

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES PARA ESTABLECER UNA LÍNEA BASE EN PRO  
DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL, EN EL PARQUE REGIONAL  
MUNICIPAL “CHUIRAXAMOLÓ”, SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ,  
GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS COMO TÉCNICO  
CONSULTORA EN EL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO  
(PNUD), EN LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE, SOLOLÁ. GUATEMALA, C.A.**

**ANGELES BELLA-ELÍZABETH MÉNDEZ GUZMÁN**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES PARA ESTABLECER UNA LÍNEA BASE EN PRO  
DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL, EN EL PARQUE REGIONAL  
MUNICIPAL “CHUIRAXAMOLÓ”, SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ,  
GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS COMO TÉCNICO  
CONSULTORA EN EL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO  
(PNUD), EN LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE, SOLOLÁ. GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**ANGELES BELLA-ELÍZABETH MÉNDEZ GUZMÁN**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EN**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADA**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

Ing. M. Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
<b>VOCAL I</b>	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
<b>VOCAL II</b>	Dra. Gricelda Lily Guitierrez Álvarez
<b>VOCAL III</b>	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
<b>VOCAL IV</b>	P. Agr. Marlon Estuardo Gonzalez Alvarez
<b>VOCAL V</b>	Br. Sergio Vladimir González Paz
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019**



**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019**

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: “IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES PARA ESTABLECER UNA LÍNEA BASE EN PRO DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “CHUIRAXAMOLÓ”, SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS COMO TÉCNICO CONSULTORA EN EL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD), EN LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. GUATEMALA, C.A. ” como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

**ANGELES BELLA-ELÍZABETH MÉNDEZ GUZMÁN**  
**No. Carnet: 201310589**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**Mi padre Dios**

Por ser mi fortaleza, mi luz, mi sendero, mi guía y consolador.

**Mis abuelos**

Mamá Challito por su amor incondicional, mamá grande, papá Beto y papá Ramón.

**Mi mamá**

Alba Dedet Guzmán Cruz, por todo tu amor, paciencia y esfuerzo para ayudarme a ser quien hoy soy.

**Mi papá**

Fredy Méndez Mejía, el hombre que inspiro la meta que hoy estoy cumpliendo, gracias por todo tu amor y apoyo.

**Mis hermanos**

Freddy y Rocio Méndez, por tantas risas y por retarme a ser la mejor hermana que pueda ser.

**Mis tías**

Mamá Jesy, por darme todo el amor que has podido; mamá Thelmi, por el amor y apoyo incondicional; mamá Cheli y mamá Gladis. Gracias a todas por ser mi ejemplo de mujeres fuertes, inteligentes e independientes.

**Mis primos**

Valeria y Rebeca Conde, por siempre estar, las amo; America, Monica, Felipe, Estrella y Hadrian.

**Mis amigos**

Juana Pérez, por todos los momentos compartidos; Fernanda Rosales, Andrea Solombrino, Ana Fión y Diego Prado, a cada uno por formar parte de mi novela.

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por haberme permitido cumplir con este capítulo de mi vida

**Facultad de Agronomía** En donde forme mis capacidades profesionales.

**A la sub área de Ciencias Biológicas** Por permitirme ser parte de ustedes y por las experiencias compartidas, en especial a mis compañeros y amigos, Adelso, Franz, Marta, Ana, Camilo, Angelita, Andreita y Don Víctor.

**Mi asesor** Ms. C. Edin Alejandro Gil Esturban, por todo el apoyo brindado durante el ejercicio profesional supervisado y sobre todo por su valiosa amistad.

A los Ingenieros Vicente Martínez y Adalberto Rodríguez por el asesoramiento y apoyo dado durante el desarrollo de este documento.

**Al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)** Por creer en mis capacidad y darme la oportunidad de desarrollar el ejercicio profesional supervisado.

A las municipalidades de Santa María Visitación, Santa Clara la Laguna y Santa Lucia Utatlán en el departamento de Sololá, por el apoyo durante las gestiones realizadas.

## ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁGINA
RESUMEN .....	ix
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL ALCANCE SOCIAL SOBRE LAS ACCIONES GUBERNAMENTALES Y NO GUBERNAMENTALES DESTINADAS AL MANEJO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES EN SANTA MARIA VISITACIÓN, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A. ....	1
1.1 PRESENTACIÓN .....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
1.4 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.4.1 Fundación y orígenes organizacionales.....	4
1.4.2 Extensión territorial y orografía .....	4
1.4.3 Caracterización ambiental del municipio.....	4
1.5 METODOLOGÍA .....	11
1.5.1 Fase I: delimitación de las piezas involucradas en la problemática.....	11
1.5.2 Fase II: trabajo de campo .....	12
1.5.3 Fase III: presentación de análisis de primera y segunda fase (diagnóstico) .	13
1.6 RESULTADOS.....	17
1.6.1 Identificación de la problemática.....	17
1.7 CONCLUSIONES.....	24
1.8 RECOMENDACIONES .....	25
1.9 BIBLIOGRAFÍA .....	26
1.10 ANEXOS.....	27
1.10.1 Fotografías recopiladas.....	27
1.10.2 Verificadores recopilados del PPRCC.....	28
CAPÍTULO II: IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES PARA ESTABLECER UNA LÍNEA BASE EN PRO DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “CHUIRAXAMOLÓ”, SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A. ....	31
2.1 PRESENTACIÓN.....	33
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	35
2.3 MARCO TEÓRICO.....	37
2.3.1 Marco Conceptual .....	37

	<b>PÁGINA</b>
2.3.2 Marco Referencial.....	54
2.4 OBJETIVOS.....	70
2.4.1 Objetivo general.....	70
2.4.2 Objetivos específicos.....	70
2.5 HIPÓTESIS.....	70
2.6 METODOLOGÍA.....	71
2.5.1 Criterios para la identificación de indicadores.....	71
2.5.2 Caracterización del área.....	72
2.5.3 Generación de herramienta para monitoreo de indicadores.....	93
2.5.4 Herramienta de monitoreo.....	93
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	94
2.7.1 Resumen de resultados y análisis.....	94
2.7.2 Indicadores identificadores en la boleta de monitoreo.....	120
2.7.3 Validación de la herramienta de monitoreo para áreas con fines de Restauración.....	123
2.7.4 Oportunidades identificadas.....	128
2.7.5 Limitantes de la validación.....	130
2.7.6 Análisis general de los resultados alcanzados.....	131
2.8 CONCLUSIONES.....	132
2.9 RECOMENDACIONES.....	133
2.10 BIBLIOGRAFÍA.....	134
2.11 ANEXOS.....	137
2.11.1 Herramienta de monitoreo y boletas generadas para toma de datos en Campo.....	137
2.11.2 Factores ambientales evaluados para la obtención de indicadores.....	140
2.11.3 Listados de especies vegetales y aves en los ecosistemas.....	143
2.11.4 Resultados obtenidos en la validación de la herramienta de monitoreo para procesos de restauración del paisaje forestal.....	150
2.11.5 Fotografías recopiladas en campo.....	153
<b>CAPÍTULO III: ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE PEQUEÑOS PROYECTOS COMUNITARIOS AGROFORESTALES EN LA ZONA ALTIPLANO DE GUATEMALA, CON ENFOQUE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.....</b>	<b>155</b>
3.1 PRESENTACIÓN.....	156
3.2 OBJETIVOS.....	157
3.2.1 Objetivo general.....	157

	<b>PÁGINA</b>
3.2.2 Objetivos específicos.....	157
<b>3.3 SERVICIO 1: RECONOCIMIENTO DE ÁREAS CON VOCACIÓN FORESTAL COMO “PARQUES REGIONALES MUNICIPALES” .....</b>	<b>158</b>
3.3.1 Presentación .....	158
3.3.2 Objetivos .....	159
3.3.3 Metas .....	159
3.3.4 Metodología .....	159
3.3.5 Materiales y equipo .....	161
3.3.6 Resultados .....	162
3.3.7 Anexos .....	168
<b>3.4 SERVICIO 2: ASISTENCIA TÉCNICA EN EL FORTALECIMIENTO Y DIVERSIFICACIÓN DE VIVEROS FORESTALES EN LOS MUNICIPIOS “SANTA CLARA LA LAGUNA Y SANTA LUCÍA UTATLÁN” .....</b>	<b>169</b>
3.4.1 Presentación .....	169
3.4.2 Objetivos .....	169
3.4.3 Metas .....	170
3.4.4 Metodología .....	170
3.4.5 Material y equipo.....	171
3.4.6 Resultados .....	171
3.4.7 Anexos .....	176
<b>3.5 SERVICIO 3: ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL SEGUIMIENTO Y CAPACITACIÓN A BENEFICIARIOS DE INCENTIVOS FORESTALES PINPEP DURANTE LA FASE II DEL PPRCC. ....</b>	<b>180</b>
3.5.1 Presentación .....	180
3.5.2 Objetivos .....	181
3.5.3 Metas .....	181
3.5.4 Materiales y equipo .....	182
3.5.5 Metodología .....	183
3.5.6 Resultados .....	185
3.5.7 Anexos .....	190
<b>3.6 CONCLUSIONES.....</b>	<b>193</b>
<b>3.7 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>194</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Estructura funcional de la administración y organización del municipio de Santa María Visitación. ....	9
Figura 2. Participación organizacional en el municipio de Santa María Visitación. ....	10
Figura 3. Ficha para delimitación de entrevista informal (diálogo semi-estructurado). ...	13
Figura 4. Lógica estructural para elaborar árbol de problemas. ....	14
Figura 5. Ruta de consistencia operacional para el desarrollo del diagnóstico. ....	16
Figura 6. Árbol de problemas del diagnóstico. ....	21
Figura 7. Árbol de soluciones planteadas durante el diagnóstico. ....	22
Figura 8A. Reforestaciones por sector en el municipio de Santa, María Visitación. ....	29
Figura 9. Secuencia de los pasos fundamentales para la restauración ecológica. ....	45
Figura 10. Síntesis de ventajas, desventajas y limitaciones para el uso de indicadores, adaptación del texto “Identificación y uso de variables e indicadores” .....	49
Figura 11. Adaptado de Imbach, de criterios e indicadores para la identificación de áreas prioritarias de restauración del paisaje forestal según línea estratégica. ....	56
Figura 12. Impactos esperados por el sistema de indicadores propuestos por ENRPF. ...	57
Figura 13. Áreas potenciales para el mapa de restauración de paisajes forestales, de Guatemala.....	58
Figura 14. Mapa de ubicación del parque regional Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna, Sololá. ....	61
Figura 15. Dimensiones de unidades de muestreo por estrato, dentro de las unidades muestrales. ....	73
Figura 16. Puntos de muestreo por ecosistema dentro del parque regional municipal Chuiraxamoló. ....	74
Figura 17. Resumen de alturas del estrato arbóreo (A), por ecosistema. ....	98
Figura 18. Diversidad alfa a través de la gradiente de restauración de los ecosistemas. ....	103
Figura 19. Valores de importancia para para las especies indicadoras dentro de los ecosistemas.....	106
Figura 20. Análisis multivariable de las unidades muestrales Jaccard presencia-ausencia. ....	119
Figura 21. Clasificación de indicadores.....	129
Figura 22A. Determinación de especies por BIGUA. ....	148
Figura 23A. Mapa de sitios utilizados para validados con la herramienta de monitoreo construida.....	152
Figura 24A. Trabajo de campo para la construcción de la herramienta monitoreo .....	154
Figura 25. Mapa base áreas para inscripción como parques regionales municipales ante SIGAP .....	167

	<b>PÁGINA</b>
Figura 26A. Oficio de verificación de trabajo realizado en vivero de Santa Lucia Utatlán. ....	178
Figura 27A. Oficio de verificación de trabajo realizado en vivero de Santa Clara La Laguna. ....	179
Figura 28. Mapa del área para solicitud de incentivo forestal PINPEP, del parque “Corazón del Bosque”.....	189
Figura 29A. Ingreso de solicitud PINPEP, realizada para el parque ecoturístico “Corazón del Bosque”.....	192

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1. Matriz 1, utilizada para la identificación de grupos de acción.....	12
Cuadro 2. Matriz para la síntesis de actores ejecutores y acciones realizadas. ....	14
Cuadro 3. Síntesis ordenamiento para desarrollo de análisis DFODA. ....	15
Cuadro 4. Matriz de acercamientos directos de actores involucrados al PPRCC.....	17
Cuadro 5. Matriz de acciones ejecutadas por las instituciones participantes del PPRCC. ....	18
Cuadro 6. Análisis FODA.....	23
Cuadro 7A. Acercamientos pasivos y activos para la obtención de información. ....	27
Cuadro 8A. Listado de cuerdas reforestadas por PPRCC. ....	28
Cuadro 9. Etapas serales de restauración. ....	41
Cuadro 10. Síntesis de indicadores relevantes propuestos en “monitoreo a procesos de restauración ecológica”. ....	53
Cuadro 11. Especies de flora identificadas para protección en el cerro Chuiraxamoló, Santa Clara La laguna. ....	64
Cuadro 12. Listado de fauna identificada para protección, en el cerro Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna. ....	65
Cuadro 13. Listado de presencia de especies emblemáticas RUMCLA, por ecosistema. .	66
Cuadro 14. Nacimientos de agua a proteger en el cerro Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna. ....	67
Cuadro 15. Áreas y porcentajes de cada zona del parque regional municipal Chuiraxamoló. ....	68
Cuadro 16. Síntesis de las metodologías a evaluar por indicador. ....	76
Cuadro 17. Clasificación de dosel por ecosistema. ....	83
Cuadro 18. Guía para clasificación del grado de diversidad por ecosistema para el indicador 7.....	86
Cuadro 19. Grado de regeneración dentro del ecosistema.....	87
Cuadro 20. Cuadro para tabulación de información para obtención de índice de valor de importancia (IVI). ....	89
Cuadro 21. Frecuencia de helechos, musgos y epifitas por ecosistema. ....	89
Cuadro 22. Vulnerabilidad del bosque según la vulnerabilidad del área a incendios forestales.....	90
Cuadro 23. Valor del indicador 13 según el incentivo. ....	91
Cuadro 24. Vulnerabilidad de amenaza de destrucción biológica.....	92
Cuadro 25. Valor de indicador según consciencia ambiental de los beneficiarios .....	92
Cuadro 26. Criterios para la selección de indicadores a evaluar. ....	94
Cuadro 27. Número de especies por ecosistema. ....	97
Cuadro 28. Resumen de alturas (H) y diámetros (DAP) en árboles por ecosistema. ....	97
Cuadro 29. Resumen diversidad alfa por ecosistema.....	101

**PÁGINA**

Cuadro 30.	Resumen de los tres índices de valor de importancia (IVI) más altos de cada estrato (A, ar, h) por ecosistema.....	106
Cuadro 31.	Listado de especies avistadas por ecosistema.....	109
Cuadro 32.	Planes instituciones. ....	115
Cuadro 33.	Resultado de indicadores por ecosistema para la construcción de la herramienta en el PRM Chuiraxamoló.....	121
Cuadro 34.	Validación de la herramienta de monitoreo en el sitio 1. ....	125
Cuadro 35.	Validación de la herramienta de monitoreo en el sitio 2. ....	126
Cuadro 36.	Validación de la herramienta de monitoreo en el sitio 3. ....	127
Cuadro 37A.	Boleta de monitoreo de restauración.....	137
Cuadro 38A.	Boleta de campo para unidades de muestreo. ....	138
Cuadro 39A.	Boleta de campo avistamiento de fauna. ....	138
Cuadro 40A.	Boleta de información socio-económica.....	139
Cuadro 41A.	Resumen de factores ambientales por ecosistema.....	140
Cuadro 42A.	Códigos asignados a las especies del estrato arbóreo (A) presentes en los ecosistemas evaluados en “Chuiraxamoló”. ....	143
Cuadro 43A.	Códigos asignados a las especies del estrato arbustivo (ar) presentes en los ecosistemas evaluados en “Chuiraxamoló”. ....	144
Cuadro 44A.	Códigos asignados a las especies del estrato herbáceos (h) presentes en los ecosistemas evaluados en “Chuiraxamoló”. ....	145
Cuadro 45.	Resumen de aves observadas en los ecosistemas, “Chuiraxamoló”.....	149
Cuadro 46A.	Resumen de alturas (H) y diámetros (DAP), obtenidos para por sitio validado (S1, S2, S3).....	150
Cuadro 47A.	Resumen índice de diversidad alfa por sitio validado (S1, S2, S3). ....	150
Cuadro 48.	Resumen de las especies con mayor valor de importancia de los estratos por sitio validado (S1, S2, S3). ....	150
Cuadro 49A.	Resumen factores ambientales por sitio validado (S1, S2, S3).....	151
Cuadro 50A.	Trabajo de campo para la construcción de la herramienta monitoreo.....	153
Cuadro 51.	Síntesis de acompañamiento del PPRCC para inscripción de áreas bajo la categoría de parque regional municipal ante SIGAP. ....	165
Cuadro 52A.	Acompañamiento a procesos de validación y rectificaciones con CONAP. ....	168
Cuadro 53.	Resultado de diversificación vivero, Santa Clara La Laguna, entregado a PPRCC.....	173
Cuadro 54.	Resultado de diversificación vivero, Santa Clara La Laguna, entregado a PPRCC. ....	174
Cuadro 55A.	Fotografías recopiladas, asistencia en viveros municipales.....	176
Cuadro 56.	Resultados alcanzados durante el desarrollo de capacitaciones a beneficiarios PINPEP. ....	186
Cuadro 57A.	Fotografías recopiladas durante los talleres a beneficiarios PINPEP.....	190



**IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES PARA ESTABLECER UNA LÍNEA BASE EN PRO DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL, EN EL PARQUE REGIONAL MUNICIPAL “CHUIRAXAMOLÓ”, SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A., DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS COMO TÉCNICO CONSULTORA EN EL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD), EN LA CUENCA DEL RÍO NAHUALATE DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. GUATEMALA, C.A.**

**RESUMEN**

Este documento reúne el diagnóstico, investigación y servicios realizados como elementos del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA) durante los meses de febrero a noviembre del año 2018. Las actividades que integran cada uno de los elementos fueron coordinadas con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El diagnóstico se desarrolló para evaluar el cumplimiento de los indicadores establecidos como metas en los planes estratégicos institucionales (PEI), generados por el PPRCC al inicio de su ejecución en el año 2014 para el municipio de Santa María Visitación en el departamento de Sololá. La evaluación a través de un análisis FODA evidenció la necesidad de fomentar la coordinación institucional gubernamental y no gubernamental a través de intercambio y homologación de procesos definidos para la identificación, selección, ejecución y consolidación de los procesos en temática forestal, generando así una sola base de datos de los beneficiarios y potenciales beneficiarios, además se deben definir los compromisos a cumplir de cada actor ejecutor para evitar la duplicidad de esfuerzos que genera una sectorización excluyente de la población en general.

La investigación fue financiada por PNUD, a través del proyecto de “Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático” (PPRCC), el cual fue ejecutado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), este dio inicio en el año 2014 y finalizó en el 2018. La investigación tuvo como objetivo abordar la necesidad mundial y en específico la de Guatemala y Latino América, por el desarrollo de acciones técnico-científicas que sumen a la recuperación de los recursos naturales que han sido degradados, así como el impacto de esto en la vulnerabilidad de los paisajes forestales y por ende en la calidad de vida de las poblaciones.

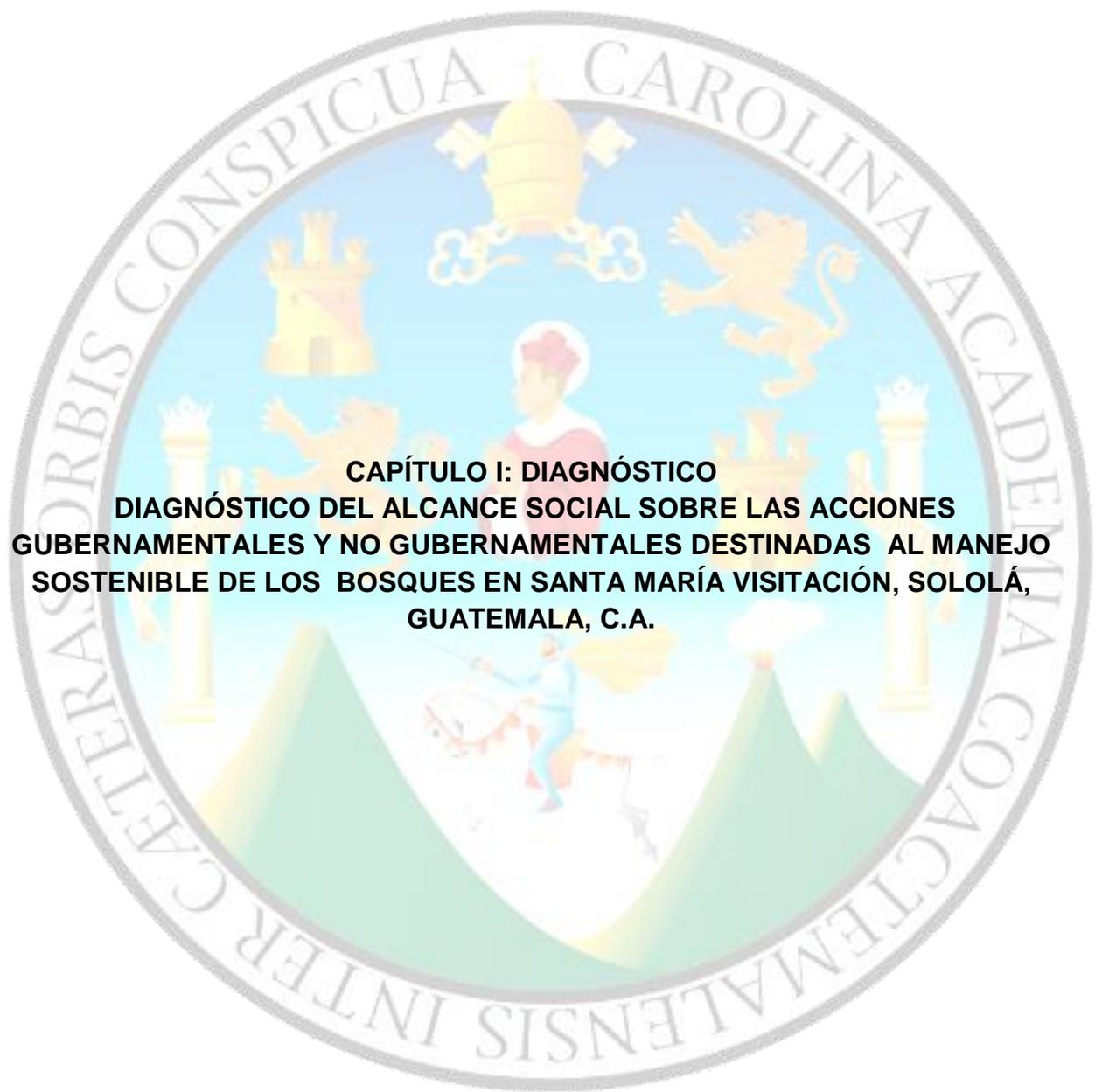
El principal resultado de esta investigación es una herramienta de monitoreo que permita la consolidación de los procesos de restauración de los ecosistemas, fortaleciendo de esta manera la capacidad de los paisajes forestales para abastecer las necesidades de las poblaciones en Guatemala. Para el desarrollo de las actividades en campo se seleccionó el

parque regional municipal Chuiraxamoló, en el municipio de Santa Clara la Laguna en el departamento de Sololá.

Como parte de las actividades gestionadas durante el EPS, se tuvo a cargo tres servicios dentro del PPRCC en cumplimiento de la finalización del proyecto, en el cual se contempló, el seguimiento, monitoreo y alcance de las metas establecidas. Las actividades fueron parte de una consultoría trabajada a través de la Asociación Agropecuaria y Artesanal para el Desarrollo “La Guadalupeana” con quien el proyecto firmó un acuerdo de subsidio.

Los servicios realizados fueron: asistencia técnica para el ingreso de expedientes para su reconocimiento como parque regional municipal, seguimiento de procesos de manejo y diversificación de viveros forestales, monitoreo del manejo integral del fuego (MIF) en áreas identificadas al inicio del proyecto, por último, el seguimiento y capacitación a beneficiarios de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra con vocación forestal o agroforestal (PINPEP).

Cada uno de los elementos planteados anteriormente, se detallan en el mismo orden dentro de los siguientes capítulos, en los cuales se abarcan los objetivos y resultados alcanzados de cada uno.



**CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO**  
**DIAGNÓSTICO DEL ALCANCE SOCIAL SOBRE LAS ACCIONES**  
**GUBERNAMENTALES Y NO GUBERNAMENTALES DESTINADAS AL MANEJO**  
**SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES EN SANTA MARÍA VISITACIÓN, SOLOLÁ,**  
**GUATEMALA, C.A.**



## 1.1 PRESENTACIÓN

Santa María Visitación es un municipio ubicado a 27 km de la cabecera departamental de Sololá. El municipio se encuentra conformado por 5 centros poblados; la cabecera municipal, 3 caseríos y un paraje; con una población dividida entre Tz'utujil (73 %), k'iche' (25 %) y kakchiquel (2 %). Además, desde el año 2004 se proyectó una población para el año 2018 de 2,921 habitantes. (Morales de la Cruz, 2008).

Durante el año 2016 se desarrolló el plan estratégico institucional (PEI), como herramienta para el cumplimiento del plan de desarrollo municipal (PDM) en coordinación de esfuerzos entre el “proyecto de paisajes productivos resilientes al cambio climático” (PPRCC), el gobierno municipal 2016-2020 y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), con el objetivo de mejorar las condiciones de la población y asegurar un futuro sostenible para el municipio. (Mayorga Pastor et al., 2016a).

El PEI permite la priorización de las problemáticas de desarrollo municipal, entre las cuales se evidencia la degradación de los recursos naturales, ante esta problemática se estableció una línea de acción y metas de alcance a 4 años. El presente diagnóstico pretende evaluar la perspectiva de la población del municipio ante el desarrollo de los proyectos establecidos en pro del cumplimiento de las metas establecidas, específicamente en temática forestal.

El plan estratégico institucional (PEI), se desarrolló con el apoyo de fuentes secundarias y recopilación de vivencias personales cuyo propósito es el monitoreo y evaluación del alcance de las acciones de manera integral, cuyo eje central es la participación de los beneficiarios involucrados en las comunidades del municipio, la municipalidad como ejecutora gubernamental de los procesos internos del municipio y entidades no gubernamentales como el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y asociaciones sin fines de lucro que hayan tenido participación en el fortalecimiento del manejo adecuado del recurso bosque.

Se espera que el diagnóstico posibilite la identificación de los temas de debate (síntomas) que han generado los proyectos en las comunidades, las debilidades en los procesos de desarrollo y de sostenibilidad de los mismos, así como los retos y oportunidades a abordar para asegurar la consolidación de los mismos, lo que conllevaría al aumento de la resiliencia del municipio al cambio climático.

Este documento pretende, mediante el uso de herramientas de monitoreo y diagnóstico participativo, la evaluación del cumplimiento de los indicadores establecidos por metas, percepciones positivas y negativas de los beneficiarios ante los mismos, deficiencias de desarrollo de las acciones y los potenciales de trabajo.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los programas estratégicos institucionales (PEI), generados en Sololá por el Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD), con el objetivo de atender las debilidades en gestión municipal e índices de desarrollos comunitarios, establecen cuatro etapas de acción; las primeras tres se centran en el planteamiento de los marcos operativos para el alcance de resultados, mientras que el último abarca los indicadores establecidos como las herramientas de evaluación y monitoreo de resultados. (Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático, (PPRCC), 2016).

Las metas establecidas para el municipio de Santa María Visitación en temática de recursos naturales establecen que para el año 2020 se habrá logrado la protección de los recursos naturales en un 100 %, lo cual se pretende alcanzar con la generación de dos documentos centrados en el manejo de los recursos naturales y su adaptación al cambio climático, así como el avance progresivo del número de familias que viven en un ambiente de conservación de los recursos naturales.

Es importante reconocer que si bien los proyectos en los cuales se involucran a las poblaciones y los recursos naturales, son más bien dinámicos; es importante asegurar que los procesos y metas sean sostenibles en el tiempo, lo que podemos llamar como “consolidación” y para ello es importante establecer una etapa diagnóstica de las direcciones de aquellas acciones que aún se encuentran en implementación.

En respuesta a lo anterior y específicamente a las metas pretendidas a dos años del desarrollo del Plan Estratégico Institucional del Municipio de Santa María Visitación para mejorar las condiciones de deterioro del medio ambiente y recursos naturales del municipio y específicamente de los proyectos en temática forestal establecidos, el presente diagnóstico presenta a través del análisis participativo e informal de los actores involucrados en los procesos, evalúa las estrategias implementadas y la percepción generada en las comunidades hacia las mismas, exponiendo así el coprotagonismo y responsabilidad de los actores en dichos procesos generando así recomendaciones ante las debilidades o potencialidades del proceso. (Bustelo Ruesta, 2010).

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar los procesos destinados al cumplimiento de las metas establecidas en temática forestales para las comunidades de Santa María Visitación, Sololá; dentro de su plan estratégico institucional.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar a través del uso de diálogos semi-estructurados, el papel de los actores involucrados en las acciones para alcanzar un manejo adecuado del bosque dentro del municipio de Santa María Visitación.
2. Identificar la percepción de la población ante la implementación de las actividades para mejorar las condiciones de deterioro de los recursos forestales, exponiendo las causas y efectos de la debilidad principal de las acciones para aumentar la resiliencia ante el cambio climático del municipio, a través de la construcción de un árbol de problemas.
3. Recomendar líneas de acción ante las debilidades y potencialidades de los procesos establecidos para mejorar las condiciones de deterioro de los recursos forestales, a través del análisis FODA de los mismos y el desarrollo de un árbol de soluciones.

## **1.4 MARCO REFERENCIAL**

### **1.4.1 Fundación y orígenes organizacionales**

Santa María Visitación fue fundada como municipio en el año 1524, durante el período prehispánico, por la organización de Santiago Atitlán, bajo el dominio del corte Tz'utujil. Su nombre es resultado de la introducción evangélica de la época de la conquista. (Morales de la Cruz, 2008).

### **1.4.2 Extensión territorial y orografía**

Posee una extensión territorial de 22.5 km<sup>2</sup>, representa el 2.12 % del territorio del departamento de Sololá.

El municipio se caracteriza por el conjunto de montañas y cerros ricos en fauna y flora, el punto más alto de la montaña está situado a 2,360 m s.n.m., denominado el "Poj", y el más bajo a 1,600 m s.n.m. El listado oficial de cerros se encuentra constituido por la sierra Parraxquim, en donde se incluyen además del Poj, Xiquinch Ch'oy, en la parte Sur de la Cabecera Municipal, y los cerros Chui Xiquinch Ch'oy, Chui Pj, Pa Ch'ali, Chui Pa Tum Y Chichi 'ay. (Morales de la Cruz, 2008).

### **1.4.3 Caracterización ambiental del municipio**

#### **A. Clima**

Según Thornwhite, el municipio está constituido por dos zonas: bosques Muy húmedos semicálido y bosques húmedos templados con presencia de invierno húmedo con invierno seco. La humedad del municipio se encuentra representada en condensaciones de niebla todo el año.

Presenta temperaturas máximas y mínimas de 25.09 °C y 12.8 °C, precipitaciones pluviales anuales que van de 1000 a 2000 mm. (Chavajai Pérez, 2017).

## **B. Biodiversidad**

### **a. Fauna**

A pesar de poseer una riqueza forestal, la cual propicia un hábitat ideal para algunas especies, las acciones antropológicas han disminuido la riqueza biológica del área; en especial los incendios forestales por rozas.

Entre las especies predominantes se encuentra la masacuata, el coralillo, cantil, ardillas, conejos taltuzas, comadrejas, gatos de monte, tepezcuintles, mapaches, coyotes, zorrillos, tacuazines, pisotes, venados y el micoleón; mientras que en aves se encuentra el quetzalillo, gavián, búho, colibríes, lechuzas, gavilancillos, zopilotes, sanates, tortolitas, palomas y aves pequeñas. Algunos de los animales mencionados anteriormente se encuentran amenazados por la caza para autoconsumo y venta. (Chavajai Pérez, 2017).

### **b. Flora**

Por su ubicación se encuentra caracterizado por especies endémicas propias de bosques mixtos y latifoliados, donde se encuentran variedades como *Alnus jouranllensis*, *Heterocentron subtriplinervium*, género Chupea y especies de la familia asteraceae, del género Eupatorium, especies localizadas entre los 2,000 m s.n.m. Se cuenta además con especies del género Quercus asociados. (Chavajai Pérez, 2017).

## **C. Recurso bosque**

El recurso bosque dentro del municipio, se encuentra dividida por su tenencia en tres tipos.

### **a. Bosques Xiquichoy**

Bosque cuya propiedad legal del terreno es municipal desde 1973, en donde su uso se rige a que todos los vecinos podrán hacer uso del mismo para satisfacer su necesidad energética, debido a acuerdo municipal.

### **b. Bosque T´zamtem**

De propiedad municipal, y se reserva el derecho de cosecha de los productos forestales, así como prohíbe la venta total o parcial. Dentro de las especies importantes que desaparecieron debido a la excesiva extracción de recursos, están el nogal, el cedro y la caoba.

### **c. Bosque Patum**

Patum es un área boscosa ya que es la unión de varias parcelas de los habitantes de Montecristo y algunos de Santa María por motivo de evitar invasiones de pobladores del municipio de Santa Clara La Laguna, otras parcelas son adquiridas por servicio ad-honorem a la municipalidad y otras por la situación económica de algunos pobladores. Es un área con registro avalado de propiedad, pero no como registro de propiedad para evitar el traslado del área a personas ajenas al municipio. (Chavajai Pérez, 2017) (Morales de la Cruz, 2008).

## **D. Servicios públicos**

### **a. Hidrografía**

El municipio posee el caudal de 20 ríos y riachuelos, además de 35 nacimientos de agua, estos han sido mal explotados y sin ninguna protección, por lo que son utilizados como desagües y para riego de cultivo agrícola sin restricción, 12 de los nacimientos son utilizados para consumo humano, según censo realizado en el año 2009, el 70 % de la población conoce las fuentes de agua de las cuales son abastecidos a través de tubería municipal.

Los ríos principales son el Yatzá, naciendo en el cerro T´zamtem, desde el Norte al Sur del municipio, bordeando Palax y Montecristo, posee un caudal alto, sin embargo, se encuentra visiblemente contaminado, a pesar de la pérdida que representa para el abastecimiento de agua para riego, contribuye a la preservación de las características de humedad de las zonas boscosas.

El segundo río es el Xe Chim, proviene de Santa Clara La Laguna, pasando por Montecristo desembocando en el río Yatzá, también se encuentra contaminado debido al desemboque del sistema de drenajes de Santa Clara La Laguna y la cabecera de Santa María Visitación. Por último, se ubican dos ríos de poco caudal afluentes del Yatzá, sin contaminación utilizados para abastecimiento de riego de cultivos. (Morales de la Cruz, 2008).

### **b. Fuente energética**

La principal fuente de energía para la población son los bosques, donde obtienen leña, siendo la población dependiente de esta un 65 %, un 25 % utiliza leña y gas propano y un 10 % solamente gas.

## **E. Economía**

### **a. Recurso Forestal y agrícola**

Las áreas boscosas municipales poseen características con pendientes pronunciadas por lo que las actividades en él, se limitan a su conservación. Sin embargo, existe una gran actividad de extracción ilícita alcanzando hasta 382 m<sup>3</sup> anuales de madera, según registros de consumos familiares, esto en base a registros de guarda recursos del conap.

De los tres bosques mencionados anteriormente, en conjunto tienen una extensión de 4.8 km<sup>2</sup> de bosque natural, equivalente al 21 % del territorio municipal, una de sus características de interés es que forma parte del corredor biológico centroamericano.

