno natural, aportando lecciones y buenas prácticas que pueden ser replicadas en otros proyectos similares.

Abstract

The Madre Vieja River basin is located on the southwestern Pacific slope of Guatemala and encompasses the departments of Sololá, Chimaltenango, Suchitepéquez, and Escuintla. In its lowland areas lies the municipality of Patulul in the department of Suchitepéquez, as well as the municipalities of Tiquisate and Nueva Concepción in the department of Escuintla.

In 2016, the lower basin was the focus of interventions following the establishment of a Technical Roundtable composed of community, private, and governmental sectors. This platform enabled the implementation of actions aimed at forest landscape restoration and water resource management, in response to water scarcity during the dry season that affected both river flow and local communities. Among the main achievements were the restoration of 245.16 hectares of riparian forest and the implementation of a flow monitoring system.

The purpose of this study was to systematize the experiences of riparian forest restoration and water resource management in the region through the description of silvicultural techniques and practices, the estimation of financial resources and required investment, and the identification of management and coordination processes to strengthen water governance. For this purpose, a methodology was applied that integrated guidelines from FAO and INAB, along with a financial and governance analysis.

The results show that silvicultural practices such as weed control and irrigation were effective for plantation growth, especially in farms with comprehensive technical assistance. However, limitations were identified, particularly the restrictions on pruning and thinning established under the Health Code, Article 84, which hindered optimal development in some sites. The cost analysis revealed that denser spatial arrangements (3x3 m) involve higher expenses but provide greater vegetation cover, while more dispersed arrangements (4x4 m) are less costly but require stricter technical management.

Finally, the study concludes that the integration of environmental, social, and economic strategies is essential for the sustainability of the project. Ecosystem restoration has had a positive impact on the quality of life of local communities and on the conservation of the natural environment, providing lessons and good practices that can be replicated in other similar projects.

I. Introducción

La cuenca del río Madre Vieja se ubica en la vertiente del Pacífico en el suroeste de Guatemala, abarca los departamentos de Sololá, Chimaltenango, Suchitepéquez y Escuintla. En la parte baja se encuentra el municipio de Patulul, en el departamento de Suchitepéquez, así como los municipios de Tiquisate y Nueva Concepción, en el departamento de Escuintla.

En 2016 se conformó una Mesa Técnica en la parte baja de la cuenca, integrada por los sectores comunitario, privado y gubernamental. Esta instancia promovió intervenciones orientadas a la restauración del paisaje forestal y a la gestión del recurso hídrico, como respuesta a la problemática ambiental y social generada por la escasez de agua en la temporada seca, que ha reducido los caudales del río y ha afectado directamente a comunidades locales, actividades agrícolas y ecosistemas ribereños

Entre las principales acciones implementadas durante las intervenciones se destaca la restauración de 245.16 hectáreas de bosque ripario y la implementación de un sistema de monitoreo de caudales.

En este contexto, el objetivo principal del estudio fue sistematizar la experiencia del proceso de restauración de bosque ripario, mediante la descripción de las técnicas aplicadas y el manejo forestal empleado, la estimación de los recursos financieros y la inversión requerida para su implementación, así como la identificación de los procesos de gestión y coordinación que favorecen la gobernanza del recurso hídrico. Este enfoque permitió documentar de manera integral los logros alcanzados, las lecciones aprendidas y las prácticas identificadas, generando un modelo que pueda replicarse en futuros proyectos similares.

La metodología empleada combinó técnicas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y del Instituto Nacional de Bosques (INAB) para garantizar un análisis técnico y representativo. Se recopiló información de

fuentes primarias y secundarias, incluyendo la revisión de documentos, entrevistas en profundidad y un muestreo exploratorio en las áreas de restauración del bosque ripario. Además, se realizó un análisis financiero para estimar los costos asociados al proyecto y se evaluaron los procesos de gobernanza del recurso hídrico. Este enfoque permitió abordar de forma general los aspectos ecológicos, sociales y económicos vinculados a la restauración.

Finalmente, este estudio concluye que la integración de estrategias ambientales, sociales y económicas fue esencial para alcanzar los objetivos planteados. Además de destacar la importancia de la restauración de ecosistemas, se subraya su impacto positivo en la calidad de vida de las comunidades locales y en la conservación del entorno natural. Este proceso genera conocimientos técnicos y prácticos aplicables en futuras iniciativas similares, contribuyendo no solo a la biodiversidad y a la protección de ecosistemas acuáticos, sino también a la regulación y sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo.

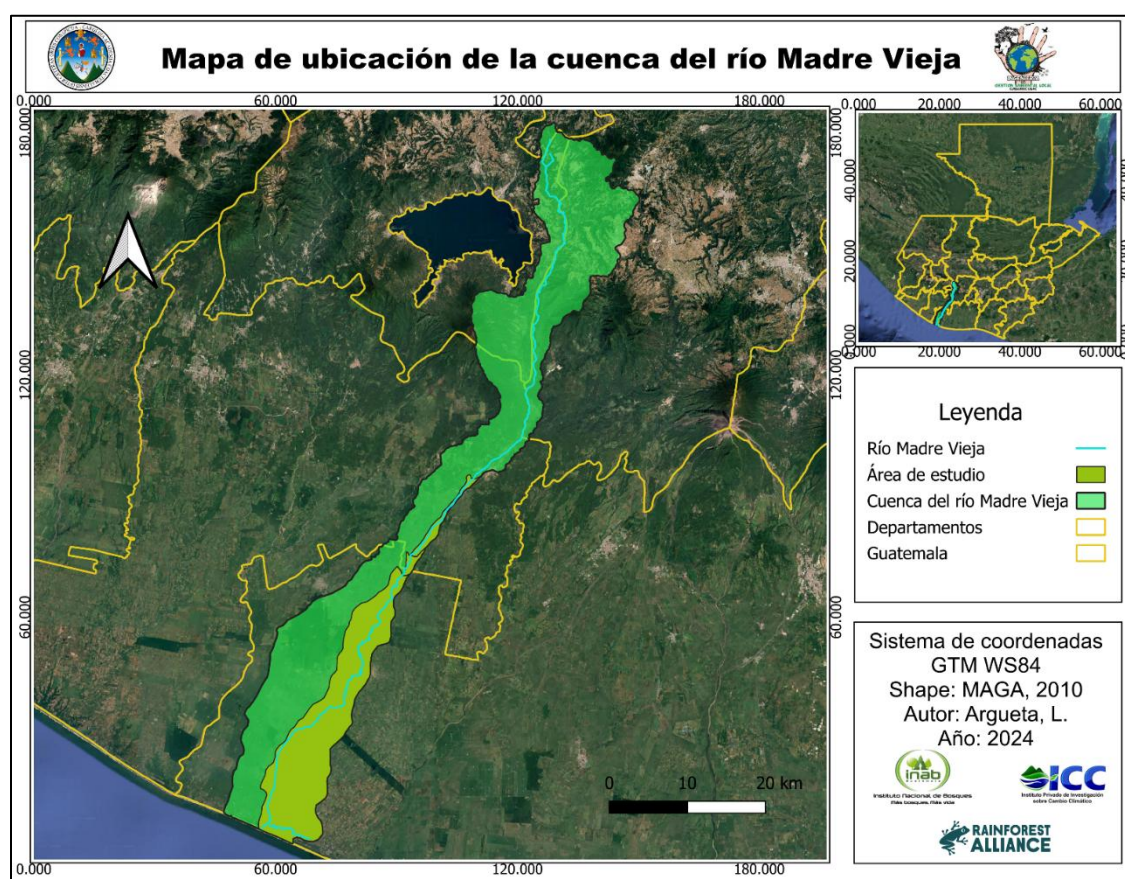
II. Revisión de literatura

2.1. Marco referencial

2.1.1. Ubicación de la cuenca

La cuenca del río Madre Vieja abarca parte del altiplano y la zona media entre los volcanes Atitlán y Tolimán hasta la planicie del pacífico en la parte baja al suroeste de Guatemala. Según MAGA (2003), su área total es de 880 kilómetros cuadrados (km^2) y abarca los departamentos de Sololá, Chimaltenango, Suchitepéquez y Escuintla.

Figura 1. Mapa de localización de la cuenca del río Madre Vieja



Nota: (Argueta L., 2025) y (MAGA 2010)

2.1.2. Área de estudio

La cuenca se divide en dos secciones, la parte alta con una superficie de 385 km^2 , una longitud de 54 kilómetros (km) y un desnivel de cauce de 1,788 metros (m) y la parte baja, donde es el área de estudio, con una superficie de 494 km^2 , una longitud de 61 km

y un desnivel de cauce de 253 m. (ICC, 2015). La parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, se encuentra situada en el municipio de Patulul del departamento de Suchitepéquez y los municipios de Tiquisate y Nueva Concepción del departamento de Escuintla.

2.1.3. Municipio de Patulul, Suchitepéquez

El municipio de Patulul se encuentra ubicado al noreste del departamento de Suchitepéquez, tiene una extensión territorial de 332 km² con una altura de 178 metros sobre el nivel del mar (msnm), su latitud Norte es de 14°25'20" y su longitud Oeste es de 91°09'50", cuenta con una distancia de 60 km de la cabecera departamental de Mazatenango y a 119 km de distancia de la ciudad de Guatemala (PDM, 2019).

Posee dos rutas alternas por la carretera Interamericana y dirección hacia San Lucas Tolimán, Sololá. El municipio de Patulul disfruta de un clima cálido tropical, costumbres, paisajes y recursos naturales, además de tener una economía dedicada a las actividades agrícolas que en su mayoría son cultivos de caña de azúcar y hule (PDM, 2019).

2.1.4. Municipio de Tiquisate, Escuintla

El municipio de Tiquisate se encuentra ubicado al sur con el Océano Pacífico, ubicado a 90 km de la cabecera departamental a la ciudad de Guatemala, cuenta una extensión territorial de 471 km², con una altitud entre los 90.7 msnm y 107 msnm, se localiza en latitud Norte 14°17'00" y en la longitud Oeste 91°22'00" situado en la parte baja de la cuenca hidrográfica Madre Vieja y la parte media-baja del Río Nahualate, el municipio tiene diversidad de fuentes fluviales como el río Zanjón de Arena, río Siguacan, Madre Vieja, Nahualate y río Bravo (PDM y OT, 2019).

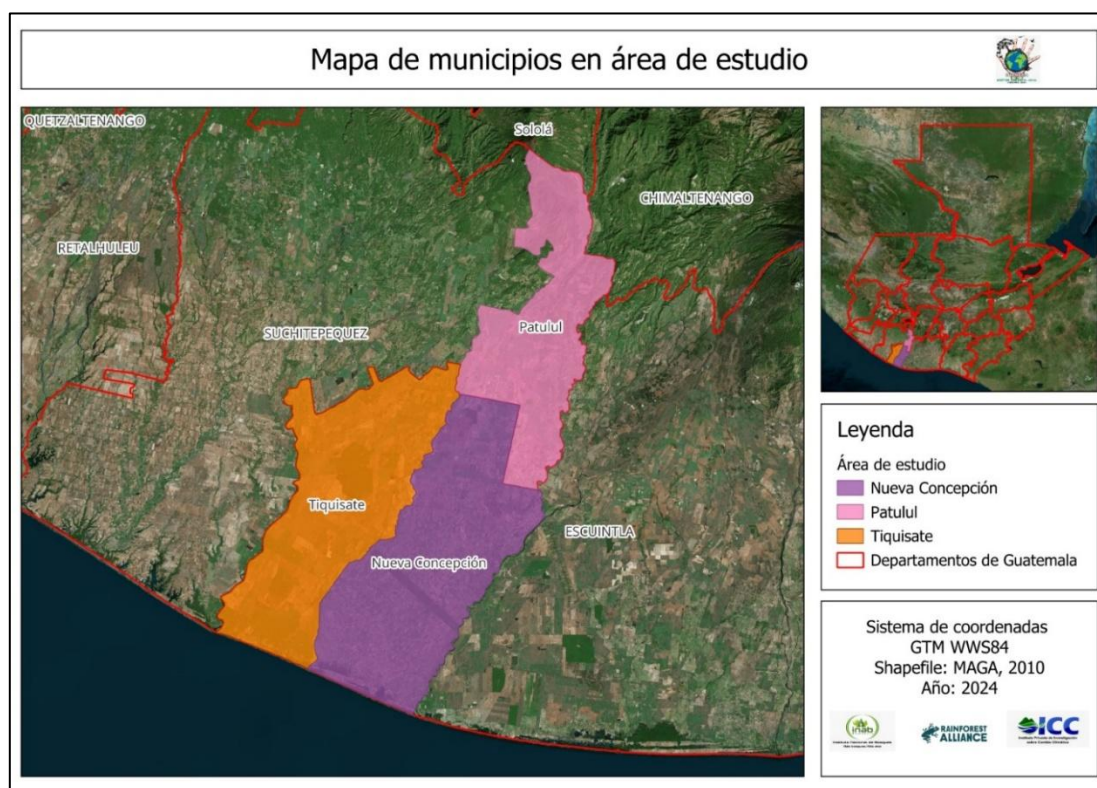
Sus vías de acceso son a través de la carretera interamericana del pacífico CA-2, una carretera alterna por el municipio de Nueva Concepción que tiene acceso por la CA-2 en la bifurcación por Cocales (PDM y OT, 2019).

2.1.5. Municipio de Nueva Concepción, Escuintla

El municipio de Nueva Concepción se encuentra ubicado en el departamento de Escuintla, se localiza en la latitud Sur $14^{\circ}11'00''$ y en la longitud Oeste $91^{\circ}19'00''$ entre la cuenca del río Coyolate y como límite la cuenca del río Madre Vieja, posee una extensión territorial de 554 km², con una altitud entre los 55.3 msnm y 107 msnm, se encuentra al sur con el Océano Pacífico, posee una distancia de 150 km de la ciudad de Guatemala y a 93 km de la cabecera departamental por la carretera CA-9 (PDM, 2019).

La vía terrestre desde la ciudad capital de Guatemala comienza en la carretera interamericana CA-9. Desde el municipio de Escuintla, se procede por la ruta CA-2-OCC y luego por la ruta nacional 11. Esta ruta es frecuentemente utilizada por vehículos de transporte pesado durante los periodos de zafra, y además dispone de múltiples servicios de transporte extraurbano que conectan con la ciudad capital, Escuintla y otros departamentos (PDM, 2019).

Figura 2. Mapa de municipios en área de estudio



Nota: (MAGA, 2010)

2.1.6. Características de zona o área de estudio

a) Zona de vida y clima

En la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja se localizaron tres zonas de vida según la clasificación de Holdridge, donde: bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque seco tropical (bs-T) (Irungaray y otros, 2018).

Las zonas de vida identificadas se distinguen por una serie de características que reflejan las condiciones climáticas específicas del área de estudio, estas son denominadas de la manera siguiente:

Tabla 1. Características de las zonas de vida según Holdridge en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

Zona de vida	Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	Bosque húmedo tropical (bh-T)	Bosque seco tropical (bs-T)
Temperatura promedio	25.3 °C	25.65 °C	25.7 °C
Precipitación promedio	3,583 mm	2,199 mm	1,407 mm
Evapotranspiración y precipitación promedio	0.42 mm	0.69 mm	1.08 mm
Área en la zona de estudio	9,142.47 Ha	33,301.66	12,686.68
Porcentaje en el área de estudio	10.39%	37.86%	14.42%

Nota: (Irungaray y otros, 2018) y (MAGA, 2010).

b) Uso actual del suelo

La parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, se encuentra situada en la costa sur por lo que es históricamente propicia para la agricultura destacado inicialmente por la producción de cultivos como maíz, frijol, chile y otras hierbas. Sin embargo, a lo largo del tiempo el sistema agrícola ha experimentado una evolución impulsada principalmente por la creciente inserción en el mercado mundial a partir de 1871. Acción que condujo a

una marcada diversificación agrícola ampliando el área de cultivo, por lo que el uso de suelo está denominado por empresas dedicadas a la producción de azúcar, palma de aceite y especialmente en el área de Tiquisate, el cultivo de banano. Asimismo, otras actividades productivas como granos básicos a nivel local y algunas zonas manglares (Tax, 2017).

En el municipio de Patulul, se posee un uso actual del suelo con la presencia de cultivos perennes, forestales, frutales, producción pecuaria, producción ganadera a gran escala y pequeños productores de aves y peces. También existen áreas protegidas en fincas productivas de café, cultivos mayormente intensivos como la caña de azúcar y el hule. En el caso urbano las actividades comerciales son diversas como empresas que prestan servicios varios, empresas productoras de lácteo, agropecuarias, bancos, (PDM, 2019).

En el municipio de Tiquisate la productividad de la tierra se basa en la agricultura, ganadería, transporte y comercio, cultivos predominantes de banano, caña de azúcar, plátano, y palma africana, además de tener un grado menor en el comercio salinero y pesquero que representa el comercio de los pequeños productores (PDM y OT, 2019)

c) Hidrología

El río Madre Vieja está ubicado en el occidente y centro Costa Sur de los departamentos de Sololá, Chimaltenango, Suchitepéquez y Escuintla. La cuenca del río abarca un área de drenaje de 607 km², caracterizándose por flujos de descarga menores en períodos más prolongados, lo que la diferencia de otras cuencas al ser más alargada. Durante el trayecto el cauce del río Madre Vieja presenta inclinaciones dominantes a los 40 km en la parte inicial y seguidamente al descenso del río dentro de la cadena volcánica, esto con una inclinación entre 40 km y 80 km reduciéndose al momento de finalizar el tramo con un relieve suave. Esto permite dividir la cuenca en alta y baja según la elevación, la inclinación y los usos de la tierra (ICC, 2015).

d) Análisis de caudales del río Madre Vieja

La parte baja de la cuenca del río Madre Vieja cuenta con dos estaciones hidrométricas, monitoreadas cada 15 minutos, generando lecturas de caudales de oferta ubicado en Finca Acarigua, Patulul y desembocadura en Finca La Vega, Nueva Concepción. En el 2023 el caudal de la oferta del río Madre Vieja se ha mantenido por arriba de los máximos históricos y en el caudal de desembocadura ha permanecido dentro del rango normal, esto en toda la temporada seca del año (ICC, 2023).