La actividad agrícola, es la principal actividad de producción del municipio, dedicándose a los cultivos temporales utilizados para el autoconsumo. La producción se basa en una tecnología tradicional, sin embargo, existen familias que han iniciado un involucramiento de la tecnificación agrícola a través de macrotuneles.

Los principales cultivos son temporales para autoconsumo y de exportación a otros municipios, maíz, café, frijol, aguacate, limón, durazno y hortalizas como la papa, el repollo y brócoli. (Morales de la Cruz, 2008).

### **b. Pecuarios**

Es principalmente para el autoconsumo familiar: ganado vacuno, caballar, porcinos, aves de corral y en la actualidad se han manejado a través del desarrollo de proyectos de empoderamiento y tecnificación apícola desarrollados por el Ministerio de Ambiente y Recursos.

### **c. Artesanías**

La producción artesanal del municipio es caracterizada por la conformación de pequeñas empresas familiares como la panadería, textiles, zapaterías y carpinterías. Este sector de la población ocupa el tercer lugar de la actividad productiva del municipio.

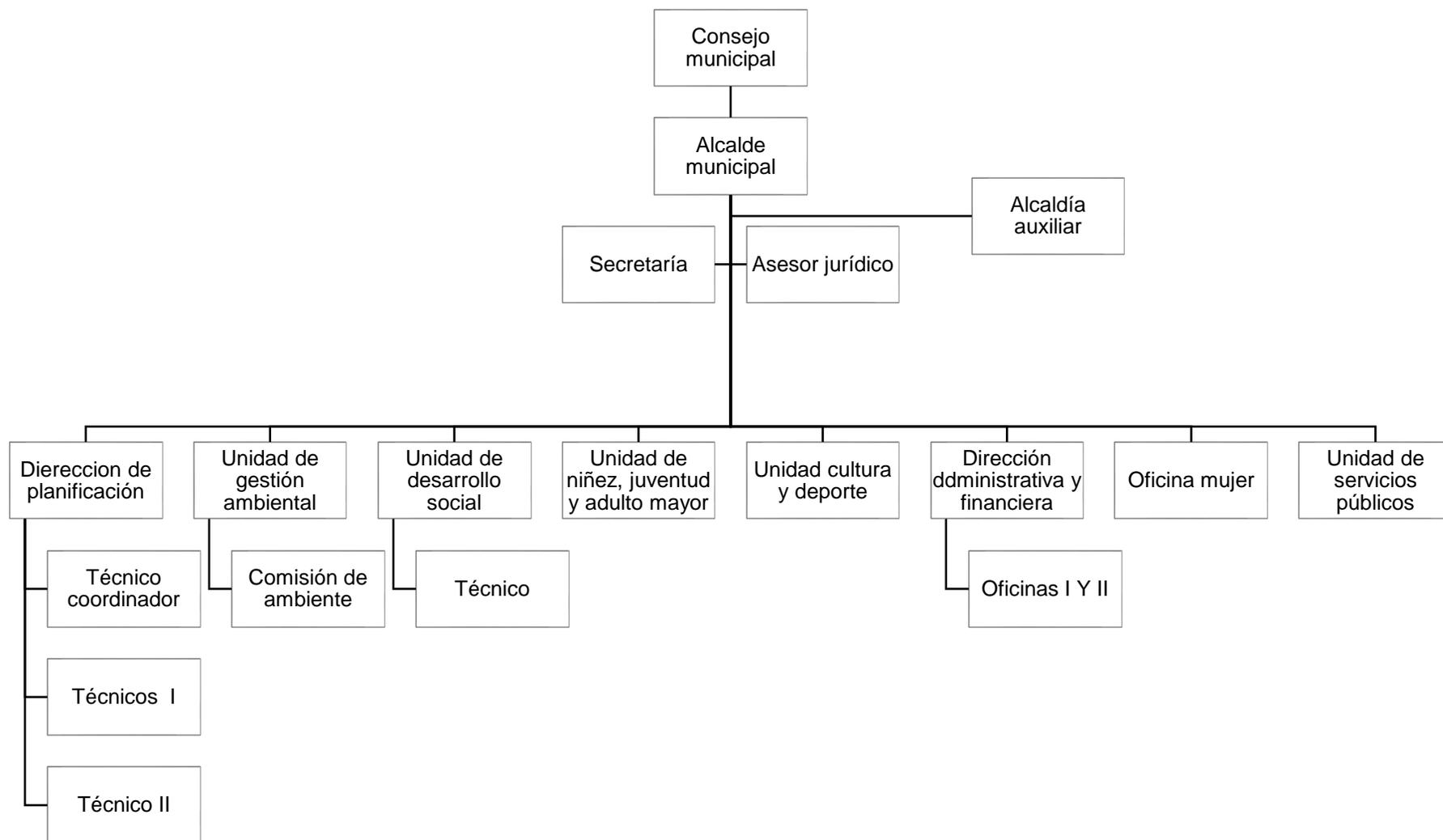
## **F. Institucionalidad del municipio**

En el marco de protección y manejo de los recursos naturales, el municipio se encuentra considerado como lugar de interés de la reserva de uso múltiple de la cuenca del lago Atitlán, (RUMCLA), según CONAP.

Dentro de RUMCLA, el municipio se encuentra como áreas de bosque protector, sub zona altamente poblada y zona de usos múltiples.

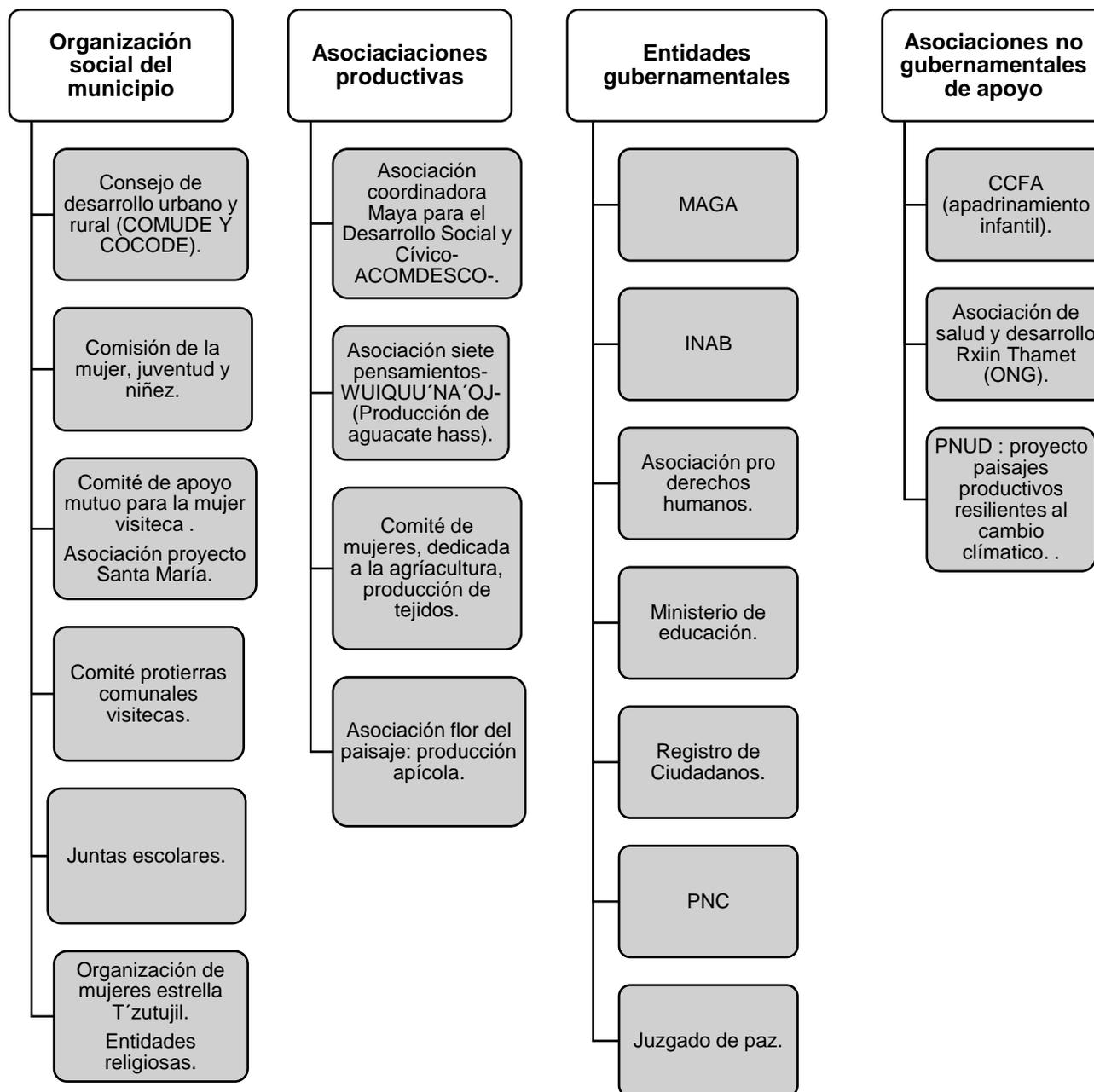
Con vigencia al año 2010 se encontraban 946 ha de bosque bajo conservación con incentivos forestales. Para la protección de dicho recurso, los medios económicos destinados a incentivos y protección forestal son administrados por la unidad de gestión ambiental y ecoturismo, coordinado por un técnico un extensionista forestal y viveristas permanentes.

El objetivo de la unidad de gestión ambiental y ecoturismo (UGAE), es el manejo y vigilancia, facilitación de licencias de consumo familiar, acercamiento y educación ambiental y saneamiento ambiental. (paisajes productivos resilientes al cambio climático, (PPRCC), 2016).



Fuente: elaboración propia, (adaptación de PPRCC, 2016), 2018.

Figura 1. Estructura funcional de la administración y organización del municipio de Santa María Visitación.



Fuente: elaboración propia, (adaptación de Morales de la Cruz, 2008), 2018.

Figura 2. Participación organizacional en el municipio de Santa María Visitación.

## **1.5 METODOLOGÍA**

### **1.5.1 Fase I: delimitación de las piezas involucradas en la problemática.**

#### **A. Ubicación de actores**

- a) Población no organizada.
- b) Servicios públicos y administraciones: unidad de gestión ambiental y ecoturismo municipal (UGAE). Técnicos municipales encargados de la coordinación ciudadana en temática forestal dentro del municipio.
- c) Población organizada: representantes y/o líderes informales.
- d) Asociaciones no gubernamentales: identificación de acciones lideradas por entidades ajenas a la coordinación municipal del área.

#### **B. Dimensión referencial**

- a) Localización de las fuentes de información disponibles en el área sobre el tema en discusión: degradación de los recursos naturales en Santa María Visitación. Datos de fuentes secundarias y entrevistas informales.
- b) Exploración del estado de conocimiento y percepción de los actores involucrados.
- c) Entrevistas exploratorias a los actores institucionales:
  - Municipalidad: revisión de organigrama municipal identificando el papel del técnico coordinador de la unidad de gestión ambiental y ecoturismo (UGAE), equipo integrado para la atención de la comisión de ambiente del municipio, técnico del consejo nacional de áreas protegidas (CONAP), técnico ministerio de ambiente y recursos naturales (MAGA).
  - Líderes comunitarios de grupos organizados para la protección de bosques privados y comunitarios: revisión de los registros de coordinación municipal del proyecto de paisajes productivos resilientes al cambio climático (PPRCC), asociación Vivamos Mejor y municipalidad.

e) Información secundaria: caracterización del área, zonificación, población y recursos.

### 1.5.2 Fase II: trabajo de campo

En esta fase se realizó el acercamiento a los grupos de acción identificados, el registro del acercamiento para ello se desarrolló una matriz para la obtención de la información (cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz 1, utilizada para la identificación de grupos de acción.

No.	Actividad	Participación activa/pasiva	Descripción de participación

Fuente: elaboración propia, 2018.

a) La actividad de campo se desarrolló en dos modalidades:

- Reunión diagnóstica con la municipalidad y sus dependientes; las actividades comprendieron diálogos semi-estructurados (entrevistas informales) a pobladores beneficiarios de proyectos de incentivos, reforestaciones y manejo integrado del fuego.
- Reuniones de intercambio entre municipalidad-población y asociación no gubernamental- población.

b) La participación diagnóstica desarrollada en cada modalidad fue categorizada como pasiva o activa.

- Participación pasiva es decir solamente se registraron los puntos de vista entre las asociaciones y la población beneficiaria de las actividades desarrolladas.
- Participación activa, con intercambio directo con los pobladores como asistencia técnica o bien en intercambio con otros actores y retroalimentación.

En cuanto a la participación activa directa con los pobladores se realizaron de dos tipos: grupal e individual con algunos actores clave para tener perspectivas en diferentes grados de impacto.

Para esta participación se realizó un diálogo semi-estructurado, el cual consistió en el desarrollo de una línea base de temas a abordar con cada persona, sin caer en la entrevista formal, a pesar de esto se realizó un esquema como guía para la colecta de información necesaria evitando así perder las oportunidades de acercamiento con intercambios poco productivos (figura 2).

Fecha: _____ Lugar: _____ Nombre completo (actor): _____ Actividad a evaluar: _____
<b>Temas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabajo o fuente de ingresos formal a su núcleo familiar.</li> <li>2. ¿Por qué participó en los procesos o acciones destinadas al manejo adecuado de los recursos forestales?.</li> <li>3. ¿Cómo participó en los procesos?</li> <li>4. Resultados personales obtenidos.</li> <li>5. Experiencias negativas durante los procesos.</li> <li>6. ¿Se encuentra ubicado en la identificación de las entidades encargadas de los procesos?.</li> <li>7. ¿Se encuentra empoderado en el manejo de las metodologías y técnicas utilizadas para garantizar la sostenibilidad de las prácticas?.</li> <li>8. ¿Qué expectativas de apoyo tiene del actor que lo involucro y acompañó en el proceso?</li> </ol>

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 3. Ficha para delimitación de entrevista informal (diálogo semi-estructurado).

### 1.5.3 Fase III: presentación de análisis de primera y segunda fase (diagnóstico)

#### A. Síntesis de acciones

Para poder analizar y alcanzar los objetivos planteados para el diagnóstico se realizó una matriz (cuadro 2), que permitió el análisis por ejecutor y las acciones realizadas por estos, entre las cuales pueden estar los incentivos, reforestaciones y planes de manejo integrado del fuego (MIF); los resultados obtenidos de su involucramiento en la temática de recursos naturales dentro del municipio, el verificador utilizado para visualizar el alcance de metas.

Cuadro 2. Matriz para la síntesis de actores ejecutores y acciones realizadas.

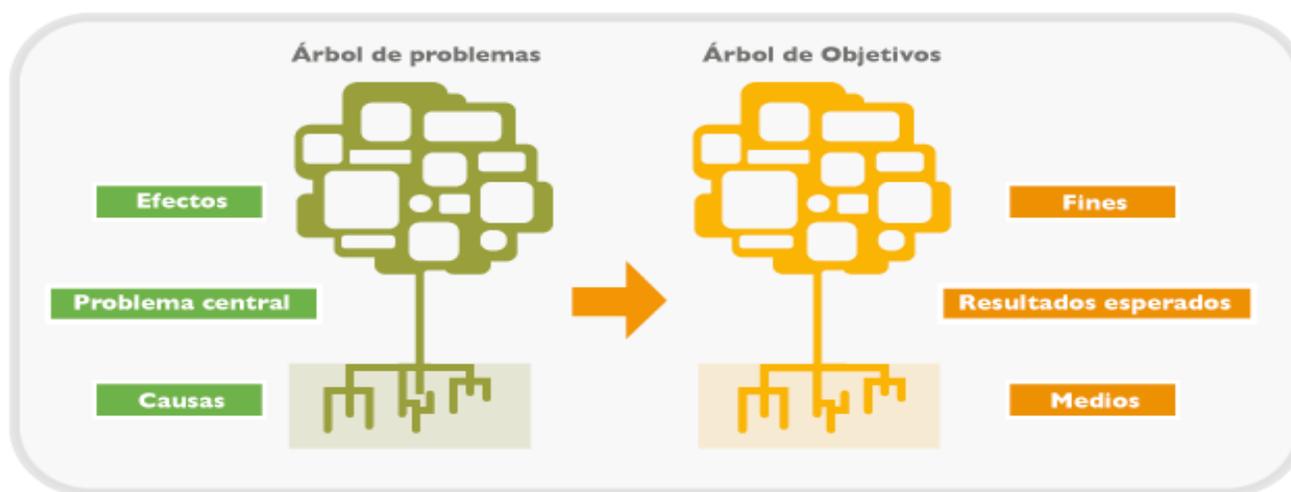
No.	Actor	Acción ejecutado (tema)	Población objetivo	Verificador

Fuente: elaboración propia, 2018.

## B. Árbol de problemas y soluciones

Se desarrolló un árbol de problemas como herramienta para identificar el problema principal de las líneas de acción desarrolladas con el objetivo de mejorar en el manejo de los recursos naturales dentro del municipio, entender que lo provocó en la perspectiva de los pobladores y como esto limita o debilita la consolidación y sostenibilidad del alcance de los proyectos, para esto se utilizó la figura 3 como modelo para la estructura. La cronología de acciones para el desarrollo del árbol fue la siguiente:

- Se identificó la problemática principal en el alcance social (empoderamiento) de las acciones invertidas en el municipio para el manejo adecuado de los recursos forestales.
- Se establecieron las causas directas e indirectas de la problemática principal y los efectos sobre la población y los recursos que este provoca.
- Se identificó la ruta a seguir para la solución del problema principal a través del análisis de medios para la solución y los objetivos finales esperados al solucionar el problema. (árbol de soluciones).



Fuente: Vallés, 2017.

Figura 4. Lógica estructural para elaborar árbol de problemas.

### C. Diagrama de análisis FODA (DFODA)

Se desarrolló un análisis FODA, en el cual se tiene como propósito enlistar las fortalezas identificadas en los procesos desarrollados dentro del municipio gubernamentales y no gubernamentales, las debilidades en los mismos, las oportunidades potenciales para mejorar el manejo adecuado de los recursos naturales y las amenazas para el cumplimiento de su consolidación y sostenibilidad en el tiempo, del aprendizaje del desarrollo de los mismos. El cuadro 3 representa el orden de la información que se recabada para el análisis de los puntos de interés.

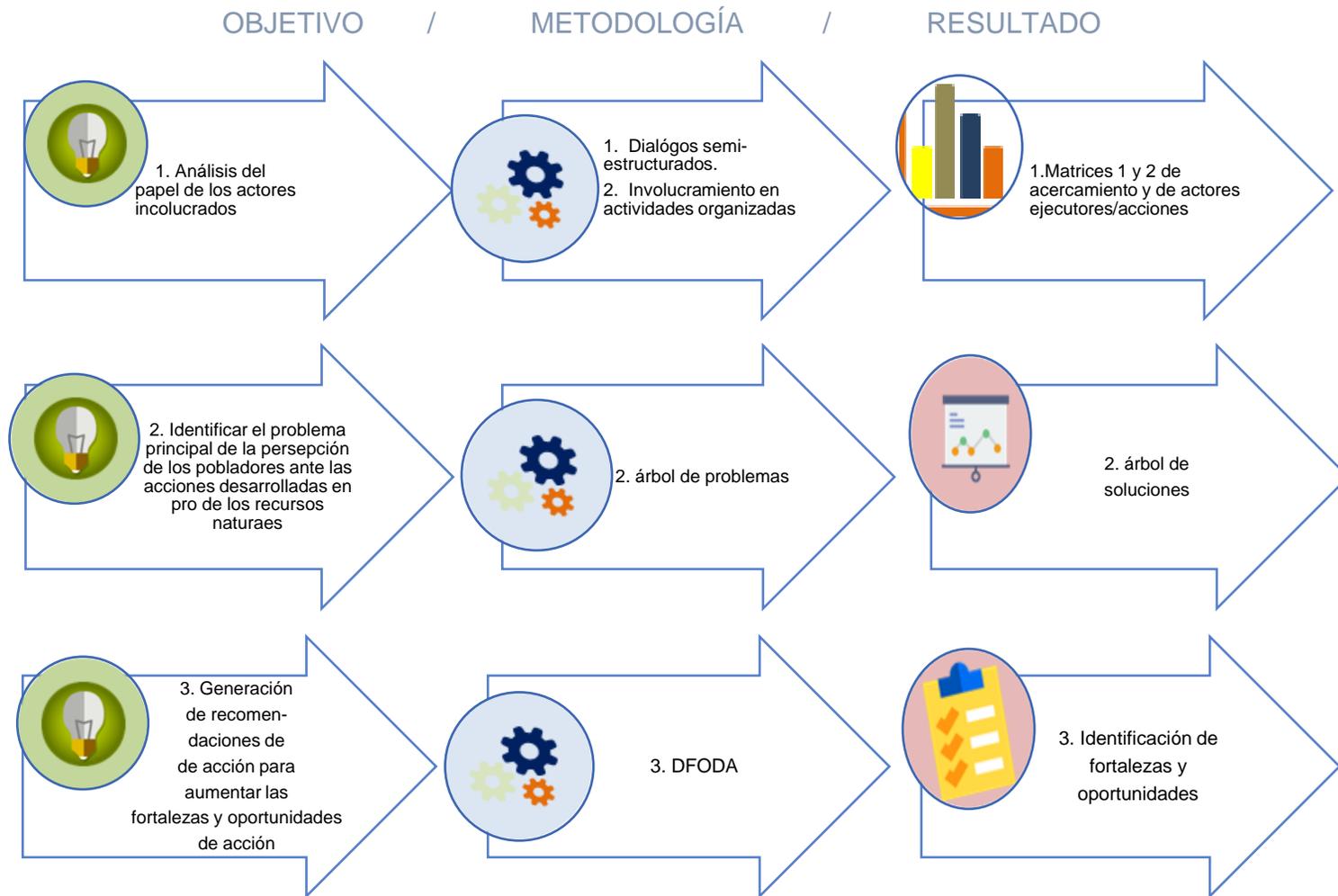
Cuadro 3. Síntesis ordenamiento para desarrollo de análisis DFODA.

Debilidades	-	Amenazas	-
Fortalezas	+	Oportunidades	+

Fuente: elaboración propia, 2018.

La síntesis de análisis FODA ubica en cuatro cuadrantes y dos secciones (+ y -), todas las características de las actividades desarrolladas para contribuir al manejo adecuado de los recursos naturales.

El desarrolló de la metodología planteada anteriormente se planteó con el propósito de alcanzar los objetivos planteados para este diagnóstico, la figura 5 muestra la dirección de acción que se planteó para la obtención de resultados que permitieron el análisis de la problemática identificada.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 5. Ruta de consistencia operacional para el desarrollo del diagnóstico.

## 1.6 RESULTADOS

### 1.6.1 Identificación de la problemática

#### A. Perspectivas en campo sobre los actores involucrados

El desarrollo del acercamiento en campo permitió una participación directa con los actores involucrados en el desarrollo de las actividades del PPRCC en el municipio, se identificaron los papeles tomados por los beneficiarios, tanto pobladores individuales, como la municipalidad, así como la posición y postura de las organizaciones e instituciones con quienes fueron coordinadas los pequeños proyectos, desde el inicio al cuarto y último año del PPRCC; el cuadro 4 se presenta como una matriz que muestra el tipo de acercamiento o participación para la obtención de la información, la actividad en la que se desarrolló y los participantes de dichos acercamientos.

Cuadro 4. Matriz de acercamientos directos de actores involucrados al PPRCC.

No.	Actividad	Participación activa/pasiva	Descripción de participación	Participantes
1	Reunión diagnóstica con UGAE.	Activa	Intercambio informal acciones con los pobladores en temática forestal, soberanía alimentaria, y saneamiento de aguas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinador</li> <li>• UGAE</li> <li>• MAGA</li> <li>• CONAP</li> <li>• PPRCC</li> </ul>
2	Reunión diagnóstica con PPRCC.	Pasiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación técnico-beneficiarios de incentivos forestales PINPEP del municipio.</li> <li>• Conocimiento derecho y obligaciones de inscripción.</li> <li>• Entrega formal de 9 documentos para inscripción del área PINPEP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico consulto PPRCC encargado del desarrollo de los documentos de 9 Beneficiarios PPRCC.</li> </ul>
3	Reunión grupal diagnóstica con beneficiarios. identificados interesados incentivos forestales.	Activa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empoderamiento de pobladores interesados en temática de incentivos PINPEP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPRCC.</li> <li>• Pobladores poseedores de tierras con vocación forestal para protección.</li> </ul>

4	Visita individual de bosques de pobladores interesados en incentivos forestales.	Activa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialogo semi-estructurado (entrevista informal) sobre la importancia del manejo adecuado del recurso bosque.</li> <li>• Identificación de la relación entre pobladores y entidades encargadas de la asistencia técnica en temática forestal a la población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPRCC.</li> <li>• Pobladores poseedores de áreas con vocación forestal.</li> </ul>
5	Visita municipal. Vivero	Activa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las buenas prácticas de manejo en vivero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPRCC.</li> <li>• Viveristas.</li> </ul>

El cuadro 5, muestra los resultados obtenidos del acercamiento, identificándose los actores, el tema que ejecutaron, la población a la que fue dirigida dicha acción y los verificadores presentados al Programa de Naciones Unidas (PNUD) como verificadores de su participación y correcta ejecución del financiamiento dado al ser parte del PPRCC.

Cuadro 5. Matriz de acciones ejecutadas por las instituciones participantes del PPRCC.

No.	Actor	Acción (tema ejecutado)	Población objetivo	Verificador identificado
1	UGAE	1. Vivero Forestal.	Población en general del municipio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10,000 plantas forestales en viveros y frutales en vivero.</li> </ul>
		2. Reforestaciones.	Poseedores de áreas de vocación forestal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de beneficiarios incentivados por reforestación 2017.</li> <li>• Listado de beneficiarios que conservan área reforestada en buen estado 2018.</li> </ul>
2	PPRCC	1. Incentivos Forestales.	Poseedores de pequeñas extensiones de vocación forestal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 documentos de áreas a incentivar PINPEP, pendientes ingreso ventanilla INAB.</li> </ul>
		2. Vivero forestal.	Vivero Municipal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insumos para el manejo adecuado de plantas. Infraestructura del vivero.</li> <li>• Bodega de almacenamiento.</li> </ul>
		3. Reforestación.	Poseedores de áreas de vocación forestal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado número de árboles reforestados para protección o conservación coordinado con asociación sin fines de lucro "Vivamos Mejor".</li> </ul>

## **B. Identificación de problemática principal**

En el contexto de que todas los esfuerzos y actividades descritas anteriormente han sido desarrolladas para mitigar la problemática central diagnosticada en el tema ambiental de la municipalidad por el plan estratégico institucional (PEI) desarrollado en el año 2016, “mal manejo de los recursos naturales” y cuyos objetivos de acción planteados para cuatro años desde su identificación, son la disminución de la degradación de los recursos naturales, el manejo adecuado de los recursos y su adaptación al cambio climático; dichos objetivos pretenden ser evidenciados con 550 familias participando activamente en la ejecución de 2 planes de manejo de los recursos naturales para el año 2020. (Mayorga Pastor et al., 2016a).

En pro del cumplimiento de las metas planteadas anteriormente por la municipalidad en coordinación con el “proyecto de paisajes productivos resilientes al cambio climático” (PPRCC), se han desarrollado tres actividades específicas dirigidas específicamente al recurso forestal del área: incentivos para reforestación de áreas degradadas y conservación de suelos sin protección boscosa; incentivos forestales por manejo adecuado y sostenible a poseedores de pequeñas extensiones de tierra con vocación forestal en el programa PINPEP; asistencia técnica y donación de insumos para el manejo adecuado de las plantas dentro de vivero municipal.

Sin embargo, a pesar de que las actividades han sido definidas y las intenciones de acción son permisibles, el avance del empoderamiento y aumento de resiliencia poblacional al cambio climática no es identificado con claridad dentro de los pobladores del municipio, generado por la escasa comunicación interinstitucional y con la población en general, debido a la sectorización y sistema excluyente de la selección de beneficiarios.

En el siguiente árbol de problemas, el cual se muestra como figura 6, fueron identificados a través de análisis participativo con la población (cuadros 4 y 5) y de fuentes secundarias las causas de que la población sienta un desvinculación del apoyo institucional para manejar su recurso forestal, después de recibir los incentivos, para pobladores con potencial y necesidad de asistencia técnica y del conocimiento específico de las entidades coordinadoras de cada proceso, lo que genera un desconocimiento de los derechos y obligaciones de la población en cuanto al manejo de sus recursos, a pesar de tener un conocimiento ancestral y lógico de los beneficios que esto provoca a su entorno de vida.

A Su vez esto provoca una gran debilidad para el cumplimiento objetivo de las acciones “empoderamiento, resiliencia y sostenibilidad”, concluyendo en un persistente manejo inadecuado de los recursos a largo plazo.

Al generar el árbol de soluciones, el cual se muestra como figura 7, se proyecta como solución a la problemática identificada una serie de medios que incluyen de forma general en el fortalecimiento de las relaciones interinstitucionales para lograr un alcance hacia los pobladores que aseguren el empoderamiento de estos para su autogestión para mejorar sus condiciones de vida a través del manejo adecuado y sostenible de los mismos, siendo de vital importancia resaltar el protagonismo de los pobladores para poder lograrlo convirtiéndose objetivamente en partes del paisaje productivo y resiliente a los riesgos actuales por el cambio climático. Los tamaños reales de los árboles se muestran en la versión digital de este documento.

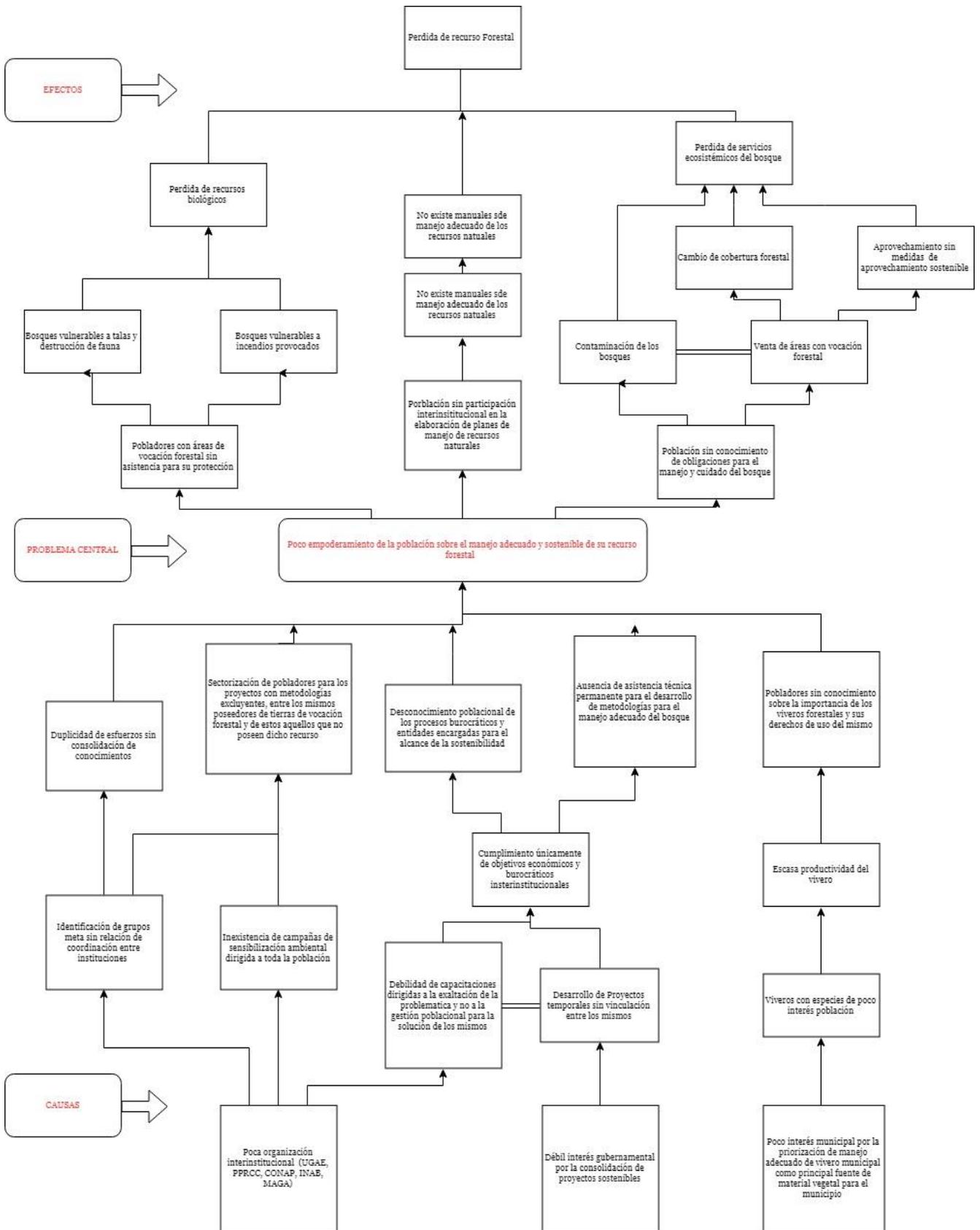


Figura 6. Árbol de problemas del diagnóstico.



### C. Diagnóstico FODA (DFODA)

El cuadro 6, presenta un análisis de la problemática principal identificando las debilidades y fortalezas de los procesos desarrollados por las instituciones gubernamentales y no gubernamentales para lograr la protección de los recursos forestales, a través de tres líneas de trabajo identificadas anteriormente; reforestaciones, incentivos forestales y fortalecimiento del vivero municipal. De lo anterior se establecen oportunidades de trabajo para lograr los objetivos planteados dentro del plan estratégico institucional (PEI), y las amenazas a las cuales se encuentran vulnerables e impiden el proceso de avance de los mismos.

Cuadro 6. Análisis FODA.

<p style="text-align: center;">Debilidades (-)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento de los procesos desarrollados entre las instituciones ejecutoras (UGAE-PPRCC).</li> <li>• Duplicidad de esfuerzos sin consolidación de los mismos.</li> <li>• Capacitaciones sin priorización de empoderamiento poblacional para su autogestión con las entidades encargadas de los procesos.</li> <li>• Población sectorizada de manera excluyente, gestionando acciones para grupos específicos y no para la población en general.</li> <li>• Manejo de vivero sin dirigirse a las necesidades e intereses poblacionales.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Amenazas (-)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Población desvinculada con los objetivos institucionales.</li> <li>• Perdida de áreas potenciales para recuperación con reforestaciones.</li> <li>• Perdida de cobertura forestal.</li> <li>• Aprovechamiento sin manejo sostenible del recurso maderable del municipio.</li> <li>• Desarrollo de manuales de manejo sostenible de los recursos naturales que no cubran las necesidades y características reales de los pobladores.</li> <li>• Persistencia del manejo inadecuado de recursos naturales después de 4 años del inicio de la implementación de los procesos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Fortalezas (+)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las instituciones ejecutoras cuentan con equipo técnico capacitado para la gestión de los procesos.</li> <li>• Se cuenta con pobladores beneficiarios que han ejercido su papel de comunicadores entre los procesos y aquellos pobladores que no habían sido identificados.</li> <li>• Vivero municipal con insumos para el manejo adecuado del material vegetal.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Oportunidades (+)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión de pobladores a partir de pobladores que ya se encuentran dentro de los procesos.</li> <li>• Fortalecimiento institucional a partir de la inclusión de las instituciones no gubernamentales a la comisión de ambiente dentro de la municipalidad para la toma de decisiones.</li> <li>• Consolidación de empoderamiento poblacional a partir de capacitaciones.</li> <li>• Diversificación de viveros en base a las necesidades e intereses de la población-</li> <li>• Acercamiento de INAB Y CONAP a la población en general.</li> </ul>

## 1.7 CONCLUSIONES

1. Tomando en cuenta que los objetivos de los procesos para alcanzar las metas planteadas en el plan estratégico institucional 2016-2020, para la protección específica de las áreas con vocación forestal, han sido claramente definidos y las intenciones de acción son permisibles por la población del municipio, el avance del empoderamiento y aumento de resiliencia del paisaje forestal al cambio climática no se proyecta con claridad dentro de los pobladores del municipio, esto debido a la comunicación interinstitucional y con la población en general es mínima, debido a la sectorización y sistema excluyente de la selección de grupos meta de cada institución involucrada (UGAE, MAGA, INAB, CONAP, PPRCC).
2. El árbol de problemas generado recopila el análisis de campo y fuentes secundarias del área, identifica como problema principal el desconocimiento de los derechos y obligaciones de la población en cuanto al manejo de sus recursos, es decir escaso empoderamiento sobre el tema, a pesar de tener un conocimiento ancestral y lógico de los beneficios que esto provoca a su entorno de vida. A Su vez esto provoca una gran debilidad para el cumplimiento objetivo de las acciones “empoderamiento, resiliencia y sostenibilidad”, concluyendo en un persistente manejo inadecuado de los recursos a largo plazo.
3. El análisis FODA permite identificar la necesidad de fomentar la coordinación institucional gubernamental y no gubernamental a través de intercambio y homologación de procesos definidos para la identificación, selección, ejecución y consolidación de los procesos en temática forestal, generando así una sola base de datos de los beneficiarios y potenciales beneficiarios, además se deben definir los compromisos a cumplir de cada actor ejecutor para evitar la duplicidad de esfuerzos que genera una sectorización excluyente de la población en general.

## 1.8 RECOMENDACIONES

1. La consolidación del empoderamiento poblacional para el manejo adecuado de sus recursos forestales puede lograrse si se construye una sola línea de acción entre las instituciones gubernamentales y no gubernamentales encargadas.
2. Es necesario generar una concientización y campaña de información dirigida a toda la población del municipio puesto que independientemente de la posesión de áreas con vocación forestal que posean o no las consecuencias del manejo inadecuado y posterior pérdida de sus servicios eco sistémicos serán percibidos por el municipio en general.
3. Las capacitaciones y/o talleres deben ser desarrolladas con el objetivo de lograr que los pobladores sean capaces de gestionar el manejo y protección de sus bosques, de la mano de las entidades encargadas de lo mismo. Para ello es necesario que identifiquen sus obligaciones y derechos como ciudadanos del municipio y sean capaces de proteger su recurso forestal de manera permanente y sostenible.

## 1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Bustelo Ruesta, C. (2010). *Determinación de alcance de los proyectos de implantación de sistemas de gestión documental*. Catalunya, España: Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Analisis\\_del\\_contexto\\_organizativo/Analisis\\_del\\_contexto\\_organizativo\\_\(Modulo\\_8\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Analisis_del_contexto_organizativo/Analisis_del_contexto_organizativo_(Modulo_8).pdf)
2. Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo, Perú (DESCO-Cuánto). (2008). *Evaluación final del sub componente de consolidación de proyectos productivos del programa FONCODES III: Informe final: Contrato de locación de servicios de consultoría nº 001-2008-FONCODES*. Perú: Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social (FONCODES). Recuperado de [http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/METODOLOGIA/Lecturas/complementarias/Informe\\_Final\\_Prod\\_MCSE.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/METODOLOGIA/Lecturas/complementarias/Informe_Final_Prod_MCSE.pdf)
3. Chavajay Pérez, E. R. (2017). *Plan de manejo de los recursos naturales del municipio de Santa María Visitación, Sololá 2010 – 2014*. Guatemala: Asociación Vivamos Mejor. Recuperado el 05 de mayo de 2018, de ISSUU: [https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/plan\\_de\\_manejo\\_rr.nn.\\_\\_visitaci\\_\\_n\\_](https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/plan_de_manejo_rr.nn.__visitaci__n_)
4. Geilfus, F. (2002). *80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
5. Mayorga Pastor, F. E., Juárez Santiago, K. A., Gutiérrez Rodas, M., Toledo, J., & Castellanos, G. (2016a). *Plan estratégico institucional 2016-2020; Santa María Visitación [Sololá, Guatemala]. Guatemala: Proyecto “Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático y Redes Socioeconómicas Fortalecidas en Guatemala” (PPRCC)*. Recuperado de <http://marn.gob.gt/Multimedios/5343.pdf>
6. Morales De la Cruz, D. N. (2008). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión; Municipio de Santa María Visitación, departamento de Sololá; Tema individual: Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de maíz)*. (Tesis Lic. Cont. Pub. y Audit., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0681\\_v14.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0681_v14.pdf)
7. Vallés, Á. (2017). *Cómo hacer un árbol de objetivos*. Recuperado el 07 de mayo de 2018, de La Caja de las Habilidades: <http://www.myadriapolis.net/2017/11/como-hacer-un-arbol-de-objetivos.html>

**1.10 ANEXOS**

**1.10.1 Fotografías recopiladas**

Cuadro 7A. Acercamientos pasivos y activos para la obtención de información.

	
<p>Identificación de condiciones en vivero municipal.</p>	
	
<p>Reunión diagnóstico PPRCC técnico-beneficiarios incentivos PINPEP.</p>	
	
<p>Entrevistas informales (bosque Don Antonio Chavaja).</p>	<p>Reunión diagnóstica COMUDE-comisión de ambiente.</p>



Reunión diagnóstico pobladores no incluidos en los procesos PINPEP.

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 1.10.2 Verificadores recopilados del PPRCC

Cuadro 8A. Listado de cuerdas reforestadas por PPRCC.

No.	Ubicación del terreno (caserío o sector)	Cuerdas Reforestadas	Total cuerdas
1	Chuaxiquicho	3	126.5
2	Chuaxiquicho	3	
3	Chuichaj	1	
4	Chuichupup	2	
6	Chuipoj	3	
7	Chuiyatza	2	
8	Chuosciquiche	5	
9	Pachalí	4	
10	Pacum	3	
11	Papenab´	2	
12	Paquicheb´	2	
13	Paxprian	3.5	
14	Payaztza	23	
15	Porvenir	1	
16	Xiprian	2	
17	Xiquichoy	49	
18	Yatza	18	

Fuente: PPRCC, 2018.



Fuente: elaboración propia, (recopilación de PPRCC, 2018), 2018.

Figura 8A. Reforestaciones por sector en el municipio de Sta, María Visitación.



The seal of the Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central shield with a landscape scene: a figure on a horse in the foreground, a volcano in the background, and a sun. Above the shield are various heraldic symbols, including a golden crown, a lion, and a castle. The shield is flanked by two golden columns. The entire seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS OBIS CONSPICUA CAROLINA".

**CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN**  
**IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES PARA ESTABLECER UNA LÍNEA BASE EN**  
**PRO DE LA RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL, EN EL PARQUE REGIONAL**  
**MUNICIPAL “CHUIRAXAMOLÓ”, SANTA CLARA LA LAGUNA, SOLOLÁ,**  
**GUATEMALA, C.A.**



## 2.1 PRESENTACIÓN

La degradación de los recursos naturales, específicamente de los bosques (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2011) ha provocado la pérdida de la integridad ecosistémica de los paisajes en todo el mundo, aumentando la vulnerabilidad de las poblaciones hoy en día. Este declive es resultado de la presión ejercida por las poblaciones humanas a lo largo de su historia, presentándose desde la revolución industrial prácticas poco sostenibles para satisfacer las necesidades de sobrevivencia de las poblaciones, provocando que aquellas poblaciones que no cuentan con poder económico para sobrellevar dicha degradación, presenten los más altos grados de vulnerabilidad.

En respuesta a la necesidad mundial por recuperar los medios de subsistencia degradados, se han propuesto indicadores de desarrollo sostenible como un sistema de herramientas para facilitar la evaluación del progreso de las iniciativas regionales e internacionales encaminados a un desarrollo sostenible, cuyos ejes impliquen la integración ambiental, social y económica para asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales a largo plazo; esto ha implicado el diseño y evaluación de políticas públicas que incluyan estrictamente la participación ciudadana.

En Guatemala la preocupación por el aumento de la vulnerabilidad de los ecosistemas y la disminución de su capacidad de resiliencia se refleja institucionalmente con la creación del decreto ley 7-2013, el cual impulsa acciones para la adaptación al cambio climático en el país, desarrollando a través de la mesa de restauración forestal (MRF), en el año 2012, una estrategia nacional de restauración del paisaje forestal, con la cual se iniciaron gestiones para la recuperación, protección y producción sostenible de los recursos a través de una línea de desarrollo sostenible integral de las áreas afectadas. (Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2015).

La presente investigación pretende generar propuestas encaminadas a resolver la problemática de la degradación de ecosistemas; para esto se caracterizó el parque regional municipal Chuiraxamoló, evaluando su dinámica y composición en los grados de sucesión y perturbación ecológica identificados, a través de los cuales se registró una serie de indicadores, con el fin de evaluar su adaptabilidad y objetividad como herramienta y línea base para el monitoreo de futuras áreas a restaurar en Guatemala a mediano y largo plazo, tomando como referencia en esta investigación áreas con fines de protección del departamento de Sololá.

La construcción de la boleta como herramienta de monitoreo, permitió la identificación de diecisiete indicadores, los cuales fueron agrupados a manera que permitan la evaluación del avance de planes de restauración, estos indicadores fueron clasificados en dos, aquellos que reflejan un rango de decisión e indicadores descriptivos de los ecosistemas, esto permitirá definir el éxito o debilidades de dichos procesos y poder así re direccionar aquellas acciones que limiten el alcance de las metas establecidas. La herramienta y sus indicadores podrán ser reestructurados en a través de su aplicación en áreas de interés, con el fin de mejorar los procesos de evaluación y consolidación de las restauraciones.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En un contexto mundial, la degradación de los bosques y tierras agroproductivas, son un tema de interés prioritario, debido a las consecuencias que esta refleja sobre los medios de subsistencia y resiliencia mundial, siendo los más afectados principalmente los países de Latino América y Asia subtropical como los principales afectados (FAO, 2015); para el Guatemala se reporta una pérdida de paisajes forestales entre 2006 y 2010, de más de 146,000 ha, reflejando la presión que enfrentan por causas como, la deforestación, incendios forestales, consumo de leña y cambio de cobertura sin criterio de capacidad de uso de la tierra. (mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2015).

A pesar de los avances y esfuerzos institucionales para la generación de estrategias encaminadas a la protección y recuperación de estos paisajes forestales, en Guatemala no se tienen antecedentes del monitoreo y seguimiento de dichas estrategias por medio de indicadores biológicos, ecológicos y/o sociales que evalúen de forma integral el estado de perturbación de los paisajes forestales como línea base para el monitoreo de los procesos encaminados a su restauración y conservación para el desarrollo sostenible de las poblaciones afectadas.

En el año 2016 el proyecto de paisajes productivos resilientes al cambio climático “PPRCC”, tuvo como objetivo la recuperación del equilibrio ecosistémico de las principales áreas degradadas del país, buscando asegurar la protección, recuperación y producción sostenible de los recursos en seis municipios de Sololá, por lo cual desarrollo un plan estratégico institucional (PEI), para el municipio de Santa Clara La Laguna, en el que se identificó que la problemática ambiental del área ha generado vulnerabilidad en el paisaje forestal y por ende el desarrollo sostenible del área (PNUD, 2016). Por lo cual municipalidad expone la necesidad del desarrollo de proyectos destinados a recuperar el ambiente.

En respuesta a la suma de esfuerzos para la protección de los paisajes forestales de Guatemala, y en específico para contribuir a las necesidades ambientales que presenta el municipio de Santa Clara La Laguna, el presente documento como seguimiento de las acciones del PPRCC, plantea el establecimiento de indicadores biológicos, ecológicos y sociales, como línea base para la restauración ecológica del paisaje forestal del área, mediante la caracterización integral de los componentes del mismo, con lo cual se pretende identificar su dinámica y los factores de perturbación a los cuales ha sido expuesto.

Como resultado principal, la investigación crea una herramienta que tiene como propósito la evaluación de los diecisiete indicadores establecidos, a través de las metodologías propuestas para cada uno, creando así una línea base para el monitoreo de restauraciones de los bosques en Sololá, pues permitirán un diagnóstico del estado de avance de cada

ecosistema mediante comparaciones en el tiempo de cada indicador, con lo cual se facilitara el análisis para la toma de decisiones que redireccionen planes de trabajo poco eficientes o bien que favorezcan a aquellos que reflejen respuestas positivas para el alcance de las metas establecidas.

Los resultados de la aplicación de la herramienta, podrán tomarse como referencia para lograr la consolidación efectiva y apreciable de futuros procesos en Guatemala, encaminados a la restauración, conservación y producción sostenible de los paisajes forestales, así como a la generación de servicios ecosistémicos y la obtención de incentivos forestales.

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

### **2.3.1 Marco conceptual**

#### **A. Ecosistema**

El ecosistema puede definirse de manera textual como “la unidad mínima de estudio de la ecología, siendo este un conjunto formado por los componentes bióticos y abióticos de una región determinada” (Administración del medio ambiente y de los recursos naturales, (UAO), 2011), este concepto induce a la percepción de un “todo”, en el cual para poder entenderlo debe ser analizado como una interrelación o vinculación permanente y dinámica entre sus componentes la cual se evidencia a través del flujo de energía y materia que ocurre dentro de este.

Teniendo como objetivo principal el estudio y caracterización de los ecosistemas, para una mejor comprensión y dirección de las acciones necesarias para asegurar su integridad ecosistémica y su aprovechamiento sostenible, debe ser de principal interés el conocimiento de su función y la interdependencia existente entre los elementos bióticos y abióticos que lo componen y/o que dependen de él.

#### **a. Ecosistema natural**

Los ecosistemas naturales, pueden definirse como un grupo de componentes vivos: plantas, animales y microorganismos, que se desarrollan en ambientes “intactos”, es decir cuyas estructuras y ciclos dinámicos internos y de interrelación con otros no han sido alterado. Entre estos se encuentran los bosques, pastizales, arrecifes, etc. que cuentan con lo descrito anteriormente y que poseen características y objetivos de funcionamiento y servicios específicos de forma natural con otros ecosistemas, sin ser estos inducidos por objetivos antropológicos. (Nebel & Wright, 2000).

El estudio de estos ecosistemas permite una comprensión integral de su importancia para asegurar las relaciones que se desarrollen y disminuir el impacto del ser humano en la naturaleza, así como las consecuencias positivas o negativas que estas puedan propiciar y como de estas se asegura cierto grado de desarrollo sostenible. (Nebel & Wright, 2000).

#### **b. Ecología**

Se define básicamente como la ciencia que ocupa el estudio de los ecosistemas, de sus componentes, intercambios y transformaciones de materia a través de ciclos, dentro y fuera

de los mismos. La ecología define que, si bien el ecosistema es el conjunto de componentes bióticos y abióticos dentro de un ambiente determinado y específico, los límites de los ecosistemas naturales no poseen ningún límite espacial definido y por lo tanto no se trata de una unidad aislada, sino que al contrario los componentes de cada ecosistema se interrelacionan de manera directa o indirecta entre ellos asegurando el equilibrio en los mismos.

Por lo tanto, se puede asegurar que los ecosistemas se superponen gradualmente en un área de transición llamada “ecotono”, en la cual se identifica la presencia de aquellas especies que se comparten entre los ecosistemas en cuestión, o aquellas especies dependientes de la combinación de las características de transición de ambos y no de las características de cada ecosistema independientemente. (Nebel & Wright, 2000).

Los biomas por otro lado se estudian como la agrupación de ecosistemas de la misma naturaleza, siendo en esencia una comunidad biótica sostenida y limitada por los factores abióticos de su entorno. Sin embargo a pesar de que cada ecosistema es un mundo con características específicas y que pueden ser agrupados según la perspectiva con la que se desee analizar, se debe tener claro que todos los ecosistemas se encuentran de alguna forma relacionados y que por lo tanto son interdependientes. (Nebel & Wright, 2000).

### **c. Funcionamiento del ecosistema natural y sus componentes**

De forma general se puede establecer que todos los ecosistemas poseen características claves en común, iniciando porque todos necesitan de una principal fuente de energía, la cual fluirá de manera continua a través de todos los componentes para su transformación en un número indeterminado de servicios, los cuales serán parte de un ciclo cerrado de transformación. A pesar de estas características compartidas de forma general en todos los ecosistemas, para propósitos de comprensión, evaluación, estudio e investigación de los mismos es importante definir cada ecosistema de acuerdo a sus componentes específicos. (UAO, 2011).

Cada ecosistema dependiendo de su naturaleza desarrollara funcionamientos diferentes relacionados los factores que los componen. Esto lo explica la sociedad norteamericana de ecología al describir como ejemplo el ecosistema bosque que funciona exhibiendo tasas de producción de plantas, almacenamiento de carbono y ciclo de nutrientes característicos del mismo, si este es convertido a un agro ecosistema, su funcionamiento cambiara. Lo anterior explica la importancia que cada ecosistema natural posee y la necesidad de su estudio en torno a sus características tanto individuales como en intercambio e integración con otros ecosistemas. (Ecological Society of America, 1999).

Los componentes funcionales de los ecosistemas desde el punto de vista de la ecología son estudiados en dos componentes, los bióticos y abióticos, el primero representado por la comunidad de especies que lo integran y que pueden ser jerarquizados según su relevancia o dominancia en ella, y el segundo se define como el espacio (con todas sus características o componentes) en el cual se almacenan y transportan los nutrientes o materiales orgánicos e inorgánicos. Estos procesos se cuantifican en tasas y se denominan servicios ecosistémicos. (Nebel & Wright, 2000).

El funcionamiento de cada ecosistema será entonces el reflejo de todos los procesos que se desarrollen entre sus componentes y las interacciones intra e inter específicas que estos conlleven. (Ecological Society of America, 1999).

#### **d. Estructura de los ecosistemas**

Al hablar de estructura de los ecosistemas, es necesario entender que se refiere a cada una de las partes que no se evalúan de forma individual sino estrictamente como parte de un todo, el ecosistema. La estructura se compone de dos aspectos fundamentales, estructura biótica y los componentes abióticos. (Nebel & Wright, 2000)

##### **1. Estructura biótica**

Esta estructura puede dividirse en tres categorías de organismos, productores, consumidores y descomponedores, estos generan el traspaso de energía a través de cadenas alimenticias y hacia el ambiente de estos. Básicamente los ecosistemas desarrollan cadenas alimenticias, las cuales son una serie de pasos de energía a través de una serie de niveles de productores a los consumidores primarios, a los secundarios, etc., a esto se le conoce como niveles tróficos, siendo los productores el primer nivel trófico.

En cuanto a relaciones no alimentarias, se encuentran las asociaciones de sustento mutuo, las relaciones alimentarias definen como una especie se beneficia de la otra de menor nivel trófico, siendo una dañada en mayor o menor medida; por otro lado en las relaciones de sustento mutuo se definen aquellas en donde se favorecen las dos partes, estas se llaman mutualismo, como grupo general se encuentran las relaciones simbióticas, la cual define el vivir juntos de ambas especies pero sin especificar si su convivencia es beneficiosa o no. (Nebel & Wright, 2000).

##### **2. Estructura abiótica**

Esta analiza la acción recíproca de los agentes físicos y químicos del ambiente, siendo los principales de manera general, el recurso agua, la temperatura, luz, viento, nutrientes

químicos, pH, salinidad e incendios. El grado en que cada componente se encuentra presente y su influencia para la optimización de la estructura biótica (sobrevivencia de los seres vivos) del ecosistema, así como la medida de relación de cada componente abiótico con las diferentes especies que lo componen, son los temas de principal interés para comprender el estado de equilibrio de cada ecosistema natural. (Nebel & Wright, 2000).

## **B. Dinamismo de los ecosistemas y sucesión ecológica**

El ecosistema es permanentemente dinámico a través del tiempo, lo que permite que este de manera natural tienda a una mayor complejidad, esta tiene una relación con la cantidad de especies que se van sumando al ecosistema volviéndolo más estable, lo que se traduce en la capacidad de soportar cambios en sus componentes sin que sus principales servicios desaparezcan, esta conclusión ha sido posible gracias a diversos estudios realizados para evaluar la relación entre la biodiversidad y los niveles de funcionamiento de los ecosistemas desde los estudios de Darwin hasta los más recientes realizados principalmente en Norte América y Europa. (Ecological Society of America, 1999).

Todo el proceso de dinamismo, funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas se desarrolla a través de secuencias de cambios a través del tiempo; estos cambios pueden ser vistos como aquellos que sufre el entorno abiótico en el que se desarrollan las comunidades que lo integran, o bien dentro de la misma desde sus poblaciones, ambos procesos de cambio están destinados a una mayor organización y complejidad del ecosistema; el estudio de este proceso de cambio se denomina sucesión ecológica; estas sucesiones podrán ser según la naturaleza del área en donde se desarrollaran primarias o secundarias.

- Sucesión primaria: es aquel proceso de cambio que se genera en la formación de un nuevo ecosistema. Y el proceso está caracterizado por ser un proceso de colonización, en donde existe poca interacción biológica de forma general.
- Sucesión secundaria: son aquellos procesos de cambio que darán inicio desde un ecosistema previamente ocupado y desarrollado, el cual por causas humanas o naturales ha sido modificado o perturbado parcial o totalmente. Por lo tanto puede definirse como la recuperación de las comunidades en áreas disturbadas: deforestadas, cultivadas, inundadas, etc. (Díaz & Mariscal, 2009).

En el contexto de entender que la sucesión ecológica es un proceso complejo, no solamente en una dimensión teórica, si no como un proceso de aplicación e implementación de actividades, herramientas técnicas y legales. Podemos definirla en tres parámetros:

- Se trata de un proceso ordenado, orientado y por lo tanto predecible, de cambios en todas las estructuras de los factores que lo integran a través del tiempo.

- Es un proceso destinado a la modificación del entorno físico por acción de los procesos que desarrolle la comunidad en él, siendo estos procesos condicionados en tipo velocidad y límites por el entorno físico.
- Todos los cambios están destinados y tenderán a la estabilidad de la comunidad, lo que significa llevar a su capacidad máxima de biomasa, de interacciones entre factores bióticos y de homeostasis dentro de la comunidad, es decir mantenimiento máximo del equilibrio dinámico. (Vargas, 2007).

### a. El proceso de la sucesión ecológica

Durante la sucesión ecológica se mantiene un proceso de sustitución durante el tiempo de una comunidad a otra, a esto se le denomina sere o etapa seral. El conjunto de estas culmina en el “clímax: comunidad final, estable, en homeostasis con el medio”.

Las fases de una sucesión ecológica o sere, pueden ser divididas en cuatro, cada una con una complejidad diferente (cuadro 9).

Cuadro 9. Etapas serales de restauración.

No.	Etapas	Descripción
1	Fase inicial	Colonización de organismos de estructura sencilla (musgos, líquenes, algas, etc.) y de rápida reproducción, los cuales con procesos de fotosíntesis y otros ciclos metabólicos comienzan a transformar los componentes del suelo.
2	Fase media	Especies que aportan materia orgánica al suelo a través de sus raíces (plantas superiores de hábito herbáceo), lo que influye a la aparición de organismos más complejos para el inicio de las interacciones.
3	Fase madura	Especies vegetales de mayor porte (árboles y arbustos) que influyen la presencia y variabilidad de especies, lo que completa la red trófica del ecosistema, es decir que se trata de un ecosistema en total dinamismo, intercambio y transformación de materia, pero sin llegar a su capacidad de carga máxima de estos procesos.
4	Clímax	Ecosistema que ha alcanzado su capacidad máxima de carga, esto significa condiciones estables y de equilibrio entre todos sus componentes, donde se ha alcanzado el número máximo de especies y homeostasis de comunidad. El conjunto de todas las etapas serales que conllevan al clímax se denominan entonces “sucesión progresiva”.

Fuente: Acosta, et. al, 2010.

### b. Equilibrio, zonas de tensión y capacidad de carga del ecosistema

Una de las observaciones de interés para el estudio de la vulnerabilidad de los ecosistemas y su capacidad de sobrellevar ciertas condiciones de perturbación, es la adaptabilidad o capacidad genotípica y fenotípica de las especies ante distintas condiciones ambientales.

Cada componente abiótico presenta un punto óptimo, el cual se define como el nivel ideal del mismo para que cada especie funcione adecuadamente, por lo que una perturbación en su estado provoca un déficit en el desarrollo de los componentes abióticos y por ende el equilibrio del ecosistema decae y como consecuencia los bienes y servicios que generaba también.

El rango de variación del grado óptimo del factor abiótico se denomina, margen óptimo y los valores máximos de variación del factor, margen de tolerancia, compuesto por dos puntos llamados, límites de tolerancia, lo anterior nos permite llegar al último concepto, zonas de tolerancia, el cual gráficamente se encuentra entre el margen óptimo y los límites de tolerancia, y puede interpretarse definiendo que mientras más se aleje el factor abiótico a su margen óptimo, las especies se desarrollaran bajo tensión, la cual pudiese generar su extinción o vulnerabilidad de las mismas. (Nebel & Wright, 2000).

### **c. Perturbación de los ecosistemas**

Como parte del dinamismo de los ecosistemas naturales, este sufre fluctuaciones naturales debido a múltiples procesos internos y externos, denominados, bifurcaciones no locales, y las rutas por las que los sistemas responden a estas fluctuaciones mecanismos silenciosos. Generalmente el tiempo de recuperación desde una perturbación natural o inducida hasta la recuperación del equilibrio, es más larga cuando el tiempo de perturbación es muy larga, cuando una especie se encuentra en un punto de tensión que la acerca a su extinción o con baja tasa de recuperación y por último cuando los parches (áreas que aún conservan la esencia de la estructura original del ecosistema perturbado).

Cada ecosistema responderá con una trayectoria de recuperación diferente y específica según las condiciones del mismo. La perturbación implicara la pérdida de los elementos esenciales en las estructuras de los ecosistemas y estos responderán dependiendo de la complejidad de su estructura y la intensidad de la misma perturbación.

Se debe entender que el proceso de pérdida de especies, como consecuencia de una perturbación puede ocasionar cambios en la dominancia de las especies y por ende cambiar por completo los ciclos que el ecosistema brinda. (Granado, 2007).

### **C. Regeneración ecológica**

Las perturbaciones de los ecosistemas como se mencionó con anterioridad pueden ser de diferente naturaleza y conllevan cambios diferentes, sin embargo, cuando estas perturbaciones, factores tensionantes, son eliminados o dejan de influir por alguna razón

sobre el ecosistema, este tiene la capacidad de auto regenerarse de manera natural, ha este proceso se le denomina restauración pasiva o sucesión secundaria natural.

A pesar de la capacidad que poseen los ecosistemas de auto recuperación, en la actualidad la mayoría de los ecosistemas se encuentran con un alto nivel de degradación lo que ocasiona que estos ya no puedan recuperarse solos, posean una regeneración muy lenta o bien una regeneración desviada sin conllevar a una dinámica natural. Ante estas posibles condiciones se presenta la necesidad de implementar estrategias que asistan la recuperación de la estructura y complejidad natural de los ecosistemas, a esta restauración activa o dirigida, se le denomina “sucesión asistida”. (SERI,2004).

Para poder asistir una regeneración ecológica, es necesario definir ¿qué mecanismos se deben recuperar?, ¿qué? y ¿cómo se hará?, se debe tomar en cuenta que el proceso de restauración activa o asistida no seguirá un patrón exacto de acciones, pues dependerá de los objetivos que se desean abordar, las necesidades de cada ecosistema y las características de degradación de cada uno, la asistencia puede abordarse en cuatro niveles de intervención según los autores McDonald en el 2000 y reiterados por Prach et al. en el 2007.

Regeneración natural prescrita, asistida, reconstrucción parcial y la reconstrucción completa, todos estos casos se englobarán para fines de la presente investigación con la siguiente definición, restauración ecológica: proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. (SERI, 2004).

Es importante tomar en cuenta la base propuesta por las hermanas Bradley en 1971, reiteradas en McDonald y Sampio, en el Amazonas, donde se establece que al momento de poder decidir el nivel de intervención que se desarrollara para la recuperación del ecosistema, cuanto mayor sea la intensidad de intervención, en teoría la restauración será más rápida, sin embargo esto puede generar ecosistemas artificiales sin sustentabilidad, por la dependencia que estas actividades generarían entre el ecosistema creado y el equilibrio sustentable del mismo, dejando sin sentido la razón común e integral para una restauración ecológica (visión ecosistémica local, regional y de paisaje).

La restauración, incluye a las necesidades humanas dependientes de la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, semi naturales y antrópicos, específicamente a los servicios ecosistémicos que estos proporcionan, tales como prevención y control de erosión, prevención de inundaciones, calidad de agua, hábitat de especies de interés económico o de protección y por último las oportunidades de recreación e ingresos económicos directos. Por lo tanto, se puede concluir que la restauración ecológica asistida ideal es aquella en donde se manipule únicamente lo suficiente como para restituir los procesos ecológicos lo necesario como para asegurar una auto sostenibilidad ecológica. (Clewel, 2013).

El proceso de restauración ecológica como el conjunto de prácticas y conocimientos que apoyaran a la recuperación de la estructura nativa de un área dependerá de un empoderamiento de ciertos conocimientos como la historia del ecosistema perturbado en composición de especies, intensidad de degradación de los componentes del medio, hidrología, geomorfología y suelos; las causas del o los disturbios y sin restar importancia se debe tener el marco referencial de la región o área específica del ecosistema y las interrelaciones entre los factores, biológicos, ecológicos, culturales e históricos. El éxito de la restauración ecológica dependerá entre otros factores de los recursos, económicos, humanos, de conocimiento e institucionales con los que se cuenten sumados a una imprescindible voluntad de recuperar el ecosistema por parte de las poblaciones locales. (Vargas, 2007).

#### **a. Estrategias de restauración y necesidades para su desarrollo**

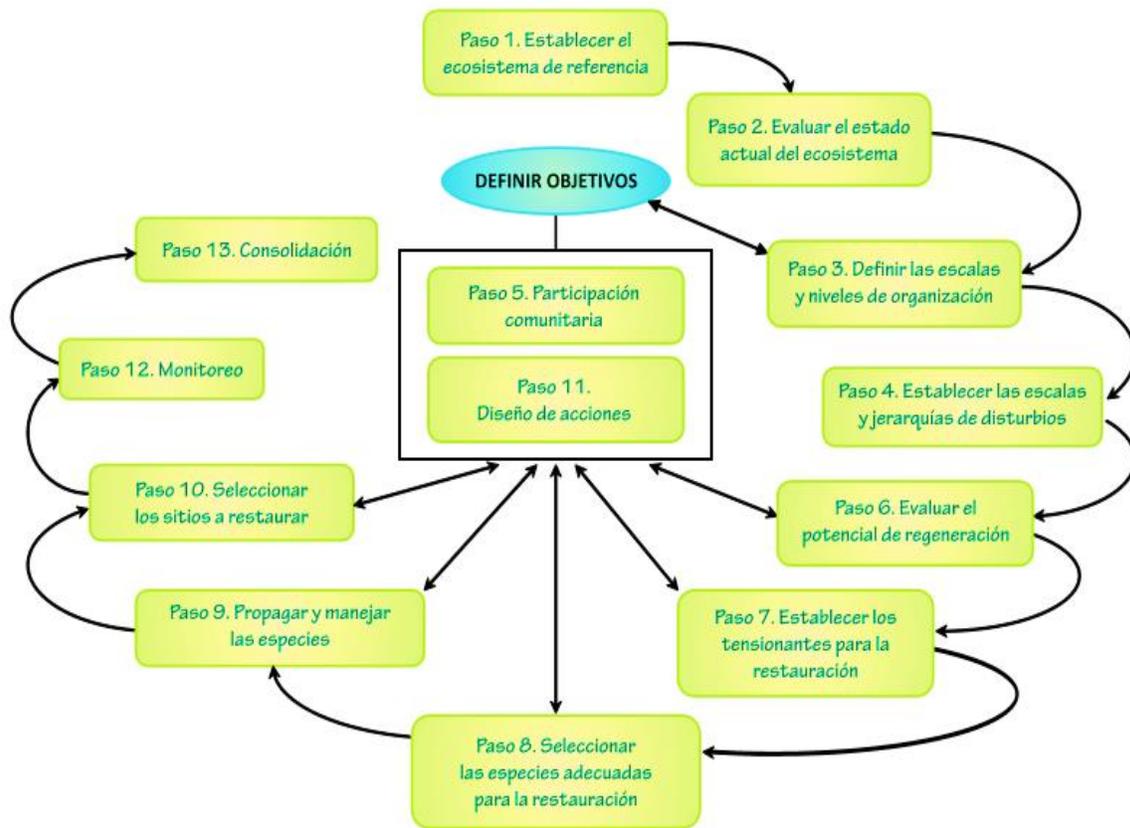
La figura 9, proporciona una síntesis de los 13 pasos propuestos por Vargas en 2012 para la restauración, los cuales pueden ser ubicados a tres escalas de acción a tres niveles de implementación.

Las fases anteriores pueden ser definidas en tres momentos de implementación.

#### **1. Diagnóstica (pasos del 1 al 7, referente a la figura 9)**

Comprende la definición del ecosistema de referencia, tener un conocimiento de la región, su historia y desarrollo de cambios, esto debe ser la base para el posterior análisis del estado en el que se encuentra en la actualidad, es decir su composición, estructura y función, este análisis debe realizarse definiendo la escala y nivel de organización el cual se abordara, es decir si las actividades serán dirigidas en áreas específicas pequeñas o bien serán evaluadas desde el punto de vista de paisaje o región. Las actividades anteriores en conjunto conllevan a la aparición y definición de los objetivos.

En la fase diagnóstica es importante evaluar la escala y jerarquía de los disturbios sufridos por el ecosistema pues las escalas espacio-temporales del disturbio tienen dirección directa con la degradación de la organización del ecosistema, lo que significa que puede ser selectiva o general según el tipo e intensidad del mismo.



Fuente: Vargas, 2012.

Figura 9. Secuencia de los pasos fundamentales para la restauración ecológica.

## 2. Experimental (pasos del 8 al 11 referente a la figura 9)

Es en la etapa de experimentación en la cual se implementarán todas las estrategias técnico-científicas para la regeneración del ecosistema se deben identificar las herramientas técnicas físicas, químicas y biológicas, que puedan ser utilizadas para alcanzar los resultados, tanto para eliminar las condiciones tensionantes como para asegurar una consolidación del proceso a corto, mediano y largo plazo.

## 3. Monitoreo (paso 12 referente a la figura 9)

Se debe dejar claro preferentemente desde el inicio del proceso un sistema que permita el seguimiento del área, en esta fase toman relevancia los indicadores, los cuales deben ser seleccionados de manera cuidadosa para que se acoplen a la naturaleza de cada restauración, estos indicadores deben permitir la medición de las variaciones de los ecosistemas en espacio y tiempo.

Estos indicadores formaran la herramienta de seguimiento que permitirá replantear los modelos durante el proceso de experimentación. Deben ser evaluados los indicadores que se deberán diseñar y evaluar a lo largo de todo el proceso.

#### **4. Consolidación (paso 13 referente a la figura 9)**

Esta fase se entiende como la etapa de restauración en donde el ecosistema avanza según lo previsto y planteado en los objetivos, esto debe ser reflejado por el proceso de monitoreo descrito anteriormente.

Se debe considerar que la consolidación no solo se debe evaluar desde un punto de vista excluyente del área intervenida, sino de formar integral con las áreas que la rodean, puesto que entre otros factores pueden representar el paisaje natural remanente. (Vargas, Díaz, Reyes, & Gómez, 2012).

#### **D. Desarrollo sostenible**

El desarrollo sostenible definido como la capacidad de satisfacción de las necesidades de la sociedad actual, de manera tal que se asegure el bienestar de las poblaciones futuras, se de entender de manera integral entre el eje social, económico y ambiental, puesto que de manera profunda se trata de la co-evolución entre todas las especies bióticas del planeta con los factores abióticos a los que cada una tenga acceso.