Figura 3. Promedio de caudales en m³/s, del río Madre Vieja según sus estaciones hidrométricas publicadas por ICC (2023).

Punto Monitoreo/ Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Acarigua	11.86	11.57	13.07	13.87	14.39	15.60
Las Vegas	6.21	4.41	5.20	5.11	5.97	17.28

Nota: ICC, 2023

e) Flora y fauna

En la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja se posee una variedad de especies forestales como mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), caoba (*Swietenia macrophylla*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), teca (*Tectona grandis*). Además de especies frutales como el coco (*Cocos nuciferas*), cacao (*Theobroma cacao*), zapote (*Manilkara zapota*), carambola (*Averrhoa carambola* L), jocote marañón (*Anacardium occidentale*), guayaba (*Psidium guajava*), aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera Indica* L), caimito (*Chrysophyllum cainito*), caspirol (*Inga fagifolia*), nance (*Byrsonima crassifolia*), anona (*Annona cherimola*), banano (*Musa paradisiaca* L.) y chico (*Manilkara zapota*).

Asimismo, una diversidad de fauna como el tacuazín (*Didelphis marsupialis*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), ardilla (*Sciurus deppei*), conejo (*Sylvilagus floridanus*), mapache (*Procyon lotor*), iguana (*Ctenosaura palearis*), taltuza

(*Orthogeomys grandis*), tortuga (*Lepidochelys olivácea*) y lagarto (*Heloderma charlesbogerti*) (PDM, 2019).

Durante el proceso de la restauración se utilizaron especies forestales nativas con la finalidad de recuperar y conservar los ecosistemas ribereños, estas fueron propuestas por el ICC (2016) y se describen a continuación:

- ✓ Matilisquate (*Tabebuia rosea*)
- ✓ Cenícero (*Samanea saman*)
- ✓ Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)
- ✓ Madre Cacao (*Gliricidia sepium*)
- ✓ Aripín (*Caesalpinia velutina*)
- ✓ Cedro (*Cedrela odorata*)
- ✓ Caulote (*Guazuma ulmifolia*)
- ✓ Plumillo (*Schizolobium parahyba*)

f) Motores económicos

Las fincas exportadoras son las principales en enviar sus productos a mercados internacionales ya que suelen tener un enfoque en producción de cultivos competitivos en términos de calidad y precio. En la costa sur se observa que predomina la presencia del cultivo de caña de azúcar especialmente en los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez, como también la presencia de fincas agroexportadoras de cultivos como hule y palma africana. Además, de una producción de cultivos de tipo familiar y multifamiliar que se dedican a la exportación de banano, melón y café (URL y otros, 2006).

En el municipio de Patulul los suelos son planos y fértiles, conveniente para las prácticas de agricultura como: chipilín, maíz, yuca, cacao, plátano, banano, algunos cítricos, rambután, piña, papaya, cultivo de caña de azúcar y hule. Las industrias azucareras juntamente con la de hule son una fuente de empleos directos e indirectos que permiten ingreso económico a familias de las áreas rurales (PDM, 2019).

h) Acciones de restauración de bosques de ribera y gestión sobre la gobernanza del recurso hídrico

Las acciones de restauración del bosque ribereño en la cuenca del río Madre Vieja busca conservar la biodiversidad y garantizar la gestión sostenible del agua mediante la colaboración de actores públicos y privados.

La siguiente tabla presenta las empresas que participaron en las reuniones de la mesa técnica, así como aquellas que contribuyeron a las labores de restauración del bosque ripario. Cada empresa detalla su función dentro del proyecto.

Tabla 2. Principales actores involucrados en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

	Entidad	Función
Sector privado	Ingenio Magdalena	Organizaciones Agroindustriales dedicadas a la producción de azúcar de caña, mieles, alcoholes y energía eléctrica. Adicional a sus actividades también han realizado jornadas de reforestación buscando el compromiso de preservar la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.
	Ingenio Pantaleon	
	Ingenio Madre Tierra	
	Ingenio El Pilar	
	Novaforest	Empresa agroforestal guatemalteca, integrada y sostenible, que cultiva la innovación y comercializa productos certificados a partir de recursos renovables propios que preservan la biodiversidad. Es la división forestal de Grupo Pantaleon, para gestionar la totalidad de los activos forestales del grupo bajo una nueva administración y estrategia de negocio.
	Grupo HAME, S.A.	Empresa dedicada al cultivo y exportación de aceite de palma, banano, plátano, aguacate,

Entidades de gobierno		espárragos, uva y arándano comercializadores de aceites grasas y productos alimenticios; además de tener proyectos de desarrollo inmobiliario también se sumó esfuerzos para reforestar la zona ribereña del río Madre Vieja ya cuentan con un vivero forestal ubicado en Finca Santa Rosa Tiquisate.
	Frutera del Pacífico, S.A.	Empresa especializada en el sector bananero quienes en conjunto con APIB, la empresa frutera participó en las jornadas de reforestación asegurando la continuidad del plan de reforestación del río Madre Vieja quienes también contribuyeron con la donación de plantas.
	Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático (ICC)	Es una institución no lucrativa, apolítica y no religiosa dedicada a la investigación y el desarrollo de proyectos para la mitigación y adaptación al cambio climático en la región mesoamericana.
	Asociación de Productores Independientes de Banano (APIB)	Es una organización en Guatemala que agrupa a pequeños y medianos productores de banano. Su objetivo principal es representar y apoyar a sus miembros en diferentes aspectos relacionados con la producción y comercialización del banano
	Gobernación Departamental de Escuintla	Entidad encargada de coordinar y supervisar las políticas y actividades del gobierno central en el departamento de Escuintla. Su función principal es garantizar la implementación efectiva de programas y proyectos gubernamentales a nivel local, así como atender y gestionar las

	necesidades y problemas de la comunidad en el departamento.
Municipalidad de Nueva Concepción, Escuintla	Entidades locales encargadas de la administración y gestión de los asuntos del municipio. Las municipalidades actúan como el principal órgano de gobierno local, representando los intereses de la comunidad y coordinando con otras instituciones para fomentar el desarrollo económico y social del municipio.
Municipalidad de Tiquisate, Escuintla	
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Es la entidad gubernamental responsable de la protección, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente en el país, busca asegurar un entorno saludable y sostenible para las generaciones presentes y futuras a través de una gestión efectiva y responsable de los recursos naturales.
Instituto Nacional de Bosques (INAB)	Es una entidad gubernamental de Guatemala encargada de la administración, conservación y desarrollo de los recursos forestales del país. Su misión es promover la gestión sostenible de los bosques y los recursos naturales relacionados para asegurar su conservación y aprovechar sus beneficios de manera equilibrada

Nota: elaboración propia, 2024.

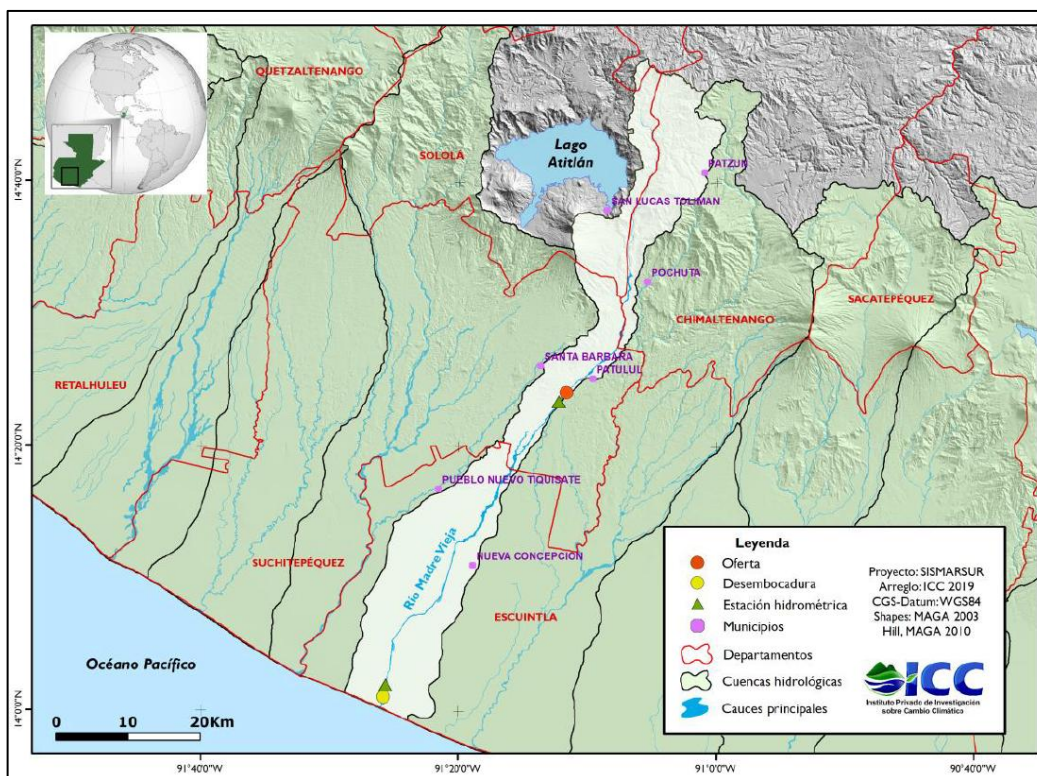
2.2. Marco conceptual

2.2.1. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se define como la unidad territorial delimitada por una línea divisora de agua, tanto superficiales como subterráneas que convergen y drenan hacia un punto de salida. Además, se ubica entre recursos naturales como suelo, agua, vegetación y también intervenciones e infraestructuras que realiza el hombre, por lo tanto, no hay ningún punto sobre la tierra que no corresponda a una cuenca (Faustino y Jiménez, 2000).

La cuenca hidrográfica, entendida como un sistema integrado en el entorno ambiental, se conforma por la interacción de los subsistemas social, económico, demográfico y biofísico (es decir biótico y físico). Además, es posible dividirla en las zonas alta, media y baja, generalmente con base en factores como el relieve, la altitud y las condiciones climáticas (Faustino y Jiménez, 2000).

Figura 4. Ubicación de la cuenca del río Madre Vieja.



Nota: ICC, 2020.

2.2.2. Bosques de ribera o ripario

Un bosque de ribera o ripario es un ecosistema que se desarrolla en una zona cercana a ríos, arroyos y otros cuerpos de agua dulce. Estos bosques son extremadamente productivos debido a la deposición de sedimentos y nutrientes por parte del agua que fluye a través de ellos. Además, desempeña un importante papel al regular la calidad del agua, la estabilidad del suelo ribereño y la provisión de hábitats para la fauna silvestre, buscando conservar la biodiversidad y la regulación de los ecosistemas acuáticos. Desde una perspectiva hidrológica, los bosques de ribera o riparios se distinguen por mantener un nivel freático elevado durante todo el año, lo que proporciona un alto grado de humedad al suelo. Este fenómeno se debe a su ubicación topográfica en depresiones o áreas bajas a lo largo de las laderas por donde fluyen los cauces fluviales. Las riberas están directamente influenciadas por las aguas provenientes de tramos superiores del río, especialmente durante eventos de avenidas y crecidas (Aldana y Urarte, 1991).

Figura 5. Bosque de ribera, finca Puyumate ubicado en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

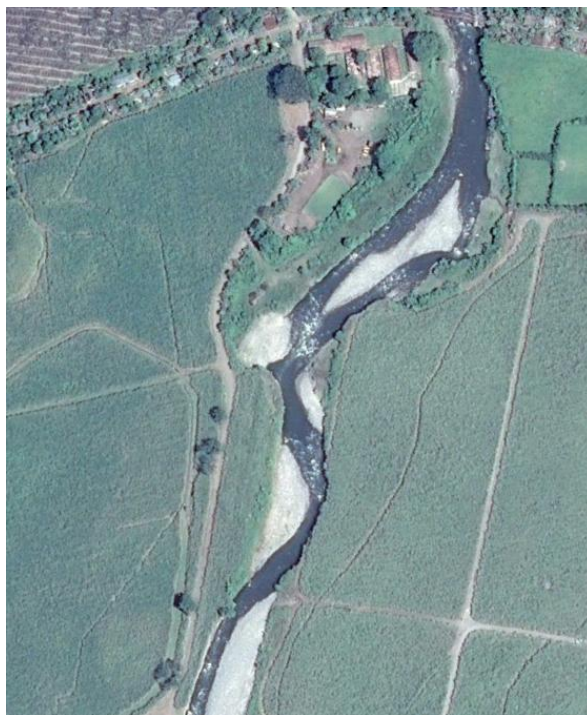


Nota: ICC, 2019

2.2.3. Bosque degradado

Un bosque degradado es aquel cuya capacidad para proporcionar bienes y servicios ha sido reducida debido a la acción humana o factores naturales, manifestándose en varios aspectos como la disminución de la diversidad de especies, la pérdida de cobertura arbórea, la degradación del suelo, la afectación de la regeneración natural y alteración de la estructura. El bosque degradado es un área que ha sufrido cambios que afectan de manera negativa su capacidad de sostener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que proporciona (Vásquez-Grandón y otros, 2018).

Figura 6. Bosque degradado en finca Acarigua, Ingenio Magdalena



Nota: Google Earth, 2016. Vista aérea de la cuenca del río Madre Vieja

2.2.4. Restauración del paisaje forestal

La restauración del paisaje forestal es un conjunto de acciones destinadas a recuperar, preservar y mejorar la diversidad biológica, al tiempo que se promueve el mantenimiento y mejora del flujo de bienes y servicios que los ecosistemas ofrecen. Este proceso tiene un papel fundamental en el desarrollo sostenible, ya que busca no solo la recuperación ambiental, sino también el bienestar humano a través del aprovechamiento

responsable de los recursos naturales. Asimismo, este concepto se ajusta a las particularidades culturales, valores y creencias de las comunidades locales, y se lleva a cabo mediante un enfoque que integra diversos sectores de la sociedad, lo que permite la participación activa de múltiples actores en su implementación (INAB, 2017).

Figura 7. Restauración del paisaje forestal en finca Acarigua, Ingenio Magdalena



Nota: Google Earth, 2024. Vista aérea de la cuenca del río Madre Vieja

2.2.4.1. Comparación de la dinámica de la cobertura forestal 2010-2016 y 2016-2020

Las estrategias para la conservación de los bosques en el país han generado una significativa diferencia brindando resultados satisfactorios pues en el caso de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja se observa según la dinámica de la cobertura del 2010-2016 al 2016-2020 una diferencia de bosques de 1,616.60 hectáreas, como

resultado del aumento en la cobertura, también una disminución en la pérdida de la cobertura forestal (INAB, 2020).

Tabla 3. Diferencias de la dinámica forestal entre 2010-2016 y 2016-2020 en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

Cobertura forestal de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja						
Clasificación	2010-2016		2016-2020		Diferencias	
	Área (ha)	Porcentaje %	Área (ha)	Porcentaje %	Área (ha)	Porcentaje %
Agua	429.12	0.49	397.19	0.45	31.93	0.04
Bosque	577.35	0.66	2,193.95	2.49	1,616.60	1.84
Ganancia	960.75	1.09	199.54	0.23	761.21	0.87
No bosque	42,255.18	48.04	41,469.88	47.15	785.30	0.89
Perdida	395.73	0.45	290.06	0.33	105.67	0.12
Total	44,618.13	50.73	44,550.62	50.65	3,300.71	0.08

Nota: INAB, 2020. Las áreas y porcentajes calculadas son únicamente en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

2.2.5. Manejo forestal

El manejo forestal sostenible consiste en la aplicación de diversas prácticas y estrategias que se pueden utilizar para gestionar adecuadamente diferentes tipos de bosques, como los bosques naturales productivos, los bosques secundarios y aquellos que han sido degradados. Este enfoque tiene como objetivo aprovechar los recursos forestales de manera responsable, asegurando que los ecosistemas puedan continuar brindando sus funciones esenciales sin comprometer su capacidad de regeneración o su biodiversidad. En esencia, el manejo sostenible de los bosques se presenta como una solución efectiva para frenar la degradación y pérdida de los bosques nativos, permitiendo la conservación y el uso racional de estos importantes ecosistemas (INAB, 2017).

Para evaluar de manera detallada los bosques gestionados, se recurre a métodos de muestreo no probabilístico, que permiten seleccionar áreas específicas de interés para estudios exploratorios.

2.2.6. Muestreo no probabilístico o exploratorio

Algunos investigadores optan por seleccionar las ubicaciones de las unidades de muestreo de manera arbitraria o basada en la conveniencia durante el proceso de recolección de datos, lo que puede comprometer la validez de las conclusiones estadísticas. En este tipo de muestreo, las unidades se eligen siguiendo un criterio no aleatorio, por lo que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser incluidos en el estudio (Pereyra y Marcos, 2021).

Sin embargo, es importante resaltar que la selección de muestras oportunistas o por conveniencia no necesariamente debe considerarse errónea. En algunos casos, puede ser pertinente elegir deliberadamente ubicaciones específicas para el muestreo, particularmente cuando estas áreas presentan características relevantes que los investigadores desean estudiar, lo que permite un sesgo consciente y controlado. Este enfoque puede ser especialmente útil en estudios exploratorios, cuyo objetivo no es necesariamente probar una hipótesis, sino generar un conocimiento más detallado y profundo sobre un fenómeno particular (Pereyra y Marcos, 2021).

2.2.7. Sistematización

Una sistematización es un proceso que busca una interpretación a través del ordenamiento y reconstrucción lógica de procesos y factores por medio de experiencias, esta práctica busca la reconstrucción y reflexión analítica de una experiencia para obtener conocimientos sólidos y poder compartirlos con otros actores involucrados (Unday y Valero, 2017).

La sistematización consiste en un proceso reflexivo y crítico de interpretación de la práctica, fundamentado en la reconstrucción y organización de los elementos objetivos y subjetivos involucrados en dicha experiencia, con el propósito de generar y compartir

aprendizajes. Este proceso depende del objetivo planteado para la sistematización, la delimitación del objeto de estudio, la formulación de un eje central y la selección de categorías para estructurar o reconstruir el trabajo realizado. También implica una reflexión profunda sobre los momentos significativos, patrones, rupturas y las interacciones entre factores y culmina en conclusiones y propuestas derivadas (Unday y Valero, 2017).

Los datos recolectados a través del muestreo no probabilístico facilitan la sistematización, al permitir analizar y reconstruir la experiencia de manera ordenada y reflexiva.

2.2.8. Importancia de la sistematización

La sistematización genera conocimiento significativo sobre las prácticas y experiencias en proyectos de intervención. Su propósito fundamental es recuperar y comprender los saberes y significados emergentes de la experiencia, promoviendo una reflexión profunda sobre la práctica. Este proceso de sistematización permite una revisión detallada y reflexiva de la experiencia, facilitando una comprensión más rica y matizada del contexto y de los elementos que configuran el proyecto. En lugar de simplemente teorizar sobre la práctica, la sistematización genera nuevas interpretaciones y sentidos, contribuyendo a una mejor comprensión y potencial mejora de las intervenciones realizadas. Además, permite una revisión reflexiva que involucra a los actores directamente implicados en el proceso, proporcionando una visión intersubjetiva que enriquece la interpretación y aplicación del conocimiento (González y Carrillo, 2010).

La sistematización de experiencias y prácticas proporciona información clave para fortalecer la gobernabilidad, al identificar aprendizajes y definir roles claros en la gestión de los recursos hídricos.

2.2.9. Gobernabilidad

La gobernabilidad es la capacidad de las sociedades y comunidades para organizar de manera autónoma y efectiva más allá de la intervención del Estado. Este enfoque resalta la importancia de reconocer y fortalecer las capacidades de autorregulación y autogobierno de las comunidades locales, destacando la diversidad de mecanismo y estrategias que pueden emplearse para alcanzar una gobernabilidad efectiva en contextos sociales y culturales (Zamudio, 2012).

La gobernabilidad en cuestiones relacionadas con el agua abarca desde la salud y seguridad alimentaria hasta el desarrollo económico, la gestión de tierras y la conservación del entorno natural de los recursos hídricos, se enfoca en el diseño y la implementación de políticas, leyes e instituciones apropiadas. Asimismo, define claramente los roles y responsabilidades de todos los actores, gobiernos locales y nacionales, sector privado y sociedad civil, en la propiedad y gestión de los recursos hídricos (Zamudio, 2012).

2.2.10. Gobernanza del recurso hídrico

Este es un sistema que regula el desarrollo, así como la participación en la toma de decisiones sobre la gestión de los recursos hídricos y prestaciones de servicios asociados. Este sistema refleja realidades políticas y culturales a nivel nacional, regional y local, buscando lograr un equilibrio entre dimensiones social, económica, política y ambiental, ya que las decisiones sobre la protección, manejo y conservación del recurso hídrico son esenciales para abordar la problemática (Zamudio, 2012).

El análisis de la gobernanza del recurso hídrico se fundamenta en información secundaria, que permite contextualizar y respaldar las decisiones mediante datos previamente recopilados y verificados.

2.2.11. Fuente de información secundaria

Las fuentes de información secundaria muestran el resultado de operaciones como análisis documental, descripción bibliográfica, catalogación e indización,

realizadas por alguien y que proporciona acceso a documentos primarios mediante la recopilación, interpretación o análisis de datos obtenidos previamente. Son útiles para conocer perspectivas o enfoques facilitando la búsqueda y el estudio de información específica en un área determinada pues permite contextualizar a sus estudios con información ya procesada y verificada, ayudando a comprender fenómenos desde distintas perspectivas y respaldar argumentos de información sólida y evaluada (Cabrera Méndez, 2010).

La información obtenida de fuentes secundarias sirve como base para las entrevistas en profundidad, orientando la indagación hacia aspectos relevantes y contextuales del estudio.

2.2.12. Entrevista en profundidad

La entrevista en profundidad es un método de investigación cualitativo que implica un intercambio de información entre investigador e informantes sobre sus vidas, experiencias o situaciones expresadas con sus propias palabras. Se utiliza como una exploración de historias de vida, comprensión de eventos y actividades no observables directamente para ampliar la gama de escenarios o personas. La entrevista en profundidad es flexible y abierta, lo que permite al entrevistador adaptar las preguntas y explorar temas emergentes durante la conversación, pues busca lograr una comprensión de los factores subjetivos e interpretaciones personales, lo cual es especialmente útil en estudios donde el contexto y los matices individuales son esenciales para el análisis (Taylor y Bogdan, 2008).

Figura 8. Entrevista en profundidad con Ingeniero Jorge Torres de ingenio Madre Tierra.



Nota: Torres, J. 2024

2.2.13. Implementación de entrevistas en profundidad a empresas involucradas

La implementación de entrevistas en profundidad con empresas involucradas es un enfoque metodológico cualitativo que permite obtener información importante y específica sobre los entornos organizacionales y las experiencias empresariales en relación con el fenómeno realizado. A través de entrevistas personalizadas, el investigador puede explorar a fondo las perspectivas de los participantes sobre sus prácticas, valores organizacionales, decisiones estratégicas y experiencias recientes o pasadas. Esto facilita el acceso a conocimientos que no siempre se documentan formalmente, ya que muchas veces son producto de la cultura organizacional. Para asegurar una implementación eficaz, el proceso incluye una planificación cuidadosa que contempla el desarrollo de preguntas abiertas, alineadas con los objetivos de la investigación, y la preparación de un ambiente propicio para que los entrevistados se expresen con confianza. Además, en estas entrevistas, el investigador puede ajustar el flujo de la conversación en función de las respuestas, explorando temas emergentes o puntos de interés inesperados (Acosta, 2005).

Figura 9. Entrevista en profundidad con Ingeniero Gerson Marcial de ingenio El Pilar.



Nota: Hernández, J. 2024

III. Objetivos

3.1. General

3.1.1. Sistematizar la experiencia del proceso de restauración de bosque ripario y gobernanza en recurso hídrico en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Describir las técnicas y el manejo forestal de la restauración del bosque ripario implementadas en el área de estudio.

3.2.2. Estimar los recursos financieros e inversión necesaria de la implementación del proyecto de restauración de bosque ripario en el área de estudio.

3.2.3. Identificar los procesos de gestión y coordinación efectiva para la gobernanza del recurso hídrico del área de estudio

IV. Materiales y métodos

Los materiales y el método utilizado para realizar la investigación se describe en el siguiente inciso:

4.1. Materiales

La siguiente tabla presenta los materiales empleados en el proceso de recolección de datos en campo, así como el costo asociado a cada uno de ellos.

Tabla 4. Descripción y costo de los materiales utilizados para la investigación

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Costo unitario	Costo por día	Costo total
1	Unidad	Equipo de cómputo	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
1	Unidad	Lapicero	Q 2.00	N/A	Q 2.00
1	Unidad	Lápiz	Q 1.50	N/A	Q 1.50
2	Unidad	Libretas para anotaciones	Q 10.00	N/A	Q 20.00
50	Hojas	Impresiones	Q 1.00	N/A	Q 50.00
50	Hojas	Hojas en blanco	Q 15.00	N/A	Q 15.00
1	Unidad	Tabla Shannon	Q 10.00	N/A	Q 10.00
9.7	Galón	Gasolina	Q 36.11	Q 75.00	Q350.00
1	Unidad	Botiquín de primeros auxilios*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
2	Unidad	Cintas métricas*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
4	Unidad	Cintas diamétricas*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
1	Unidad	Clinómetro*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
1	Unidad	Machete*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
10	Unidad	Pintura en aerosol*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
1	Unidad	GPS*	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
1	Unidad	Teléfono celular	(Ya se cuenta con dicho equipo)		
				Total	Q 448.50

Nota: Elaboración propia con base en cotizaciones locales. *Financiado por Instituto Nacional de Bosques – INAB

La siguiente tabla presenta la descripción y el costo de la logística empleada durante el proceso de levantamiento de datos en campo, en el marco de la investigación.

Tabla 5. Descripción y costo de la logística utilizada para la investigación en trabajo de campo

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Costo unitario	Costo por día	Costo total
4	Unidad	Alimentación	Q 45.00	Q 90.00	Q 80.00
25	Unidad	Bebidas hidratantes	Q 4.00	N/A	Q 00.00
15	Unidad	Transporte	Q 20.00	Q 40.00	Q 00.00
Total					Q800.00

Nota: Elaboración propia con base en cotizaciones locales. *Financiado por Instituto Nacional de Bosques – INAB

La siguiente tabla presenta los materiales y el costo de los recursos digitales empleados durante el proceso de investigación.

Tabla 6. Descripción y costo de los recursos digitales utilizados para la investigación

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Costo unitario	Costo por día	Costo total
1	Unidad	Software ArcGIS*	Q 719.92	N/A	Q 719.92
1	Unidad	Software Microsoft Excel y Word	Q 459.99	N/A	Q 459.99
1	Unidad	Software Google Earth Pro	Q 0.00	N/A	Q 0.00
Total					Q1,179.00

Nota: Elaboración propia con base en cotizaciones locales. *Financiado por Instituto Nacional de Bosques – INAB

La siguiente tabla presenta el costo asociado al recurso humano empleado en el proceso de investigación, considerando el tiempo invertido y el costo diario conforme a la remuneración establecida.

Tabla 7. Descripción y costo del recurso humano empleado para la investigación

Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Costo unitario	Costo por día	Costo total
6	Persona	Obrero forestal*	Q126.67	Q 760.02	Q1,520.04
1	Persona	Epesista (USAC)*	Q116.67	Q 116.67	Q 233.34
Total					Q1,753.38

Nota: Elaboración propia con base en cotizaciones locales. *Financiado por Instituto Nacional de Bosques – INAB

La siguiente tabla presenta el resumen consolidado de los costos reportados en las tablas anteriores, con el propósito de determinar el costo total de la investigación inferencial asignada.

Tabla 8. Resumen de costos de la investigación inferencial asignada

Descripción	Costo
Materiales	Q 448.50
Logística	Q 800.00
Digitales	Q 1,179.91
Recurso humano	Q 1,753.38
Total	Q 4,181.79

Nota: Elaboración propia con base en cotizaciones locales. *Financiado por Instituto Nacional de Bosques – INAB

4.2. Métodos

La metodología empleada se desarrolló mediante la adaptación y atendiendo las guías metodológicas de sistematización de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y las prácticas recomendadas por el Instituto Nacional de Bosques (INAB). Cada paso del proceso se detalla a continuación.

4.2.1. Recopilación de información de fuentes secundarias

Se consultaron documentos, informes, reportes, diagnósticos, planes operativos anuales, encuestas y estudios disponibles en línea, donde proporcionaron información

directa sobre la participación en las actividades de restauración de la cuenca del río Madre Vieja.

4.2.2. Diseño y aprobación de guía para entrevista a empresas involucradas

Las entrevistas fueron dirigidas al personal de las empresas que participaron en las actividades de restauración del bosque ripario, por lo tanto, el diseño fue semiestructurado, compuesto por preguntas abiertas y cerradas para obtener información detallada, mismas que fueron validadas por medio de una reunión virtual donde participaron representantes del Instituto Nacional de Bosques (INAB), el Instituto de Cambio Climático (ICC) y asesora de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Las guías de entrevistas se encuentran adjuntas en el apartado de anexos no. 1.

El propósito de la entrevista fue identificar las actividades ejecutadas en el marco de la restauración del bosque ripario, con el objetivo de recopilar información que contribuyera al cumplimiento de los objetivos del estudio: identificar las técnicas empleadas y el manejo forestal, estimar los recursos financieros y la inversión requerida, así como reconocer los procesos de gestión y coordinación vinculados a la gobernanza del recurso hídrico. Para ello, la guía de entrevista fue estructurada en secciones específicas, que se describen a continuación.

- Procedencia de la planta utilizada en el proceso de restauración
- Técnicas establecidas en el manejo forestal
- Estimación de costos establecidos en las actividades de restauración
- Proceso de gobernanza del recurso hídrico

A continuación, se presenta la metodología aplicada para dar cumplimiento al **objetivo específico 3.2.1**, cuyo propósito es “describir las técnicas y el manejo forestal de la restauración del bosque ripario implementadas en el área de estudio”.

4.2.3. Técnicas y manejo forestal

Para conocer estas técnicas y su manejo forestal, se desarrolló una serie de actividades metodológicas organizadas en tres fases: gabinete inicial, fase de campo y gabinete final. Estas fases permitieron estructurar de manera sistemática el proceso de recolección y análisis de la información, asegurando el cumplimiento del objetivo planteado. En este sentido, el desarrollo de cada fase se describe a continuación.

4.2.3.1. Fase de gabinete inicial

4.2.3.1.1. Coordinación para entrevistas sobre las técnicas establecidas.

Se coordinó con los responsables asignados por los ingenios o fincas para que, en el marco de las actividades de restauración, proporcionaran información y respondieran a las entrevistas. Esto permitió obtener datos relevantes sobre las técnicas implementadas.

4.2.3.1.2. Planificación de muestreo exploratorio para validación de datos en campo.

Una vez se completaron las entrevistas con los encargados involucrados en la restauración de cada finca, se realizó un muestreo exploratorio en las parcelas con el propósito de validar las actividades según el plan de reforestación de la cuenca del río Madre Vieja, proporcionado por el ICC como parte de los compromisos definidos por la Mesa Técnica.

El objetivo del muestreo exploratorio fue determinar el estado actual y el desarrollo de los árboles, enfocándose en la composición y estructura mediante las actividades básicas silviculturales.

4.2.3.1.3. Selección de fincas por muestrear.

Cada empresa involucrada en las actividades de restauración del bosque ripario posee y administra diversas fincas; por ello, se seleccionaron aquellas con mayor

representatividad en cuanto a cobertura vegetal, considerando también la disponibilidad del aval correspondiente para ingresar a ciertas áreas. La selección de fincas se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que el objetivo era obtener información específica sobre las prácticas implementadas y no realizar un inventario forestal general. Para facilitar la ubicación y delimitación de las parcelas, se utilizó un archivo KMZ proporcionado por el Instituto de Cambio Climático (ICC), el cual fue procesado en plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como QGIS, y complementado con visitas de campo para validar la información. A continuación, se presentan las fincas que formaron parte del proceso de restauración.

Tabla 9. Fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja.

Empresa	Finca
Ingenio Magdalena	Finca Acarigua Finca La Cuchilla
Ingenio Pantaleon	Finca Acarigua Finca Pasadena Finca Puyumate Finca Zulia
Ingenio Madre Tierra	Finca El Mixqueño Finca El Retiro
Ingenio El Pilar	Finca Concepción la Noria
Frutera del Pacifico, S.A.	Finca La Vega

Nota: elaboración propia, 2024.

4.2.3.1.4. Diseño de muestreo no probabilístico o exploratorio.

Según Pereyra y Marcos (2021) el diseño del muestreo no probabilístico permitió seleccionar las ubicaciones de las parcelas de manera arbitraria o por conveniencia, sin considerarse un procedimiento erróneo debido a que el estudio no es con fines de

aprovechamiento de madera, por lo tanto, la elección del sitio específico resultó ser útil para su estudio exploratorio, ya que facilitó la obtención de información detallada sobre un fenómeno específico.

4.2.3.1.5. Tamaño y forma de la parcela.

Según INAB (2001) debido a que la plantación no sobrepasa la edad mayor a quince años se establecieron parcelas de 500 metros cuadrados, de forma rectangular con dimensiones de 20 x 25 metros cuadrados.

Además, se consideró que la elección responde a la adaptabilidad y características del terreno, debido a la disposición y secuenciación de los surcos, así como el distanciamiento uniforme entre ellos.

4.2.3.1.6. Ubicación y determinación del número de parcelas.

El tamaño de la parcela no abarcaba el espacio suficiente para generar la información necesaria. Asimismo, para determinar el número de parcelas, se identificaron las áreas en los polígonos con mayor representatividad de cobertura arbórea, esto se debió a que algunas áreas no cumplían con la cantidad de hectáreas establecida por la normativa de ley Probosque del INAB, donde requería una cobertura mayor a 0.5 hectáreas.

Por lo tanto, el área seleccionada con mayor cobertura arbórea es la siguiente:

Tabla 10. Fincas y áreas seleccionadas para determinar el número de parcelas.

No.	Finca	Empresa	Área (ha) muestreada
1	Acarigua	Ingenio Magdalena	1.72
2	La cuchilla	Ingenio Magdalena	4.10
3	La cuchilla	Ingenio Magdalena	6.45
4	La cuchilla	Ingenio Magdalena	4.38
5	Acarigua	Ingenio Pantaleon	5.65
6	Acarigua	Ingenio Pantaleon	1.89
7	Puyumate	Ingenio Pantaleon	3.89
8	Puyumate	Ingenio Pantaleon	4.03
9	Pasadena	Ingenio Pantaleon	4.33
10	Pasadena	Ingenio Pantaleon	2.47
11	El Mixqueño	Ingenio Madre Tierra	5.13
12	El Retiro	Ingenio Madre Tierra	3.15
13	Concepción la Noria	Ingenio El Pilar	3.69
14	Concepción la Noria	Ingenio El Pilar	2.76
15	La Vega	Frutera del Pacifico SA	2.32
16	La Vega	Frutera del Pacifico SA	1.99
Total			57.97

Nota: elaboración propia, 2024.