Es importante reconocer que el elemento crítico que ha impedido una co-evolución equilibrada ha sido el consumo exagerado de las poblaciones industrializadas frente al sub consumo de los países pobres. Lo que en conclusión define que sin la implementación de medidas para la reducción de la sobre explotación de los recursos no es viable una idea de sobrevivencia.

Por otro lado, la economía ecológica es una estrategia para el alcance del desarrollo sostenible, la cual pretende proporcionar las normativas para el uso y gestión adecuado del medio ambiente. Ella establece tres principios básicos: respeto a las tasas de recuperación de los recursos, normativas para el uso de recursos fósiles y el compromiso de las actividades económicas bajo un manejo consciente de los recursos naturales.

Los apartados anteriores dejan en claro como la economía debe generar herramientas para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y asegurar así un uso sostenible de los mismos. (Jiménez & Higón, 2003).

## **E. Monitoreo del proceso de restauración**

Para asegurar el alcance de un desarrollo sostenible de los ecosistemas a través de la restauración ecológica es indispensable una fase de monitoreo en donde se evalúe el desarrollo de las estrategias de restauración establecidas para poder identificar el éxito del plan de restauración y si se han alcanzado los objetivos establecidos.

Durante el monitoreo se debe cumplir con una evaluación en el tiempo del desarrollo del ecosistema en restauración o a restaurar. La evaluación debe ser en base al cambio que los atributos que cada sitio presenten durante cada monitoreo relacionando su alcance desde los objetivos planteados. Cada sitio tendrá una estructura diferente sin embargo se pueden identificar algunos factores generales para considerar el avance de una restauración:

- El ecosistema presenta un funcionamiento sostenible en el tiempo.
- El sistema es resistente a invasiones de especies indeseables.
- Recupero la productividad primaria original o está en proceso de hacerlo.
- Se reconocen interacciones bióticas.
- La composición, riqueza y la estructura del ecosistema se encuentra en proceso de alcance de algún objetivo.
- Desarrolla varios procesos funcionales como el flujo y transferencia de energía, el ciclo de nutrientes y la dinámica de sucesión resiliente.

El alcance de la restauración debe ser medible en periodos de tiempo establecidos en base a las metas y objetivos planteados a través de indicadores y metodologías que valoren el progreso de los proyectos de restauración. (Aguilar & Ramírez, 2015).

## **F. Indicador**

Una variable o componente de un ecosistema es seleccionado como “indicador”, cuando su estado (presencia, ausencia o fluctuación) refleja las perturbaciones que ocurren dentro de él. Por lo anterior representan una herramienta capaz de cuantificar la estructura, composición, función y los aspectos socioeconómicos que se interrelacionan con los ecosistemas con procesos inducidos de restauración. (Aguilar & Ramírez, 2015).

Los indicadores se han utilizado a manera de herramienta para el análisis y seguimiento de procesos que conducen a desarrollo de procesos institucionales en pro de la sostenibilidad del mismo. Los indicadores tienen aplicación a diferentes escalas y estas escalas deben ser bien identificadas para poder establecer un conjunto de indicadores capaces de mostrar las características de cambio específicas de cada uno. La selección de indicadores debe ir en función de la misma idea integral donde la restauración traerá repercusiones y será influenciada por las características socioeconómicas que la rijan, solo así, como menciona el Dr. Edgar Espeleta en 1996, se revelaran las conexiones entre los problemas. (Barrantes, 2006).

Los indicadores adoptaran un valor que permitirá la apreciación del estado actual de los sitios que se monitoreen, estableciendo si han alcanzado las metas o se encuentran direccionados adecuadamente. Estos indicadores se seleccionarán en base a los objetivos, tipo de ecosistema, disturbios y de los criterios de cada indicador.

Los indicadores deben ser acompañados de un protocolo o planificación para la toma de la información que detalle lo mejor posible los procesos a llevar a cabo durante su medición. Además, es importante recalcar que el proceso de restauración ecológica debe ser direccionada en distintos niveles: poblaciones degradadas, ecosistemas o comunidades y la recuperación de las funciones básicas del paisaje, en base a estos niveles se pueden estructurar los indicadores entre otras como de estructura, de composición o de función. (Aguilar & Ramírez, 2015).

#### **a. Perfil del indicador**

Los indicadores deben poseer características indispensables y en común para lograr la complejidad de análisis a la cual se desea llegar. Entre sus características obligatorias para el cumplimiento de su fin, se pueden mencionar:

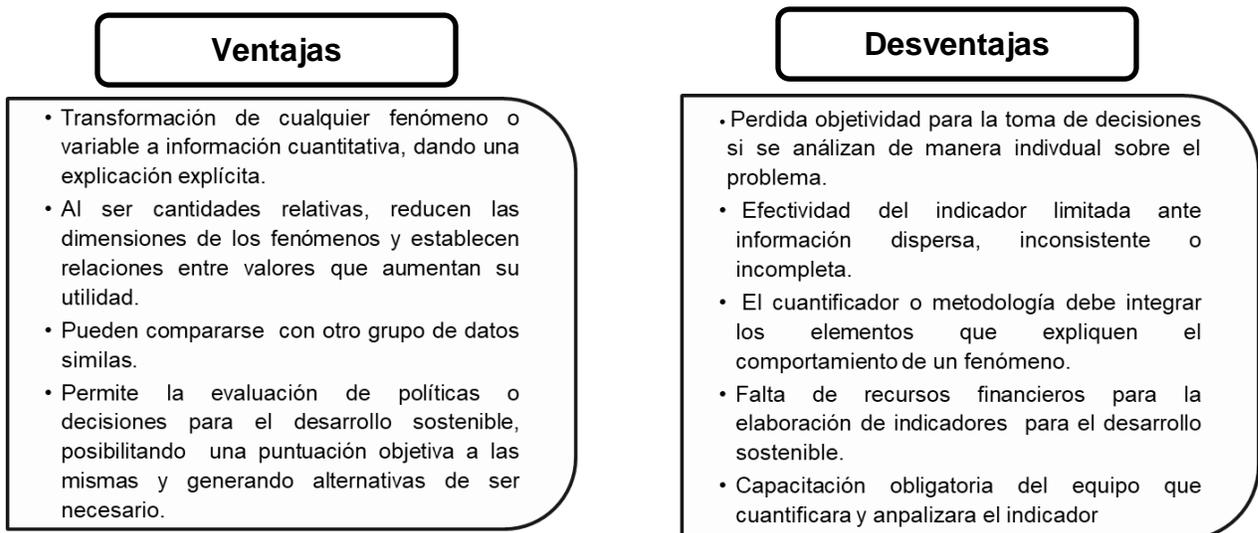
- Su medición inmediata debe dar un significado amplio, y no solamente el reflejo inmediato de su medición como herramienta. (Barrantes, 2006).
- Deben poseer un valor de referencia normativo que permita la toma de decisiones sobre el proceso. Los indicadores deben demostrar los avances del objetivo planteado, así como la reorientación del proceso si fuera necesario. (Barrantes, 2006).
- Los indicadores pueden poseer características de razón, proporción, porcentajes, tasas e índices, esto no los hace excluyentes unos de otros ni evita su aplicación de análisis al mismo nivel, sin embargo, es importante reconocer la naturaleza de análisis de cada

uno. (Barrantes, Identificación y uso de las variables e indicadores: conceptos básicos y ejemplos, 2006).

- Cada indicador tomara un valor según la naturaleza del mismo, este se obtiene mediante mediciones, observaciones, registros, lecturas de laboratorio, etc. y poseen dimensiones específicas, lo cual los optimiza para su análisis, interpretación y relación con los avances de los procesos de restauración. (Aguilar & Ramírez, 2015).
- Para su aplicación es de utilidad la identificación de ecosistemas de referencia, para poder así objetivar a los mismos dándoles un rango de variación. (Aguilar & Ramírez, 2015).

### b. Ventajas, desventajas y limitaciones del uso de indicadores

Los indicadores serán valores que permitirán apreciar el estado de cualquier actividad, siempre y cuando cumplan con dos características; la primera, es que a través de estos podrá analizarse no solamente su valor sino su implicación y relevancia con un tema mayor al cual pertenezca, su segunda característica será que deben ser comparables, es decir permitirán el análisis de su fluctuación en tiempo o espacio. Estas características, para la búsqueda de indicadores que sean útiles en el contexto sobre el que se deseen evaluar, es importante tomar en cuenta las ventajas o desventajas y limitantes que estos pueden adoptar si no se hace una buena selección de estos. (Barrantes, 2006).



Fuente: Barrantes, 2006.

Figura 10. Síntesis de ventajas, desventajas y limitaciones para el uso de indicadores, adaptación del texto “Identificación y uso de variables e indicadores”.

### **c. Indicadores de desarrollo sostenible**

El establecimiento y evaluación de indicadores ambientales, ecológicos, sociales y económicos es de importancia para la evaluación de los procesos de recuperación de los paisajes naturales degradados, tomando importancia para los gestores como una herramienta para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Ahora que en los incisos anteriores se abordó la definición, sus modalidades y las características obligatorias que deben cumplir para objetivar su funcionamiento técnico científico, a continuación, se abordan específicamente aquellos indicadores cuyo propósito es la evaluación del desarrollo sostenible como misión de las restauraciones ecológicas.

Los indicadores de desarrollo sostenible se han implementado como un sistema de herramientas para facilitar la evaluación del progreso de nuestros países y regiones hacia el desarrollo sostenible, esto implica el diseño y evaluación de políticas públicas y generar un desarrollo sostenible incluyendo la participación ciudadana.

A pesar de la heterogeneidad de esfuerzos que se han logrado para la generación de indicadores sostenibles, los pocos avances han ido enfocados a una vista integral, es decir evaluando dimensiones económicas, sociales, ambientales e institucionales de desarrollo sostenible.

### **d. Contexto internacional en el uso y generación de indicadores**

Históricamente la generación de los indicadores de desarrollo sostenible comienza a tomar fuerza desde la conferencia de naciones unidas sobre medio ambiente y desarrollo en Río de Janeiro, en 1992, donde se crea la comisión de desarrollo sostenible (CDS), para el monitoreo del mismo evidenciando la necesidad de generar herramientas para medir el avance hacia la sostenibilidad. En este trabajo se han destacado países como, Canadá y Nueva Zelandia, donde han desarrollado trabajos técnicos junto con aspectos políticos y financieros en indicadores ambientales de desarrollo sostenible. Un grupo de países liderado por la CDS trabajo para que al año 2001 se contase con 134 indicadores de los cuales los países pudiesen seleccionar según sus necesidades de acción.

Todas las acciones encaminadas a los indicadores (IDS), han sido impulsadas por esfuerzos internacionales, siendo de particular interés el del proyecto scientific committee on problems of the environment (SCOPE). Todas las acciones identifican que la mayor oportunidad de desarrollo en este tema continúa siendo contribuir a la solución en los temas de integración de las dimensiones o componentes en un sistema diseñando indicadores vinculantes o sinérgicos.

Según la CDS los indicadores pueden dividirse en tres tipos de generación:

- Indicadores de sostenibilidad ambiental de primera generación: son los indicadores ambientales. Estos son los primeros en desarrollarse, abarcando sectores productivos, salud, agricultura, forestal y problemas generales de contaminación o de recursos naturales. Sin embargo, estos indicadores no tienen un alcance integral socioeconómico.
- Indicadores de desarrollo sostenible o de segunda generación: en esta fase se avanzó con el diseño de lo que se conoce como el sistema de indicadores de desarrollo sostenible (IDS), estos son los indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional, aunque su propósito era vincular las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible, el resultado ha quedado reducido a una generación de indicadores más complejos sin que estos se vinculen inter dimensionalmente. Nuevamente México y Chile aparecen con el fortalecimiento de esta segunda generación a los cuales se integran Estados Unidos y el Reino Unido.
- Indicadores de desarrollo sostenible de tercera generación: estos indicadores tienen la finalidad de llegar a un análisis tan impactante que logre estimar el avance del desarrollo sostenible de un país, limitándose a una pequeña cantidad de indicadores que sean realmente impactantes para el diseño y evaluación de la eficacia de las políticas públicas.

Por interés regional se abordan a continuación los avances de Costa Rica y México:

- México en el 2000 publica entre el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Ecología (INE), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), una selección de IDS de segunda generación generando bases para el desarrollo de indicadores de tercera generación.
- Costa Rica, por otro lado, a nivel Centro Americano es líder en el desarrollo de esfuerzos que respondan a la problemática de deterioro ambiental en la región. Conforma con apoyo del banco mundial un sistema de indicadores de desarrollo sostenible (SIDES), sus avances se encuentran en constante verificación, selección y validación. Su fortaleza ha sido el abordaje de indicadores de tipo ambiental. SIDES, reporta para el 2001 que Costa Rica, por parte del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), ha logrado generar una red de vínculos institucionales que han facilitado el intercambio de información nacional.

### **e. Primeros indicadores integrales resultado de la CDS**

Para la evaluación global del avance de los países en el fortalecimiento de IDS, se genera el índice de sostenibilidad ambiental (ISA), el cual es un indicador jerarquizado que combina 22 indicadores medioambientales. El ranking generado según ISA, son Suecia, Canadá y Dinamarca los primeros lugares, siendo de interés regional Chile con el 31° lugar a nivel internacional y el 6° a nivel América Latina, seguidos por Uruguay, Argentina, Costa Rica, Brasil y Bolivia.

De los avances antes mencionados, entre los indicadores formulados se tiene la huella ecológica (HE), esta se puede definir como el área (ha), necesarias para sustentar el consumo y absorción de desechos derivados del mismo, para una población específica. De forma general la HE mide el consumo que hace una población de la naturaleza; para la evaluación específica de la HE por país, se utiliza un modelo ajustado de la misma en donde el cálculo abarca únicamente suelo y emisiones de CO<sup>2</sup>, y los cálculos de uso del suelo se toman con rendimientos locales en cada país y no con promedios mundiales.

Otro índice abordado desde 1970 incluido en los IDS, suministrado por la sociedad zoológica de Londres (ZSL), y de interés para la presente investigación el índice de planeta vivo, living planet Index (LPI), el cual mide los cambios en el equilibrio de los ecosistemas naturales del mundo, (Quiroga, 2001); este índice permite que el fondo mundial de la naturaleza (WWF), en el 2016 reporta y proyecta que entre el periodo de 1970 al 2020, la diversidad silvestre del planeta podría sufrir una disminución de hasta un 67 %. (WWF, 2016).

CEPAL en la agenda 2030, establece entre sus objetivos la elaboración y aplicación de instrumentos de monitoreo del avance en estrategias contra el deterioro de los ecosistemas terrestres para el desarrollo sostenible, en donde se plantean misiones específicas para el cumplimiento de este objetivo, entre los cuales cabe destacar: para el año 2020 conservar, restablecer y asegurar el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y acuáticos, sus servicios; promover la gestión sostenible de los bosques, detener deforestaciones y recuperar los bosques degradados, a través de la restauración inducida de los ecosistemas naturales, y su monitoreo de a través de indicadores pertinentes. (CEPAL, 2016).

### **G. Indicadores de éxito**

Independientemente de los diferentes tipos o visiones que pueden ser planteadas de restauración ecológica existe un grupo de indicadores de éxito en la restauración, que pretende evaluar los patrones de la cobertura en el espacio y tiempo según Vargas en su guía publicada en el 2012, a continuación, se presenta una síntesis de los indicadores identificados bajo esta categoría de éxito (cuadro 10), según el orden de mención en el texto “monitoreo a procesos de restauración ecológica”. (Aguilar & Ramírez, 2015).

Cuadro 10. Síntesis de indicadores relevantes propuestos en “monitoreo a procesos de restauración ecológica”.

Función	Indicador	Posibles contadores	Objetivo
a. Estructura	1. Composición.	Número de categorías o clases. Presencia de elementos que se desean evitar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la composición sobre la que se desea percibir un cambio.</li> </ul>
	2. Configuración espacial.	Tamaño de las coberturas o parches encontrados. Número de parches por cobertura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las características de los parches que forman parte de la composición.</li> </ul>
	3. Forma.	Índice de forma (perímetro x área).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar las características del parche en base a su naturalidad u origen antrópico.</li> </ul>
	4. Núcleo.	Área núcleo efectiva (comparación interior del bosque y el borde del parche).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener el área sobreviviente después de los disturbios.</li> </ul>
b. Indicadores socio-económicos	5. Personas representativas.	Número de beneficiarios involucrados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar una participación.</li> </ul>
	6. Generación de oportunidades económicas.	Número de empresas generadas del plan de restauración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer la sostenibilidad comunitaria.</li> </ul>
	7. Generación de empleo.	Número de empleos generados. Número de jornales generados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactar económica.</li> </ul>
	8. Participación de población joven.	Número de jóvenes que participan en el proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer las capacidades locales.</li> </ul>
c. Calidad del suelo	9. Textura.	Porcentaje de arena, limo y arcilla (%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición física.</li> </ul>
	10. Densidad aparente.	g/cm <sup>3</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición física.</li> </ul>
	11. Profundidad del suelo.	Centímetros (cm).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición física.</li> </ul>
	12. Materia orgánica.	Porcentaje de materia orgánica (%).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición física.</li> </ul>
	13. pH.	pH.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición química.</li> </ul>
	14. Conductividad eléctrica.	CE (dS/m).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición química.</li> </ul>
	15. Biodiversidad microbiana.	Número de especies. Índices de diversidad. Biomasa por organismo. Respiración del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición química.</li> </ul>
	16. Productividad vegetal.	Biomasa vegetal (kg/m <sup>2</sup> /año).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar composición química.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, (recopilado de Aguilar & Ramírez, 2015), 2019.

## **2.3.2 Marco referencial**

### **A. Restauración en Guatemala**

#### **a. Guatemala y el uso de indicadores ambientales y sociales para la restauración**

La presente investigación pretende identificar aquellos indicadores de primera y segunda generación, en temáticas ambientales y sociales que sirvan de base para el monitoreo de avances de objetivos planteados para restauraciones de paisajes forestales.

#### **1. La agenda estratégica nacional ambiental y de recursos naturales 2000-2004**

Señala los ejes temáticos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARN) y define a los indicadores como herramientas para generar información que midan la efectividad de las políticas ambientales, como prioridad establece la elaboración, registro y divulgación de indicadores ambientales y planifica el uso de 39 indicadores, agrupados en 9 ejes temáticos: agua, suelo, atmósfera, ecosistemas naturales, desechos sólidos y residuos peligrosos, riesgo a amenazas naturales, contaminación por ruido, contaminación visual, indicadores socioeconómicos e institucionales complementarios.

Dos iniciativas de importancia fueron, la elaboración del informe del estado del ambiente para Guatemala a cargo del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL); a esta se suma la patrocinada por la cooperación técnica alemana GTZ, para definir y poner en práctica indicadores de sostenibilidad ambiental y de riesgo medibles a nivel municipal, como la primera también fue desarrollada por IARNA de la URL.

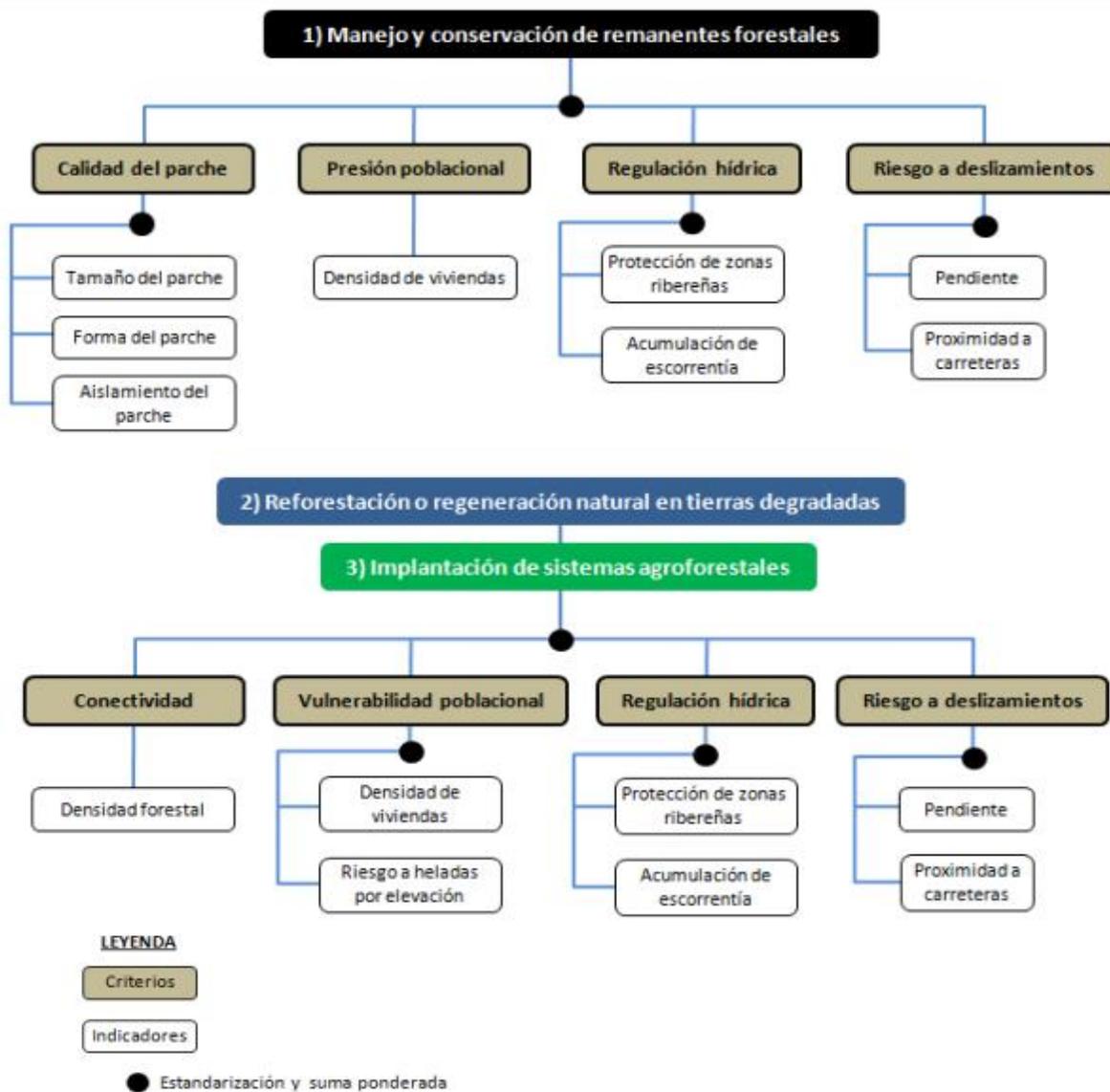
De ambas propuestas se desarrolló un informe de puesta de indicadores ambientales los cuales fueron evaluados por el Centro de Estudios Ambientales CEA, de la Universidad del Valle de Guatemala. Posterior a dicha revisión y validación se presenta el manual de indicadores del ambiente y recursos naturales como primer paso para la definición de indicadores para el desarrollo y análisis de políticas ambientales en Guatemala. Para dicho manual se estableció un marco analítico de matriz EPIR, evaluando el estado del ambiente, la presión sobre, el impacto del actuar y la respuesta, es decir las acciones destinadas a su recuperación. (MARN, 2003).

## **2. Manejo y conservación de boques tropicales y biodiversidad, en el altiplano, San Marcos, Guatemala**

En el 2010 Veluk, presenta la tesis de posgrado, en manejo y conservación de boques tropicales y biodiversidad, en el altiplano, San Marcos, Guatemala, ante el centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), como objetivo estableció la identificación de propuestas para el desarrollo y calidad de vida de tres microcuencas, a través de un plan participativo de restauración del paisaje forestal. Parte de sus objetivos específicos fue el análisis de atributos del territorio para la implementación de acciones de desarrollo local, manejo y conservación de recursos y restauración del paisaje forestal, en el estudio se utiliza la definición de Sayer et al., 2003, y Maginnis et ál, 2005, de “paisaje forestal (RPF)”, orientando el fortalecimiento de la resistencia del paisaje, para garantizar sus bienes y servicios.

El estudio abordo un análisis espacial del territorio e identificación de áreas prioritarias para la implementación del plan de restauración del paisaje forestal. Se evaluaron dos líneas estratégicas de acción para las cuales se identificaron indicadores específicos: manejo y conservación de remanentes forestales y reforestaciones en tierras degradadas. Estos indicadores fueron propuestos por Imbach, P. (2005), INAB (2005), y Geotecnológica (2009). Como producto del análisis se produce un diagrama jerárquico de criterios e indicadores para la priorización de restauración en paisajes forestales (figura 11).

La investigación concluye que con el objetivo de maximizar y evaluar la viabilidad financiera, sociocultural, biofísica y ecológica, de su proceso, se sugiere que distintas técnicas de manejo, conservación y restauración del paisaje, sean estudiadas en áreas demostrativas, posteriormente validadas y aplicadas en las regiones con enfoques silviculturales, configuraciones espaciales, diversidad y asociación de especies. (Veluk, 2010).



Fuente: Imbach, 2005.

Figura 11. Adaptado de Imbach, de criterios e indicadores para la identificación de áreas prioritarias de restauración del paisaje forestal según línea estratégica.

### 3. Mesa de restauración forestal

En el año 2012 se formó la mesa de restauración forestal (MRF), de la cual se forma la estrategia nacional de restauración del paisaje forestal, donde surge la iniciativa de ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala (PROBOSQUE), con el propósito de aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del programa de incentivos forestales.

Como misión establece la articulación de actores e instrumentos que viabilicen la inversión e implementación de actividades de restauración de los bosques y las tierras forestales de Guatemala, a través de la construcción de capacidades con las partes interesadas, para asegurar la sostenibilidad de los bienes y servicios de los ecosistemas. Ante esto la MRF, desempeña actualmente el papel de implementación, monitoreo y evaluación de las estrategias abordadas y los impactos esperados (figura 12).

<b>PRINCIPALES IMPACTOS ESPERADOS:</b>	
<b>1. Aumento de la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas al mercado</b>	
Indicador 1.1: Incremento del aporte de los servicios ecosistémicos de las hectáreas restauradas	
Indicador 1.2: Recaudación e inversión municipal por servicios ecosistémicos	
<b>2. Aumento, manejo y protección de la cobertura forestal</b>	
Indicador 2.1: Restauración efectiva bajo enfoques productivos	
Indicador 2.2 Restauración funcional de la cobertura forestal bajo enfoque de ecosistemas y medios de vida	
<b>3. Empleo e ingreso generado mediante la implementación de los planes de manejo y el desarrollo de modelos de negocio</b>	
Indicador 3.1 Incremento del ingreso y empleo atribuible a los servicios ecosistémicos	
Indicador 3.2 Hectáreas restauradas bajo enfoque funcional de medios de vida en cada categoría	
<b>4. Mejora de la conectividad biológica y la preservación de ecosistemas forestales estratégicos</b>	
Indicador 4.1 Incremento del número de especies nativas/ en peligro y/o endémicas utilizadas para la restauración del paisaje	
Indicador 4.2 Conectividad forestal en las áreas priorizadas y ecosistemas forestales estratégicos	
<b>5. Mejorar los procesos de adaptación al cambio climático mediante una mejor gestión y planificación del territorio</b>	
Indicador 5.1 Implementación de planes de ordenamiento territorial en municipios de áreas priorizadas	
Indicador 5.2 Aplicación de normativas locales e indígenas desarrolladas para la implementación de los planes territoriales	

Fuente: Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2015

Figura 12. Impactos esperados por el sistema de indicadores propuestos por ENRPF.

Gracias a las acciones iniciadas por la MRF, durante el año 2017 y 2018 se genera una propuesta de indicadores recomendados para las modalidades de restauración del paisaje forestal (figura 13).

Categoría	Área a restaurar (ha)
Bosques riparios	335,687
Áreas de manglares	10,132
Tierras forestales de protección	219,952
Tierras forestales de producción	949,932
Agroforestería con cultivos permanentes	442,563
Agroforestería con cultivos anuales	1,043,192
Sistemas silvopastoriles	582,130
Áreas protegidas	405,877
<b>Total</b>	<b>3,989,465</b>

Fuente: Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2015.

Figura 13. Áreas potenciales para el mapa de restauración de paisajes forestales, de Guatemala.

#### b. Modalidades de restauración a evaluar en la presente propuesta de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se identificaron los indicadores propuestos y validados durante el 2017 y 2018 por la ENRPF, que puedan ser aplicados como herramientas para el monitoreo y evaluación de estrategias destinadas a tres modalidades de restauración según la ENRPF.

- Bosques riparios: cuyo objetivo de la restauración es rehabilitar áreas en franjas, que pueden variar entre 15 m a 30 m de ancho, que cubran el largo de riberas de ríos que se encuentra deterioradas en su vegetación y /o suelo, con fines de conservación.
- Tierras forestales de protección: se plantea el objetivo de rehabilitar tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo degradadas, implementando actividades forestales de protección y conservación, para preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad y las fuentes de agua.
- Tierras forestales de producción: donde el objetivo es recuperar áreas degradadas con limitaciones de uso agropecuarios, estableciendo bosque nativo para aprovechamiento sostenible.

Las modalidades anteriores fueron seleccionadas en relación a los objetivos planteados para la presente en las temáticas forestales propuestas por el PPRCC en el departamento de Sololá, para el desarrollo de este ejercicio profesional supervisado. Por lo que se deja en claro que esta puede ser modificada según los intereses, objetivos y recursos que cada planteamiento de ejecución posea. Para cada modalidad se podrán identificar y evaluar los indicadores según las técnicas o metodologías establecidas.

## **B. Ubicación municipal**

### **a. Territorio municipal**

El municipio de Santa Clara La Laguna, se ubica en el centro del departamento de Sololá, en colindancia al Norte con Santa Lucía Utatlán, al Sur con San Juan La Laguna, al Este con San Pablo La Laguna y San Juan la Laguna, y al Oeste con Santa Catarina Ixtahuacán y Santa María Visitación. Se localiza a 2,090 m s.n.m. Su extensión corresponde a 12 km<sup>2</sup>. (PNUD, 2016).

### **b. Población municipal**

En cuanto a ordenamiento territorial se encuentra dividido en 11 sectores, 1 barrio, 1 aldea, 1 cantón y 1 caserío. La proyección del Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2004, proyecta un crecimiento poblacional del 9.5 % desde el 2016 al 2020, siendo para el 2018 una población aproximada de más de 11,400 personas.

PNUD en el año 2005, en base al último censo poblacional del 2002, proyecta un índice de desarrollo humano (IDH) de 0.674, en donde se entiende que 1 es el nivel más alto de dicho índice. En relación al aspecto económico, se indica que las personas que se encuentran en condiciones de pobreza general son aquellas que viven con Q. 15.22 (\$ 2.00) al día, mientras que las que están en pobreza extrema, utilizan Q. 7.61 (\$ 1.00) o menos al día.

En ese sentido, en Santa Clara La Laguna se registró que el índice de pobreza general era de 74.1 % y 21.3 % la pobreza extrema en el año 2002; además el 30.7 % de la población se encontraba en el área rural, mientras que el restante 69.3 % se localizaba en el área urbana y 99.5 % era población maya. (PNUD, 2005).

## **C. Parque regional municipal “Chuiraxamoló”**

### **a. Aspectos legales**

El área es propiedad de la municipalidad de Santa Clara La Laguna, deslindado desde 1926 a partir de Acuerdo Gubernativo con el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán.

El cerro “Chuiraxamoló”, es parte de la cuenca del lago de Atitlán, lo cual lo hace parte de la reserva de usos múltiples de la cuenca del lago de Atitlán (RUMCLA), área protegida desde 1955. En 1997 fue recategorizada por decreto 64-97; formando parte crucial de la zona “bosques protectores”, por su importancia con la sostenibilidad del recurso agua debido a sus zonas de recarga hídrica. Además, forma parte del corredor biológico inter-

municipal entre San Lucas Tolimán, San Juan, San Marcos y San Pedro La Laguna. Esto ha definido la participación de iniciativas de investigación biológica, ecológica y social del parque.

Las principales poblaciones interrelacionadas con el ecosistema que representa Chuiraxamoló son Pamesabal y sus sectores, del municipio de Santa Lucía Utatlán; San Cristóbal Buena Vista, Tzanjucup, finca Las Delicias, y Xiprian, de Santa Clara La Laguna (Girón, 2012). La figura 14 muestra el área georreferenciada en el lugar durante su reconocimiento en campo.

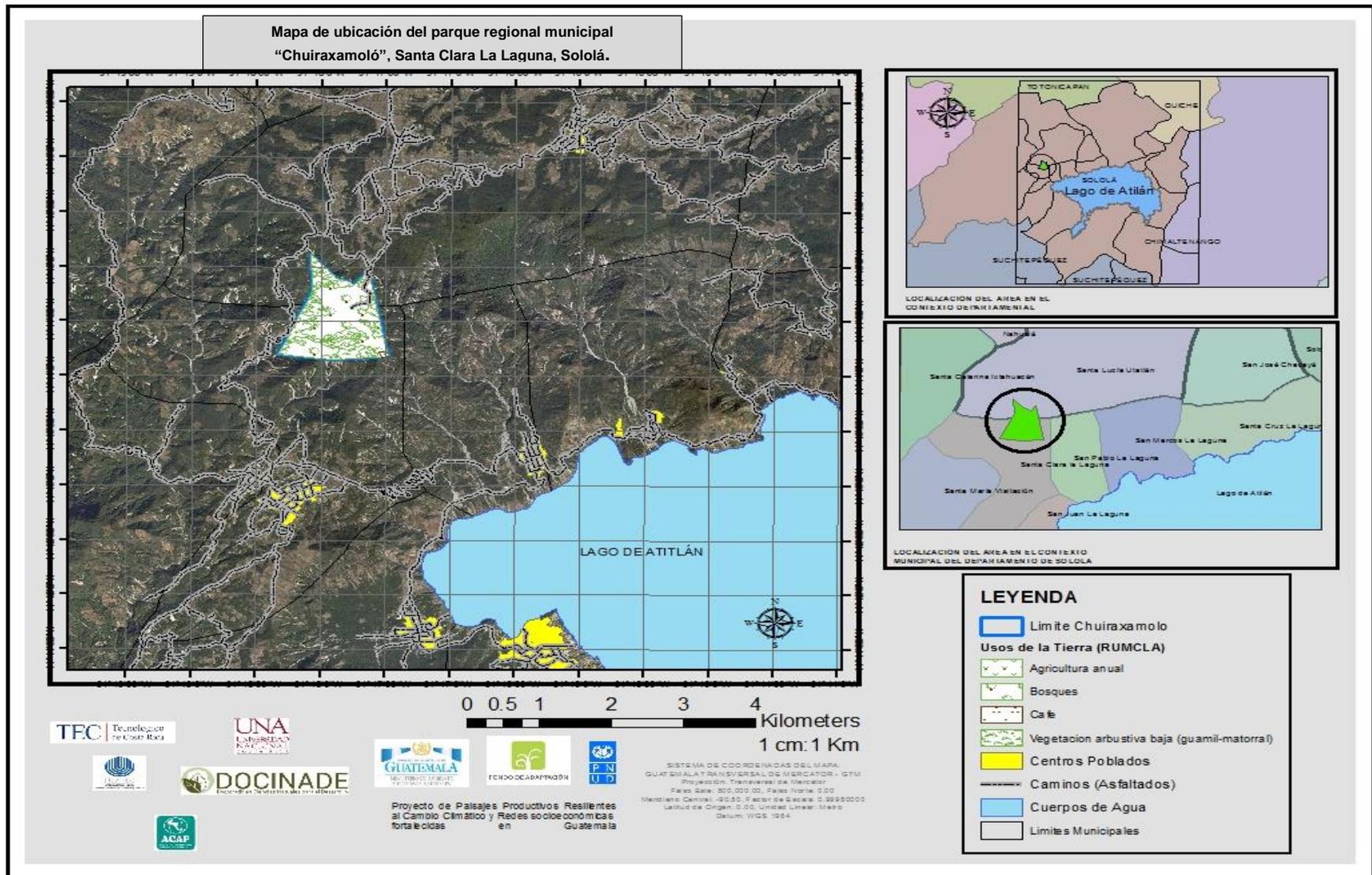


Figura 14. Mapa de ubicación del parque regional Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna, Sololá. Fuente: elaboración propia, 2018.