Según el INAB (2001), una vez identificada el área de estudio, se determinó la cantidad de parcelas al utilizar una intensidad de muestreo del 1%. Como resultado, se calculó un área seleccionada de 57.97 hectáreas. En consecuencia, el número de parcelas establecidas es el siguiente:

Fórmula:

$$\text{ha} \times 1\% = \text{ha}$$

$$\text{ha} \times 10,000 \text{ m}^2 (1 \text{ ha}) = \# \text{ m}^2$$

$$\frac{\# \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} = \# \text{ parcelas}$$

Cálculo:

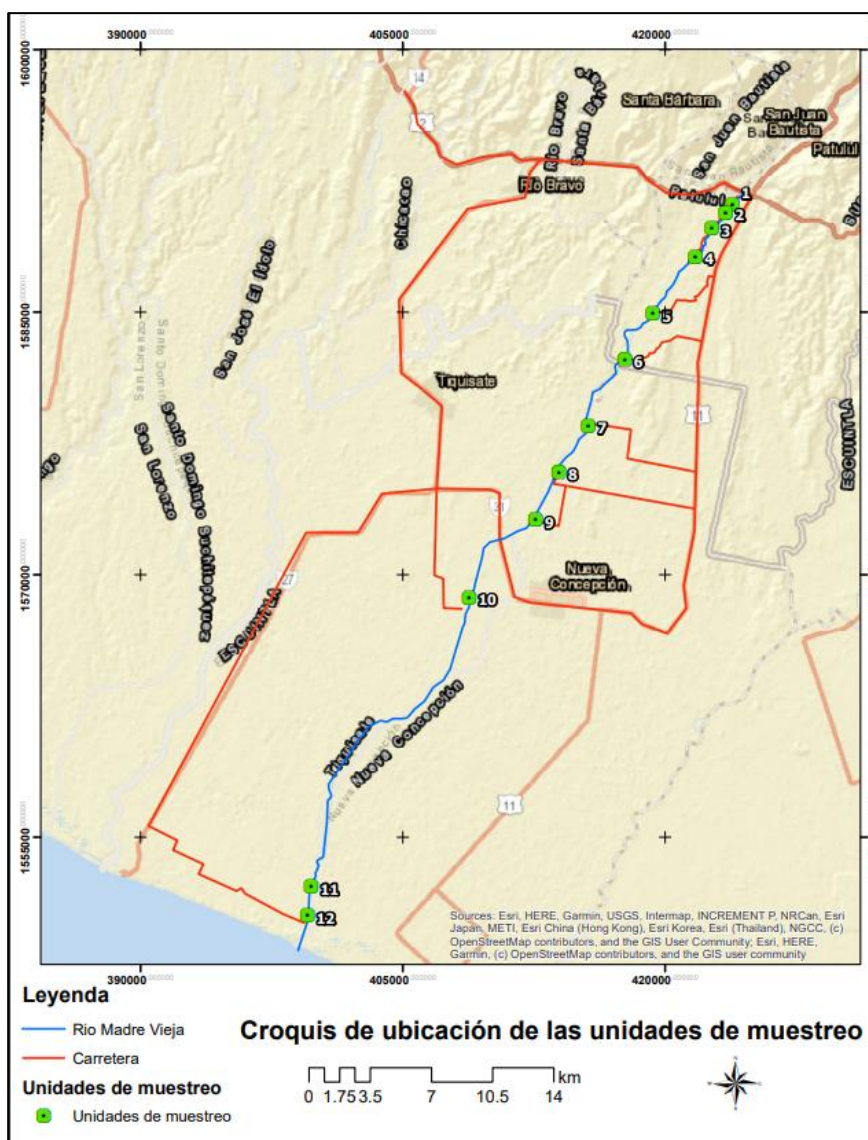
$$57.97 \text{ ha} \times 0.01 = 0.5997 \text{ ha}$$

$$0.5997 \text{ ha} \times 10,000 \text{ m}^2 (1 \text{ ha}) = 5,797 \text{ m}^2$$

$$\frac{5,797 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} = 11.5 = \mathbf{12 \text{ parcelas}}$$

Se elaboró un croquis como base para ubicar las parcelas establecidas, así como también las vías de acceso para su localización.

Figura 10. Presentación de croquis y vías de acceso para la ubicación de las parcelas



Nota: elaboración propia, 2024.

4.2.3.1.7. Diseño y elaboración de boleta de campo.

La boleta para tomar datos en campo se elaboró con base a formatos utilizados por INAB, debido a que el diseño incluye variables que brinden registros de mediciones afinadas al objetivo del muestreo y estas incluyeron la descripción del sitio, parcelas y mediciones dendrométricas. Las boletas se encuentran en el apartado de anexos no. 2.

4.2.3.2. Fase de campo

4.2.3.2.1. Proceso de entrevistas a actores involucrados.

Se coordinó las visitas con encargados de cada empresa que participó en las actividades de restauración en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja con el objetivo de compartir información mediante las entrevistas.

Posteriormente las entrevistas se completaron con el 90% de los actores involucrados, y se procedió a realizar las visitas a campo para validar información sobre las técnicas y el manejo forestal aplicadas.

Figura 11. Entrevista en profundidad a ingeniero Miguel Raxón de ingenio Pantaleon



Nota: Raxón, M. 2024.

4.2.3.2.2. Ubicación y delimitación de la parcela.

Se procedió a localizar las fincas utilizando una brújula y GPS, junto con las coordenadas previamente ingresadas en la aplicación de Avenza maps versión 5.3.3. Esto permitió identificar el área para establecer la parcela, empleando el archivo KMZ para asegurar mayor precisión.

Para delimitar el área, se posicionó en los cuatro vértices para trazar con una cinta métrica el tamaño y forma previamente definido, marcado con estacas los límites de la parcela.

4.2.3.2.3. Organización y distribución de herramientas.

Para el levantamiento de datos en campo, fue fundamental organizar y asignar funciones específicas a cada integrante, dado que la correcta recolección de información durante la actividad era de gran importancia.

La siguiente tabla muestra la distribución de roles y herramientas para la recopilación de información en campo, así como la responsabilidad de cuidar las herramientas y cumplir con el rol asignado.

Tabla 11. Descripción de roles y equipo o herramientas asignado al personal

Descripción de roles	Equipo o herramienta
Encargado de abrir brecha	Machete
Encargado de enumerar los árboles	Pintura en aerosol
Responsable del registro	Boletas Tabla Shannon Lápiz
Responsable de medir el DAP y altura de los árboles	Cinta diamétrica Cinta métrica Hipsómetro

Nota: elaboración propia, 2024.

4.2.3.2.4. Recolección de datos en parcelas.

Una vez delimitada el área de la parcela, con pintura en aerosol se marcó el número de árboles encontrados para tener un correlativo y se procedió a tomar los siguientes datos en las boletas.

- **Número de árbol**

Según la correlatividad de las especies encontradas a través del recorrido del muestreo

- **Especie**

Se anotaron las especies encontradas identificándolas por el nombre común o su nombre científico

- **Medición del diámetro**

Se midió los árboles tomada la medida del diámetro de altura (DAP) de 1.3 metros sobre el nivel del suelo

- **Medición de altura**

Se midió la altura de los árboles utilizado un hipsómetro, debido a la cantidad de árboles solamente fue necesario la toma de un 30% en cada parcela para promediar.

- **Estado fitosanitario**

Se evaluó el estado fitosanitario de las plantaciones mediante la inspección de los árboles, identificando la presencia de plagas o enfermedades. Este análisis permitió determinar las condiciones de salud de las plantaciones y detectar posibles afectaciones que pudieran comprometer su desarrollo.

Figura 12. Proceso de medición del diámetro



Nota: Mus, Y. 2024.

4.2.3.3. Fase de gabinete final

4.2.3.3.1. Procesamiento de datos obtenidos mediante muestreo exploratorio.

Para el procesamiento de datos obtenidos en campo se tabuló la información en el programa de Microsoft Excel, esto facilitó el cálculo para el análisis de la información.

4.2.3.3.2. Análisis de información

Una vez tabulados los datos recolectados en campo, se calcularon los promedios de las variables dasométricas, organizadas inicialmente por finca y, posteriormente, por empresa. Este análisis permitió evaluar las prácticas de manejo forestal implementadas, así como identificar las técnicas aplicadas por cada unidad productiva y su grado de efectividad en los procesos de restauración del bosque ripario.

A continuación, se presenta la metodología aplicada para dar cumplimiento al **objetivo específico 3.2.2**, cuyo propósito es “estimar los recursos financieros e inversión necesaria de la implementación del proyecto de restauración de bosque ripario en el área de estudio”.

4.2.4. Estimación de los recursos financieros e inversión

Para estimar los recursos financieros y la inversión necesaria durante el proceso de intervención en el bosque ripario, se llevaron a cabo una serie de actividades metodológicas organizadas en tres fases: gabinete inicial, fase de campo y gabinete final. Estas fases permitieron estructurar de manera sistemática la recolección y el análisis de la información, asegurando el cumplimiento del objetivo planteado. A continuación, se describe el desarrollo de cada fase.

4.2.4.1. Fase de gabinete inicial

4.2.4.1.1. Recopilación de datos establecidos en las actividades de reforestación.

Se recopilaron datos por cada ingenio y fincas, los cuales incluían información sobre los costos asociados a las actividades de restauración en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, como también sobre la eficiencia de los jornales en relación con la cantidad de actividades realizadas por hectárea.

4.2.4.2. Fase de campo

4.2.4.2.1. Ejecución de entrevista sobre los costos establecidos.

Debido a que algunas empresas no contaban con registros sobre los costos de las actividades de restauración, se optó por realizar entrevistas al personal encargado de su implementación. Con el fin de obtener información que permitiera estimar las actividades realizadas y los costos incurridos durante el proceso de restauración.

Estas entrevistas proporcionaron datos sobre el costo de los insumos químicos utilizados, ya sea para fertilizar las plantaciones o eliminar vegetación no deseada, así como el costo de la mano de obra de los jornales, el uso de maquinaria y otras actividades culturales y silviculturales.

Figura 13. Entrevista a ingeniero Kevin Sáenz de Finca Frutera del Pacífico, S.A.



Nota: Mus, Y. 2024.

4.2.4.2.2. Recopilación y validación de información sobre costos por actividades.

La recopilación de datos obtenidos a través de las entrevistas incluyó: el costo del establecimiento y mantenimiento de las áreas restauradas, la cantidad de jornales y la eficiencia en cada actividad realizada, así como la inclusión de productos y el costo asociado a las plantaciones.

Una vez recopilada la información sobre estimaciones de costos y las actividades realizadas se procedió a validar datos mediante una serie de cotizaciones en ferreterías y agroindustrias promediando el valor de los productos utilizados.

Entre las actividades de establecimiento y mantenimiento se incluyeron las siguientes:

- ✓ Actividades de limpieza
- ✓ Actividades como trazado, estaquillado y ahoyado
- ✓ Aplicaciones químicas en el área
- ✓ Siembra de árboles por jornal
- ✓ Actividades de limpieza
- ✓ Resiembra de árboles por jornal

4.2.4.3. Fase de gabinete final

4.2.4.3.1. Análisis de la información.

La información recopilada muestra que las plantaciones en las distintas fincas presentan diferentes arreglos espaciales. Por esta razón, el análisis se realizará de forma individual para cada una, ya que tanto la densidad de árboles por hectárea como los costos de establecimiento y mantenimiento varían según el distanciamiento utilizado.

Los arreglos espaciales identificados durante el proceso de restauración, según el distanciamiento entre surcos empleado por las empresas, son los siguientes:

Tabla 12. Arreglo espacial y distanciamiento entre surcos presentados por cada finca.

Arreglo espacial	Distanciamiento entre surcos
1,111 árboles/hectárea	3 x 3 metros
816 árboles /hectárea	3.5 x 3.5 metros
625 árboles/hectárea	4 x 4 metros

Nota: elaboración propia, 2024.

4.2.4.3.2. Aspectos económicos considerados en el análisis.

Dado que no se cuenta con estimaciones financieras específicas para procesos de restauración en bosques de ribera, se optó por utilizar información referencial ajustada por inflación. Para el análisis se consideraron los costos actuales de reforestación, basados en modelos de presupuesto que incluyen tanto la cantidad de insumos como el número de jornales requeridos. En cuanto al costo de la mano de obra, se tomó como referencia el salario mínimo vigente para actividades agrícolas y el número de horas por jornal establecido por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

A continuación, se presenta la metodología aplicada para dar cumplimiento al **objetivo específico 3.2.3**, cuyo propósito es “identificar los procesos de gestión y coordinación efectiva para la gobernanza del recurso hídrico del área de estudio”.

4.2.5. Procesos de gestión y coordinación efectiva para la gobernanza del recurso hídrico

Para analizar los procesos de gestión y coordinación efectiva relacionados con la gobernanza del recurso hídrico, se llevaron a cabo una serie de actividades metodológicas organizadas en tres fases: gabinete inicial, fase de campo y gabinete final. Estas fases permitieron estructurar de manera sistemática la recolección y el análisis de la información, garantizando el cumplimiento del objetivo planteado. A continuación, se detalla el desarrollo de cada fase.

4.2.5.1. Fase de gabinete inicial

4.2.5.1.1. Recopilación de información con respecto a la gobernanza del recurso hídrico.

Con el objetivo de identificar los procesos de gestión y coordinación relacionados con la gobernanza del recurso hídrico en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, se recopiló información a partir de fuentes documentales en línea.

4.2.5.2. Fase de campo

4.2.5.2.1. Ejecución de entrevista sobre gestión y coordinación sobre el recurso hídrico.

Se realizaron entrevistas con actores claves que estuvieron activos en la conformación de la Mesa Técnica, esto para conocer los procesos de gestión y coordinación que logró la gobernanza efectiva.

Además de identificar las acciones y actividades que algunas empresas adaptaron como parte del cumplimiento de los acuerdos establecidos en la Mesa técnica con respecto al uso racional del agua.

Figura 14. Participación en la Mesa Técnica de Mangle en el municipio de Nueva Concepción, Escuintla.



Nota: Rivas, J. 2024.

4.2.5.3. Fase de gabinete

4.2.5.3.1. Análisis de información.

La información recopilada sobre los procesos de gobernanza implementados en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja fue organizada y analizada según tres

componentes principales: social, político e institucional-técnico. Para facilitar su interpretación, se elaboraron líneas de tiempo que permiten visualizar la evolución de las acciones en el territorio, así como síntesis temáticas que integra la conformación de la Mesa Técnica y la gestión del recurso hídrico.

V. Resultados y discusión

5.1. Técnicas y manejo forestal

Como parte del compromiso asumido en la Mesa Técnica para la restauración de los bosques de ribera y la conformación del corredor biológico en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, las fincas participantes implementaron diversas prácticas de manejo forestal.

Las actividades culturales incluyeron el control de maleza, fertilización, riego y resiembra. Estas acciones estuvieron orientadas a mejorar el establecimiento y desarrollo de las plantaciones forestales en las áreas intervenidas.

En cuanto a las actividades silviculturales, como podas y raleos, si bien forman parte esencial del manejo forestal, no fueron implementadas por las fincas durante el período evaluado. Sin embargo, se identificaron esfuerzos importantes en el control de plagas y enfermedades, así como en el establecimiento de rondas contra incendios y en el monitoreo de eventos de tala ilegal.

La tabla siguiente resume las actividades reportadas por cada finca.

Tabla 13. Actividades realizadas por las fincas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

Empresas	Actividades culturales				Actividades silviculturales				
	Control de maleza	Fertilización	Riego	Resiembra	Podas	Raleos	Control de plagas y enfermedades	Rondas contra incendios	Tala ilegal
Finca Acarigua, Ingenio Magdalena	x	N/A	x	x	N/A	N/A	N/A	x	x
Finca La Cuchilla, Ingenio Magdalena	x	N/A	x	x	N/A	N/A	N/A	x	x

Finca Acarigua, Ingenio Pantaleon	x	x	x	x	N/A	N/A	x	x	N/A
Finca Pasadena, Ingenio Pantaleon	x	x	x	x	N/A	N/A	x	x	N/A
Finca Puyumate, Ingenio Pantaleon	x	x	x	x	N/A	N/A	x	x	N/A
Finca Zulía, Ingenio Pantaleon	x	x	x	x	N/A	N/A	x	x	N/A
Finca El Mixqueño, Ingenio Madre Tierra	x	N/A	x	x	N/A	N/A	N/A	x	x
Finca El Retiro, Ingenio Madre Tierra	x	N/A	x	x	N/A	N/A	N/A	x	N/A
Finca Concepción la Noria, Ingenio El Pilar	x	x	x	N/A	N/A	N/A	x	x	N/A
Finca La Vega, Frutera del Pacífico, S.A.	x	x	x	x	N/A	N/A	x	N/A	N/A

Nota: elaboración propia, 2024. Las casillas marcadas como N/A (no aplicadas) indican que dicha actividad no fue ejecutada durante el período de análisis.

De las 10 fincas evaluadas, el total realizó actividades culturales como control de maleza y riego, la mayoría aplicaron fertilización y también realizó resiembra, lo cual indica un alto nivel de cumplimiento en este componente. En contraste, las actividades silviculturales presentaron un cumplimiento parcial: únicamente la minoría de las fincas reportó acciones de control de plagas y enfermedades, la mayoría realizaron rondas contra incendios, mientras que ninguna finca ejecutó podas o raleos.

Esto según el Código de Salud, artículo 84, se prohíbe estrictamente la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua dentro de un margen de 25 metros, lo cual fue señalado por los ingenios y fincas como una limitación para realizar ciertas prácticas silviculturales como podas o raleos.

5.1.1. Crecimiento en diámetro, altura y densidad por finca

Los resultados obtenidos de las actividades realizadas por cada empresa en las fincas se reflejaron en el comportamiento de las plantaciones en términos de diámetro, altura y densidad, junto con otros factores relevantes que se describen a continuación.

La tabla No. 14 incluye no solo las prácticas implementadas, sino también la edad de las plantaciones y la densidad de cada finca, ya que cada una adoptó criterios diferentes, pues según el plan de restauración impartido por el ICC, el proyecto debía ejecutarse entre 2017 y 2019; sin embargo, algunas fincas continuaron actividades hasta el 2020. Asimismo, los distanciamientos entre surcos variaron, lo que constituye un aspecto clave a considerar en relación con el desarrollo y la sostenibilidad de las plantaciones.

En la mayoría de las fincas completaron el proceso de restauración en un período superior a dos años, con excepción de las fincas Acarigua y Pasadena, ambas bajo la administración del Ingenio Pantaleon. De acuerdo con el encargado de restauración, en las fincas Puyumate y Zulía el proceso se extendió a dos años debido a la insuficiencia de plantas en el vivero para cubrir las áreas destinadas a la reforestación.

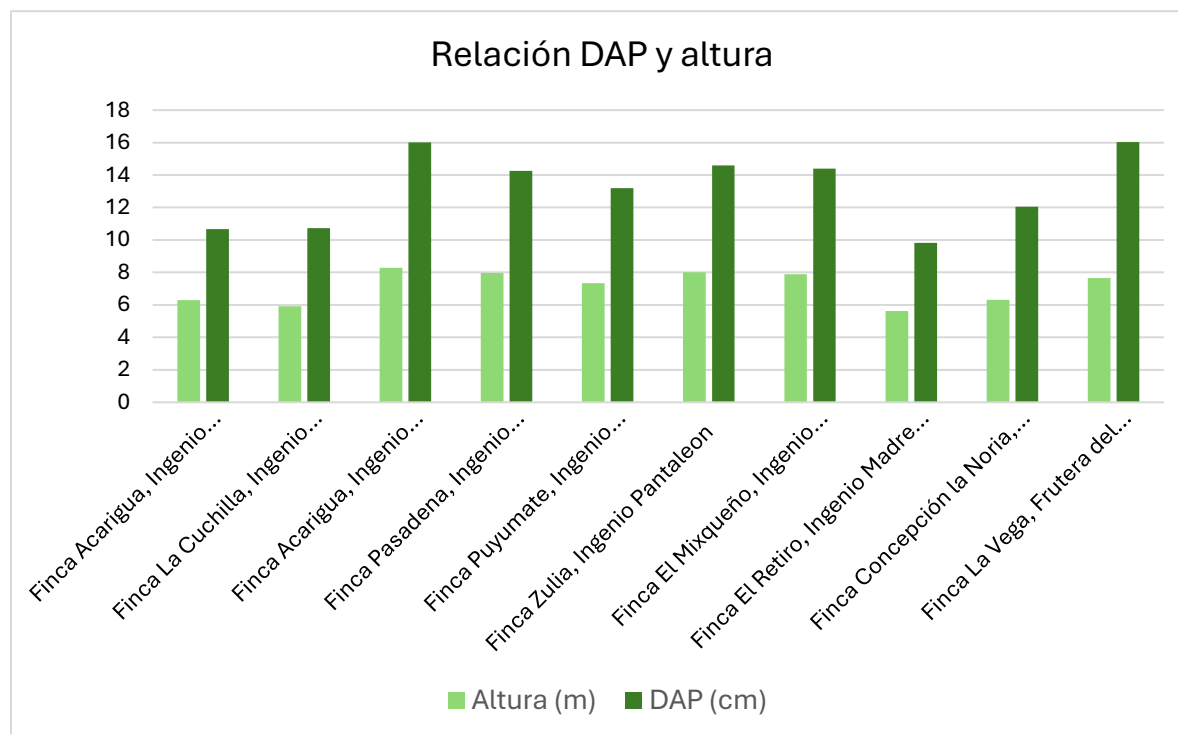
Además, se identificaron variaciones en los distanciamientos utilizados, lo que resultó en densidades diferentes entre las fincas. En el caso de la finca La Cuchilla, gestionada por el Ingenio Magdalena, se emplearon dos tipos de distanciamiento dentro de la misma plantación, lo que explica las diferencias en las densidades iniciales observadas.

Tabla 14. Resultado de las actividades en las fincas involucradas en la restauración del bosque ripario en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

Empresa	Nombre de la Finca	Año de establecimiento	Distanciamiento	Densidad Inicial	Densidad actual	Porcentaje de sobrevivencia	Altura (m)	DAP (cm)
Ingenio Magdalena	Finca Acarigua	2019, 2020	4x4 m	868	770	88.71 %	6.30	10.67
Ingenio Magdalena	Finca La Cuchilla	2017, 2018, 2019, 2020	3x3 m y 4x4 m	1111	1020	91.81 %	5.92	10.72
Ingenio Pantaleon	Finca Acarigua	2017	3.5x3.5 m	816	560	68.63 %	8.29	16.02
Ingenio Pantaleon	Finca Pasadena	2018	3.5x3.5 m	816	760	93.14 %	7.97	14.25
Ingenio Pantaleon	Finca Puyumate	2017, 2018	3.5x3.5 m	816	640	78.43 %	7.34	13.19
Ingenio Pantaleon	Finca Zulia	2017, 2018	3.5x3.5 m	816	580	71.08 %	8.00	14.59
Ingenio Madre Tierra	Finca El Mixqueño	2017, 2018, 2020	4x4 m	625	360	57.6 %	7.89	14.4
Ingenio Madre Tierra	Finca El Retiro	2017, 2019, 2020	3x3 m	1111	1020	91.81 %	5.63	9.83
Ingenio El Pilar	Finca Concepción la Noria	2017, 2018, 2019	4x4 m	625	620	99.20 %	6.32	12.04
Frutera del Pacifico, S.A.	Finca La Vega	2018, 2019	4x4 m	625	490	78.40 %	7.65	16.03

Nota: elaboración propia, 2024.

Figura 15. Relación de diámetro y altura entre fincas del bosque ripario en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja



Nota: elaboración propia, 2024.

En la figura 14, las fincas Acarigua (8.29 m) y Pasadena (7.97 m), administradas por el Ingenio Pantaleon, registraron las mayores alturas promedio. Esto se atribuye al compromiso de la empresa de realizar las reforestaciones dentro del mismo año, a diferencia de las fincas Zulia (8.00 m) y Puyumate (7.34 m), donde el proceso se extendió a dos años, sin embargo, también mostró un desempeño destacado en altura. Ahora bien, las fincas Acarigua (6.30 m) y La Cuchilla (5.92 m), pertenecientes al Ingenio Magdalena, presentaron las alturas más bajas, esta situación se debió a un asesoramiento insuficiente durante el primer año, lo que impactó negativamente el desarrollo inicial de las plantaciones y obligó a extender las actividades de reforestación hasta 2020 para completar las áreas potenciales.

En cuanto a la finca El Retiro (5.63 m) del Ingenio Madre Tierra, el desarrollo de las alturas fue limitado debido a las características arenosas del suelo, que afectaron el

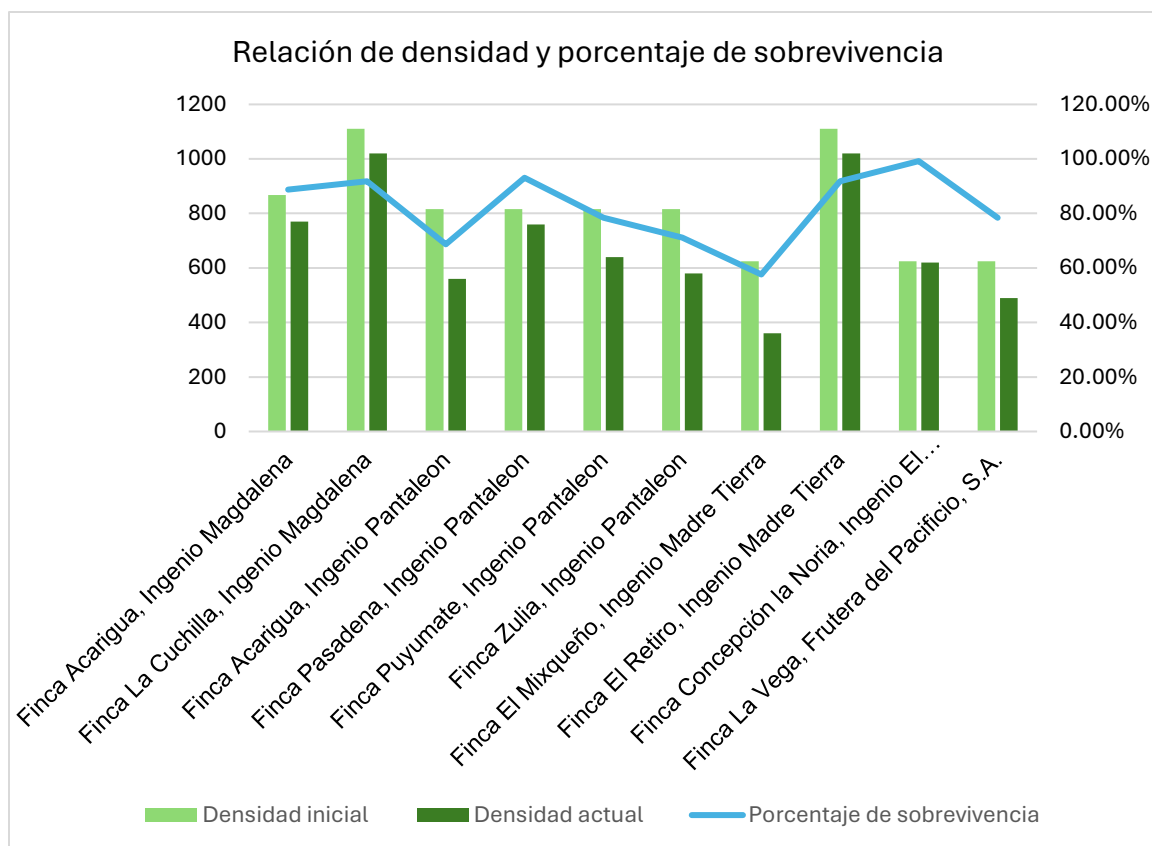
establecimiento de las plantaciones, especialmente de la especie Matilisguate (*Tabebuia rosea*). Ante esta situación, se optó por cambiar de especies y mejorar las condiciones del suelo rellenando los agujeros con cachaza de caña antes de la siembra. Esta técnica permitió que las plantas lograran su desarrollo final.

En cuanto a los diámetros predominantes, la finca La Vega (16.03 cm) de Frutera del Pacífico y las fincas Acarigua (16.02 cm), Zulia (14.59 cm) y Pasadena (14.25 cm) del Ingenio Pantaleon registraron los valores más altos. Esto se atribuye a la aplicación de fertilización durante el desarrollo de las plantaciones. En el caso del Ingenio Pantaleon y finca Concepción la Noria (12.04 cm), se utilizó fertilización directa, mientras que en la finca La Vega se aprovechó el riego destinado a las plantaciones de banano, lo que favoreció significativamente el crecimiento de los árboles.

Por otro lado, las fincas La Cuchilla (10.72 cm) y Acarigua (10.67 cm) del Ingenio Magdalena, así como la finca El Retiro (9.83 cm), registraron los diámetros más bajos, lo que puede estar relacionado con la falta de aplicación de fertilizantes en sus procesos de manejo.

Para finalizar, las plantaciones evaluadas mostraron buen estado fitosanitario en las fincas según tabla no. 14, atribuible al manejo adecuado de plagas y enfermedades durante el proceso de restauración. En el caso de las fincas del Ingenio Madre Tierra, se observó una presencia esporádica y de baja incidencia de plagas, sin repercusiones significativas en el desarrollo de las especies establecidas. En el caso de Ingenio Magdalena implementó medidas de control desde la fase de vivero, asegurando que las plantas adquiridas externamente cumplieran con los estándares de calidad y tamaño requeridos, lo que permitió evitar la necesidad de tratamientos fitosanitarios adicionales.

Figura 16. Relación de las densidades y porcentaje de sobrevivencia en la restauración en el bosque ripario en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja



Nota: elaboración propia, 2024.

Según la figura 15, en cuanto a las densidades, cada empresa determinó los distanciamientos iniciales de las plantaciones bajo criterios internos, lo que explica las variaciones en la cantidad de árboles sobrevivientes. Las fincas Concepción La Noria (99.20 %) del Ingenio El Pilar, Pasadena (93.14 %) del Ingenio Pantaleón, y El Retiro (91.81 %) del Ingenio Madre Tierra presentan los índices de porcentajes más altos de supervivencia, atribuible al acceso restringido a sus áreas, lo que limita la presencia de pobladores locales y reduce actividades ilegales.

Sin embargo, otras fincas han registrado reducciones considerables en la densidad actual de sus plantaciones, atribuibles a eventos de tala ilegal por parte de comunidades cercanas. Tal es el caso de Acarigua (68.63 %) y Zulía (71.08 %) del

Ingenio Pantaleón, así como El Mixqueño (57.60 %) del Ingenio Madre Tierra, que reportan bajas densidades actuales como consecuencia directa de estas actividades ilícitas.

Para mitigar este problema, las fincas, como La Cuchilla (91.81 %) y Acarigua (88.71%) del Ingenio Magdalena, así como Acarigua del Ingenio Pantaleón, han implementado la vigilancia permanente mediante guardabosques. No obstante, en el caso de El Mixqueño, pese a contar con esta medida, la tala ilegal persiste y se suma a problemas adicionales, como la erosión y arrastre de plantaciones por el río, que han afectado significativamente las densidades. Situaciones similares se han observado en la finca Puyumate (78.43 %), donde las condiciones ambientales han influido negativamente en los resultados esperados.

5.2. Estimación de los recursos financieros e inversión necesaria para la implementación de restauración de bosques riparios

La estimación de costos para restaurar bosques de ribera basado en la experiencia en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, fue realizada por medio de dos fases: la primera corresponde al establecimiento donde se consideraron los costos iniciales y costo de mantenimiento.

5.2.1. Estimación de costos por planta producida en vivero de Nueva Concepción, Escuintla

La estimación del costo de la planta se realizó a través del vivero municipal de Nueva Concepción, debido a que fue el lugar donde se produjo la mayor cantidad de las plantas establecidas en la restauración.

El vivero cuenta con un área aproximada de 700 m² y una capacidad de producción anual estimada entre 60,000 y 70,000 plantas. Con base en esta proyección, se determinó la cantidad de materiales necesarios para su establecimiento y

mantenimiento. Cabe mencionar que el costo del terreno no se incluyó en el presupuesto, ya que este es propiedad de la municipalidad, lo cual elimina la necesidad de considerar gastos de alquiler o adquisición. Este factor debe ser evaluado al planificar la instalación de viveros en terrenos privados, donde los costos asociados podrían impactar significativamente el presupuesto.

El vivero de la Nueva Concepción funciona gracias al apoyo del Instituto de Cambio Climático (ICC) ya que brinda recursos anuales importantes y necesarios, que previamente la municipalidad le solicita.

Tabla 15. Costo promedio de la planta considerando infraestructura y sistema de riego

Costo por planta con establecimiento		
Primer año	Descripción	Costo
	Costo del establecimiento del vivero	Q 6,393.25
	Costo por mantenimiento anual del vivero	Q 169,397.06
	Recurso brindado por ICC	Q 54,971.93
	Total	Q 230,762.24
No. de plantas	Descripción	Costo de la planta
65,000	Costo unitario de planta promedio producida año con año	Q 3.55

Nota: elaboración propia, 2024. Las actividades incluidas en cada descripción se encuentran detalladas en el apartado de anexos 4, 7 y 8.

Tabla 16. Costo promedio anual por planta producida, excluyendo infraestructura y sistema de riego

Costo por planta sin establecimiento		
A partir del segundo año	Descripción	Costo
	Costo por mantenimiento anual del vivero	Q 169,397.06
	Recurso brindado por ICC	Q 54,971.93
	Total	Q 224,368.99
No. de plantas	Descripción	Costo
65,000	Costo unitario de planta promedio producida año con año	Q 3.45

Nota: elaboración propia, 2024. Las actividades incluidas en cada descripción se encuentran detalladas en el apartado de anexos 7 y 8.

Durante el primer año, el costo unitario por planta fue de Q3.55, influenciado por la inversión inicial en infraestructura y el sistema de riego del vivero, diseñado para producir aproximadamente 65,000 plantas. A partir del segundo año, este costo se redujo a Q3.45 por planta, lo que generó un ahorro de Q0.10 por unidad, equivalente a Q 6,500.00 anuales para el total de producción. Esta disminución refleja la amortización de los costos iniciales, ya que la infraestructura y el sistema de riego fueron diseñados para perdurar y soportar futuros proyectos. La inversión inicial de Q 6,393.25 demuestra ser rentable al reducir los costos operativos en años posteriores, optimizando recursos para la producción continua de plantas.

El costo de las plantas producidas en el vivero del municipio de Nueva Concepción fue diseñado para ser accesible y sostenible. Durante el primer año, Ingenio Magdalena adquirió las plantas a un precio promedio de Q5.00 por unidad, lo que representó un costo elevado considerando la cantidad requerida para las áreas reforestadas. Por su parte, Ingenio Pantaleon también adquirió plantas de proveedores externos a precios que oscilaban entre Q3.50 y Q3.65 por unidad, lo que motivó hacer uso del vivero de Nueva Concepción para reducir costos en la reforestación, mediante la donación de plantas a las empresas participantes. Esta iniciativa exigió el compromiso de las

empresas para garantizar el adecuado mantenimiento de las plantaciones, dado que el vivero representó una inversión significativa para asegurar una producción suficiente de plantas destinada a la restauración.

5.2.2. Estimación de costos por establecimiento y mantenimiento para la restauración en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

El costo financiero estimado para la restauración se calculó en fases: la primera incluyó el establecimiento, que abarcó actividades como la remoción de cultivos agrícolas y labores culturales. En la segunda fase, estas actividades ya no se consideraron, ya que estaban enfocadas únicamente en el mantenimiento.