## **b. Datos climáticos**

- Precipitación: la precipitación promedio anual es de 1,000 mm a 1,500 mm. La ladera Sur-Este con predominancia de humedad con respecto a la contraria del cerro Chuiraxamoló, debido a las corrientes de viento provenientes del lago de Atitlán y la boca costa y su exposición solar.
- Temperatura: la temperatura promedio máxima es de 18 °C y la mínima de 12 °C. La temperatura predominante es de templada a fría, preservando la humedad a lo largo del año. Es de señalar que en el área llega constantemente carga de humedad que al medio día la visibilidad es muy baja dado a la niebla que cubre el cerro Chuiraxamoló.
- Viento predominante: el viento predominante es Sur-Este, mismo que viene cargado hacia el cerro Chuiraxamoló de humedad, por lo que en el mismo hay bastante presencia de plantas vasculares epifitas. (Girón, 2012).

## **c. Datos físicos**

- Suelo: el tipo de suelo es franco arcilloso, bastante húmedo y con una buena cantidad de materia orgánica en el suelo. El drenaje es bueno, hay abundante presencia de plantas herbáceas que impiden la erosión del suelo. Una gran parte de la región consiste de rocas cuaternarias que representan rellenos de ceniza y pómez. Las tobas de María Tecún, que cubren áreas extensas y forman la divisora continental, son parte de esta serie. Ejemplos de esta formación se pueden observar también en el municipio de Santa Clara La Laguna y San Juan La Laguna.
- Recurso agua: dentro del bosque del cerro, se encuentra la formación del río Jacalá, el cual se une a la cuenca del río Yatza. El primero ha sido captado durante los últimos años por los sectores de Santa Clara La Laguna, específicamente de los cantones Vásquez, Chichiyal y Pab'ella. (Girón, 2012).

## **d. Hábitat**

### **1. Biogeografía**

Se encuentra dentro de la zona de tierras altas de la Sierra Madre, que de acuerdo a sus características de altura y humedad ha propiciado la aparición de especies endémicas.

## 2. Zonas de vida y asociaciones

El cerro pertenece a un bosque húmedo montano bajo (bh-MB), según Holdridge, y un ecosistema de bosque mixto húmedo de vegetación perennifolia y sotobosque denso. Es un área considerada de sucesión secundaria en recuperación debido a las fuertes perturbaciones antropogénicas propiciadas. Como especies predominantes se encuentran los alisos (*Alnus* sp.), junto con coníferas (*Pinus* sp.) y varias especies de encinos (*Quercus* sp.). (Girón, 2012).

### e. Factores bióticos

#### 1. Vegetación

Se pueden identificar cuatro estratos a lo largo del área de forma irregular: arbóreo, sotobosque, arbustivo, epífitas y herbáceas. A continuación, se presenta un listado de especies de interés para su protección, dada la importancia económica que representan puesto que por generaciones han formado parte fundamental de la alimentación de los pobladores de la región, además de su provisión como fuentes energéticas; sin mencionar su importancia como nicho ecológico de especies de fauna características del área. (Girón, 2012).

#### 2. Vegetación boscosa

Como parte del área protegida de la reserva de uso múltiple de la cuenca del lago de Atitlán (RUMCLA), dentro del área se han definidos dos tipos de ecosistemas boscosos, bosque ralo con 63.34 ha y bosque denso con 110.55 ha del área total protegida. Las áreas de bosque ralo son consecuencia de acciones antropológicas, debido a la extracción ilícita de recursos maderables, esto ha provocado la casi extinción de especies. Aunque existe gran cantidad de regeneración dentro del área, ninguna se encuentra actualmente dedicada a la regeneración principal, se estima una densidad de regeneración arbórea de 1,000 árboles/ha aproximadamente.

- **Bosque ralo:** son bosques que presentan densidades aproximadas de 300 árboles por hectárea y que en su mayoría no superan los 35 cm de diámetro, son árboles que pertenecen a estratos jóvenes o intermedios. Estos bosques están principalmente conformados por bosques latifoliados cuyos arboles representativos son el aliso, chichicaste, aguacatillo, tasicobo, lagarto, caspirol, tocaché, mascál, ilamo amarillo, capulín, encino, pio triste y moquillo, perteneciendo estas en su mayoría a ecosistemas sensibles e independientes del fuego.

- Bosque denso: este ecosistema puede llegar a densidades de hasta 640 árboles por hectárea, con diámetros que podrían alcanzar hasta 75 cm, los árboles con mayor clase diamétrica son los que contribuyen a la regeneración natural del área, es decir que en estos se presenta su mayor presencia. (Vivamos Mejor, 2003).

Cuadro 11. Especies de flora identificadas para protección en el cerro Chuiraxamoló, Santa Clara La laguna.

Nombre común	Nombre científico	Justificación de la especie a proteger	Listado en peligro de extinción
Chicharro	<i>Quercus skinneri</i> Benth	Importante como sustrato de flora no maderable, alimento de fauna y demandado por calidad de leña.	
Pino	<i>Pinus sp.</i>	Importante especie empleada para construcción principalmente, sus semillas son demandadas altamente para viveros.	
Encinos	<i>Quercus spp.</i>	Especies altamente amenazadas por su uso como leña, son el principal sustrato de especies epifitas como orquídeas, brómelas.	
Aliso	<i>Alnus spp.</i>	Son altamente demandados para consumo de leña. Cubren buena parte de los nacimientos de agua, por lo que se les considera buenos para mantener la sombra de dichos nacimientos.	
Sapotillo	<i>Pouteria spp.</i>	Son árboles con presencia en el área y que contienen alta diversidad de especies epifitas. Es decir es buen sustrato para estas especies asociadas a su presencia.	
Gallito	<i>Tillandsia xerographica</i> Rohweder	Se halla en colonias en las ramas de los árboles y que son indicadores de bosques nubosos.	Apéndice II
Orquídeas	Familia <i>Orchidaceae spp.</i>	Área de distribución natural de la misma.	Apéndice II

Fuente: Girón, 2012.

### 3. Fauna

El cerro es el hábitat de una gran diversidad de especies animales, siendo los mamíferos de principal interés ya que debido a las perturbaciones que el ecosistema ha sufrido, estas especies han sido sometidas a niveles de presión altas, provocando así su amenaza de desaparición, el principal factor ha sido la cacería especialmente de parte de los pobladores del municipio colindante.

Otro grupo estudiado son las aves puesto que posee especies endémicas del área y a nivel nacional en estado de amenaza, como el quetzalillo (cuadro 12). (Girón, 2012).

Cuadro 12. Listado de fauna identificada para protección, en el cerro Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna.

Nombre común	Nombre científico	Justificación de la especie a proteger	Listado en peligro de extinción
Cayaya	<i>Penelopina nigra</i> Fraser	Son aves grandes de la familia crácidos. Especies que logran dispersar semillas de los árboles predominantemente subtropicales.	Apéndice II de CITES
Quetzalillos	<i>Trogonmexicanus</i> Swainson	Son aves neo-tropicales familiares del Quetzal (Trogonidae). Son representativos de los bosques nubosos, de plumaje colorido.	
Colibrí gorrión	<i>Familia Trochilidae</i>	Ave que juega papel trascendente en la polinización de las diferentes especies de plantas.	Apéndice II CITES y III de CONAP
Gavilancillo	<i>Ictiniaplúmbea</i> Gmelin	Ave que regula el ciclo trófico al ser depredador.	Apéndice II CITES
Tecolotes	<i>Otus</i> sp.	Ave que regula el ciclo trófico al ser depredador.	Apéndice II CITES y III de CONAP
Palomas silvestres	<i>Columba</i> spp.	Aves propias del ecosistema.	Apéndice III CONAP
Guardabarrancos	<i>Myadestes obscurus</i> Gmelin	Aves propias del ecosistema.	Índice III de CONAP
Tacuazín	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr	Forma parte de la cadena trófica dentro del ecosistema.	Índice III de CONAP
Oso colmenero	<i>Tamandua mexicana</i> Saussure	Forma parte de la cadena trófica dentro del ecosistema.	Apéndice III de CITES e índice III de CONAP
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus	Forma parte de la cadena trófica dentro del ecosistema.	Índice III de CONAP
Puma o león de montaña	<i>Puma concolor</i> Linnaeus	Forma parte de la cadena trófica dentro del ecosistema.	Índice II de CONAP y apéndice I de CITES

Fuente: Girón, 2012.

Atitlán presenta un listado de especies de aves emblemáticas las cuales se sugieren en este documento como parte del análisis dentro de los indicadores biológicos, pues la presencia de estas especies sugiere cierto grado de estabilidad dentro de los ecosistemas (cuadro 13).

Cuadro 13. Listado de presencia de especies emblemáticas RUMCLA, por ecosistema.

No.	Nombre común	Nombre local	Nombre científico	Ecosistemas de distribución
1	Yellow- naped Parrot	Loro	<i>Amazona auropalliata</i>	áreas con parches de bosques árboles grandes y bordes de bosque.
2	Sparkling-tailed Hummingbird	Colibrí	<i>Philodice dupontii</i>	laderas de montaña y tierras altas en zonas arbustivas.
3	Elegant Euphonia	Desconocido	<i>Euphonia elegantissima</i>	Bosque pino-roble.
4	Prevost's Ground-sparrow	Gorrión de cara blanca	<i>Melospiza biarcuatum</i>	Tierras altas en matorrales, bordes de bosques, potreros abandonados y plantaciones de café.
5	Belted Flycatcher	Crestado	<i>Xenotriccus callizonus</i>	Bosques subtropicales, matorrales en laderas y tierras altas.
6	Horned Guan	Pavo	<i>Oreophaps derbianus</i>	Restringida a selvas perennifolias prístinas en montañas altas.
7	Azure-rumped tanager	Desconocido	<i>Tangara cabanisi</i>	Bosques sempervirentes y plantaciones adyacentes de café.
8	Wine-Throated hummingbird	Colibrí pequeño	<i>Selasphorus ellioti</i>	Bosque húmedo de tierras altas, claros arbustivos, bosques perennifolios y manchones.
9	Garnet-throated Hummingbird	Colibrí grande	<i>Lamprolaima rhami</i>	Bosques perennifolios y pino de tierras altas.
10	Pink-headed Warbler	Chipe rosado	<i>Cardellina versicolor</i>	Bosque húmedo de coníferas, Bosque pino-roble y matorrales adyacentes.
11	Slender Sheartail	Colibrí	<i>Calothorax enicura</i>	Bosques arbustivos de vegetación secundaria baja.

Fuente: elaboración propia, (nombres Bird Zone Atitlán), 2018.

## f. Recursos naturales

### 1. Fuentes de agua

El cerro Chuiraxamoló es un importante lugar de recarga hídrica y producción de agua. Aporta caudal para conformar el río Yatzá y Jacalá, los cuales posteriormente alimentan el caudal del río Nahualate. Lo anterior se evidencia con la captación y distribución de agua de varios nacimientos de agua ubicados dentro y fuera del área límite del cerro Chuiraxamoló, como es el denominado “Chorrón”. Estos lugares aportan a las diversas poblaciones de Santa Clara La Laguna una gran cantidad de agua a lo largo del año, el cuadro 14 muestra las fuentes principales del municipio.

Existen propuestas de proyectos de aumentar las captaciones de agua para satisfacer la creciente demanda del vital líquido por parte de las comunidades de Santa Clara La Laguna y otros municipios y poblados alrededor como San Pablo La Laguna. (Girón, 2012).

Cuadro 14. Nacimientos de agua a proteger en el cerro Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna.

Tipo de recurso (nacimiento o río)	Área (m <sup>2</sup> )	Justificación de la protección
Nacimiento 1	100	Captado para consumo en sector Los Vásquez, Xiprian, Santa Clara La Laguna.
Nacimiento 2	100	Para consumo en Chichiyal y Pabeya', sectores de Santa Clara La Laguna.
Río Jacalá	500	Su caudal provee del líquido vital para el desarrollo de bosque de galería (riparios), asimismo incrementa el caudal del río Yatzá.

Fuente: Girón, 2012.

### 2. Uso actual de los recursos

- **Conservación**

El cerro Chuiraxamoló posee bosque mixto húmedo perennifolio con presencia de un sotobosque denso. Aunque el bosque presenta individuos de gran porte, se considera un bosque secundario debido a que ha sufrido fuertes intervenciones en el pasado; sin embargo, actualmente las áreas forestales del cerro Chuiraxamoló se encuentran en recuperación destinado para la conservación total de los recursos existentes.

El gobierno municipal actual y la asociación Vivamos Mejor, han propiciado estrategias de conservación a partir de su declaración municipal, se desarrolló un plan de manejo para el

área en donde se identifican claramente estrategias para la conservación del área. Asimismo, a través del programa PARPA del MAGA se destinan fondos para el cuidado, patrullaje, prevención de incendios y talas ilícitas en el mismo, existiendo personal dedicado para los fines de conservación y protección. (Girón, 2012).

- **Ecoturismo**

En el cerro Chuiraxamoló se tiene infraestructura instalada con cableados para realizar actividades de canopy y una torre para practicar raphel, dicha actividad ha sido muy exitosa pues las áreas visitada ampliamente a nivel regional, se menciona que un 80 % de sus visitantes son nacionales y el resto son extranjeros. Para la atención al turismo actualmente se tienen dos proyectos de infraestructura de atención al visitante uno de los cuales fue apoyado con fondos del fondo nacional de la conservación FONACON en 2003, y el otro por parte de la organización internacional The Nature Conservancy (TNC) que fue la remodelación del sendero interpretativo que se culminó en mayo del presente año. (Girón, 2012).

**a. Zonificación del área**

Según la ficha técnica presentada por el CONAP, ante el SIGAP, es un área zonificada en seis áreas con diferentes intensidades y temáticas de uso en base a la capacidad los ecosistemas y de los procesos históricos a los que ha sido expuesta. Siendo el uso para conservación y recuperación el de mayor extensión con más del 65 % del total (cuadro 15), abarcando las zonas prístinas, bosques de protección y recuperación.

Cuadro 15. Áreas y porcentajes de cada zona del parque regional municipal Chuiraxamoló.

<b>Área total inscrita como parque regional municipal “Chuiraxamoló”</b>			
Zonificación	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)	Uso
Prístina	100.21	59.95	Área para fines de conservación y recuperación (65.24 % o 120.04 ha).
Bosque protector	7.65	4.16	
Recuperación	2.08	1.13	
Uso extensivo	38.72	21.04	Área para fines de uso público (26.5 % o 48.76 ha).
Uso intensivo	10.04	5.46	
Amortiguamiento	15.20	8.26	Área para fines de amortiguamiento (8.26 % o 15.20 ha).
<b>TOTAL</b>	<b>173.90</b>	<b>100</b>	

Fuente: Girón, 2012.

El área de usos múltiples o públicos se encuentra dividido en dos categorías de intensidad, intensivo y extensivo, siendo esta última un área de acceso únicamente guiada la cual abarca un 26.5 % del área total.

Por último, un área de amortiguamiento del 8.26 % de la extensión total, destinada al aprovechamiento sostenible del recurso forestal, basado en una extracción ordenada del mismo, a través de licencias e incentivos forestales. (Girón, 2012).

## **b. Amenaza de incendios forestales**

A partir del desarrollo del plan de manejo del parque Chuiraxamoló, en el año 2003, se establece como priorización el desarrollo de estrategias de acción para las principales amenazas que los elementos de conservación dentro del área presentaban; por lo que en el año 2017 el proyecto de paisajes (PPRCC) desarrolla una caracterización de la ecología del fuego para cuatro parques regionales dentro del área RUMCLA, en esta se establece nuevamente la importancia de la problemática de manejo del fuego para los bosques guatemaltecos, en base a las proyecciones que el informe nacional de incendios forestales 2001-2016 demuestra gracias al Instituto Nacional de Bosques (INAB).

En el documento mencionado anteriormente se destaca que los bosques del altiplano central en general se han visto afectados por el avance de la deforestación relacionada con el fuego, pues dentro de la problemática social se encuentra el cambio de uso de la tierra para establecimiento de cultivos anuales, extracción de leña y madera.

En el documento mencionado, a través de la metodología de The Nature Conservancy (TNC), la cual establece criterios para la clasificación de ecosistemas en base a su dependencia al fuego; se menciona que los ecosistemas con mayor carga de combustible son los bosques densos y ralos, siendo esta carga concentrada en una gran capa de hojarasca y broza, los cuales son materiales que propician un rápido movimiento del fuego, además de dificultar el control y liquidación de incendios.

Se establece que en un rango de peligrosidad de 0 a 5, en donde el primero hace referencia al menor grado y el último al mayor grado, se puede concluir que los bosques presentes en Chuiraxamoló se encuentran entre 4 y 5. Esta vulnerabilidad dentro del área abre paso al desarrollo de un plan de manejo integrado del fuego (MIF), como parte de las metas establecidas para el cumplimiento del PPRCC en el 2017, quién a través de la asociación Vivamos Mejor, como ente ejecutor realiza el establecimiento de: líneas negras que abarcan de 5 m a 10 m de ancho, estas consistieron en la eliminación de combustible para la delimitación de brechas cortafuegos. (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2017).

## **2.4 OBJETIVOS**

### **2.4.1 Objetivo general**

Identificar indicadores para establecer una línea base en pro de la restauración del paisaje forestal a través de una caracterización del bosque mixto del parque regional municipal Chuiraxamoló, Santa Clara La Laguna, Sololá.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

1. Determinar la estructura y composición florística del bosque mixto en el parque regional municipal Chuiraxamoló.
2. Identificar los indicadores biológicos, ecológicos y sociales que sean representativamente sensibles a los cambios que el ecosistema ha sufrido producto de las perturbaciones sufridas en el bosque mixto en el parque regional municipal Chuiraxamoló.
3. Generar una herramienta de verificación de los indicadores identificados, para el monitoreo y seguimiento técnico de áreas que desarrollen actividades de restauración y conservación para su inclusión en incentivos forestales.

## **2.5 HIPÓTESIS**

Con el establecimiento de indicadores en el ecosistema natural del bosque mixto en el parque regional municipal Chuiraxamoló, será posible la identificación de una línea base de indicadores para futuras actividades de restauración, conservación e inclusión de áreas a incentivos forestales, para la producción sostenible de los paisajes forestales en el municipio de Santa Clara La Laguna, Sololá.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Criterios para la identificación de indicadores

Se tomó como primera propuesta de indicadores, aquellos planteados durante los años 2017 y 2018 por la mesa de restauración del paisaje forestal (MRPF), considerando que estos cumplen con el perfil general, mencionado en el marco conceptual.

Por lo tanto, la discriminación de este primer listado se realizó, evaluando la viabilidad de la obtención de cada indicador mediante una metodología establecida para cada uno y que mostrara una unidad de medición monitoreada en el tiempo (contador). Cada metodología debió cumplir con los criterios que para la naturaleza de cada indicador hayan sido necesarios, estos se describen a continuación, por lo que la boleta de monitoreo construida como resultado exoneró aquellas metodologías de los indicadores que por cualquier motivo no cumplan con estos.

- Oportunidad de medición: cada indicador debe poder adoptar un valor por su medición, consulta u observación en el área.
- Capacidad de análisis: esto hace referencia a contar con el análisis de expertos de cada indicador, puesto que estos son interdisciplinarios, lo que hace necesario contar con la objetividad de análisis de personas capacitadas para su análisis.
- Acceso a fuentes secundarias: historiales de actividades socioeconómicas, inventarios biológicos, caracterizaciones, historial de amenazas y/o vulnerabilidades; estas fuentes variaron en base a la dependencia que cada indicador presento y su indispensabilidad para obtener su valor.
- Recursos monetarios: la investigación fue desarrollada como parte de las metas de alcance del proyecto de paisajes productivos resilientes al cambio climático (PPRCC), por lo que la capacidad de alcance de los indicadores fue en base a las metas y capacidad monetaria del mismo. Este criterio hace referencia a la capacidad de recurso económico que cada monitoreo de restauración debe tener.
- Participación institucional: este criterio se toma en base a la necesidad de contar con la alianza por parte de las instituciones que tengan por obligación monitorear cada sitio a restaurar con las entidades, instituciones y administradores encargados de los sitios.
- Tiempo de investigación: los indicadores fueron priorizados según el tiempo de medición y obtención de los valores que cada indicador supondría, para cumplir con el término del

ejercicio profesional supervisado coordinado con la finalización del PPRCC, durante el 2018.

El listado anterior no pretende presentar ningún orden específico y se limita a reflejar los criterios que hayan sido necesarios y convenientes para presentar una herramienta de monitoreo con una propuesta de indicadores básicos para la consolidación de proyectos de restauración.

## **2.5.2 Caracterización del área**

### **A. Diseño experimental**

#### **a. Tipo de muestreo**

El área se evaluó mediante un muestreo preferencial, el cual permitió la estratificación de la misma en cuatro etapas sucesional o de perturbación que representaran a los ecosistemas a caracterizar.

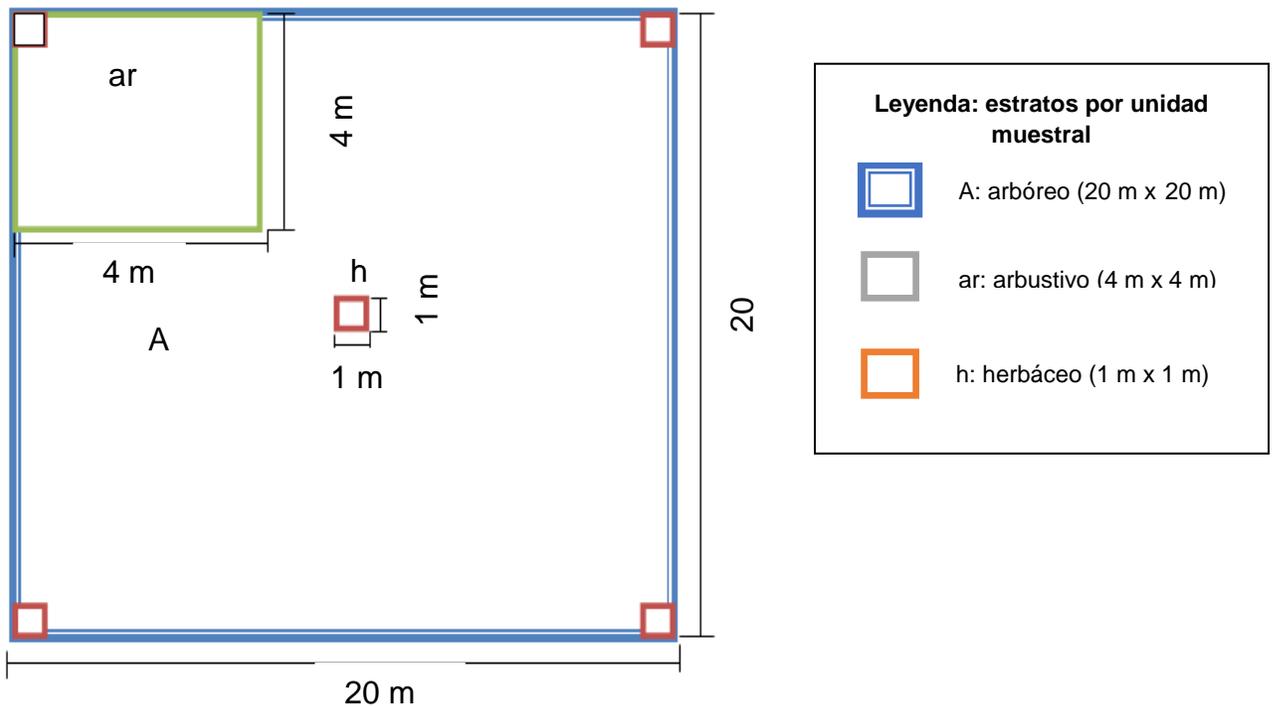
- **Maduro (M):** áreas relictas o prístinas para la comparación con el estado ideal de los indicadores identificar.
- **Dos fases intermedias de sucesión o perturbación perturbada (P) e intermedio (I):** áreas que permitirán identificar el grado de fluctuación de los indicadores en comparación con las áreas “maduras” (M).
- **Área degradada (D):** áreas con un alto grado de perturbación o completamente degradadas.

#### **b. Distribución espacial de las unidades de muestreo dentro de los ecosistemas**

Una vez ubicadas las etapas sucesionales, se distribuyeron las unidades de muestreo a través de franjas, con un distanciamiento de 50 m entre ellas, debido a la extensión y heterogeneidad del área. Esta distribución permitió la evaluación de la estructura de los ecosistemas a través de una gradiente espacial. Se realizó una muestra total de 10 unidades muestrales por ecosistema, en la figura 16 se muestran las unidades muestrales distribuidas por color en cada ecosistema.

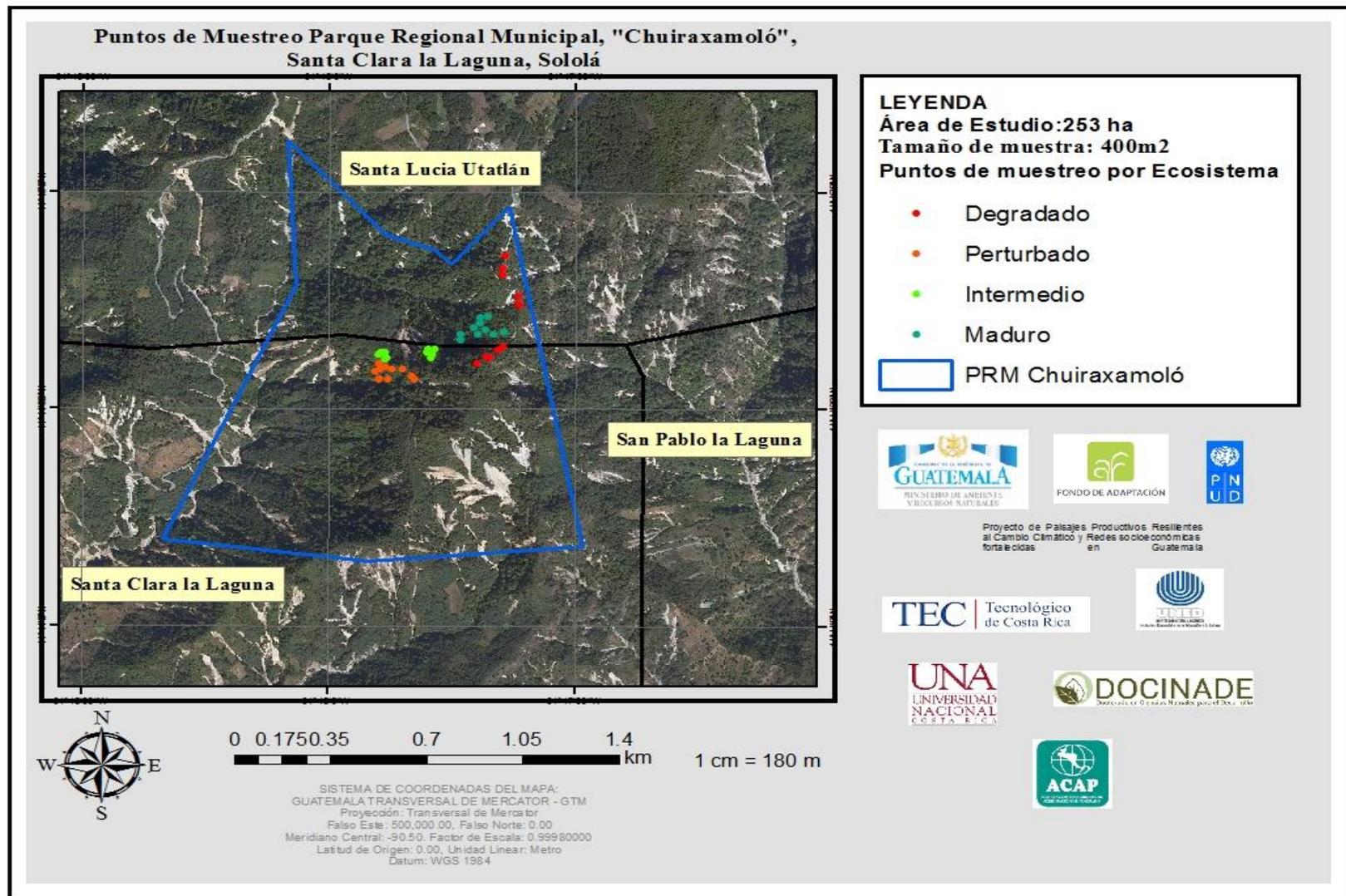
### c. Tamaño de las unidades muestrales

Se utilizó un tamaño de unidad muestral empírico para bosques mixtos de  $400 \text{ m}^2$  ( $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ), para la toma del estrato arbóreo (A);  $16 \text{ m}^2$  ( $4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ), para el estrato arbustivos (ar) ubicados en la esquina superior de la parcela grande y un área de  $5 \text{ m}^2$ , para el herbáceo (h) ubicando una parcela  $1 \text{ m}^2$  ( $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ) en cada esquina y al centro de la parcela grande (figura 15); dentro de la cual se identificaron los indicadores para cada ecosistema (M, P, I y D), la figura 16 muestra la distribución de las unidades muestrales dentro de Chuiraxamoló.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 15. Dimensiones de unidades de muestreo por estrato, dentro de las unidades muestrales.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 16. Puntos de muestreo por ecosistema dentro del parque regional municipal Chuiraxamoló.

## **B. Caracterización de la composición ecosistémica**

### **a. Levantamiento de información**

La boleta de campo (cuadro 38A.), se utilizó para el registro de la información general de cada parcela (unidad muestral) por ecosistema (sitio de evaluación). Datos del levantamiento, tipo de ecosistema, georreferenciación, vegetación (estrato, densidad, cobertura y altura), características edáficas y ambientales generales.

### **b. Muestras vegetales**

Las especies identificadas dentro de los ecosistemas se colectaron y prensaron, para su posterior determinación en herbario. Para asegurar las buenas condiciones de las muestras y el proceso, se auxilió de las metodologías y características técnicas propuesta para el jardín botánico de Missouri, (Liesner, R., 1996). Tomando en cuenta los siguientes factores:

- Prioridad por colecta, de material fértil (flores y frutos), en la medida que fue posible.
- Pre-prensado, es un prensado en campo de las estructuras blandas y colecta en bolsa plástica para posterior prensado de partes duras. Se tomó las consideraciones para la protección de las mismas según Liesner.
- Etiquetas y libreta de campo para la colecta de información pertinente para cada especie, hábito, altura estimada, código, nombre común o científico, presencia/ausencia de flores o frutos, etc.

Las muestras cuyo desarrollo permitieron su colecta, fueron determinadas en el herbario de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (BIGUA) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (figura 22A.).

### **c. Indicadores propuestos para el monitoreo de restauración**

Los indicadores fueron evaluados en tres ejes temáticos, biológicos, ecológicos y sociales. Cada indicador tendrá un valor y una metodología para el establecimiento de dicho valor, a continuación, se presenta la síntesis de cada uno (cuadro 16) y posteriormente se desarrolla la metodología de aquellos indicadores que utilicen herramientas y procedimientos matemáticos y/o estadísticos específicos de obtención.

Cuadro 16. Síntesis de las metodologías a evaluar por indicador.

Tema	Tipo	Indicador	Unidad de medida	Metodología	Propuesta de frecuencia de medición
Biológicos	Vegetación	1. Composición de especies arbóreas.	1.1 Número de especies arbóreas. 1.2 Densidad y cobertura.	1.1.1 Listado de especies arbóreas. 1.2.1 Área basal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el establecimiento de las áreas a muestrear.</li> <li>Al iniciar un proceso de restablecimiento.</li> <li>A los cinco años a partir del restablecimiento.</li> </ul>
		2. Composición de arbustos y hierbas.	2.1 Densidad y cobertura.	2.1.1 Densidad y cobertura por estrato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anualmente desde el establecimiento de las áreas a muestrear.</li> <li>A los cinco años a partir del restablecimiento.</li> </ul>
		3. Tipo de dosel.	3.1 Clasificación de dosel por porcentaje de apertura.	3.1.1 Proyección porcentaje de luz de ingreso al sotobosque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anualmente por fustal en las áreas con mayor perturbación.</li> <li>En períodos de cinco años en áreas con estado de regeneración media.</li> </ul>
	Fauna	4. Presencia de aves.	4.1 Diversidad de aves.	4.1.1 Censos encontrados en investigaciones y caracterizaciones previas del área o región. 4.1.2 Avistamiento dentro de los ecosistemas o sitios evaluados. 4.1.3 Base de datos The Cornell Lab.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anualmente tomar 3 observaciones en las áreas con mayor perturbación.</li> <li>En periodos de cinco años en áreas con equilibrio o estado de regeneración medio.</li> </ul>
Ecológicos	Suelo	5. Propiedades físicas del suelo.	5.1 Textura. 5.2 Grosor de la capa de materia orgánica.	5.1.1 Determinación de textura en base a porcentaje de arena, limo y arcilla. 5.2.1 Medición de la capa de hojarasca en descomposición (cm).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anualmente en las áreas con mayor perturbación.</li> <li>En periodos de cinco años en áreas con equilibrio o estado de regeneración medio.</li> </ul>
		6. Propiedades químicas.	6.1 Materia orgánica (MO %). 6.2 pH.	6.1.1 Porcentaje de materia orgánica mediante análisis de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anualmente en las áreas con mayor perturbación.</li> <li>En periodos de cinco años en áreas con equilibrio o estado de regeneración medio.</li> </ul>

Tema	Tipo	Indicador	Unidad de medida	Metodología	Propuesta de frecuencia de medición
				6.2.1 Escala de pH de 0-14 mediante análisis de laboratorio.	
	Vegetación	7. Diversidad vegetal.	7.1 Alfa 7.2 Beta	7.1.1 Índices de Simpson y Shannon (alfa). 7.2.1 Índices de similitud de Jaccard (Beta). 7.2.2 Análisis clúster según índice de similaridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anualmente en las áreas con mayor perturbación.</li> <li>• En periodos de cinco años en áreas con equilibrio o estado de regeneración medio.</li> </ul>
		8. Presencia de regeneración natural.	8.1 Recuentos anuales de regeneración natural y su establecimiento.	8.1.1 Tipo de vegetación en regeneración encontrada, recuentos directos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anualmente en las áreas con mayor perturbación.</li> <li>• En periodos de cinco años en áreas con equilibrio o estado de regeneración medio.</li> </ul>
		9. Forma de especie con mayor valor de importancia (especie indicadora).	9.1 Ordenamiento de las especies vegetales por valor de importancia 0-300/por estrato.	9.1.1 Índice de valor de importancia utilizando formula Cottam ( $Crel + Drel + Frel = IVI$ ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al momento de establecer las áreas de muestreo y con periodos de cinco años.</li> </ul>
		10. Presencia de helechos, epifitas, musgos.	10.1 Porcentaje de presencia por ecosistema.	10.1.1 Recuento de presencia/ausencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al momento de establecer las áreas de muestreo y con periodos de cinco años.</li> </ul>
		11. Vulnerabilidad de incendios.	11.1 Registro de ocurrencias. 11.2 Si existen medidas de manejo integrado de fuego.	11.1.1 Documentos sobre manejo integrado del fuego (MIF). 11.2.1 Información documentada del área (fuentes secundarias). 11.3.1 Toma de materia orgánica MO (cm).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anualmente.</li> </ul>

Tema	Tipo	Indicador	Unidad de medida	Metodología	Propuesta de frecuencia de medición
			11.3 Relación de la profundidad del mantillo como combustible.		
Socio-económicos		12. Participación institucional en pro de la protección o restauración del área.	12.1 Nombre y acciones de las instituciones.	12.2 Análisis temporal de acciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al momento de establecer las áreas de muestreo.</li> </ul>
		13. Incentivos económicos por prácticas forestales.	13.1 Área (ha), con incentivos forestales.	13.1.1 Planes de manejo del Instituto Nacional de Bosques (INAB).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al momento de establecer las áreas de muestreo.</li> </ul>
		14. Jornales generados en el área.	14.1 Cantidad de personas.	14.1.1 Información interna del área, municipalidad, investigaciones privadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al momento de establecer las áreas de muestreo.</li> </ul>
		15. Amenaza de tala.	15.1 Registro de la problemática	15.1.1 Análisis histórico (Fuentes secundarias).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al momento de establecer las áreas de muestreo.</li> </ul>
		16. Amenaza a fauna.	16.1 Registro de la problemática	16.1.1 Análisis histórico (fuentes secundarias).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al momento de establecer las áreas de muestreo.</li> </ul>

Tema	Tipo	Indicador	Unidad de medida	Metodología	Propuesta de frecuencia de medición
		17. Programas de protección del bosque.	17.1 Programas y campañas en pro de la protección de los bosques. 17.2 Tenencia de la tierra. 17.3 Actividades productivas.	17.1.1 Planes estratégicos institucionales (PEI, 2016-2020, del municipio) (PNUD).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al momento de identificación de las áreas a muestrear.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, (adaptación de ENRPF), 2018.