La estimación del costo para restaurar bosques de ribera fue descrita por los arreglos espaciales que cada finca adoptó en la implementación de las actividades culturales.

Tabla 17. Estimación de costos para el establecimiento y mantenimiento en plantaciones con distanciamiento de 3x3 metros

Estimación de costos de inversión para bosques de ribera		
Arreglo espacial de (1,111 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
Primer año	Costo de restauración con establecimiento	Q 33,834.54
A partir del segundo año	Costo de restauración sin establecimiento	Q 17,081.95

Nota: elaboración propia, 2024. Las actividades incluidas en cada descripción se encuentran detalladas en el apartado de anexo no. 10.

Tabla 18. Estimación de costos para el establecimiento y mantenimiento en plantaciones con distanciamiento de 3.5x3.5 metros

Estimación de costos de inversión para bosques de ribera		
Arreglo espacial de (816 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
Primer año	Costo de restauración con establecimiento	Q 32,787.29
A partir del segundo año	Costo de restauración sin establecimiento	Q 16,064.20

Nota: elaboración propia, 2024. Las actividades incluidas en cada descripción se encuentran detalladas en el apartado de anexos no. 10.

Tabla 19. Estimación de costos para el establecimiento y mantenimiento en plantaciones con distanciamiento de 4x4 metros

Estimación de costos de inversión para bosques de ribera		
Arreglo espacial de (625 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
Primer año	Costo de restauración con establecimiento	Q 32,109.24
A partir del segundo año	Costo de restauración sin establecimiento	Q 15,405.25

Nota: elaboración propia, 2024. Las actividades incluidas en cada descripción se encuentran detalladas en el apartado de anexo no. 10.

El análisis de costos por distanciamiento evidenció que el arreglo espacial tuvo una influencia directa en el presupuesto necesario para la restauración.

El distanciamiento de 3x3 metros (1,111 árboles/hectárea) presentó la mayor densidad y los costos más elevados. Sin embargo, esta configuración permitió establecer

un mayor número de árboles por hectárea, lo cual fue beneficioso en áreas prioritarias donde se buscaba maximizar la cobertura vegetal en el menor tiempo posible. Por ejemplo, las fincas El Retiro, del Ingenio Madre Tierra, y La Cuchilla, del Ingenio Magdalena, ambas con 1,020 árboles/hectárea y una tasa de sobrevivencia del 91.81 %, lograron mantener densidades altas gracias a un manejo forestal adecuado, a pesar de los costos iniciales y de mantenimiento superiores.

En contraste, el distanciamiento de 3.5x3.5 metros (816 árboles/hectárea) representó un costo intermedio, como en la finca Pasadena, del Ingenio Pantaleon, que registró 760 árboles/hectárea y una sobrevivencia del 93.14 %. Sin embargo, diferencias en las prácticas y condiciones resultaron en una menor densidad en la finca Zulía, con solo 580 árboles/hectárea y un 71.08 % de sobrevivencia. Aunque los costos iniciales (Q 32,787.29) y de mantenimiento (Q16,064.20) fueron menores en comparación con el arreglo de 3x3 metros, la ausencia de técnicas adecuadas podría incrementar las pérdidas, afectando la viabilidad de la inversión.

Por último, el arreglo de 4x4 metros (625 árboles/hectárea) presentó los costos más bajos debido a su menor densidad inicial. A pesar de esto, requería un mantenimiento riguroso para garantizar la cobertura vegetal y la persistencia de las plantaciones. Por ejemplo, la finca Concepción la Noria alcanzó una sobrevivencia del 99.20 % con 620 árboles actuales gracias a la implementación de actividades culturales y silviculturales efectivas. En contraste, la finca El Mixqueño, del Ingenio Madre Tierra, mostró una significativa reducción en densidad, con solo un 57.60 % de sobrevivencia, lo que limitó el éxito de la inversión, pese a sus menores costos iniciales (Q 32,109.24) y de mantenimiento (Q 15,405.25).

En todos los casos, los costos de mantenimiento a partir del segundo año se redujeron a aproximadamente la mitad de los costos de establecimiento, reflejando el impacto económico de las actividades iniciales como la preparación del suelo y la siembra. Estos resultados resaltan la importancia de adaptar los arreglos espaciales y

estrategias de manejo a las condiciones específicas del sitio y los objetivos de restauración para maximizar la efectividad de la inversión.

5.3. Procesos de gestión y coordinación efectiva para la gobernanza del recurso hídrico

5.3.1. Gestión y coordinación del sector comunitario

El sector comunitario fue el actor principal para el inicio de una gobernanza, debido a que gracias a sus intervenciones se pudo formalizar el diálogo mediante la implementación de la Mesa Técnica.

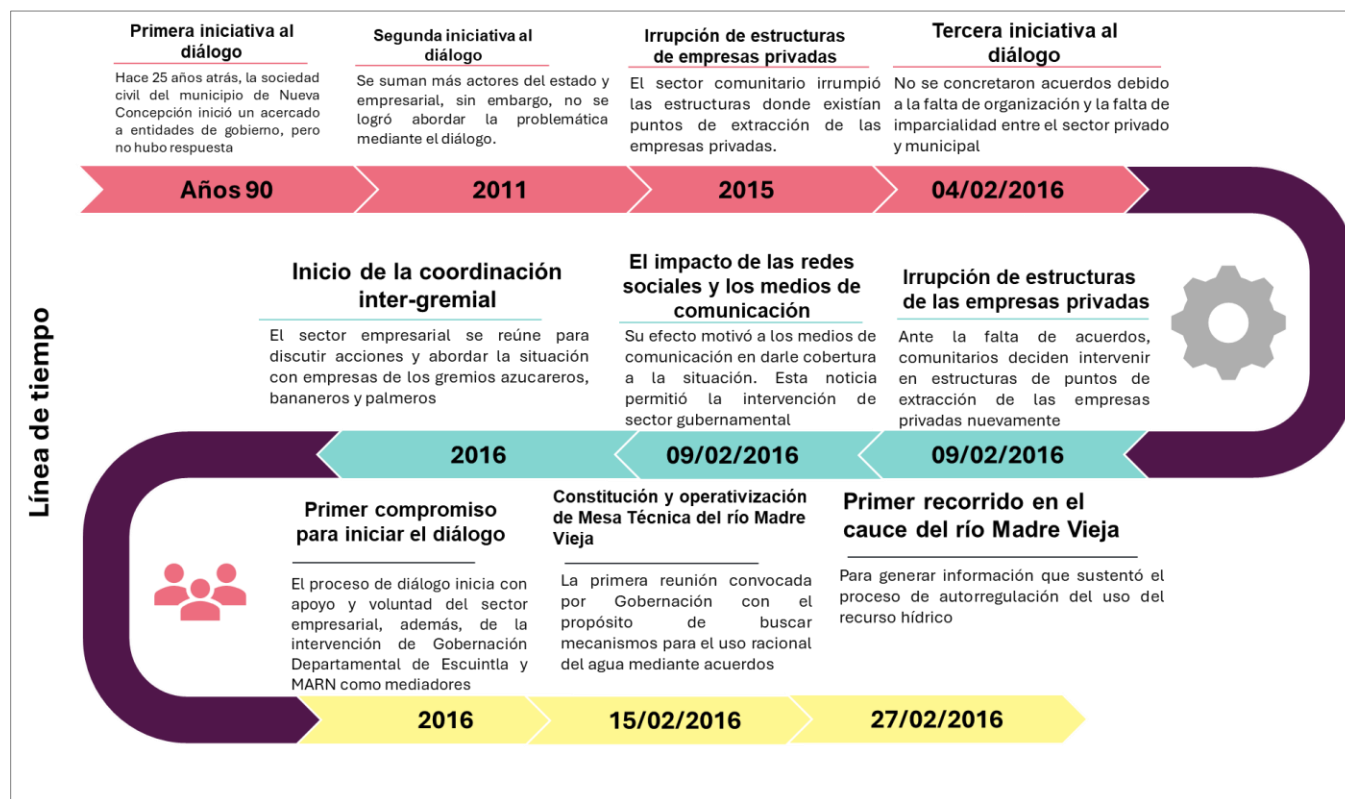
Debido a varios intentos de diálogo con el sector gubernamental y empresarial en busca de soluciones con respecto a la falta del recurso hídrico en la desembocadura, se vieron en la necesidad de irrumpir zonas de extracción que algunas empresas poseían en función del riego para los cultivos, debido a estas actividades el sector inter-gremial inicia un diálogo interno previo a atender el llamado de la comunidad.

5.3.1.1. El impacto de las redes sociales y los medios de comunicación

Tanto comunitarios como personal de las diferentes entidades que formaron parte de las actividades de intervención en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, expresaron que el uso de las redes sociales y los medios de comunicación fueron punto clave debido a que las acciones de manifestaciones e inconformidades de los comunitarios fue un paso importante para levantar la voz y que las autoridades competentes se unieran al mismo propósito, que fue la recuperación del río logrando que desembocara en el mar.

A través de las redes sociales, diversos sectores de la población expresaron su descontento y exigieron a las entidades gubernamentales competentes que priorizaran el tema del agua. Como respuesta, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) asumió el liderazgo para iniciar los procesos respectivos.

Figura 17. Línea de tiempo de la gestión y coordinación del sector comunitario



Nota: Argueta, L., 2024

5.3.2. Gestión y coordinación del sector gubernamental

Ante la percepción de inequidad en el manejo del conflicto entre la municipalidad de Nueva Concepción y el sector empresarial, la Gobernación de Escuintla y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) asumieron el rol de mediadores, con el objetivo de facilitar un proceso de diálogo que permitiera escuchar las peticiones y explorar posibles soluciones a los acontecimientos.

La Procuraduría de los Derechos Humanos (PDH), participó en los procesos de recuperación del recurso hídrico como un ente imparcial al mantener el orden entre los distintos sectores debido al proceso de debates o discusiones del tema, al fomentar las buenas relaciones intersectoriales, pues todos se alinearían al mismo propósito.

A través de los años, la Mesa Técnica retomó fuerza al integrarse más actores, debido a esto, el Instituto Nacional de Bosques (INAB) brinda un informe certificado del avance de las restauraciones implementadas en el bosque de ribera y oficializando la cantidad de hectáreas restauradas.

5.3.2.1. Integrantes de la comisión técnica

El propósito de la conformación de la comisión técnica es poder inspeccionar, generar y ordenar el uso racional del agua, pues cada actor brinda recurso para recabar información que permita cumplir con el propósito asignado. Esta comisión se estableció de carácter permanente la cual está conformada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Gobernación de Escuintla, Municipalidades, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), Coordinación Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC).

5.3.3. Gestión y coordinación del sector empresarial

El sector empresarial discutió sobre las acciones para abordar la situación, resaltando los acuerdos que permitirían contribuir a la solicitud de las comunidades que fue conservar el agua en su cauce, así como coordinar un ente imparcial en el proceso de diálogo.

5.3.3.1. Participación de Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático – ICC

El papel que asume el Instituto de Cambio Climático (ICC) durante el establecimiento de la Mesa Técnica es importante debido a que brindó asesoramiento técnico-científico, además de propiciar la interconexión entre entidades públicas, el sector empresarial y el sector civil.

5.3.3.2. Insumos proporcionados por el sector empresarial

El sector privado con el apoyo del Instituto de Cambio Climático (ICC) gestionó y financió el uso de drones para generar información geoespacial a través de imágenes aéreas y así identificar las áreas potenciales para lograr restaurar el bosque de ribera.

5.3.3.3. Inicio del proyecto de sistema de información de los ríos de la costa sur de Guatemala (SISMARSUR)

El sistema de información de los ríos de la costa sur de Guatemala es administrado por el Instituto de Cambio Climático (ICC) desde el 2016, este proyecto da inicio con una inversión aproximada de 2.8 millones de quetzales anuales y es financiado por el sector privado como parte de los compromisos y cumplimientos ante la Mesa Técnica, generando información actualizada y confiable sobre el estado de los ríos y así coordinar el uso racional del recurso hídrico en cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021, el cual en el año 2021 entra como vigor para “Promover la protección y conservación de cuencas hidrográficas de la Republica de Guatemala”

5.3.3.4. Cambio en el sistema de riego de las empresas agroindustriales

Las empresas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja como parte de los compromisos establecidos, realizaron un cambio en el sistema del riego para un manejo adecuado del recurso, haciendo eficiente el riego en los cultivos y contribuyendo a mantener el cauce del río hasta la desembocadura

Figura 18. Modificación del sistema de riego utilizado por las empresas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja



Nota: elaboración propia, 2024.

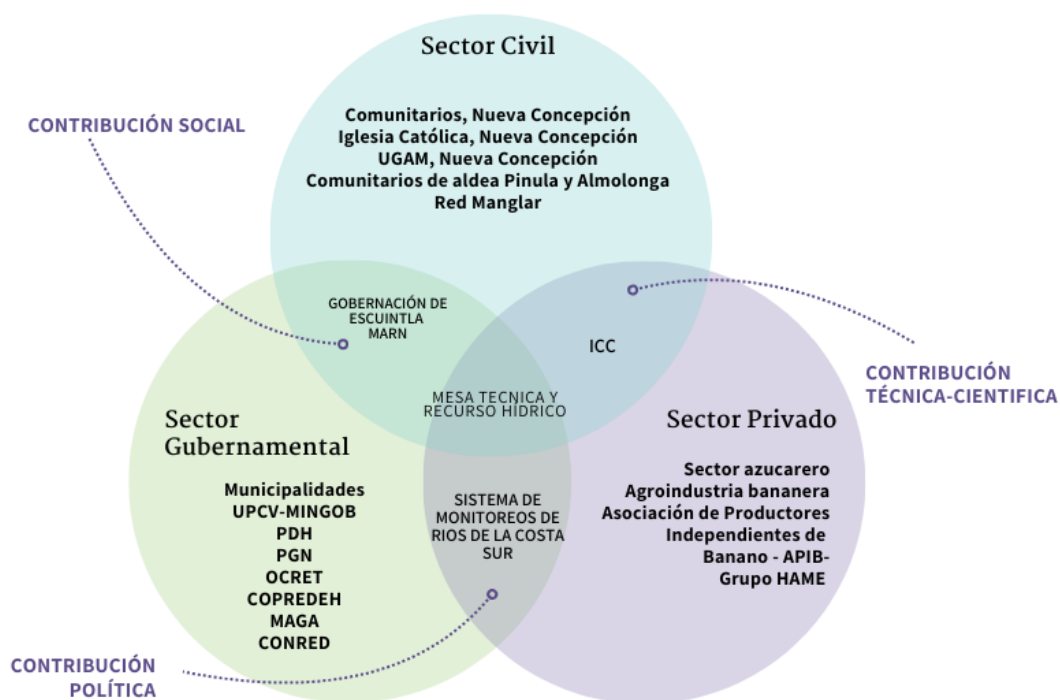
5.3.4. Síntesis de logros establecidos mediante la conformación de la mesa técnica

La conformación de la Mesa Técnica marcó un punto de inflexión en los esfuerzos por recuperar el cauce del río Madre Vieja hasta su desembocadura, especialmente durante las épocas secas. Antes de este mecanismo, el diálogo entre las comunidades locales, el sector privado y el gubernamental era limitado. La Mesa Técnica facilitó la cooperación intersectorial, consolidando una estrategia conjunta que resultó en importantes avances.

Entre los logros más destacados se encuentra la restauración de 245.16 hectáreas del bosque de ribera en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja, un hito alcanzado gracias al compromiso y la participación progresiva de actores clave del sector privado, público y gubernamental. Este esfuerzo coordinado no solo benefició a las

comunidades, sino que también fortaleció la gestión integral de los recursos naturales en la región. Las entidades involucradas en este proceso se presentan en la siguiente figura.

Figura 19. Síntesis de la conformación de la Mesa Técnica y la gestión del recurso hídrico según los sectores involucrados



Nota: ICC, 2017

La conformación de la Mesa Técnica ha promovido una amplia colaboración entre diversas entidades, integrando tanto al sector civil como a actores públicos y privados. El involucramiento del sector civil, particularmente de las comunidades locales que viven en las zonas más afectadas, ha sido fundamental, ya que son quienes experimentan directamente los impactos socioambientales. Para mantener esta sinergia, el Instituto de Cambio Climático (ICC) ha desempeñado un papel clave como enlace entre los participantes, ofreciendo apoyo técnico y facilitando la interacción con redes de manglares, municipalidades y comunitarios.

Además, la Mesa Técnica ha contribuido a que el sector privado acelere compromisos socioambientales mediante iniciativas como el sistema de monitoreo de ríos de la Costa Sur. Este sistema genera información científica precisa sobre 28 ríos en 11 cuencas hidrográficas que desembocan en el Océano Pacífico guatemalteco, permitiendo un análisis detallado de las fluctuaciones hídricas durante las épocas seca y lluviosa. Esta herramienta ha fortalecido la toma de decisiones en comités de usuarios, comités técnicos y las propias Mesas Técnicas, apoyando una gestión integral del recurso hídrico.