A continuación, se analiza la metodología de aquellos indicadores del cuadro 6, cuya obtención sea a través los datos levantados en campo. Aquellos que no se incluyan en la siguiente sección serán obtenidos mediante valores de censos, listados y datos generados en documentos previos (fuentes secundarias).

### **A. Composición de especies arbóreas (indicador 1)**

Indicador representado por el número total de especies arbóreas que estén presentes en los ecosistemas evaluados (según sitio de evaluación) se registraron en campo a través de la boleta de campo (cuadro 37A.). Representado como la densidad de árboles totales por ecosistema dentro de la muestra (total de unidades muestrales).

### **B. Composición vegetal (árboles, arbustos y hierbas), (indicadores 1 y 2)**

#### **a. Cálculo de densidad (D)**

Para el cálculo de densidad se tomó el número total de Individuos de todas las especies presentes por estrato, dicho valor es proyectado a hectárea.

(ecuación 1)

$$D = \frac{\sum \text{total de los individuos}}{\text{especie}} = \text{número de individuos}$$

Por lo tanto, para cada ecosistema se tendrán tres valores de densidad correspondientes a cada estrato, arbóreo, arbustivo y herbáceo.

#### **b. Cobertura vegetal (% C)**

Para el cálculo de cobertura se toma el área en porcentaje ocupada por todos los individuos de una especie dentro de cada unidad y por ecosistema; según el hábito de la especie (A, ar o h), el valor de dicho indicador se obtendrá a través de las siguientes metodologías.

##### **1. Cobertura estrato arbóreo (A)**

Obteniendo el diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros, de todos los individuos por especie. Se considerará un DAP de interés para la caracterización  $\geq 10$  cm.

Desde la medición de DAP se obtendrá el área basal (AB) de la especie, calculado a través de la división entre la suma de las AB de cada individuo y el área de la unidad muestral (400 m<sup>2</sup>), que al multiplicarse por 100, corresponderá a la C % de cada especie.

(ecuación 2)

$$AB_i = \frac{\pi * DAP^2}{4} = m^2$$

(ecuación 3)

$$\%Ci = \frac{\sum AB_i}{400} * 100$$

Dónde:

- AB<sub>i</sub> = área basal de cada individuo por especie arbórea.
- DAP= diámetro a la altura del pecho, 1.30 m.
- %Ci = el porcentaje de cobertura por especie arbórea dentro de la unidad muestral.
- $\sum AB_i$ = área basal por especie en m<sup>2</sup>.

## 2. Cobertura de los estratos inferiores arbustivo (ar) y herbáceo (h)

Se obtendrá a partir del área de proyección del follaje, esta medida idealizo dos medidas lineales (cm) de la sombra proyectada por los individuos base y altura las cuales al multiplicarlas representaran el área de cada uno (AP<sub>i</sub>) (para contar una precisión adecuada de los datos se realizó un promedio de 3 lecturas).

Al obtener la sumatoria de todas las áreas proyectadas de cada individuo por especie ( $\sum AP_i$ ) esta fue proyectada a 16 m<sup>2</sup> (ar) y 5 m<sup>2</sup> (h) al tamo de la unidad muestral (400 m<sup>2</sup>), la división entre esta proyección y el área de la unidad muestral multiplicada por 100, dio como resultado la cobertura de cada especie (% C).

(ecuación 4)

$$AP_i = base * altura = m^2$$

(ecuación 5)

$$\% C_i = \frac{\sum AP_i}{400} * 100$$

Dónde:

- $AP_i$  = área de proyección de cada individuo por especie.
- $\%C_i$  = el porcentaje de cobertura por especie arbustiva y herbácea, dentro de la unidad muestral.
- $\sum AP_i$  = área de proyección por especie.

La proyección para obtener el porcentaje de cobertura de las especies arbustivas y herbáceas en las unidades muestrales ( $\% C_i$ ), fue multiplicando el valor obtenido en la ecuación 4 por 25 para estrato arbustivo ( $400 \text{ m}^2/16 \text{ m}^2$ ) y por 80 para estrato herbáceo ( $400 \text{ m}^2/5 \text{ m}^2$ ).

Los resultados de este indicador se presentan en el cuadro 33 como el promedio de los porcentajes de las coberturas ocupadas por cada estrato dentro de cada unidad muestral:

(ecuación 6)

$$\% C_{UM}(A, ar, h) = \sum \% C_i = \% C (A, ar, h)$$

(ecuación 7)

$$\% C_{ecosistema}(A, ar, h) = \frac{\sum(\sum \% C_i)}{no. UM} = \text{promedio de } \% C_{UM}(A, ar, h)$$

Dónde:

- $\% C_{UM}(A, ar, h)$  = porcentaje de cobertura de cada estrato dentro de la unidad muestral.
- $\% C_i$  = porcentaje de cobertura de cada especie dentro de cada unidad muestral.
- $\% C_{ecosistema}(A, ar, h)$  = promedio del porcentaje de cobertura de cada estrato dentro del ecosistema.
- No. UM = número de unidades muestrales tomadas por ecosistema o sitio evaluado.

Por lo tanto, se obtuvieron tres valores de  $\% C$ , uno por cada estrato dentro de cada ecosistema o sitio evaluado.

### C. Tipo de dosel (indicador 3)

Se realizó una clasificación de dosel por porcentaje de apertura del mismo.

- Para la determinación del porcentaje de luz que ingresa a través del dosel al sotobosque, se inició con la obtención de por lo menos tres fotografías del dosel dentro de cada unidad muestral.

- Las imágenes obtenidas se analizaron utilizando el software “Image J”, como procesador de imágenes.
- El análisis de las imágenes consistió en calcular la cantidad de píxeles que se encuentren ocupados por las copas de los árboles y la cantidad de píxeles que se encuentren ocupados por el infinito o cielo, es decir el área por el cual la luz ingresa hacia el sotobosque (área de apertura).

Para dicha clasificación se consideran porcentajes de apertura para asignar clasificación de dosel (cuadro 17).

Cuadro 17. Clasificación de dosel por ecosistema.

Porcentaje de apertura (%)	Tipo de dosel	Valor del indicador
≥70	Abierto	1
40-69	Moderadamente cerrado	2
10-39	Cerrado	3

Fuente: Valladares, 2006.

El resultado de este indicador (cuadro 33), es la clasificación de dosel para cada ecosistema o sitio evaluado, estimado a través del promedio del porcentaje de apertura de las unidades muestrales (3 imágenes por unidad).

#### **D. Diversidad de aves (indicador 4)**

El resultado de este indicador se representa en el cuadro 33, como el número de especies encontradas por ecosistema. Este valor se obtuvo a partir de avistamientos realizados por el equipo “Birdzone Atitlán” durante el desarrollo de la presente investigación y por estudiantes universitarios realizados con anterioridad dentro del parque Chuiraxamoló.

La metodología para la ubicación de puntos para avistamiento fue a través de la adaptación de las áreas de los ecosistemas con los censos realizados con anterioridad. Estos censos siguen un patrón de “transecto” el cual consiste en estimar una distancia de 300 m a 500 m entre cada punto y establecer un tiempo de 10 a 15 minutos para el avistamiento de especies de aves en dicho punto.

## **E. Propiedades físicas y químicas del suelo (indicadores 5 y 6)**

### **a. Textura, porcentaje materia orgánica (% MO) y pH**

Los datos generados fueron, las clases texturales, % franco (F), arcilloso (Ac), limoso (L), arenoso (Ae) (de ser una combinación, será la combinación de las literales correspondientes); pH y % MO, estos se muestran en las matrices ambientales de cada ecosistema en el cuadro 33A. La metodología para la obtención de los resultados fue la siguiente:

- Se obtuvieron muestras de 1 kg. por unidad muestral, la cual se colecta con una bolsa de plástico.
- Las sub muestras se homogenizó por ecosistema para formar una muestra de cada uno, esta fue secada e identificada para su posterior traslado a laboratorio.
- Las muestras son trasladadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala en su Unidad de Vinculación (UVIGER).

### **b. Grosor de capa de la materia orgánica (MO cm)**

Medición en campo del grosor de la capa de hojarasca en proceso de descomposición, se tomando el dato en la esquina correspondiente a la sub muestra del estrato arbustivo, al centro y en la esquina inferior derecha de la parcela grande.

## **F. Diversidad vegetal (indicador 7)**

### **a. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )**

Se evaluó para cada unidad muestral, a través de métodos cualitativos de riqueza y abundancia proporcional, utilizando la densidad de las especies por ecosistema.

#### **1. Índice de Simpson ( $\lambda$ )**

Índice de abundancia proporcional, que expresa, si hubiese la existencia de una especie dominante dentro del área muestreada siendo así su valor máximo = 1 (una sola especie dentro del área). (Odum y Barret, 2006).

(ecuación 8)

$$\lambda = \sum (p_i)^2$$

(ecuación 9)

$$D = 1 - \lambda$$

Dónde:

- $\lambda$ = índice de abundancia proporcional.
- $p_i$ = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre  $N$ =el número total de individuos de la muestra es decir de todas las especies ( $p_i = \frac{\text{número ind. especie } i}{N}$ ).
- $D$ = índice de diversidad (proporción de diversidad).

## 2. Índice Shannon-Wiener ( $H'$ )

Es un índice que representa la equidad del grado de importancia según la densidad de los individuos de las especies dentro de una muestra. Los valores van de 0-1, mientras más cercano a 1 mayor equitativa en la muestra.

(ecuación 10)

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

- $H'$  = índice de diversidad de una comunidad de la que se conoce el número de especies ( $S$ ).
- $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.
- $H' = 0$  cuando la muestra contenga solo una especie, y  $H'$  será máxima cuando todas las especies  $S$  estén representadas por el mismo número de individuos.

En base a Shannon-Wiener, los valores naturales oscilan de 0.5 a 5, son valores medios en diversidad de 2-3, el valor máximo de este índice depende del número de especies en la comunidad, por lo que se considera que los ecosistemas naturales con valores mayores a 5 son propios de bosques tropicales y arrecifes de coral, mientras los menores a 0.5 a áreas desérticas. Estos valores corresponderán a la siguiente clasificación (cuadro 18).

Los dos índices anteriores son evaluados de forma complementaria entendiéndose que mientras más baja sea la dominancia (Simpson), más alta es la diversidad (Shannon-

Wiener). (Odum y Barret, 2006). La obtención de ambos índices fue a través del procesador de información estadística “past 3.1”, software libre.

El resultado que se expresa en el cuadro 25 para el indicador de biodiversidad, es el valor asignado al promedio de los valores  $\lambda$  y  $H'$  expresado en las unidades muestrales (400 m<sup>2</sup>) por ecosistema. El cuadro 18, presenta la clasificación que se asignó en los resultados para cada rango de valor obtenido.

Cuadro 18. Guía para clasificación del grado de diversidad por ecosistema para el indicador 7.

Índice de diversidad	Rango de decisión	Nivel de diversidad	Valor del indicador
$\lambda$	0.6-1	Baja	1
	0.4-0.6	Media	2
	0-0.40	Alta	3
$H'$	<2	Baja	1
	2-3	Media	2
	>3	Alta	3

Fuente: elaboración propia, 2018.

## b. Diversidad Beta ( $\beta$ )

Para los alcances de esta investigación se pretende realizar una comparación de diversidad entre los ecosistemas o sitios evaluados, D, P, I, M, esto para evaluar el grado de recambio de especies a través de la gradiente ambiental establecida, en este caso el grado de perturbación y restauración natural de los mismos.

Para esta evaluación se realizó un ordenamiento de datos dentro de una matriz básica, utilizando los valores de ausencia y presencia de cada especie por ecosistema.

### 1. Índice de Jaccard ( $I_j$ )

Este es un índice de similitud/disimilitud cualitativa, con el cual se obtiene un porcentaje de similitud entre los sitios, los cuales son representados por las unidades muestrales entre los ecosistemas.

(ecuación 11)

$$I_j = c/a + b - c$$

Dónde:

- a= número de especies presentes en el sitio A.
- b= número de especies presentes en el sitio B.
- c= número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Los resultados irán de 0 a 1, representando los grados de igualdad en diversidad de especies entre los ecosistemas, mientras más cercano a 1, más parecidas serán las unidades muestrales.

En la boleta de campo, generada como resultado (cuadro 37A.), no se incluye la diversidad  $\beta$  como indicador, solamente se estableció como una metodología de análisis más integral del documento, a lo anterior se sumó un último análisis de diversidad vegetal, “análisis clúster” a través de la construcción de un dendrograma.

### c. Análisis clúster

La determinación de los valores de diversidad  $\beta$  serán procesados a través de la matriz básica de ausencia/presencia, mediante el procesador estadístico ecológico past v. 3.1 software libre. Como resultado se obtuvo la construcción de un dendrograma, el cual tiene como objetivo representar la agrupación de las unidades muestrales por su grado de similitud. Lo que permite el análisis integral de los factores que inciden en dicha relación de diversidad.

### G. Regeneración natural (indicador 8)

El resultado de este indicador es representado en el cuadro 33 por el tipo de especies que se encuentran en estado de regeneración natural. Este indicador fue interpretado como un grado de regeneración natural al cual se le asignó un valor (cuadro 19).

Cuadro 19. Grado de regeneración dentro del ecosistema.

Número de formas de plantas en regeneración (árboles, arbustos, hierbas)	Valor del indicador
1 tipo de habito	1
2 tipos de habito	2
3 tipos de habito	3

Fuente: elaboración propia, 2018.

## H. Valor de importancia (indicador 9)

Se evaluó el índice de valor de Importancia para cada especie por estrato dentro de cada ecosistema a través del modelo de Cottan, y adopta un valor de 0 a 300 (cuadro 20); los resultados presentados en el cuadro 33, se registran utilizando únicamente el máximo índice de valor de importancia (IVI) por estrato, es decir la especie con el IVI más alto.

$$(ecuación 12) \quad IVI = D \text{ relativa} + C \text{ relativa} + F \text{ relativa}$$

En donde la Drelativa, Crelativa y Frelativa se calcularán con las siguientes ecuaciones:

(ecuación 13)

$$Drelativa = \left( \frac{Dreal}{\Sigma Dreales} \right) \times 100$$

$$Crelativa = \left( \frac{Creal}{\Sigma Creales} \right) \times 100$$

$$Frelativa = \left( \frac{Freal}{\Sigma Freales} \right) \times 100$$

De las cuales las Dreal, Creal y Freal se calcularán con las siguientes ecuaciones:

(ecuación 14)

$$Dreal = \frac{(densidad 1 + densidad 2 + \dots + densidad n)}{No. de unidades muestrales}$$

$$Creal = \frac{(cobertura 1 + cobertura 2 + \dots + cobertura n)}{No de unidades muestrales}$$

$$Freal = \left( \frac{No. de unidades muestrales en que esta presente cada especie}{no. de unidades muestrales} \right) \times 100$$

Las densidades y coberturas utilizadas para la ecuación 14, son las obtenidas a partir de las ecuaciones 1, 3 y 5.

Cuadro 20. Cuadro para tabulación de información para obtención de índice de valor de importancia (IVI).

Sp.	Dreal	Creal	Freal	Drel	Crel	Frel	IVI
<b>A</b>							
<b>B</b>							
<b>TOTAL</b>	$\Sigma$ Dreal	$\Sigma$ Creal	$\Sigma$ Freal	$\Sigma$ Drel	$\Sigma$ Crel	$\Sigma$ Frel	<b>300</b>

Fuente: FAUSAC, 2017.

### I. Presencia de helechos, epifitas, musgos (indicador 10)

El resultado de este indicador se presenta en el cuadro 25, en base al porcentaje de las unidades muestrales que presentan helechos, epifitas y musgos dentro de cada ecosistema; en base a este porcentaje se asignó un valor al indicador (cuadro 21).

Cuadro 21. Frecuencia de helechos, musgos y epifitas por ecosistema.

Rango de decisión	Valor del indicador
0-33 %	1
>33-66 %	2
>66 %	3

Fuente: elaboración propia, 2018.

### J. Vulnerabilidad de incendios (indicador 11)

#### a. Registro de ocurrencias y manejo integrado de fuego

Se construyó en base a la existencia del registro de algún catastro dentro del ecosistema, así como la de un plan de manejo integral del fuego (MIF), tomando a ambas como metodologías para obtener el indicador 11; y justifican la necesidad del desarrollo de planes de gestión que promuevan la protección del área para asegurar su restauración o dirección de equilibrio según las necesidades y objetivos de la misma.

De ser una frecuencia considerable (al menos un incendio/5 años, con pérdida boscosa) el indicador puede reflejar las causas de fondo de estos siniestros, además de la vulnerabilidad que el ecosistema presenta ante la influencia antropológica (cuadro 22).

Cuadro 22. Vulnerabilidad del bosque según la vulnerabilidad del área a incendios forestales.

Metodología	Registro	Valor de indicador	Análisis del indicador
Registro de incendio /plan de manejo integral del fuego (MIF).	No	0	Vulnerable/necesidad de un plan de gestión.
	Si	1	Mejoramiento del plan de gestión ya establecido.

Fuente: elaboración propia, 2018.

El resultado de ambas metodologías se analizó y presento en el cuadro 33 a nivel de ecosistema, es decir tomando en cuenta el perfil general de todas las unidades muestrales.

#### **b. Relación de la profundidad de mantillo como combustible**

Para esta metodología la unidad de medición es la altura de la materia orgánica promedio por ecosistema, pues se establece una relación directamente proporcional de está con la altura de la llama.

Para la obtención de la altura de la materia orgánica, la cual se tomó como la cama de combustible, se realizó una medición en dos aristas y el centro de la unidad muestral tomando la altura (cm), desde el suelo hasta el borde de la hojarasca y broza, pues es el principal tipo de combustible responsable de los incendios subterráneos además de dificultar su liquidación. (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2017).

El valor expresado es el mismo que el de la metodología 2 para las propiedades físicas del suelo (indicador 5), según el promedio de la altura de la materia orgánica de las unidades muestrales tomadas por ecosistema, por lo que no se repite el valor en el cuadro 25 de resultados. Esta metodología tiene como objetivo visibilizar la necesidad de un plan de manejo específico para el combustible forestal del área evaluada y por evaluar con la herramienta, además genera un punto de comparación con el aumento o disminución planificada de esta característica dentro del área.

#### **K. Participación institucional en pro de la protección o restauración del área (indicador 12)**

Indicador que refleja la existencia de la participación de instituciones gubernamentales, no gubernamentales, con fines académicos o económicas que favorezcan y promuevan la restauración o dirección de equilibrio del ecosistema evaluado. Este indicador suma al análisis de la planificación y gestión de manejo del ecosistema.

El valor expresado como resultado en el cuadro 33 es el tipo de participación encontrada en el ecosistema.

#### **L. Incentivos o protección gubernamental de naturaleza forestal y fuente de empleo (indicadores 13 y 14)**

Estos indicadores económicos analizan y reflejan la capacidad de autogestión del área para promover y continuar con la planificación integral del área en base a un valor obtenido (cuadro 23), estos resultados son expresados en el cuadro 33 como el tipo de incentivo o protección gubernamental y el número de empleos generados directamente del mantenimiento del área.

Cuadro 23. Valor del indicador 13 según el incentivo.

Incentivo	Valor del indicador	Análisis del indicador
No	0	Dirección de restauración o equilibrio negativa.
Si (declaración SIGAP, PINPEP, PROBOSQUE).	1	Dirección de restauración o equilibrio positiva.

Fuente: elaboración propia; 2018.

#### **M. Amenaza de tala y fauna (indicadores 15 y 16)**

Este indicador toma un valor según el grado de protección del área ante amenazas directamente antropológicas hacia el recurso biológico del área. Mientras mayor es el valor menor es el riesgo de amenaza. El valor expresado como resultado en el cuadro 25, corresponde al estado del sitio y su asignación se basa en el cuadro 24.

Cuadro 24. Vulnerabilidad de amenaza de destrucción biológica.

Indicador (amenaza)	Estado en sitio	Valor del indicador	Análisis del indicador
Tala/ fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observado.</li> <li>• Con registro.</li> <li>• Sin plan de manejo.</li> </ul>	1	Muy alta
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observa.</li> <li>• Sin registro.</li> <li>• Sin plan de manejo.</li> </ul>	2	Alta
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observa.</li> <li>• Con plan de manejo.</li> </ul>	3	Media
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observa.</li> <li>• Con plan de manejo.</li> </ul>	4	Baja

Fuente: elaboración propia, 2018.

## N. La población en la protección del bosque (indicador 17)

### a. Programas y campañas en pro de la protección de los bosques

Este valor representa la consciencia que la población beneficiaria posee sobre los beneficios ambientales que el área ofrece directa e indirectamente (cuadro 25). El valor obtenido en campo sirvió como indicador directo para el análisis de la dirección de restauración y equilibrio que el área posea, según los objetivos de la misma.

Cuadro 25. Valor de indicador según consciencia ambiental de los beneficiarios

Educación	Valor de indicador	Análisis del indicador
No	0	Dirección de restauración o equilibrio negativa.
Si	1	Dirección de restauración o equilibrio positiva.

Fuente: elaboración propia; 2018.

### b. Tenencia de la tierra

Este indicador es expresado únicamente para mejorar el análisis de las acciones que deben gestionarse o mejorarse para fortalecer el proceso de restauración y protección del área. Los resultados obtenidos se expresan en el cuadro 33 en base al tipo de tenencia del área.

### **c. Actividades productivas**

Al buscar un proceso de restauración o equilibrio del ecosistema este implica un aumento en el grado o estado de resiliencia del paisaje forestal en el que se encuentra el área, lo que significa la integración y balance de actividades productivas dentro y alrededor del área, su reconocimiento aumenta la efectividad de la planificación para mejorar y asegurar la dirección positiva de la restauración, favoreciendo o bien disminuyendo la potencialidad de las actividades, según convenga dentro del área.

#### **2.5.3 Generación de herramienta para monitoreo de indicadores**

En el cuadro 33 como resultados se representaron los valores de los indicadores obtenidos para los ecosistemas muestreados, estos se acompañan del análisis de su variabilidad ante las gradientes de perturbación establecidas (ecosistemas), este análisis permitió la construcción de una herramienta de monitoreo para evaluar el avance de propuestas de restauración y conservación de paisajes forestales.

La herramienta presentada como resultado, expresa solamente aquellas metodologías e indicadores que fueron viables durante la investigación, esta se observa en el cuadro 37A. Cada indicador para su valoración en la herramienta posee adjunto una guía de los componentes que lo integran para dar el valor correspondiente para su análisis.

#### **2.5.4 Herramienta de monitoreo**

Los indicadores validados en campo permitieron la generación de la herramienta de monitoreo la cual fue aplicada en tres áreas para su evaluación en campo; las áreas son de interés para su inclusión en incentivos forestales bajo las temáticas establecidas en el marco conceptual.

Una vez validada la herramienta en campo se generó el formato final de la boleta de monitoreo la cual se presenta en el cuadro 37A.

Esta herramienta da pauta al futuro establecimiento de parcelas permanentes en el parque regional municipal Chuiraxamoló, así como en las áreas evaluadas para un futuro seguimiento de los procesos de restauración invertidos; lo que evidencia la importancia de la herramienta para su aplicación en cualquier área que demande un seguimiento para la consolidación de procesos de restauración de ecosistema.

## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con esta investigación se obtuvo una serie de información que corresponde a los valores que tomó cada uno de los indicadores identificados en cuatro ecosistemas, degradado (D), perturbado (P), intermedio (I) y maduro (M); para su inclusión en una boleta de monitoreo como resultado principal, además se construyeron rangos de decisión, para facilitar la identificación de características propias de cada ecosistema, degradado (D), perturbado (P), intermedio (I) y maduro (M); y aquellos cuyo resultado permite direccionar un análisis para los sitios a los que pueda ser aplicada la herramienta. Los valores obtenidos de aquellos indicadores que se hayan identificado como viables para su toma en base a los criterios planteados en este documento, se describen y analizan a continuación.

### 2.7.1 Resumen de resultados y análisis

#### A. Selección de indicadores

A continuación, se presenta la síntesis de las metodologías por indicador propuestas al iniciarse esta investigación y que a través de los criterios planteados en la metodología fueron excluidos y se identifica en el cuadro 26 como "EXC", mientras que aquellos que se expresen con una "V", fueron los indicadores viables durante la investigación. La exclusión de ciertas metodologías de indicadores no significa que estas no puedan ser retomadas en un futuro, simplemente reflejan criterios tomados para esta investigación en base a las limitaciones y oportunidades que estos suponían.

Cuadro 26. Criterios para la selección de indicadores a evaluar.

No.	Indicador propuesto	Criterio limitante	Estado	Descripción de exclusión
1	Número de especies arbóreas nativas.	• Acceso de fuentes secundarias.	EXC	• No se contaba con la clasificación de especies nativas del área.
2	Número de especies arbóreas regionales.	• Acceso de fuentes secundarias.	EXC	• No se contaba con la clasificación de especies regionales del área.
3	Número de especies arbóreas exóticas.	• Acceso de fuentes secundarias.	EXC	• No se contaba con la clasificación de especies exóticas del área.
4	Distribución espacial de cada especie.	• Oportunidad de medición en campo. • Tiempo de investigación.	EXC	• La medición debía hacerse preferente-mente para evaluar la variación de distribución de una especie indicadora o de importancia.
5	Densidad por estrato.	• Oportunidad de medición en campo.	V	
6	Cobertura por estrato.	• Oportunidad de medición en campo.	V	

No.	Indicador propuesto	Criterio limitante	Estado	Descripción de exclusión
7	Tipo de dosel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> </ul>	V	
8	Número de aves.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Acceso a fuentes secundarias.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> <li>Recurso monetario.</li> </ul>	V	
9	Número de mamíferos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Acceso a fuentes secundarias.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> <li>Recurso monetario.</li> </ul>	EXC	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se contaba con algún experto para la medición y análisis de la información.</li> <li>Las fuentes secundarias se limitaron a listados superficiales de información.</li> </ul>
10	Número de insectos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Acceso a fuentes secundarias.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> <li>Recurso monetario.</li> </ul>	EXC	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se contaba con algún experto para la medición y análisis de la información.</li> <li>Las fuentes secundarias se limitaron a listados superficiales de información.</li> </ul>
11	Estructura física del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> <li>Recursos monetarios.</li> </ul>	V	
12	Estructura química del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> <li>Recursos monetarios.</li> </ul>	V	
13	Diversidad Alfa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> </ul>	V	
14	Diversidad Beta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis.</li> <li>Tiempo de investigación.</li> </ul>	EXC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Este debe ser tomado y analizado a través del cambio que cada ecosistema presente en el tiempo a través de su restauración.</li> </ul>
15	Presencia de regeneración natural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oportunidad de medición en campo.</li> <li>Capacidad de análisis.</li> </ul>	V	
16	Ocurrencia de incendios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
17	Medidas de Manejo integrado del Fuego.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
18	Instituciones involucradas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
19	Área con incentivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
20	Jornales producidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
21	Tala ilícita.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	

No.	Indicador propuesto	Criterio limitante	Estado	Descripción de exclusión
22	Amenaza de fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
23	Demografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	EXC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al ser un área pequeña estratificada por grado sucesional la demografía no presentaba un indicador relevante de cada ecosistema.</li> </ul>
24	Educación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	EXC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al ser un área pequeña estratificada por grado sucesional la demografía no presentaba un indicador relevante de cada ecosistema.</li> </ul>
25	Economía familiar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	EXC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al ser un área pequeña estratificada por grado sucesional la demografía no presentaba un indicador relevante de cada ecosistema.</li> </ul>
26	Tenencia de la tierra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	
27	Actividades productivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación institucional.</li> <li>Fuentes secundarias.</li> </ul>	V	

La propuesta inicial proponía dieciocho indicadores los cuales serían evaluados a través de veintisiete metodologías, de las cuales se evaluaron diecisiete, haciendo una identificación de 17 indicadores finales, categorizados como viables (V). La primera exclusión fue de aquellas metodologías que no cumplieran con los criterios de “oportunidad de toma en campo” y “tiempo de investigación”, estas fueron aquellas cuya identificación era independiente al tiempo de toma con la boleta de monitoreo en cada unidad muestral.

Se excluyeron aquellas metodologías que además de los criterios anteriores no presentaran “acceso a fuentes secundarias”, esto hace referencia a aquella información que debía generarse de primera mano sin tener un historial o registro previo, o bien aquellas metodologías que presentaran esta imitante debido a la espacialidad de cada ecosistema dentro de una sola jurisdicción , por ejemplo demografía y educación, ya que las ser ecosistemas ubicados dentro de un parque no puede ser evaluado el impacto de cada ecosistema en estos indicadores.

Por último como limitantes importantes la “capacidad de análisis” estos se presentaron tanto para aquellos indicadores cuya expertis de toma de datos y de análisis es específica de especialistas en los temas, por ejemplo muestreo de mamíferos e insectos, pues suponen metodologías específicas para cada uno; por otro lado este mismo criterio fue tomado para el análisis beta ya que es un valor que no puede ser evaluado en la primera toma de datos, sino que debe ser generado a través de la comparación del avance de la restauración de los ecosistemas en los siguientes monitoreo de evaluación.

## B. Indicadores biológicos y ecológicos

### a. Composición de especies arbóreas (A)

El estrato arbóreo de los ecosistemas identificados se evaluó desde el número de especies encontradas, así como de la densidad y cobertura de este estrato, el objetivo de esto es el análisis integral de la dinámica de cada ecosistema.

#### 1. Número de especies arbóreas presentes en los sitios

El cuadro 27, refleja una riqueza específica total por muestra tomada en cada sitio (4,000 m<sup>2</sup>), esta presenta valores que van desde 10 hasta 17 especies arbóreas a lo largo de la gradiente sucesional representada en cuatro ecosistemas, degradado (D), perturbado (P), intermedio (I) y maduro (M). Por otro lado, el cuadro 28 presenta el resumen de las alturas y diámetros que componen a los ecosistemas para poder evaluar su madurez desde el crecimiento de los individuos arbóreos encontrados.

Cuadro 27. Número de especies por ecosistema.

Proyección	Resumen	Ecosistema			
		D	P	I	M
M (4,000 m <sup>2</sup> )	Total de sp /M (4,000 m <sup>2</sup> )	14	10	16	17
UM (400 m <sup>2</sup> )	Promedio de sp/UM (400 m <sup>2</sup> )	5	1	4	5
	Mínimo de sp.	3	0	2	3
	Máximo de sp.	8	5	7	7

Cuadro 28. Resumen de alturas (H) y diámetros (DAP) en arboles por ecosistema.

Ecosistema	D	P	I	M
H min (m)	6.8	2.3	12	7
H max (m)	16.1	14.5	24.9	25.3
H med (m)	12.1	6.9	19.1	14.5
DAP min (cm)	16	10	17	24
DAP max (cm)	28	20	83	102
DAP med (cm)	20	15	36	80.2

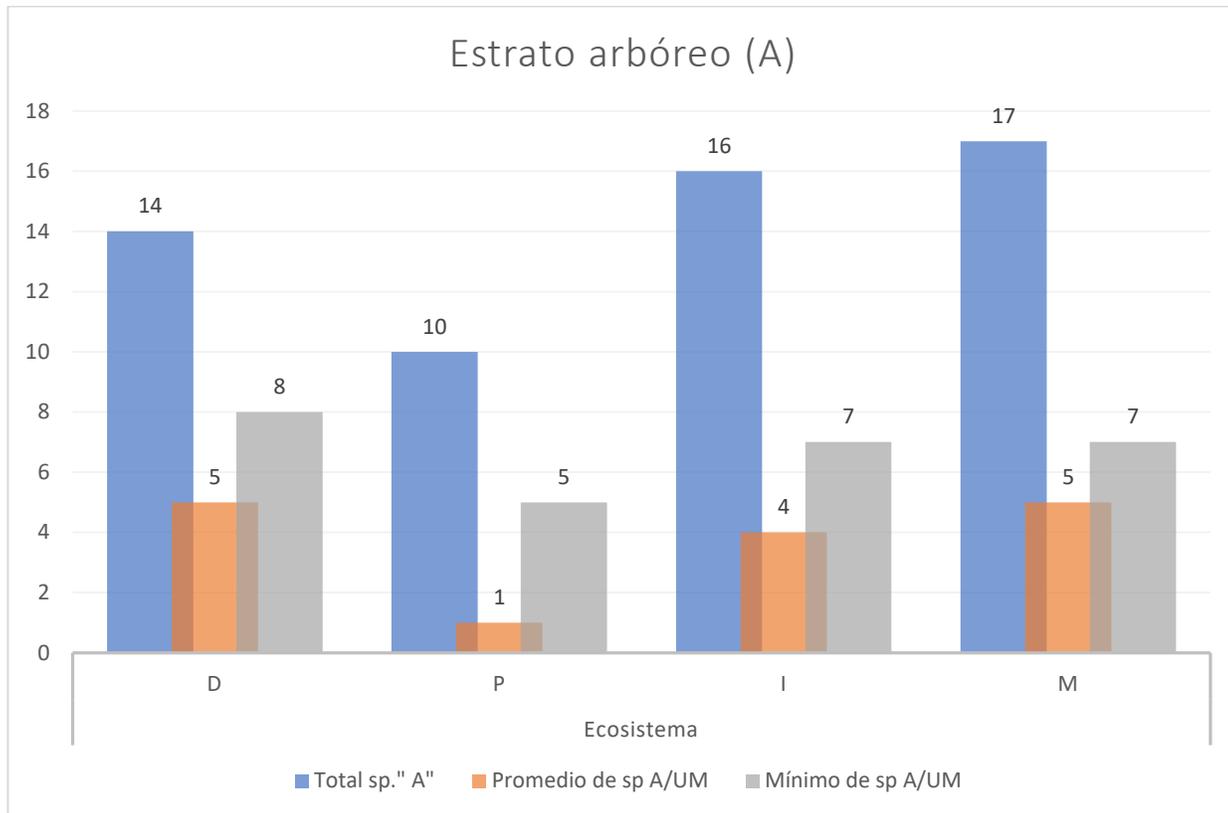


Figura 17. Resumen de alturas del estrato arbóreo (A), por ecosistema.

En la figura 17 resume lo anterior reflejando que en el sitio perturbado (P), es el ecosistema o estado sucesional con menor número de especies, teniendo en promedio una especie por unidad muestral (UM), es decir que cada 400 m<sup>2</sup> se hallará una especie nueva, sin embargo, esto solamente corresponde a 6 de las UM, ya que el valor mínimo de especies arbóreas dentro de este ecosistema corresponde a 0, en otras 4 del mismo ecosistema. Es decir que solamente el 60 % de la muestra refleja incidencia de 1 especie arbórea por cada 400 m<sup>2</sup>.