Gracias a esta colaboración intersectorial, se han alcanzado importantes logros que no solo abarcan la recuperación del río y la restauración del bosque ripario, sino también la creación de una estructura sólida para la comunicación y el trabajo conjunto en beneficio ambiental, social y económico. Entre los principales avances destacan:

- Conformación de la Mesa Técnica y Comités Técnicos.
- Recuperación del río en la desembocadura durante la época seca.
- Restauración de bosques ribereños.
- Implementación de un sistema de monitoreo en la cuenca baja.
- Uso racional del agua entre usuarios identificados.
- Cambios en los sistemas de riego implementados por el sector empresarial.
- Cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 19-2021 para la protección y conservación de cuencas hidrográficas.
- Incorporación de nuevos actores en la Mesa Técnica.
- Inclusión de las partes media y alta de la cuenca en los esfuerzos de restauración.
- Programas de reforestación liderados por el sector empresarial en nuevas áreas

VI. Conclusiones

1. Las técnicas y el manejo forestal aplicadas en la restauración del bosque ripario incluyeron prácticas culturales y silviculturales, tales como remoción de maleza, riego, reposición de plantas, plateo, control fitosanitario, e implementación de rondas contra incendios con asistencia técnica especializada.
2. La estimación del recurso financiero e inversión para la restauración de bosques de ribera contempló costos de plantas subsidiadas por el ICC y la municipalidad de Nueva Concepción Escuintla, en Q 3.55 por unidad durante el primer año y Q 3.45 a partir del segundo año. Los costos totales de establecimiento y mantenimiento fueron de:
 - Q 33,834.54 y Q 17,081.95 para un arreglo espacial de 1,111 árboles/ha
 - Q 32,787.29 y Q 16,064.20 para 816 árboles/ha
 - Q 32,109.24 y Q 15,405.25 para 625 árboles/ha
3. La gestión y coordinación del proceso de gobernanza del recurso hídrico se desarrolló de forma colaborativa, permitiendo la restauración de más de 245.16 hectáreas de bosque ripario y la recuperación del río Madre Vieja. Participaron instituciones gubernamentales como el MARN, la Gobernación Departamental de Escuintla, el INAB, la PDH, el ICC, y fincas privadas involucradas en las acciones de restauración.
4. La experiencia del proceso de restauración de bosque ripario y gobernanza en recurso hídrico evidenció una experiencia integral, colaborativa y sostenida en el tiempo. Este proceso permitió no solo recuperar el caudal del río hasta su desembocadura, sino también establecer mecanismos permanentes de gobernanza del agua, conservación ambiental y resiliencia territorial en la cuenca.

VII. Recomendaciones

1. Incluir actividades de podas y raleos en los planes de manejo forestal de futuros proyectos en áreas fuera de la franja de 25 metros de protección, conforme a la normativa vigente. Estas prácticas favorecerán una mayor competencia entre individuos arbóreos, optimizando su desarrollo estructural y fisiológico.
2. Optar por arreglos espaciales menos densos, como distanciamientos de 4 x 4 metros, se reduce la cantidad de árboles requeridos por hectárea, lo que disminuye los costos de establecimiento. Se recomienda implementar estrategias rigurosas de mantenimiento y monitoreo continuo para mitigar la pérdida de cobertura y garantizar la supervivencia de las plantaciones.
3. Se recomienda ampliar la composición de la Mesa Técnica, incorporando representantes de entidades gubernamentales, comunidades y sector privado de las partes alta y media de la cuenca del río Madre Vieja. Esta inclusión fortalecerá la conectividad ecológica del corredor biológico y mejorará la gestión integrada del recurso hídrico en toda la cuenca.
4. Replicar el modelo de gobernanza implementado en la cuenca del río Madre Vieja en otras cuencas, fortaleciendo la coordinación multisectorial y promoviendo la participación de comunidades locales.

VIII. Referencias

- Acosta, L. A. (2005). *Guía práctica para la sistematización de proyectos y programas de cooperación técnica. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.*
https://www.formacionays.info/wp-content/uploads/2015/10/8.Guia_practica_sistematizacion.pdf
- Aldana, R. F., y Urarte, J. A. (1991). *Los bosques de ribera de la Rioja.*
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/110252.pdf>
- Cabrera Méndez, M. (2010). *Introducción a las fuentes de información.*
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7580/introduccion%20a%20las%20fuentes%20de%20informaci%c3%83%c2%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Faustino, J. y Jiménez, F. (2000). *Manejo de cuencas hidrográficas.*
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8431/Manejo_de_cuencas_hidrograficas.pdf?sequen
- Gómez, M. (1996). *Costos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Costa Rica* (282).
https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=NiYOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=analisis+de+costos+por+hectarea+en+plantaciones&ots=rx_l9-J2Kq&sig=rsliFUBV-iTjHrnSfBuid5PBB1g#v=onepage&q=analisis%20de%20costos%20por%20hectarea%20en%20plantaciones&f=true
- González, L. C., y Carrillo, A. T. (2010). *La sistematización como experiencia investigativa y formativa.* <https://ayudacontextos.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/04/lola-cendales-y-alfonso-torres.pdf>
- Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático. ICC. (2015). *Estudio hidrológico de la cuenca del río Madre Vieja.* <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2023/03/075.pdf>
- Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático. ICC. (2023). *Síntesis del sistema de información de los ríos de la Costa Sur de Guatemala: promedios de caudales*

comparativos en la temporada seca de los años 2017-2023. <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2023/03/212.pdf>

Instituto Nacional de Bosque. INAB. (2001). *Manual de procedimientos para el seguimiento y evaluación de plantaciones beneficiarias del programa de incentivos forestales del instituto Nacional de bosques –INAB-.* http://ppm.inab.gob.gt/docs/metodologia_ppm_plantaciones.pdf

Instituto Nacional de Bosque. INAB. (2017). *Conceptos generales sobre restauración del paisaje forestal, guía para su implementación en Guatemala.* <https://restauracionforestal.inab.gob.gt/images/biblioteca/documentos-generales/Conceptos%20Generales%20sobre%20restauracion%20del%20paisaje%20forestal.pdf>

Irungaray, G. E., Monzón, J. C., Ibarra, R. E., Cabrera, G. A., y Ruano, J. G. (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar.* <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=3mVMEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=ecosistemas+de+guatemala+basado+en+el+sistema+de+clasificacion&ots=tgzQKlpkrZ&sig=a3BMsl7-nG5AAAIIDpVSnX57FNvQ#v=onepage&q=ecosistemas%20de%20guatemala%20basado%20en%20el%20sistem>

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Municipio de Nueva Concepción Escuintla 2019 - 2032. (2019). Concejo Municipal de Desarrollo de Nueva Concepción https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/05/513_PDM_OT_NUEVA_CONCEPCION.pdf#:~:text=nte:%20Elaboraci%C3%B3n%20SEGEPLAN%202018.%20V.%20MODELO

Plan de Desarrollo Tiquisate, Escuintla. (2019). Concejo Municipal de Desarrollo de Tiquisate. https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/506_PDM_OT_TIQUISATE.pdf

Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, Municipio de Patulul, Suchitepéquez 2019 - 2032. (2019). Consejo Municipal de Patulul. https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/07/1014_PDM_OT_PATULUL_SUCHITEPEQUEZ.pdf

Pereyra, L. C., y Marcos, V. (2021). *El diseño de muestreo.* https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/156720/CONICET_Digital_Nro.765f1689-fa9b-4347-bf51-55265c8d3477_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Tax, M. (2017). *Sistematización de la Experiencia de las Mesas Técnicas de los ríos Madre Vieja y Achiguate en el departamento de Escuintla.* <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2023/03/065.pdf>

Taylor, S. J., y Bogdan, R. (2008). *La entrevista en profundidad. Métodos cuantitativos aplicados.* https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34912704/LECTURA_DE_EVERTSON-libre.pdf?1411935571=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLECTURA_DE_EVERTSON.pdf&Expires=1726612574&Signature=aEdRIhLgRK~Xt8tQAqIWRytWY-7BKXn49VSxoAqNx8MUGmRoU~m4X2pRt9dxET

Unday, D. E., y Valero, J. A. (2017). *Sistematización de experiencias como método de investigación.* *Gaceta médica espirituana.* <https://www.medigraphic.com/pdfs/espirituana/gme-2017/gme172c.pdf>

URL, FCAA, IARNA, e IIA. (2006). *Estado del uso de la tierra y ordenamiento territorial en Guatemala: documento técnico del perfil ambiental de Guatemala.* <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=41032>

Vásquez-Grandón, A., Donoso, P. J., y Gerding, V. (2018). *Silvicultura en bosques nativos Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos*.

https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/174736/Donoso_et al_2018_libro_Silvicultura_Bosques_Nativos.pdf?sequence=1#page=196

Zamudio, C. (2012). *Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos*.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/71375/36284-151118-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Vo. Bo. Lcda. Téc., en CID. Ana Teresa Cap Yes
Bibliotecaria CUNSUROC



IX. Anexos

1. Guía para Entrevista a Empresas Involucradas



Guía de entrevista sobre la restauración forestal

(dirigida a empresas involucradas)

Gracias por participar en esta entrevista sobre la restauración forestal en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja. Las respuestas ayudarán a comprender mejor las percepciones y opiniones de los participantes en relación con este importante tema. Por favor, responda las siguientes preguntas con sinceridad y precisión.

Fecha: _____ Lugar: _____
 Empresa/comunidad: _____
 Nombre: _____
 Cargo: _____

1. ¿Cuál es la procedencia de las plantas o semillas utilizadas durante la restauración?

- a) Compra a proveedores
- b) Mediante vivero forestal propio
- c) Donación de alguna organización o institución. Cuál: _____
- d) Otro: _____

2. Respecto a la procedencia de plantas conteste las siguientes preguntas

2.1. ¿Cuál fue la presentación de las plantas?

- a) Semillas
- b) Planta en bolsa
- c) Bandejas
- d) ~~Tubetes~~
- e) Otros: _____

2.1. ¿Cuentan con un proceso establecido para la selección de plantas de calidad o buena procedencia?

- a) Inspección visual o aspecto
- b) Procedencia de proveedores confiables
- c) Semillas certificadas
- d) Otros: _____



3. Con respecto a las técnicas establecidas en el manejo forestal

3.1. ¿Qué método de trazado emplearon para la siembra?

- a) Trazado manual
- b) Trazado con equipo de medición
- c) Trazado con GPS
- d) Otro: _____

3.2. ¿Qué técnicas utilizaron para el ahoyado?

- a) Uso de pico
- b) Uso de pala dúplex
- c) Uso de maquinaria pesada
- d) Otros: _____

3.3. ¿Qué sistema de plantación y distanciamiento utilizaron durante el proceso de restauración?

- a) 4x4 m al tresbolillo
- b) 3x3 m al tresbolillo
- c) 4x4 m al cuadro
- d) 3.5x3.5 m al cuadro
- e) Otro: _____

3.4. ¿Cómo llevaron a cabo las labores de limpieza del terreno antes de la siembra?

- a) Manual
- b) Utilizando maquinaria agrícola
- c) Herbicida
- d) Otro: _____

3.5. ¿Cómo llevaron a cabo las labores de limpieza del área reforestada?

- a) Manual
- b) Utilizando maquinaria agrícola
- c) Herbicida
- d) Otro: _____



3.6. ¿Aplicaron algún tipo de manejo del suelo para mejorar su calidad y fertilidad?

- a) Incorporación de materia orgánica (compost, estiércol)
- b) Uso de abonos químicos
- c) Otros: _____

3.7. ¿Aplicaron fertilizantes durante el proceso de mantenimiento de la restauración?

- a) Si, aplicación orgánica
- b) Si, aplicación química
- c) No aplicaron
- d) No estoy seguro/a

3.8. ¿Con qué frecuencia realizaron labores de limpieza durante el proceso de restauración?

- a) Una vez por semana
- b) Cada dos semanas
- c) Una vez al mes
- d) Según fuera necesario, sin un intervalo fijo
- e) No se realizaron labores de limpieza
- f) Otro: _____

3.9. ¿Qué acciones tomaron si algunas plantas no se desarrollaban según lo esperado?

- a) Volvieron a sembrar la planta
- b) Cambiaron de especie
- c) No tomaron ninguna acción
- d) Otro: _____

3.10. ¿Qué medidas implementaron para el control y prevención de plagas y enfermedades?

- a) Aplicación de productos fitosanitarios
- b) Introducción de agentes biológicos
- c) otros: _____



3.11. Podría mencionar que tipo de plagas o enfermedades se presentaron en el proyecto y ¿Cómo llevaron a cabo el manejo de este?

4. Antes del conflicto del río Madre Vieja

4.1. ¿Realizaban monitoreo o medición del caudal del río?

a) Si

b) No (Si la respuesta es No pasar a la 4.2)

4.1.1. ¿Cómo realizaban el monitoreo del caudal?

4.2. ¿Qué método de riego utilizaba para su cultivo?

4.4. ¿Qué acciones tomaban cuando disminuía el caudal del río?

5. Después de implementar el sistema de monitoreo de ríos

5.1. Actualmente, ¿cómo realizan el monitoreo o medición del caudal del río?

5.3. ¿Cuál fue el impacto de la regulación del caudal asignado en la productividad y eficiencia de la empresa?

5.4. ¿Qué medidas tomaron para asegurarse de que no excedieran el caudal asignado y cumplieran con las regulaciones establecidas?

5.5. ¿Fueron necesarios ajustes en las prácticas operativas de su empresa para adaptarse al caudal asignado? En caso afirmativo, ¿cuáles fueron estos ajustes y cómo afectaron la operación?

5.6. ¿Cómo ajustan el cálculo de riego (lámina y frecuencia) en función de cambios en las condiciones ambientales o necesidades específicas de los cultivos cuando el caudal disminuye?

5.7. Considera que la producción/rendimiento por hectárea ha aumentado, se ha mantenido o ha disminuido. Si aumentó o disminuyó, ¿en qué porcentaje?

5.8. Más allá de los beneficios económicos y la producción agrícola. ¿Qué otros beneficios consideran que se han obtenido con la regulación del caudal del río?



6. Información sobre áreas restauradas

6.3. ¿Cuál fue el número total de árboles plantados en las áreas restauradas durante el proceso de restauración y las especies utilizadas?

6.3. ¿Cuál fue el número total de jornales invertidos en el proceso de restauración? Además, ¿Saber si participaron estudiantes, miembros de la comunidad o entidades gubernamentales durante esta fase?

6.4. ¿Podría estimar el costo de la mano de obra asociado con las técnicas empleadas en la restauración, como la limpieza, trazado, ahoyado y reforestado por una hectárea?

3. Cotizaciones en ferreterías y agroinsumos para validación de datos en campo

Constructora DON PEPE

Ferretería y Distribuidora
Pacific Center

COTIZACIÓN

No. 01 37

Fecha: 27 de Agosto de 2024

Sr. LISBETH ARGUETA

Estimado Sr.: LISBETH ARGUETA

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO	TOTAL
02505	14.00	TUBO PVC 3/4 250 PSI. ✓	21.00	294.00
02298	6.00	TEE 2 LISA PVC. ✓	11.00	66.00
01995	6.00	REDUCIDOR LISO 1" 3/4 PVC. ✓	3.50	21.00
00710	7.00	CODO 3/4 G/90 PVC. ✓	3.00	21.00
02307	28.00	TEE 3/4 LISA PVC. ✓	3.00	84.00
00696	4.00	CODO 2 G/90 PVC. ✓	8.00	32.00
04753	3.00	TUBO PVC 2 80 PSI.	40.00	120.00
01768	1.00	PEGAMENTO P/PVC 1/4 TANGIT 950ml.	185.00	185.00
03110	1.00	DEPOSITO 450 LTS. ROTOPLAS.	921.00	921.00
04650	1.00	ALAMBRE ESPIGADO CAPORAL.	175.00	175.00
04906	1.00	CARRETA ESPECIAL P/CONSTRUCCION TRANSMETAL.	315.00	315.00
Dos mil doscientos treinta y cuatro quetzales 00/100			TOTAL: Q	2,234.00

Observaciones:

FERRETERIA Y DISTRIBUIDORA PACIFIC CENTER
CALZADA CENTENARIO 3-45 Zona 2 SUCHITEPEQUEZ MAZATENANGO
TELEFAX: 78726383 -

PROFORMA - COTIZACION No. 732

FECHA: 26 / ago. / 2024

CLIENTE: LISBETH ARGUETA

DIRECCION: CF

VENDEDOR: CRISTY

NIT: CF

TEL:

CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO	SUBTOTAL
1.00	17117	MOTOBOMBA A GASOLINA 3"X3" 7 HP TRUPER	1,700.00	1,700.00
14.00	TUB3/4	TUBO PVC DE 3/4"	24.00	336.00
35.00	20055	ASPIERSOR PLASTICO C/ESTACA PRETUL	24.00	840.00
6.00	TEPVC2	TEE PVC 2" LISA	45.00	270.00
6.00	304207	REDUCIDOR PVC 1"X3/4"	4.00	24.00
28.00	T3/4	TEE PVC 3/4" LISA	2.00	56.00
1.00	COD3/4	CODO PVC 3/4" LISO	5.00	5.00
4.00	COD2PVC	CODO PVC 2" LISO	30.00	120.00
3.00	TUB2	TUBO PVC DE 2"	130.00	390.00
1.00	TAN1659182	TANGIT DE 1/4	250.00	250.00
1.00	01-361	ALAMBRE ESPIGADO 400 VARAS VAQUERO	300.00	300.00
40.00	NYLO-N	NYLO NEGRO GRUESO #72	10.00	400.00
1.00	NS-16	BOMBA P/FUMIGAR T/MOCHILA 16LTS PROSUPER	300.00	300.00
1.00	PALH-R	PALA REDONDO HALCON	60.00	60.00
1.00	18473	TIJERA P/ PODAR TRUPER	110.00	110.00
1.00	RAV	RASTRILLO 14 DIENTES CAIMAN	40.00	40.00
1.00	11777	CARRETA PLAST LIGERA INFL. TRUPER	400.00	400.00
1.00	127C22	MACHETE COLIMA VECAINO #22	35.00	35.00
1.00	4091-LIM	LIMA BELLOTA ESPAÑOLA	12.00	12.00
** CINCO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y OCHO QUETZALES **			TOTAL:	5,648.00

Ferretería la Bendición

FACTURA

NO CONTABLE

Guatemala, 27 de Agosto de 2024

NOMBRE: Lisbeth Argueta

DIRECCION: Escuintla

EXTENDIDA POR: Ferreteria la Bendición

CANT.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Motora de agua 3"	755.00	755.00
35	Microaspiradoras bajo presión		
20-40			
14	tubos pvc 3/4	420.00	420.00
6	tee 2"	18.00	108.00
6	reducidor 1-3/4	21.00	126.00
7	codo 3/4	21.00	147.00
28	tee de 3/4	84.00	2352.00
4	codo pvc 2"	40.00	160.00
3	tubo 2"		
1	Pegamento tangit 1/4	155.00	155.00
1	Rotoplast 400 lt		
1	Alambre espigado p/cercos Pardo	290.00	290.00
40	metros nylon	440.00	17600.00
20	mts. seson para sombra		
1	Bomba para fumigar gal		
1	Pala	45.00	45.00
1	Acadon	90.00	90.00
1	Tijera podadora	45.00	45.00
1	Rastrillo con cabo de metal	40.00	40.00
1	Machete Vizcaino	35.00	35.00
1	Lima afilar	12.00	12.00
TOTAL EN LETRAS			
TOTAL Q.			

Hiper Centro

HIPER CENTRO

Hiper Centro
P.O. 2224-6555
correo: info@hipercentro.com
NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA

Documento No. 1239
NUEVA CONCEPCION

COTIZACIÓN

NOMBRE: LISBETH ARGUETA

EMAIL: LISBETHARGUETA@GMAIL.COM

Telefono: 818 4561

NIT: CF

Atencion: FERNANDO COYOY

Referencia:

Vigencia de Precio: 7 Días

Condiciones de Pago: CONTADO

Lugar de Entrega: NVA. CONCEPCION

Tiempo de Entrega: INDEFINIDO

Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario	TOTAL
2	KILO	RAIZAL 400 3-45-11	Q95.00	Q 190.00
1	LITRO	CLORPIRIFOS ALKALDA 48 EC (LORSBAN)	Q98.00	Q 98.00
2	85 GRAMOS	NATIVO 75 MG (FOLICUR)	Q 173.00	Q 358.00
2	LITRO	BAYFOLAN FORTE	Q 79	Q 158.00
1	LITRO	PIPIROGLO 80 EC (PIPRONIL)	Q650.00	Q 650.00
2	2 KILOS	THMET (METHIDATHIO. BIFENECOS BA BIPETALO)	Q918.00	Q 1836.00
5	QUINTAL	FERT. UREA YANA	Q216.00	Q 1,080.00
5	LITRO	GLIFOSATO ALEMAN 36.6 SL	Q216.00	Q 1,080.00
2	LITRO	2-4-D 73 SL ALKALDA	Q45.00	Q 90.00
2	LITRO	DICLOFAN MAX 16.5 SL (PICLOFAN)	Q37	Q 74.00
Sub Total:				
Descuento:				
Total:				Q3,141.00

Anotaciones:

Los precios se encuentran sujetos a impuestos.

Esperamos que la información sea de su total interés, nos ponemos a su disposición para cualquier consulta sobre la misma, sin otro particular, nos suscribimos.

AUTORIZADO POR:

NOMBRE: FERNANDO

FIRMA:

REPRESENTANTE DE VENTAS
Nombre: HIPER CENTRO
P.O. 2224-6555
CEL: 9856-9520

Entregue cheque a nombre de: Hiper Centro, S.A.

4. Costo promedio del sistema de riego e infraestructura del vivero de Nueva Concepción, Escuintla.

Los precios se basaron con cotizaciones en ferreterías promediando el costo por cada herramienta.

Tabla 20. Costos del establecimiento del vivero de Nueva Concepción, Escuintla

Costos del establecimiento					
Sistema de riego e infraestructura					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tiempo de vida útil	Valor unitario	Valor total
Motor truper 3 pulgadas	Unidad	1	15 años	Q 1,625.00	Q 1,625.00
Microaspersores bajo caudal	Unidad	35	5	Q 24.00	Q 840.00
Tubos de PVC 3/4" x 6mt	Unidad	14	20	Q 25.00	Q 350.00
Tubo tee PVC 2"	Unidad	6	20	Q 10.50	Q 63.00
Tubo reductor PVC 1 x 3/4"	Unidad	6	20	Q 4.50	Q 27.00
Codos PVC 90° 3/4"	Unidad	7	20	Q 4.00	Q 28.00
Tubo tee PVC 3/4"	Unidad	28	20	Q 3.00	Q 84.00
Codo PVC 2"	Unidad	4	20	Q 8.50	Q 34.00
Tubo PVC 2" x 6mt	Unidad	3	20	Q 41.75	Q 125.25
Pegamento PVC 1/4 (950 ml)	Unidad	1	20	Q 196.50	Q 196.50
Deposito (rotoplas) 400 Lt	Unidad	1	30	Q 921.00	Q 921.00
Alambre espigado	Rollo	1	15	Q 232.50	Q 232.50
Nylon de plastico	Metros	40	5	Q 10.50	Q 420.00
Sarán para sombra	Metros	40	5	Q 12.50	Q 500.00
Bomba para Fumigar Mochila 20L	Unidad	1	5	Q 300.00	Q 300.00
Pala con mango de madera	Unidad	1	10	Q 52.50	Q 52.50
Azadón jardinero	Unidad	1	10	Q 72.50	Q 72.50
Tijeras podadoras	Unidad	1	5	Q 77.50	Q 77.50
Rastrillo con mango metalico	Unidad	1	5	Q 40.00	Q 40.00
Carreta de mano metalico	Unidad	1	10	Q 357.50	Q 357.50
Machete vizcaino	Unidad	1	10	Q 35.00	Q 35.00
Lima doble t machete	Unidad	1	2	Q 12.00	Q 12.00
Total					Q 6,393.25

Nota: elaboración propia, 2024

6. Costo promedio anual por mantenimiento del vivero de Nueva Concepción, Escuintla

Los precios estimados se basaron con cotizaciones en agropecuarias y ferreterías promediando los costos por producto. El salario fue calculado con base al sueldo agrícola, bonificaciones y prestaciones de ley.

Tabla 21. Costo anual por mantenimiento del vivero de Nueva Concepción, Escuintla

Costo anual por mantenimiento					
Productos químicos, materiales y mano de obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario		Valor total
Insecticida	lt	1	Q	52.67	Q 52.67
Foliar	gr	2	Q	10.00	Q 20.00
Enraizador I	kg	1	Q	95.00	Q 95.00
Fertilizante I	lt	1	Q	79.50	Q 79.50
Fertilizante II	kg	2	Q	54.99	Q 109.98
Tierra o sustrato	Camionada	6	Q	500.00	Q 3,000.00
Sacos de cernidor	Saco	6	Q	14.95	Q 89.70
Llenado de bolsas	Unidad	66,667	Q	0.12	Q 8,000.04
Gasolina para bomba	galón	27.6	Q	36.20	Q 1,000.00
Mano de obra	Personal	3	Q	52,167.30	Q 156,501.90
Total					Q 168,948.79

Nota: elaboración propia, 2024

7. Costo estimado anual de productos y materiales brindado por ICC para el vivero de Nueva Concepción, Escuintla

Los precios estimados se basaron con cotizaciones en agropecuarias y ferreterías promediando los costos por producto. El salario fue calculado con base al sueldo agrícola, bonificaciones y prestaciones de ley.

Tabla 22. Costos anuales brindados por Instituto de Cambio Climático, ICC

Costos anuales				
Recurso brindado por ICC				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Bolsas de plástico con medidas 3x8x3	Millar	70,000	Q 0.033	Q 2,340.00
Técnico forestal	Personal	1	Q 3,374.42	Q 50,616.30
Costo de semillas	Millar	70,000	Q 0.03	Q 2,015.63
			Total	Q 54,971.93

Nota: elaboración propia, 2024.

8. Actividades culturales y silviculturales establecidas por las empresas previas a la restauración, promediadas al valor de una hectárea establecida

La cantidad de jornales se promediaron según los datos brindados por las empresas, al igual que la eficiencia por cada actividad.

Tabla 23. Costo estimado de las actividades culturales y silviculturales

Costo estimado con establecimiento y mantenimiento (año I)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Eficiencia	Valor unitario	Valor total
Primera limpieza del área manual	Jornal	20	1 ha/jornal	Q163.00	Q 3,260.00
Trazado y estaquillado	Jornal	2	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 326.00
Ahoyado	Jornal	2	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 326.00
Aplicación en el área	Jornal	1	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 163.00
Segunda limpieza del área manual	Jornal	20	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 3,260.00
Tercera limpieza del área manual	Jornal	20	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 3,260.00
Siembra de árboles	Jornal	11	75 árboles/ha	Q163.00	Q 1,793.00
Total					Q12,388.00

Nota: elaboración propia, 2024.

Tabla 24. Costos por mantenimiento en áreas restauradas

Costo estimado con mantenimiento (año II a más)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Eficiencia	Valor unitario	Valor total
Primera limpieza del área	Jornal	2	1 ha/jornal	Q163.00	Q 326.00
Segunda limpieza del área	Jornal	2	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 326.00
Tercera limpieza del área	Jornal	2	1 ha/Jornal	Q163.00	Q 326.00
Resiembra de árboles	Jornal	11	75 árboles/ha	Q163.00	Q1,793.00
Total					Q 2,771.00

Nota: elaboración propia, 2024.

Tabla 25. Costos anuales de mantenimiento por hectárea reforestada

Costos anuales por mantenimiento - Reforestación				
Productos químicos y materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Herbicida 1	Lt	3	Q 60.00	Q 180.00
Herbicida 2	Lt	2	Q 44.00	Q 88.00
Herbicida 3	Lt	2	Q 37.50	Q 75.00
Fertilizante 1	Quintal	5	Q 233.50	Q 1,167.50
Fertilizante 2	Lt	2	Q 79.50	Q 159.00
Nematicida	Kg	2	Q 98.00	Q 196.00
Trampas para roedores	Unidad	6	Q 69.50	Q 417.00
Estaciones cebaderas	Unidad	6	Q 125.00	Q 750.00
Total				Q 3,032.50

Nota: elaboración propia, 2024.

Tabla 26. Costo por el servicio de guardabosques en áreas reforestadas

Costo por servicio de guardabosques					
Descripción	Unidad	Cantidad	Eficiencia	Valor unitario	Valor total
Guardián	Jornal	1	60 días	Q 163.00	Q 9,780.00

Nota: elaboración propia, 2024. La eficiencia del jornal fue distribuida en periodos, que al sumar o promediar se obtuvo una cantidad total de días laborados.

Tabla 27. Costo de alquiler de maquinaria para remoción y limpieza del área

Costo de alquiler maquinaria					
Descripción	Unidad	Cantidad de horas	Eficiencia	Valor unitario	Valor total
Retroexcavadora	Maquinaria	4	hora/día	Q 100.00	Q 400.00
Tractor removedor de maleza	Maquinaria	45	hora/día	Q 95.33	Q 4,289.99
Total					Q 4,689.99

Nota: elaboración propia, 2024.

9. Estimación total determinada por arreglos espaciales con establecimiento en el bosque en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

Para obtener la estimación total establecida por hectárea en el bosque de ribera de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja se realizó por distanciamientos según las consideraciones técnicas para establecer una plantación forestal implementadas por INAB.

La estimación financiera de la tabla nos brinda el costo de inversión por hectárea con costos de establecimiento y mantenimiento con arreglo espacial de 1,111 árboles/ha

Tabla 28. Estimación del costo por establecimiento según arreglo espacial de 1,111 árboles por hectárea

Estimación del costo de la inversión para el establecimiento		
Arreglo espacial de (1111 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
Primer año	Costo por planta con establecimiento	Q 3,944.05
	Establecimiento	Q 12,388.00
	Aplicación de químicos	Q 3,032.50
	Servicio de guardabosques	Q 9,780.00
	Costo de maquinaria	Q 4,689.99
Total		Q 33,834.54

Nota: elaboración propia, 2024.

La estimación financiera de la tabla nos brinda el costo de inversión por hectárea con costos de establecimiento y mantenimiento con arreglo espacial de 816 árboles/ha

Tabla 29. Estimación del costo por establecimiento según arreglo espacial de 816 árboles por hectárea

Estimación del costo de la inversión para el establecimiento		
Arreglo espacial de (816 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
Primer año	Costo por planta con establecimiento	Q 2,896.80
	Establecimiento	Q 12,388.00
	Aplicación de químicos	Q 3,032.50
	Servicio de guardabosques	Q 9,780.00
	Costo de maquinaria	Q 4,689.99
Total		Q 32,787.29

Nota: elaboración propia, 2024.

La estimación financiera de la tabla nos brinda el costo de inversión por hectárea con costos de establecimiento y mantenimiento con arreglo espacial de 625 árboles/ha

Tabla 30. Estimación del costo por establecimiento en arreglo espacial de 625 árboles por hectárea

Estimación del costo de la inversión para el establecimiento		
Arreglo espacial de (625 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
Primer año	Costo por planta con establecimiento	Q 2,218.75
	Establecimiento	Q 12,388.00
	Aplicación de químicos	Q 3,032.50
	Servicio de guardabosques	Q 9,780.00
	Costo de maquinaria	Q 4,689.99
Total		Q 32,109.24

Nota: elaboración propia, 2024.

10. Estimación total determinada por arreglos espaciales sin establecimiento en el bosque en la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja

Para obtener la estimación total sin establecimiento por hectárea en el bosque de ribera de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja se realizó por distanciamientos según las consideraciones técnicas para establecer una plantación forestal implementadas por INAB

La estimación financiera de la tabla nos brinda el costo de inversión por hectárea con costos únicamente de mantenimiento con arreglo espacial de 1,111 árboles/ha

Tabla 31. Estimación del costo por mantenimiento en arreglo espacial de 1,111 árboles por hectárea

Estimación del costo de la inversión para el mantenimiento		
Arreglo espacial de (1,111 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
A partir de segundo año	Costo por planta con mantenimiento	Q 3,832.95
	Mantenimiento	Q 2,771.00
	Aplicación de químicos	Q 698.00
	Servicio de guardabosques	Q 9,780.00
Total		Q 17,081.95

Nota: elaboración propia, 2024.

La estimación financiera de la tabla nos brinda el costo de inversión por hectárea con costos únicamente de mantenimiento con arreglo espacial de 816 árboles/ha

Tabla 32. Estimación del costo por mantenimiento en arreglo espacial de 816 árboles por hectárea

Estimación del costo de la inversión para el mantenimiento		
Arreglo espacial de (816 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
A partir de segundo año	Costo por planta con mantenimiento	Q 2,815.20
	Mantenimiento	Q 2,771.00
	Aplicación de químicos	Q 698.00
	Servicio de guardabosques	Q 9,780.00
Total		Q 16,064.20

Nota: elaboración propia, 2024.

La estimación financiera de la tabla nos brinda el costo de inversión por hectárea con costos únicamente de mantenimiento con arreglo espacial de 625 árboles/ha

Tabla 33. Estimación del costo por mantenimiento en arreglo espacial de 625 árboles por hectárea

Estimación del costo de la inversión para el mantenimiento		
Arreglo espacial de (625 árboles/ha)		
Año	Descripción	costo
A partir de segundo año	Costo por planta con mantenimiento	Q 2,156.25
	Mantenimiento	Q 2,771.00
	Aplicación de químicos	Q 698.00
	Servicio de guardabosques	Q 9,780.00
Total		Q 15,405.25

Nota: elaboración propia, 2024.

Mazatenango marzo 2025

MsC. Lcda. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Sur Occidente

Estimada maestra Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para presentarle el informe final de investigación Inferencial titulado: **“SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN EL BOSQUE RIPARIO, CON ÉNFASIS EN GOBERNANZA DE RECURSO HÍDRICO DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RÍO MADRE VIEJA”**, presentada por la estudiante: Claudia Lisbeth Argueta González, quien se identifica con número de carné 201944691, dentro del programa de Ejercicio Profesional supervisado de la carrera de Ingeniería e Gestión Ambiental Local –EPSIGAL–.

Este documento se presenta para que de acuerdo con el artículo seis, inciso 6.4 del Normativo de Trabajo de Graduación, pueda a través de sus buenos oficios darse el procedimiento para poder ser considerado como Trabajo de Graduación, para la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

Con altas muestras de estima y respeto.

Atentamente



Inga. Agra. Mirna Lucrecia Vela
Supervisora de EPSIGAL
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



recibido
Ingeniería
recibido
05.03.2025



Mazatenango Suchitepéquez, 28 de julio de 2025

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario de Suroccidente

Respetable MSc. Pérez Cifuentes:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que de acuerdo al artículo 9, del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la investigación titulada: **"Sistematización de la intervención en el bosque ripario, con énfasis en gobernanza de recurso hídrico de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja"**, presentado por la estudiante **Claudia Lisbeth Argueta González**, quien se identifica con número de carné **201944691**, y Código Único de identificación **2677438821017**.

Por lo tanto, en mi calidad de revisor le informo que después de realizar el proceso para el cual fui asignado y después de verificar la incorporación de las observaciones a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que continúe con el proceso respectivo.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

MA. Heydi Angelina Vela Armas
Revisor de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC

Mazatenango 18 de septiembre, 2025

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Director
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado ***"Sistematización de la intervención en el bosque ripario, con énfasis en gobernanza de recurso hídrico de la parte baja de la cuenca del río Madre Vieja"*** de la estudiante **Claudia Lisbeth Argueta González** carné **201944691**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular.


MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora de Carrera
Ingeniería en Gestión Ambiental Local
CUNSUROC





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I- 116-2025

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, el nueve de octubre de dos mil veinticinco-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: **"SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN EL BOSQUE RIPARIO, CON ÉNFASIS EN GOBERNANZA DE RECURSO HÍDRICO DE LA PARTE BAJA DE LA CUENCA DEL RÍO MADRE VIEJA"** de la estudiante: **Claudia Lisbeth Argueta González**, Carné: **201944691**. CUI: **2677 43882 1017** de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.Sc. Bernardino Alfonso Hernández
Director



/gris