Estos resultados se deben al origen de la perturbación a la que ha sido expuesta el área, siendo las principales presiones derivadas de la agricultura de cultivos dados hasta el año 2012, en donde hasta ese momento se desarrollaron prácticas inadecuadas de quema de rozas y extracción sin limitaciones de madera lo que da como consecuencia la degradación del recurso fauna producto de la destrucción de hábitats.

Este tipo de presión sobre el ecosistema y posteriormente su abandono se refleja en una sucesión secundaria temprana, dado del tiempo relativamente corto desde que se abandonó la explotación de esta área, esta sucesión se caracteriza por que el número de especies predominantes son herbáceas, arbustivas y pocas arbóreas con gran dependencia solar. (Centro Agronómico Trópicos de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2003).

Los otros ecosistemas no reflejan mayor fluctuación en cuanto a la riqueza específica de las especies arbóreas, por lo que este indicador por sí sólo no genera parámetros de clasificación del ecosistema y su grado de sucesión o restauración, expresa únicamente la caracterización del área a primera instancia para su monitoreo en el tiempo, en base a aumento o declive de su riqueza.

## **2. Densidad y cobertura estrato arbóreo (A)**

Los resultados expresados en el cuadro 33, reflejan los valores correspondientes a la densidad y porcentaje de cobertura de las especies por estrato dentro de los ecosistemas, como parte del indicador 1 y como indicador 2, además se analiza en esta sección su relación directa con la apertura del dosel, lo cual se presenta como resultado en el cuadro 41A. Para facilitar su análisis se agrupan los ecosistemas por similitud de resultados.

- En el área perturbada (P) se presentan las densidades y coberturas (%) más altas, presentando 700 árboles/ha y 2 % de área basal respectivamente, esto se debe a que al reflejar una sucesión secundaria en etapas iniciales, es decir no mayor a 10 años desde su abandono (específicamente en el 60 % de las unidades muestrales en donde no ocurrió actividad de quema por rozas).
- Los resultados anteriores muestran como las especies arbóreas se ven beneficiadas pues no existe competencia por la obtención de luz, lo que se aprecia al analizar el valor "1" dado a la clasificación del dosel (indicador 3), el cual establece un tipo de dosel abierto, lo que favorece su rapidez de colonización, sin embargo, estos individuos son de porte pequeño con un máximo de altura de 14 m, un mínimo de altura de 2.3 m y un promedio de 6.9 m, estos resultados se presentan por ecosistema en el cuadro 33.
- En los ecosistemas degradados (D) y maduro (M), se muestran valores menores de estas unidades en comparación con el primer estrato, presentando 500 árboles/ha y 0.23 % de cobertura con respecto a su área basal para el degradado a pesar de tener un porcentaje de cobertura menor que el del ecosistema maduro, teniendo este último con 300 árboles/ha.
- Lo anterior se debe a que el área basal de los árboles correspondientes al ecosistema maduro es mayor, gracias a la presencia de diámetros (DAP) más grandes, lo mismo ocurre con las alturas siendo el valor máximo promedio para el ecosistema degradado de 16 m y para el ecosistema maduro de 25 m, mientras que el tipo de dosel para ambos es cerrado "3" (valor de indicador), pues mientras el ecosistema degradado genera un dosel denso gracias a la alta densidad de árboles, el ecosistema maduro lo genera gracias a la magnitud de sus árboles adultos.

- El ecosistema intermedio (I), posee una menor cobertura de área basal que los ecosistemas degradado y maduro, a pesar de tener aparentemente los mismos valores de densidad y de altura (25 m), esto se debe a la edad de los árboles de este ecosistema, pues no superan el valor promedio de DAP de los ecosistemas degradado y maduro. Sin embargo, es perceptible la condición de desarrollo de este, el cual se encamina a la maduración.

#### **b. Composición de arbustos (ar) y hierbas (h)**

El indicador 2, se obtuvo a través de la densidad y la cobertura (% C) de estos estratos inferiores, sus resultados en la boleta de monitoreo reflejan como los estratos arbustivos y herbáceos. Para facilitar su comprensión, el análisis agrupa los ecosistemas según la similitud presentada en los resultados.

- El ecosistema degradado, se ven altamente influenciados al incendio registrado el mes de abril del año 2019 que abarcó el 100 % del área muestreada, mostrando por lo tanto la ausencia de individuos de estos, encontrándose solamente un 2 % del área, siendo ocupada por regeneración herbácea, debido al siniestro la clasificación del dosel por ingreso de luz a los estratos menores no tiene ninguna relación sobre la densidad, proyección o diversidad actual de las mismas.
- El ecosistema perturbado a pesar de la gran densidad y porcentaje de cobertura (% C) de los individuos del estrato herbáceo en relación al estrato arbustivo esto no es un indicador de sucesión madura o alto grado de restauración, como se abordará más adelante en el indicador 7 la diversidad y maduración del mismo depende de otros factores. Por lo que los valores de densidad son reflejo de las primeras etapas de sucesión secundaria que presenta el área, gracias a la apertura forzada o inexistente del dosel arbóreo.
- Para los ecosistemas intermedios y maduros los estratos arbustivos y herbáceos demuestran un aumento proporcional de densidad y porcentaje de cobertura mientras mayor sea la maduración del ecosistema. Nuevamente estos no son valores que por sí solos reflejen relación con la diversidad del área. Estos indicadores podrían ser considerados para la clasificación de áreas durante su monitoreo, dentro de algún grado de restauración o sucesión ecológica.

### c. Diversidad vegetal

A través del indicador 7, se presenta la diversidad de los ecosistemas según la expresión de diversidad Alfa ( $\alpha$ ) por ecosistema mediante los índices de equidad y dominancia de especies que hayan expresado, recibiendo entonces una clasificación por el grado de diversidad, baja, media y alta (cuadro 29).

Cuadro 29. Resumen diversidad alfa por ecosistema.

UM	Ecosistema							
	D		P		I		M	
	Índice		Índice		Índice		Índice	
	$\lambda$	H'	$\lambda$	H'	$\lambda$	H'	$\lambda$	H'
1	0.024	0.073	0.708	1.403	0.659	1.345	0.656	1.320
2	0.433	1.032	0.267	0.639	0.861	2.157	0.823	2.195
3	0.089	0.230	0.702	1.377	0.854	2.076	0.579	1.399
4	0.051	0.144	0.590	1.036	0.702	1.514	0.568	1.318
5	0.017	0.061	0.568	1.144	0.817	1.977	0.743	1.598
6	0.183	0.436	0.013	0.043	0.609	1.441	0.859	2.222
7	0.576	0.956	0.758	1.490	0.785	1.670	0.661	1.351
8	0.139	0.303	0.783	1.696	0.674	1.387	0.838	1.932
9	0.030	0.099	0.437	0.895	0.693	1.500	0.734	1.843
10	0.004	0.017	0.660	1.366	0.740	1.507	0.765	1.619
Promedio	0.155	0.335	0.549	1.109	0.739	1.657	0.722	1.680
Max	0.576	1.032	0.783	1.696	0.861	2.157	0.859	2.222
Min	0.004	0.017	0.013	0.043	0.609	1.345	0.568	1.318
Diversidad	alta	baja	media	baja	baja	baja	baja	baja
Indicador	3	1	2	1	1	1	1	1
Tipo de variable	estructura							
Tipo de análisis	dominancia	equidad	dominancia	equidad	dominancia	equidad	dominancia	equidad

Para la obtención de estos valores se utilizaron índices estructurales de los ecosistemas que reflejan la abundancia proporcional de las especies, Simpson ( $\lambda$ ) establece la probabilidad de que exista dominancia de una especie dentro del ecosistema, lo que supone una diversidad baja; mientras Shannon- Wiener ( $H'$ ) mide el grado de incertidumbre de que un individuo de la comunidad pertenezca a cualquier especie, mientras más alto su valor mayor diversidad.

## 1. El índice de diversidad según Simpson ( $\lambda$ )

Este índice refleja un valor recíproco al grado de diversidad; los resultados muestran una diversidad alta, "3" (valor de indicador) para el ecosistema degradado, basado en que la probabilidad de que al escoger al azar dos individuos de este ecosistema ambos pertenezcan a una misma especie, en promedio es del 15 %, lo que supone entonces que existe un 85 % de probabilidad de que las especies se encuentran repartidas proporcionalmente (figura 18).

El ecosistema perturbado expresa una diversidad media "2" ya que de los individuos dentro del ecosistema existe un 55 % de probabilidad de dominancia; por último, los ecosistemas con mayor grado de restauración poseen una diversidad baja "1", tanto el intermedio como maduro poseen un índice de Simpson igual a 0.75, lo que representa una probabilidad de equidad en la abundancia de las especies de un 25 % para ambos sitios.

La disminución de la diversidad en base a la dominancia de las especies dentro de las áreas es directamente proporcional al aumento de la madurez del ecosistema, esto ocurre pues a pesar de presentar densidades mayores dentro de los estratos en comparación con los ecosistemas menos maduros, las condiciones de los primeros son más específicos y excluyentes.

La persistencia de especies "pioneras u oportunistas", características de las fases iniciales de las sucesiones se reduce gracias a una serie de cambios dirigidos a una mayor complejidad ecológica, en las cuales se entran las etapas intermedias o maduras sucesiones, que se caracterizan por una conformación biótica de especies derivada de uno de los mecanismos de las sucesiones, "competencia por los recursos dentro del área", dando lugar a aquellas especies más especializadas. (Alcaraz, 2013).

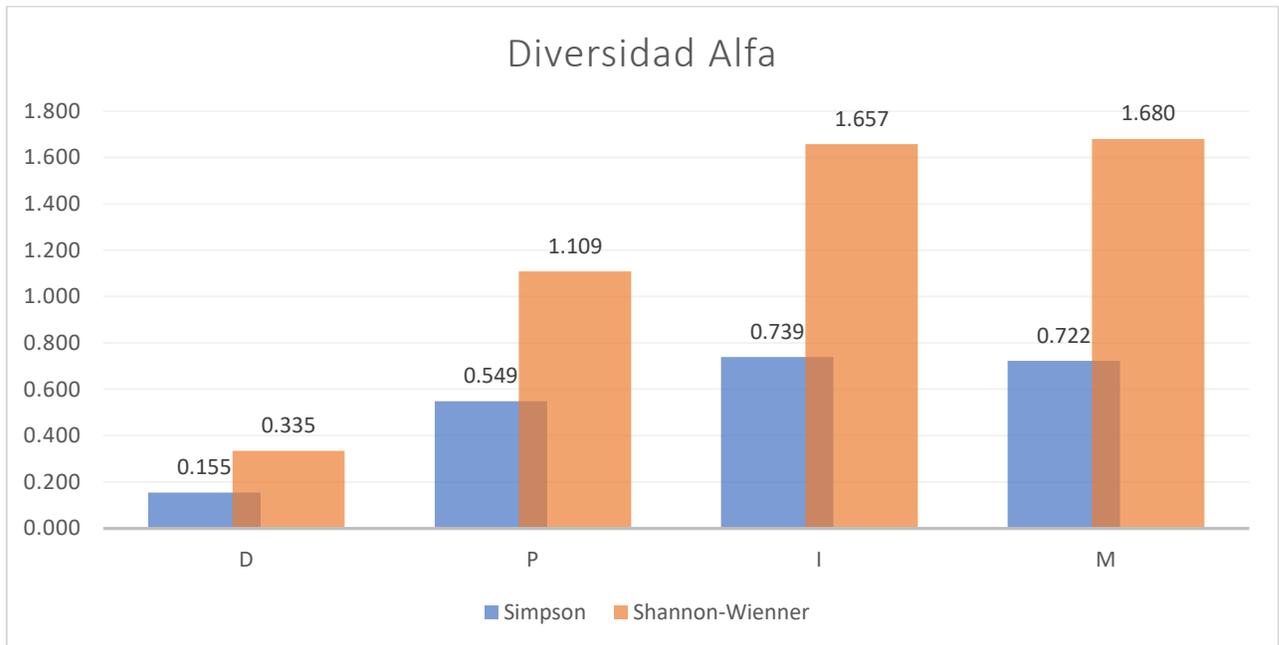


Figura 18. Diversidad alfa a través de la gradiente de restauración de los ecosistemas.

## 2. El índice de diversidad de Shannon- Wiener ( $H'$ )

Este índice también representado en la figura 18, como complemento del análisis de dominancia, refleja una diversidad biológica que supone números promedios entre 2 y 3 para un ecosistema moderadamente diverso, es decir mientras más grande sea el resultado con respecto a estos valores mayor diversidad presentara el sitio, por lo tanto, todos los ecosistemas presentan una diversidad baja "1" (valor de indicador).

Lo que contradice la clasificación dada por Simpson a los ecosistemas degradado (D) y perturbado (P), esto puede explicarse, para el sitio degradado pues a pesar de no suponer ninguna especie dominante dada la naturaleza y temporalidad de su restauración desde el incendio esto mismo provoca que las especies dentro del sitio no presenten una distribución de abundancia equitativa, encontrándose en el sitio tanto una regeneración como una presencia de individuos maduros casi ausente del estrato herbáceo y arbustivo.

El ecosistema perturbado por otro lado presenta una cantidad de especies mayor que el ecosistema degradado sin embargo las especies no se distribuyen de una manera uniforme a lo largo de las unidades muestrales, como se explicó en el indicador anterior el sitio presenta dos tipos de recuperación, observándose en el sitio que las especies arbóreas no se presentan en todo el ecosistema.

El indicador de diversidad debe ser analizado de forma conjunta con los otros indicadores biológicos y ecológicos pues es el resultado de estas condiciones y no un condicionante de

estas; y puede ser un indicador cuyo valor genere la inclusión de las áreas evaluadas a través de la boleta de monitoreo en un grado de sucesión según sus objetivos de restauración.

#### **d. Regeneración natural**

La regeneración natural tomado como el indicador 8, dentro de los ecosistemas fue cuantificada en base a observaciones directas dentro de los mismos, en los cuales según los resultados del cuadro 41A., el sitio perturbado toma un valor máximo de “3” (valor del indicador), en contraste con el ecosistema degradado “1”; es importante resaltar nuevamente que el ecosistema degradado presenta una destrucción total en general para los estratos menores y que el tiempo de muestreo desde su destrucción es relativamente corto, siendo esta la explicación de un registro de regeneración exclusiva y mínima del estrato herbáceo.

Por otro lado, el estrato perturbado el cual refleja el conteo de regeneración de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas; mientras que los ecosistemas intermedios y maduros únicamente presentan regeneración arbórea, en mayor frecuencia, y arbustiva.

Lo anterior puede ser analizado desde el punto de vista de competencia, en donde el grado de regeneración se ve disminuida gracias a la limitación de los recursos o ciclos energéticos cerrados, lo que explica la disminución de la posibilidad de aparición de una diversidad grande de plántulas. En el cuadro 33 se expresa como las regeneraciones dentro del estrato maduro e intermedio es predominado por árboles, específicamente del género *Quercus*, en las áreas maduras y *Quercus-Alnus* en el intermedio.

El ecosistema perturbado por otro lado se ve favorecido en la diversidad de plántulas regeneradas ya que estas tienen la oportunidad de colonizar nuevos sitios en la ausencia de competidores. (Norden, 2014).

La importancia del análisis de este indicador radica en que la regeneración de los bosques representa la base para el estudio de su renovación y continuidad. Este indicador puede representar un valor para la clasificación de los sitios evaluados, a través de la herramienta de monitoreo (cuadro 37A.), dentro de una categoría de restauración o nivel de sucesión, dependiendo el objetivo propuesto para los mismos.

Este indicador debe ser analizado en conjunto con los indicadores anteriores y otros componentes ecológicos y biológicos, ya que es dependiente de otras fluctuaciones de componentes dentro de las áreas, como la limitación de dispersión, componentes

ecológicos, de nicho ecológico y de asociaciones o vulnerabilidades ante depredadores. (Norden, 2014).

El tipo de especies regeneradas también disminuye con el aumento en la maduración del ecosistema el cual se refleja ante la densidad del dosel, es decir a mayor maduración, más cerrado el dosel y menor es la diversidad proporcional de las especies, dado al comportamiento natural de especialización del ecosistema.

Es importante recalcar que el porcentaje de luz que ingresa no implica necesariamente una limitante para las características de la diversidad de especies o de regeneración, sino más bien explica la existencia de especies tolerantes a grados de luminosidad. Por lo tanto, el análisis integral de los indicadores es indispensable para entender el estado de cada ecosistema y así predecir su dirección.

#### **e. Especie indicadora por estrato según el índice de valor de importancia (IVI)**

El indicador 9, representa un valor integral conformado por dos indicadores, composición vegetal (indicador 2) y diversidad vegetal (indicador 7), los cuales se expresan en el cuadro 33; este indicador identifica a la especie que por su cobertura, densidad y frecuencia toman un papel importante dentro de la dinámica de cada ecosistema, siendo 300 el valor máximo que puede adoptar, mientras que el mínimo será 0 (cuadro 30), los valores obtenidos se muestran en la figura 19 para su análisis entre los ecosistemas.

Por la similaridad de especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) en los cuatro ecosistemas, se inicia con el análisis del estrato arbóreo, indicando que las especies dominantes son las del género *Quercus* y *Alnus*. Sin embargo, para los ecosistemas intermedios y degradado, el mayor valor corresponde al ílamo (*Alnus ferruginea HBK*), ambos seguidos de especies del género *Quercus*; mientras que en el estrato maduro y perturbado predomina el encino blanco (*Quercus crispifolia Trel*), en el ecosistema maduro este valor es seguido de otra especie del género *Quercus* y del ílamo, al ecosistema perturbado le siguen especies de menor porte como el chichicaste (*Urera caracasana (Jacq.) Griseb.*) y el madron (*Arbutus xalapensis Kunth*), la cual es una especie nativa desde el sur de México hasta Nicaragua.

Cuadro 30. Resumen de los tres índices de valor de importancia (IVI) más altos de cada estrato (A, ar, h) por ecosistema.

	D		P		I		M		
	Código	IVI	Código	IVI	Código	IVI	Código	IVI	
Estrato	A	Ilamo	59	Q. crispifolia	72	A. ferruginea	117	Q. crispifolia	117
		Q. acutifolia	48	U. caracasana	45	Quercus sp.	44.1	A. ferruginea	35
		Roble	47	A. xalapensis	40	Verbesina sp.	32.5	Quercus 01	28
	ar	-----	-----	Solanum sp.	50	Urera sp.	68	P. caerulea	55
		-----	-----	Urera sp.	35	Solanum sp.	32.3	S. nigrum	51
		-----	-----	4a	35	p01	31.3	R. Gilgii	44
	h	Poaceae	113	Araliaceae	45	S. appendiculatum	36.2	Alsophila sp.	71
		S. flexuosa	64	Urera sp.	34	B. tabulare	22.93	Epipremnum sp.	63
		Apiaceae	31	Rubiaceae	33	Helecho03	22.93	S. appendiculatum	24

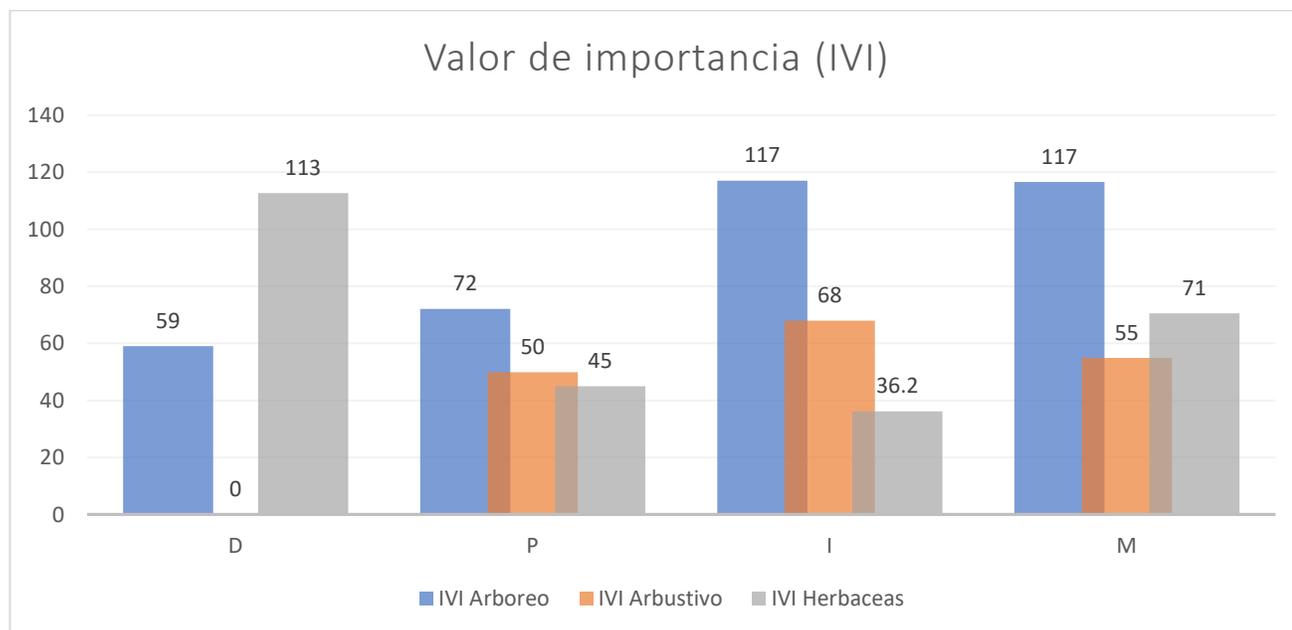


Figura 19. Valores de importancia para para las especies indicadoras dentro de los ecosistemas.

## 1. Estrato arbóreo (A)

En la figura 19, pueden observarse los resultados anteriores en donde puede evidenciarse que a mayor grado de maduración del ecosistema se observa una mayor presencia de especies del genero *Quercus* característico del paisaje, el cual desplaza a la especie del genero *Alnus*, que por su presencia en los ecosistema degradado e intermedio se observa como especie pionera dentro del área en las fases medias de la sucesión secundaria.

- En los ecosistemas intermedio (I) y degradado (D): a pesar de que el estrato degradado sufrió de una perturbación importante, eso no impide la apreciación del grado de maduración que habían alcanzado los individuos del estrato arbóreo antes del siniestro, que por el índice de valor de importancia más alto alcanzado 59 (degradado) y 117 (intermedio) con la misma especie de ílamo, refleja un estado de sucesión menor que el del ecosistema intermedio.
- Para los sitios perturbados (P) y maduros (M): se analiza la importancia de la presencia en común del genero *Quercus*, se debe recordar que el primero ha sido afectado por prácticas antropológicas y que el índice de valor de importancia solamente considera la presencia de árboles en el 60 % del ecosistema, dado que la intervención principal a derivado de la extracción de madera y leña por lo que se puede asumir que la biomasa representada por estos individuos es pequeña en comparación con la del estrato maduro, y esto se evidencia con un índice de valor de importancia de 72 (perturbado) y 116 (maduro), aun para el mismo género de especie.

El grado de adaptación que posee el género *Quercus*, a las características ambientales del paisaje forestal de bosque húmedo, con más de 2,000 m s.n.m., permite ubicar a este género como el más adaptado dado su presencia en las primeras etapas sucesionales y persistiendo a tal punto de desplazamiento de otras especies como el ílamo o mandrón en las etapas intermedias y maduras.

## 2. Estratos inferiores arbustivos (ar) y herbáceos (h)

Por otro lado, la evaluación del índice de valor de importancia en los estratos menores (ar y h) presentan especies diferentes en cuanto a individuos más importantes por estrato. Para el estrato arbustivo únicamente se observa la diferencia en los ecosistemas perturbados, intermedios y maduros. Lo cual determina que la ausencia de este estrato en el ecosistema degradado es una característica de monitoreo importante durante la evolución de su sucesión natural.

Dentro de los tres ecosistemas es en el intermedio donde se refleja un índice de valor de importancia para la especie más representativa perteneciente al género *Urera*, llamado comúnmente chichicaste, y de la cual se observa mucha incidencia con portes considerables mayores a 5 m en el estrato arbustivo. Sin embargo, es evidente que para ninguno de los tres ecosistemas el estrato arbustivo representa o ejerce una importancia predominante con ninguna de las especies de este estrato.

En relación al índice de valor de importancia refleja para el ecosistema degradado un valor de 113, con una gramínea (*Poaceae*), dada la naturaleza de su degradación y la proporcionalidad de especies en este estrato, siendo característica esta familia de plantas por ser pioneras en sucesión secundaria; por otro lado el ecosistema maduro con un valor de 70 para un helecho, y por último una trepadora de la familia *Araliaceae* con un valor de 45 y por último una *Solanaceae* (*Solanum appendiculatum D.*), también trepadora, la cual tiene presencia en casi todos los ecosistemas de forma constante (exceptuando el degradado).

Este indicador es propuesto principalmente para el monitoreo del aumento o disminución del índice de valor de importancia de las especies por estrato, así como su remplazo de especies entre los ecosistemas. No posee un rango de valoración para el ingreso de ecosistemas a evaluar con la herramienta de monitoreo, para la clasificación de estas en un grado o etapa de restauración o sucesión.

#### **f. Porcentaje de la presencia de helechos, epifitas y musgos (%)**

El indicador 10 representa el porcentaje de presencia de helechos, epifitas y musgos dentro de los ecosistemas dando un valor de mayor a menor según el cuadro 18, a excepción del ecosistema perturbado, el cual ya se explicó posee individuos de porte muy bajo, el resto de ecosistemas consideran un valor 3, es decir que más del 70 % de las unidades muestrales presentan alguna forma (helecho, epifita, musgo).

La importancia de esta caracterización radica en la función indicadora de las tres formas evaluadas en los bosques. Estos tres grupos son más frecuentes a sitios oscuros por la densidad de la neblina, característica de los bosques húmedos montanos, a los cuales pertenece el área. Las intervenciones o degradaciones de los ecosistemas como el que se refleja en el ecosistema perturbado provocan que la estructura y complejidad de interrelaciones en el bosque cambie lo que se refleja en una presencia de menos del 30 % de estas formas en este ecosistema.

La presencia de epifitas en los cuatro ecosistemas está relacionada con el ciclo de nutrientes dentro de los bosques, dado el incremento de superficie de absorción de neblina, además de la importancia en la fijación de nitrógeno. (Woda, Huber, & Dohrenbusch, 2006).

Por lo tanto, este indicador valora de 1 a 3 la madurez o estabilidad de un bosque característico húmedo de la región dando el mayor valor a aquellas cuya presencia de estas formas es mayor a 70 %. Mientras más alterados los procesos naturales de los ecosistemas estas formas indicadoras disminuyen y por lo tanto los procesos naturales se pierden o disminuyen.

#### d. Riqueza específica de aves

Este indicador se propone inicialmente para evaluar la riqueza específica de cada ecosistema, como un valor de monitoreo a lo largo del tiempo para cada ecosistema, teniendo como objetivo verificar anualmente la disminución o aumento de este valor a lo largo de su restauración o de la sucesión. Dada la naturaleza de las especies y de su comportamiento incontrolable al momento del monitoreo se recomiendan tres observaciones en cada uno. El cuadro 31 muestra la ausencia (0) o presencia (1) de las especies encontradas en los ecosistemas, degradado (D), perturbado (P), intermedio (I) y maduro (M).

Cuadro 31. Listado de especies avistadas por ecosistema.

No.	Código	Nombre común	Nombre científico	ECOSISTEMAS			
				D	P	I	M
1	Bwmo	Blue-and-white Mockingbird	<i>Patagioenas fasciata</i>	1	1	0	0
2	Bbso	Brown-backed Solitaire	<i>Mniotilta varia</i>	1	1	1	1
3	Btpi	Band-tailed Pigeon	<i>Melanotis hypoleucus</i>	0	1	1	0
4	Bwwa	Black-and-white Warbler	<i>Myadestes occidentalis</i>	1	1	1	0
5	Cbfl	Cinnamon-bellied Flowerpiercer	<i>Arremon brunneinucha</i>	1	1	0	1
6	Ccwa	Crescent-chested Warbler	<i>Diglossa baritula</i>	1	1	1	0
7	Cgdo	Common Ground-Dove	<i>Chlorospingus flavopectus</i>	0	0	1	0
8	Ccbr	chestnut-capped brush finch	<i>Columbina passerina</i>	1	1	0	0
9	Coch	Common Chlorospingus	<i>Oreothlypis superciliosa</i>	0	0	1	1
11	Gbwa	Golden-browed Warbler	<i>Lamprolaima rhami</i>	0	1	1	1
12	Gbww	Gray-breasted Wood-Wren	<i>Basileuterus belli</i>	0	1	1	1
13	Gthu	Garnet-throated Hummingbird	<i>Henicorhina leucophrys</i>	1	0	0	0
14	Gtmg	Green-throated Mountain-gem	<i>Lampornis viridipallens</i>	1	1	1	1

No.	Código	Nombre común	Nombre científico	ECOSISTEMAS			
				D	P	I	M
15	Mcgd	Maroon-chested Ground-Dove	<i>Claravis mondetoura</i>	1	1	1	0
16	Mevi	Mexican Violetear	<i>Colibri thalassinus</i>	1	1	1	0
17	Nrws	Northern Rough-winged Swallow	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	0	0	1	0
18	Phwa	Pink-headed Warbler	<i>Cardellina versicolor</i>	1	1	1	1
19	Rbpe	Rufous-browed Peppershrike	<i>Eugenes fulgens</i>	0	1	1	0
20	Rbwr	Rufous-browed Wren	<i>Clibanornis rubiginosus</i>	0	1	1	0
21	Rcnt	Ruddy-capped Nightingale-Thrush	<i>Columbina talpacoti</i>	0	0	1	0
22	Rfgl	Ruddy Foliage-gleaner	<i>Catharus frantzii</i>	1	1	0	0
23	Rgdo	Ruddy Ground-Dove	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0	1	1	1
24	Rihu	Rivoli's Hummingbird	<i>Troglodytes rufociliatus</i>	0	1	1	1
25	Siqu	Singing Quail	<i>Dactylortyx thoracicus</i>	0	0	1	1
26	Stja	Steller's Jay	<i>Myioborus miniatus</i>	1	1	0	0
27	Stre	Slate-throated Redstart	<i>Cyanocitta stelleri [coronata Group]</i>	0	1	0	1
28	Wthu	Wine-throated Hummingbird	<i>Atthis ellioti</i>	0	1	1	0
29	Yeju	Yellow-eyed Junco	<i>Junco phaeonotus alticola</i>	0	1	0	1
<b>TOTAL DE ESPECIES: 29</b>							

Los códigos y nombres comunes utilizados en el cuadro anterior hacen referencia a las dos primeras letras del primer y segundo nombre común, estos nombres comunes son reconocidos mundialmente por el laboratorio de Ornitología de Cornell en su base de datos (The Cornell Lab, 2018). Los puntos de avistamientos fueron por la estudiante Rocio Silva, como estudiante de ejercicio profesional supervisado (EPS) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El avistamiento e identificación en campo de las especies fue realizada con la colaboración técnica de Benjamín Hernández Mendoza, guía autorizado por “Birrd Zone Atitlán”.

Para analizar este indicador de manera integral al proceso de restauración del ecosistema es necesario analizarse la importancia que presentan las especies encontradas cada vez que se mida este indicador, esto dependerá de la información que cada ecosistema disponga, especies nativas, migrantes, o en peligro de extinción, en esta ocasión se usó como referencia el listado de especies emblemáticas de los paisajes volcánicos de Atitlán, por lo que se identifican en el cuadro anterior, en el cual se contempla 11 especies del área de estudio. (Bird Zone Atitlán, 2018).

- Riqueza de especies: la observación en los sitios permitió la identificación de las especies, en el ecosistema perturbado se observaron 22 especies, mientras que el ecosistema con menos especies apreciadas es el maduro, con 12, como se puede observar en el cuadro 23. Esto podría explicarse gracias a la especialización que los ecosistemas alcanzan mientras avanzan a su madurez, limitando así sus características a hábitats de especies más especializadas y adaptadas específicamente a las condiciones de estos. Sin embargo, como se mencionó anteriormente es importante evaluar y clasificar las especies que se observen para mejorar el análisis de su comportamiento.
- Especies emblemáticas dentro del área: a través de la información encontrada para el área de estudio se identificaron las identificándose que los ecosistemas degradado, perturbado e intermedio presentan presencia de 2 especies emblemáticas, mientras que el maduro solamente una especie.

Las especies emblemáticas son: *Selasphorus ellioti*, la cual se distribuye en tierras altas cuya vegetación no es demasiado densa, claros arbustivo y manchones, por lo que se justifica su avistamiento en los ecosistemas perturbado e intermedio, por otro lado *Lamprolaima rhami*, propio de bosques de pino, este fue avistado en el ecosistema degradado, por último *Cardellina versicolor*, esta especie es bastante reconocida en el área pues su distribución es bastante amplia lo que se explica observándose en todos los ecosistemas pues es típica de bosques húmedos pino-encono, de bordes y matorrales adyacentes.

Al ser las especies anteriores representativas de un tipo de vegetación y/o ecosistema pueden reflejar el grado de sucesión o de restauración en el que se encuentra cada ecosistema. Por lo que el no encontrarse una gran cantidad de especies emblemáticas en ninguno de los cuatro ecosistemas puede comprenderse sabiendo que todos han tenido cierto grado de perturbación humana y que estas áreas en realidad reflejan que a nivel paisaje el parque Chuiraxamoló se encuentra presentando un mosaico lo que debilita el flujo de especies cuyos ecosistemas son bastante específicos.

Por otro lado, puede ayudar a dar un grado de importancia a cada ecosistema monitoreado, además de ser importante para el análisis y toma de decisiones en los planes de manejo o gestión necesarios para el avance o inicio de una restauración forestal de cada área y que aseguren la protección y conservación de estas especies.

## **e. Propiedades físicas y químicas del suelo**

### **1. Textura y pH**

Estas metodologías para los indicadores 5 y 6 respectivamente caracterizan los suelos de los ecosistemas evaluados. La textura como característica física representa el porcentaje de clase textural presente por ecosistema, según los porcentajes de estos en las unidades de áreas muestrales; mientras que el pH toma un valor de 1 a 10 de los ecosistemas en promedio de las unidades muestrales, siendo valores menores a 7 suelos ácidos, mayores a 7 suelos básicos y mientras más cercanos a 7 básicos.

La textura predominante en los cuatro ecosistemas es la franca arenosa (FAe) con un 85 % del suelo muestreado lo que refleja un suelo altamente fértil de composición equilibrada de minerales, permite retención de humedad, pero con un buen porcentaje de drenaje siempre y cuando posean materia orgánica, lo cual se refleja en los cuatro ecosistemas en menor o mayor grado.

En cuanto al pH para suelos forestales se consideran intervalos de 4 a 6, dado que la vegetación tiene una influencia sobre este valor ya que, al proporcionar materia orgánica, en los bosques se da lugar a la formación de ácidos orgánicos que favorecen una capacidad de intercambio catiónico importante que disminuye el porcentaje de saturación de bases. (Thompson & Troeh, 2002).

Estos indicadores se reconocen importantes para monitorear las condiciones de los bosques en cuanto a ciclo de nutrientes y drenaje de agua, dado que al ser parte de la cuenca del río Nahualate estas son importantes como áreas de percepción de lluvia cuyo drenaje es importante para el enriquecimiento de aguas subterráneas.

### **2. Materia orgánica (MO)**

Nuevamente son metodologías ecológicas que caracterizan el estado del suelo y materia acumulada sobre él. En este caso se tomó la materia orgánica desde dos conceptos, el primero "litter" para la altura del mantillo como una característica de acumulación de hojarasca sin descomposición (grosor de materia orgánica) y cualquier material sobre el suelo en descomposición para considerar el tiempo de sucesión natural del ecosistema, dentro del indicador 5 y para evaluar el grado de vulnerabilidad a incendios del mismo identificado como el indicador 11.

La segunda utilidad de la MO fue el porcentaje de este “duff”, es decir la hojarasca degradada, el cual se identificó como indicador 5, evaluado para observar el grado de adhesión orgánica a la estructura del suelo.

Tanto el grosor del mantillo como el porcentaje de materia orgánica es visiblemente ascendente a través de los grados de maduración de los ecosistemas (cuadro 33) mientras que el porcentaje de materia orgánica corresponde directamente al mismo aumento. Siendo el ecosistema más joven en cuanto a esta característica el degradado, evidenciando la pérdida de esta por el incendio, mientras que el de mayor grosor (cm) y porcentaje de MO, es evidente la diferencia del ecosistema maduro en relación con los otros tres ecosistemas reflejando así el mayor tiempo de sucesión sin intervención considerable dentro de los cuatro ecosistemas.

El papel de la hojarasca tanto como materia sin descomposición o bien adherida a las características del suelo toman relevancia como indicador pues representan estabilidad de intercambio entre las plantas y el suelo, tanto por la regulación de la temperatura del suelo y por lo tanto del ciclo de vida de microorganismo, como por su papel en la estructura de los suelos disminuyendo las probabilidades de erosión y en el manteamiento de ciclos hidrológicos a nivel de paisaje forestal. (Sánchez, Crespo, & Hernández, 2009).

Tanto las características físicas como químicas del suelo, igual que las metodologías anteriores, son indicadores propuestos como características de monitoreo y toma de decisiones en los planes de manejo de las áreas.

Los valores anteriores no son datos que permitan, con la herramienta de monitoreo clasificar las áreas que se deseen evaluar dentro de un grado de restauración o sucesión; ya que estos deben como lo refieren varios autores, ser evaluados de manera conjunta con otros factores ambientales pues como todos los indicadores no son independientes ni aislados, sino que son el resultado de las perturbaciones o constancias de los ciclos de energía dentro de los ecosistemas; por ejemplo la evaluación de la temporalidad de descomposición de la hojarasca en base a temperaturas y precipitaciones. (Sánchez, Crespo, & Hernández, 2009).

Por otro lado, para el indicador 11, descrito como “vulnerabilidad de incendios”, también se evalúa la vulnerabilidad del ecosistema a ocurrencia de incendios estableciendo una relación directa entre el grosor del mantillo y la altura de la posible llama en caso de incendio rastro. En este contexto el ecosistema maduro sería el más vulnerable debido al grosor de MO con respecto a los demás ecosistemas. Lo que produce un indicador complejo de análisis para el establecimiento de planes de manejo integrados del fuego.

### **c. Vulnerabilidad de incendios**

El registro de la ocurrencia de incendios y la presencia de un plan de manejo integrado del fuego (MIF), son metodologías que contribuyen a la apreciación de un nivel de vulnerabilidad a incendios que los ecosistemas tienen, asignándole un valor “1” (valor de indicador establecido en el cuadro 22) a aquellos ecosistemas que poseen registro de ocurrencia de incendios, al igual que si poseen un plan MIF, mientras que para áreas que no posean registro de ocurrencia de incendios por falta de información en el sitio se dio un valor de 0, al igual que aquellas áreas que no poseen un plan MIF.

Se registró que, de los cuatro ecosistemas, solamente el maduro no posee registro de los incendios ocurridos y tampoco un plan MIF específico para este, en donde se incluya la importancia del manejo de combustible, relacionando la profundidad del mantillo como combustible, tomando en la boleta de monitoreo el mismo valor que para el indicador 5 “materia orgánica”, ya que este ecosistema presenta un grosor evidentemente mayor que los otros, por lo que se puede concluir que es el ecosistema más vulnerable a incendios.

Por otro lado, a pesar de poseer un registro de incendios el área perturbada tampoco cuenta con un plan MIF establecido por lo que secunda al ecosistema maduro en vulnerabilidad. Este indicador pretende generar información de monitoreo y dirección positiva de la restauración de las áreas evaluadas con la herramienta.

## **C. Indicadores socio-económicos**

Los indicadores propuestos en este inciso tienen como objetivo la evaluación del estado actual en el camino de la restauración ecológica de los sitios a evaluar, puesto que como parte primordial de este proceso, tanto para iniciar con cualquier modalidad de recuperación de los ecosistemas así como para acelerar y mejorar sus condiciones, se reconoce la parte fundamental tanto la calidad de los esfuerzos (si hubiesen) como los resultados de estos y si bien son suficientes para concretar los objetivos deseados; por lo tanto a continuación se describen los resultados encontrados para cada indicador así como su importancia de análisis e integración a la toma de decisiones.

### **a. Participación institucional**

Este indicador está representado por la descripción del tipo de actividad institucional desarrollada dentro del área de estudio y que sume tanto la recuperación, manejo o conservación de la misma, tanto con fines puramente económicos para mejorar o aumentar la sostenibilidad del lugar, como fines de investigación dedicados a resaltar o caracterizar cualquier aspecto de valor ambiental.

En el cuadro 32, los resultados expresados para el indicador 12, según el tipo de acciones realizadas en cada sitio, muestran que, a pesar de haber sido seccionada según el tipo de disturbio y los grados de sucesión, se encuentra bajo la misma autoridad y administración como parque regional municipal dentro de jurisdicción del municipio de Santa Clara La Laguna en Sololá.

Cuadro 32. Planes instituciones.

Trabajo	Año	Institución	Objetivo
Plan de manejo.	2003	USAID (Agencia de los estados Unidos para el desarrollo Internacional).	Proceso de planificación destinada a la priorización de áreas para conservación.
Diagnóstico plan de uso público.	2008	Vivamos Mejor (institución no gubernamental).	Caracterización del potencial turístico del área.
Plan de manejo integral del fuego.	2017	PNUD (Programa de naciones Unidas para el Desarrollo).	Caracterización de la ecología del fuego para las áreas protegidas dentro de la RUMCLA.
Academia.	----- --	Universidades.	El área ha sido objeto de estudio para diversos trabajos universitarios debido a las características que el área presenta.

Los resultados de este indicador reflejan una constante suma de esfuerzos por conservar y manejar de forma sostenible el área, por lo que se puede concluir que el proceso de sucesión secundaria de cada uno de los ecosistemas puede ser desarrollada de manera favorable, por lo que puede asumirse que dentro del monitoreo de las áreas se puede tener un indicio de la dirección de la recuperación planificada de la estructura primordial de las mismas.

#### **b. Incentivo ambiental, conciencia ambiental y tenencia de la tierra**

El incentivo económico por prácticas forestales (indicador 13) se tomó como un indicador que refleja si el área posee una protección económica e institucional por lo que su manejo se encuentra destinada a una sucesión progresiva, siendo entonces complementario para conocer tanto la dirección de la restauración de las áreas como el contexto de vulnerabilidad social a la cual se encuentran asociadas.

El indicador 17 por otro lado fue obtenido tomando en cuenta el tipo de tenencia de la tierra del ecosistema, para la cual el cuadro 16 se muestra que esta es un área comunal con administración municipal para su gestión, esto a su vez asegura una consciencia social de la importancia de los servicios ecosistémicos producto del equilibrio y conservación de estas áreas, siendo entonces un indicador que puede reflejar la valoración y por lo tanto conservación de los recursos forestales.

Como parte del indicador 17 se suman las actividades productivas y de desarrollo dentro del área, en este caso primordialmente se hace referencia a la actividad turística del área de la cual produce su principal sostenibilidad, dando como resultado la necesidad de contratación de personal que colabore con el desarrollo de las actividades encaminadas a los procesos de sucesión y restauración forestal, el área cuenta con un total de 13 personas destinadas únicamente al manejo, mantenimiento y protección del área (indicador 14), lo que demuestra un permanente manejo y protección de las áreas asegurando la restauración de cada ecosistema.

### **c. Amenaza de tala y fauna ilícita**

Estos indicadores (15 y 16) reflejan el grado de vulnerabilidad de los factores biológicos del ecosistema y que por ende tensionan los procesos de restauración o de sucesión ecológicas de un área. El indicador 15, refleja una vulnerabilidad de grado "4" para aquellas áreas en donde no se cuenta con registro de tala y además cuenta con un plan de manejo del recurso, por lo que se considera una vulnerabilidad baja; por otro lado presenta un grado "3" para las áreas en donde se tiene registro de pérdida de masa forestal pero aun así se tiene un plan de manejo y control, esto clasifica a las áreas perturbadas, intermedias y maduras como de media vulnerabilidad, pues a pesar de tener un plan de manejo, estas áreas representan un punto de interés y explotación del material boscoso.

El indicador 16, presenta un grado "4" de vulnerabilidad (valor del indicador), el cual se entiende como bajo pues a pesar del historial de amenaza antes de la declaración del área como parque regional municipal, esta ha servido de pauta para un control de las especies de fauna dentro del mismo. (Vivamos Mejor, 2003). Sin embargo, esta investigación solamente analiza a profundidad los ecosistemas del Chuiraxamoló, lo que significa que para hacer un diagnóstico representativo del municipio deben someterse a evaluación a través de la herramienta otros bosques de interés dentro del mismo.

## D. Análisis Beta ( $\beta$ ) entre ecosistemas

El análisis de agrupamiento multivariable permite formar grupos de las unidades muestrales según su grado de similitud, este agrupamiento se obtuvo a través del índice de similitud de Jaccard con base a la matriz de ausencia presencia de toda la vegetación dentro de los cuatro ecosistemas, con lo que se obtuvo grupos “clúster” identificados en base las agrupaciones visuales de cada ecosistema. Se tomaron las numeraciones correspondientes para las 10 unidades de muestreo por ecosistema, las cuales van en orden ascendente teniendo la siguiente secuencia, degradadas (P1-P10), perturbadas (P11-P20), intermedias (P21-30) y maduras (P31-P40).

La figura 20 muestra las agrupaciones obtenidas de las 40 parcelas caracterizadas, creadas tomando como referencia para cada grupo la base del dendrograma, la cual refleja niveles de similitud bastante pequeños pues toma en consideración la variabilidad entre las especies en todos los estratos a través de los ecosistemas que muestran la frecuencia de estos a través de los cuatro ecosistemas evaluados. Se señalan los 12 grupos percibidos por la similaridad de ausencia-presencia de las especies vegetales entre los ecosistemas evaluados.

- Ecosistema degradado (D): los grupos con mayor grado de similitud, están compuestos por las unidades muestrales del ecosistema degradado, estos grupos son el 9, 10 y 11; ya que, a pesar de reflejar distintos niveles de similitud entre ellos, todos se encuentran agrupados en un mismo clúster, presentando entre ellos un ordenamiento secuencial en el eje x.
- Ecosistema maduro (M): los grupos conformados por el ecosistema maduro, grupo 4, 5 y 6; los cuales a pesar de no estar agrupadas de una manera más clara debido a los diferentes niveles y sub grupos que los conforman, reflejan una sucesión entre ellas es evidente, teniendo además grados de similitud considerables. La homogeneidad percibida entre estos grupos refleja el marcado grado de sucesión ecológica que hay dentro de las unidades muestrales que las conforman; el dendrograma obtenido entonces refleja que, a pesar de tener una gradiente espacial de especies dentro de los ecosistemas, las especies reflejan un mismo patrón estructural en este ecosistema.
- Ecosistema intermedio (I): por otro lado, las unidades muestrales dentro del ecosistema intermedio y perturbado se muestran intercalados con grados de similitud bastante bajos, el ecosistema perturbado se encuentra entre los grupos 2, 3 y 7; el grupo dos refleja el mayor grado de similitud entre dos unidades muestrales de este ecosistema con respecto al ecosistema intermedio, esta posición intercalada con el resto de ecosistemas se debe al dinámico en el que se encuentra.

- Ecosistema perturbado (P): el ecosistema con menos similitud y además con agrupaciones tan alejadas secuencialmente es el perturbado y hacen referencia a los distintos grados y tipos de perturbación a las cuales se han visto afecta, ya que si bien en las primeras abunda el hábito arbóreo por quemas agrícolas, las últimas parcelas poseen hábito arbóreo e individuos dañados parcialmente.

El análisis de grupos se propone como un complemento de la herramienta de monitoreo, pues genera una apreciación de la presencia y distribución de las especies dentro de un área, con lo cual se puede sectorizar dentro de cada uno según su frecuencia y fijar objetivos en base a similitudes deseadas, es decir con un mismo grado de riqueza.

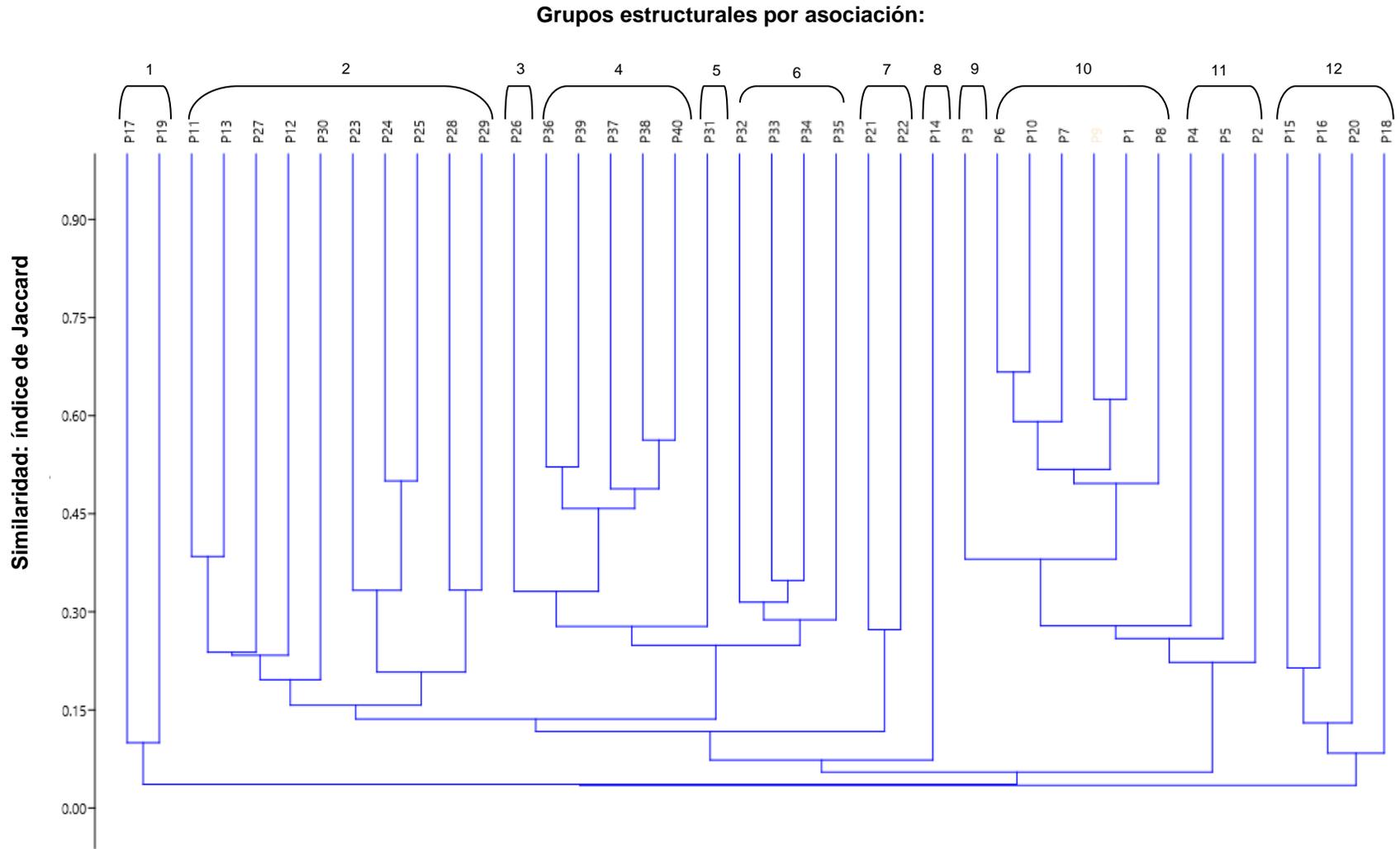


Figura 20. Análisis multivariable de las unidades muestrales Jaccard presencia-ausencia.

### **2.7.2 Indicadores identificadores en la boleta de monitoreo**

Los resultados obtenidos anteriormente por cada metodología de los indicadores se recopilaron en una boleta de monitoreo por ecosistema y sus valores son presentados a manera de comparación en el cuadro 33.

A través de estos resultados se establece que la herramienta puede ser modificada o reestructurada con el objetivo de mejorar o integrar metodologías y/o indicadores que favorezcan el alcance de la integridad ecosistema de cada sitio. Entre ellos es importante considerar una valoración de los beneficiarios directos de los servicios y recursos ambientales de los paisajes forestales monitoreados, para construir una clasificación más integral sobre el estado o grado de sucesión que se consigue con la restauración forestal, y no solamente una evaluación técnica que no genere una consolidación de resultados.

Cuadro 33. Resultado de indicadores por ecosistema para la construcción de la herramienta en el PRM Chuiraxamoló.

Temática	No. de indicador	Indicador	Metodologías por indicador	Ecosistema																
				Degradado (D)				Perturbado (P)				Intermedio (I)				Maduro (M)				
				Estrato				Estrato				Estrato				Estrato				
				A	Ar	H	/ecosistema	A	Ar	H	/ecosistema	A	Ar	H	/ecosistema	A	Ar	H	/ecosistema	
Biológicos	1	Composición de especies arbóreas	# sp. arbóreas	14				10				16				17				
			Composición arborea	Cobertura sp arbóreas (%C/ha)	515				745				318				335			
				Densidad sp arbóreas (D/ha)	0.23				2				0.18				0.33			
	2	Composición de especies arbustivas y herbáceas	Composición arbustiva y herbácea	Densidad sp arbustivas, herbáceas (D/ha)	0 75,000				5,186 1,725,000				2,688 224,200				3,688 439,000			
				Cobertura sp arbustiva, herbácea(%C/ha)	0 2				15 62				8 28				12 44			
	3	Tipo de dosel	Clasificación de dosel	3				1				2				3				
	4	Presencia de aves	Riqueza específica de aves	13				22				20				12				
Ecológicos	5	Propiedades físicas del suelo	Textura	80%-FAe 20%-FAAc				70% -FAe 30% - F				100%-FAe				90% -FAe 10% -F				
			Grosor de MO (cm)	0.55				2.05				4.3				11.4				
	6	Propiedades químicas del suelo	% MO	11.69				13.8				16.32				25.11				
			Ph	4.9				5.59				5.44				5.86				
	7	Diversidad vegetal	Diversidad α	Simpson (A)	3				2				1				1			
				Shannon (H')	1				1				1				1			
	8	Presencia de regeneración	Regeneración natural del área	1				3				2				2				
	9	Valor de importancia	Especie indicadora / estrato	Código	ilamo	0	b		encino blanco	o01	Araliaceae		ilamo	trian-gular	b01		encino blanco	d01	Helecho 02	
				VI (0-300)	59	0	113		72.124	49.949	45.04632331		117.16	68.024	36.27434481		116.6	54.904	70.56817149	
	10	Presencia de helechos, epifitas y musgos	Presencia /ausencia helechos, epifitas, musgos (%)	3				1				3				3				
	11	Vulnerabilidad de incendios	Ocurrencia de incendios/ecosistema	1				1				1				0				
Medidas MIF / ecosistema (sí/no)			1				0				1				0					

## Continuación del cuadro 33.

Socioeconómicos	12	Participación institucional	Participación institucional	económica académica	económica académica	económica académica	económica académica
	13	Incentivos económicos	Incentivo o cualquier protección gubernamental	1	1	1	1
	14	Jornales generados	# de jornales producidos /ecosistema	13	13	13	13
	15	Amenaza de tala	Amenaza de tala ilícita / ecosistema (si /no)	4	3	3	3
	16	Amenaza de fauna	Amenaza de fauna / ecosistema (si /no)	4	4	4	4
	17	Estado poblacional	Programas y campañas existente	1	1	1	1
			Tenencia de la tierra	municipal/comunal (coadmon)	municipal/comunal (coadmon)	municipal/comunal (coadmon)	municipal/comunal (coadmon)
Actividades productivas			turismo	turismo	turismo	turismo	

### 2.7.3 Validación de la herramienta de monitoreo para áreas con fines de restauración

#### A. Sitios de validación

La validación de la herramienta de monitoreo elaborada, se desarrolló en tres sitios de interés de inicio para la planificación de su conservación y recuperación de sus características ecosistémicas. El propósito de la validación fue el analizar la validez de los indicadores propuestos en esta investigación para el monitoreo y consolidación de los procesos de restauración forestal dentro del paisaje guatemalteco.

El primer sitio de validación, “Cascadas Don Domingo”, es un centro turístico privado dentro del municipio de Santa Clara La Laguna, el cual se encuentra en el inicio del proceso de inscripción como parque regional municipal (PRM), que se pretende coadministrar junto a la municipalidad; es un bosque latifoliado cuya dominancia la tienen el pino y encino. Los sitios 2 y 3 corresponden áreas privadas con interés de inscripción a incentivos forestales en temática de “bosque natural con fines de protección”, este es un bosque latifoliado, cuya dominancia es dada por sucesión secundaria de 50 años de madurez después de la explotación agrícola.

#### a. Resultados por sitio de validación

- Se hizo una clasificación visual de los sitios validados, tal y como se realizó la identificación de los ecosistemas dentro del parque “Chuiraxamolò”, con esta clasificación se identificó que los sitio 1 y 2 (cuadros 34 y 35), pertenecen a un ecosistema intermedio (I), pues a pesar de contar con un dosel cerrado, los individuos del estrato arbóreo no alcanzan valores de importancia por encima de 100, lo que puede interpretarse como una densidad pequeña de individuos provocando que este estrato no tenga cobertura suficiente un ecosistema maduro.

Sumado a esto se obtuvieron valores de los estratos inferiores con coberturas y densidades que reflejan un sotobosque ralo para ambos sitios, siendo causa de esto para el sitio 1 actividades normales de extracción de leña y fauna, mientras que para el sitio 2 esto es causa del paso para explotación agroforestal. Estas características y su ausencia de evidencia de degradaciones o perturbaciones tempranas los hacen ecosistemas que no pueden ser clasificados dentro de estas categorías.

- En relación al sitio 3 (cuadro 36), se clasificó como un área perturbada (P) pues su ausencia de especies en el estrato arbóreo es debido a la tala de estos para su uso comercial, presentando regeneración de especies de los estratos inferiores, con valores

de importancia para estos mayores a 100 para las especies con mayor importancia. Presentando así una regeneración temprana de estas actividades de extracción.

Los resultados anteriores reflejan la viabilidad de la boleta de monitoreo para ser aplicada en bosques con fines de restauración dentro de los municipios evaluados. Es importante entonces continuar con los monitoreos de estos sitios aplicando la herramienta para determinar su avance.

Cuadro 34. Validación de la herramienta de monitoreo en el sitio 1.

			Monitoreo				
			Sitio 1				
			Estrato				
Temática	No. de indicador	Metodologías por indicador	A	Ar	H	/ecosistema	
Biológicos	1	# sp. arbóreas	4				
		Composición arborea	Cobertura sp arbóreas (%C/ha)	0.59			
			Densidad sp arbóreas (D/ha)	950			
	2	Composición arbustiva y herbácea	Densidad sp abustivas, herbáceas (D /ha)	1250		58,000	
			Corbertura sp arbustiva, herbácea(%C/ha)	17.1875		18	
	3	Clasificación de dosel		3			
4	Riqueza especifica de aves		13				
Ecológicos	5	Textura	franco (F)				
		Grosor de MO (cm)	2.75				
	6	% MO	11.69				
		Ph	7.36				
	7	Diversidad $\alpha$	Simpson ( $\lambda$ )	2			
			Shannon ( $H'$ )	1			
	8	Regeneración natural del área		1			
	9	Especie indicadora / estrato	Código	pino	E	A	
			VI (0-300)	99	109	134	
	10	Presencia /ausencia helechos, epifitas, musgos (%)		3			
	11	Ocurrencia de incendios/ecosistema		0			
Medidas MIF / ecosistema (si/no)		0					
Socioeconómicos	12	Participación institucional		ninguna			
	13	Incentivo o cualquier protección		0			
	14	# de jornales producidos /ecosistema		5			
	15	Amenaza de tala ilícita / ecosistema (si /no)		1			
	16	Amenaza de fauna / ecosistema (si /no)		1			
	17	Programas y campañas existente		1			
		Tenencia de la tierra		privada			
Actividades productivas		extracción leña y Flora					

Cuadro 35. Validación de la herramienta de monitoreo en el sitio 2.

			Monitoreo				
			Sitio 2				
			Estrato				
Temática	No. de indicador	Metodologías por indicador	A	Ar	H	/ecosistema	
Biológicos	1	# sp. arbóreas	4				
		Composición	Cobertura sp arbóreas (%C/ha)	0.92			
			Densidad sp arbóreas (D/ha)	1700			
	2	Composición arbustiva y herbácea	Densidad sp abustivas, herbáceas (D /ha)	625		48,000	
			Corbertura sp arbustiva, herbácea(%C/ha)	4.2000		11	
3	Clasificación de dosel		2				
4	Riqueza específica de aves		17				
Ecológicos	5	Textura	franco arcillo arenosa (FAAc)				
		Grosor de MO (cm)	7				
	6	% MO	6.18				
		Ph	5.6				
	7	Diversidad $\alpha$	Simpson ( $\lambda$ )	1			
			Shannon ( $H'$ )	1			
	8	Regeneración natural del área		2			
	9	Especie indicadora / estrato	Código	ilamo	G	J	
			VI (0-300)	64	3	107	
	10	Presencia /ausencia helechos, epifitas, musgos (%)		3			
	11	Ocurrencia de incendios/ecosistema		1			
Medidas MIF / ecosistema (si/no)		0					
Socioeconómicos	12	Participación institucional		ninguna			
	13	Incentivo o cualquier protección		0			
	14	# de jornales producidos /ecosistema		2			
	15	Amenaza de tala ilícita / ecosistema (si /no)		1			
	16	Amenaza de fauna / ecosistema (si /no)		1			
	17	Programas y campañas existente		1			
		Tenencia de la tierra		privada			
Actividades productivas		agroforestal					

Cuadro 36. Validación de la herramienta de monitoreo en el sitio 3.

			Monitoreo				
			Sitio 3				
			Estrato				
Temática	No. de indicador	Metodologías por indicador	A	Ar	H	/ecosistema	
Biológicos	1	# sp. arbóreas	0				
		Composición	Cobertura sp arbóreas (%C/ha)	0.00			
			Densidad sp arbóreas (D/ha)	0			
	2	Composición arbustiva y herbácea	Densidad sp abustivas, herbáceas (D /ha)		40400	74,000	
			Corbertura sp arbustiva, herbácea(%C/ha)		96.6496	40	
	3		Clasificación de dosel	sin dosel			
4		Riqueza específica de aves	12				
Ecológicos	5	Textura	franco arcillo arenosa (FAAc)				
		Grosor de MO (cm)	1.5				
	6	% MO	7.5				
		Ph	5.6				
	7	Diversidad $\alpha$	Simpson ( $\lambda$ )	1			
			Shannon (H')	2			
	8		Regeneración natural del área	1			
	9	Especie indicadora / estrato	Código	0	L	M	
			VI (0-300)	0	176	100	
	10		Presencia /ausencia helechos, epifitas, musgos (%)	1			
11		Ocurrencia de incendios/ecosistema	1				
		Medidas MIF / ecosistema (si/no)	0				
Socioeconómicos	12	Participación institucional	ninguna				
	13	Incentivo o cualquier protección	0				
	14	# de jornales producidos /ecosistema	2				
	15	Amenaza de tala ilícita / ecosistema (si /no)	1				
	16	Amenaza de fauna / ecosistema (si /no)	1				
	17		Programas y campañas existente	1			
			Tenencia de la tierra	privada			
		Actividades productivas	agroforestal				

Dada la naturaleza de la validación, cuyo objetivo se limita a la aplicación de los indicadores propuestos; la herramienta de monitoreo fue aplicada a una sola parcela por sitio, siguiendo la metodología por estratos utilizada para la construcción de la herramienta durante el levantamiento en el PRM Chuiraxamoló, separando por estrato las muestras vegetales; por lo que se hace la aclaración que para obtener una precisión de análisis sobre la interacción de estos indicadores en cada sitio debe levantarse como mínimo 10 unidades muestrales que construyan una muestra confiable, siguiendo la misma metodología planteada para el muestreo por parcelas planteado en la sección 6 de este capítulo.

## **b. Análisis general de la validación de la herramienta**

Los indicadores identificados son separados en dos , aquellos cuya naturaleza permitieron un rango de decisión (rangos y valores de decisión descritos en la metodología), estos permitieron identificar las diferencias existentes en las etapas de sucesión forestal, es decir a través de la simulación temporal, dada por los ecosistemas evaluados en el bosque mixto Chuiraxamoló; y aquellos que no marcaron diferencia entre los distintos ecosistemas evaluados o solamente describen variables de carácter descriptivo de los mismos, para su identificación, monitoreo y análisis de cambio a través de las etapas de las restauraciones forestales que se monitoreen con estos.

Independientemente de la división anterior, se debe considerar la totalidad de indicadores como suma para un análisis completo que permita la toma de decisiones o cambios de rutas dentro de los procesos de restauración que se deseen iniciar o bien acelerar. En la figura 21 se separan los indicadores según la clasificación mencionada anteriormente.

La identificación de 17 indicadores para la restauración y conservación de paisajes forestales, la toma de estos dentro del PRM “Chuiraxamoló”, su análisis y por último la validación de su viabilidad en los tres sitios descritos anteriormente, ha generado como resultado principal la obtención de una boleta de monitoreo como una herramienta que pretende ser un punto de partida para favorecer la protección de ecosistemas de interés en Guatemala, pues permite la realización de una caracterización que engloba la comprensión de las interacciones que existan entre los factores ambientales y socio-económicos de cada sitio, logrando así facilitar la toma de decisiones que conlleven a la consolidación de procesos.

## **B. Oportunidades identificadas**

Como resultado de la validación se identificó una serie de factores que pueden ser tomados oportunidades para futuros procesos, estos se nombran a continuación.

- Construcción de índices: esto deriva de la identificación de dos tipos de indicadores propuestos, mostrándose este documento como base para la construcción de índices de cada indicador; lo que puede generar una herramienta de categorización para áreas con interés de restauración, asignando a estas clasificaciones positivas o negativas de los procesos implementados, permitiendo si fuese necesario redireccionar estos procesos para potencializar la recuperación de los ecosistemas. Es necesario un análisis estadístico para el desarrollo de rangos de decisión en todos los indicadores como índices para los mismos.

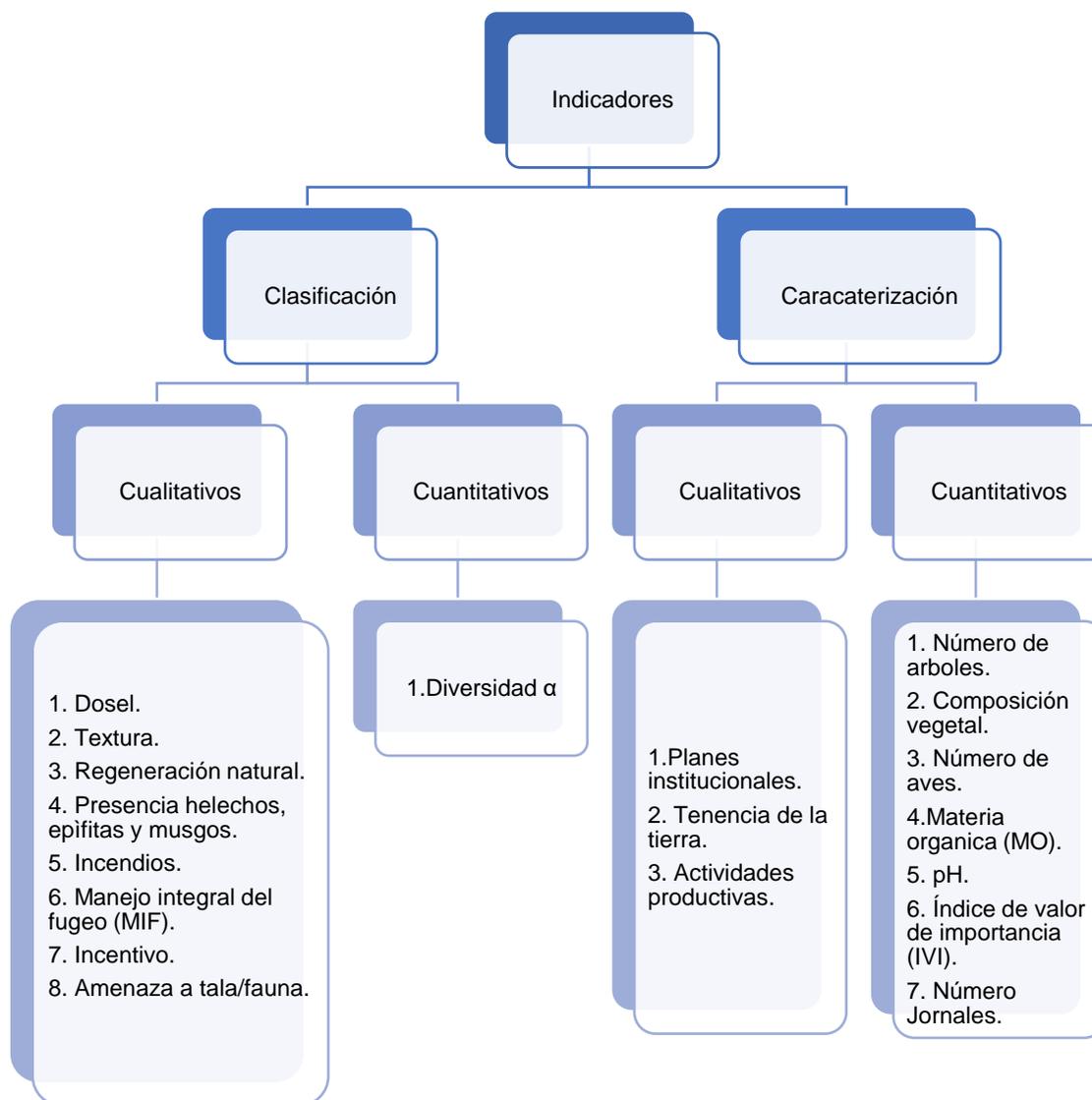


Figura 21. Clasificación de indicadores.

- Identificación de indicadores potenciales: se hace evidente la necesidad de propuestas metodológicas de monitoreo para la implementación de otros indicadores biológicos como mamíferos, reptiles, insectos, etc., ya que las mediciones deben ser específicas según la dinámica de los individuos de cada categoría biológica y no pudieron ser abarcados en esta investigación. Es importante mencionar que para el indicador de riqueza de aves identificado se propone el reconocimiento de especies emblemáticas o

de importancia de protección para evaluar el grado de pérdida, recuperación y conservación de la estructura de los ecosistemas.

Participación social: es importante reconocer que para la evaluación de las áreas a monitorear, deben incluirse a los pobladores beneficiados directa o indirectamente de los servicios ecosistémicos de estos, por lo que la boleta de monitoreo puede ser adaptada según las necesidades del grupo social al que se dirige, esto es un factor importante a tomar en cuenta pues la restauración del paisaje forestal busca el bienestar humano dentro de este, por lo que el monitoreo y clasificación posterior de las áreas en alguna categorización de sucesión o restauración forestal sería superficial si los beneficiarios no toman parte en los procesos.

- Evaluación de los cambios a través de los monitoreos: esta es propuesta como un potencial indicador para la identificación de cambios que podrían apreciarse en un mismo ecosistema a través del tiempo durante los monitoreos de restauración, por lo tanto, la primera obtención de este indicador debe realizarse para el segundo monitoreo de las áreas pues reflejaría el avance o regresión del plan de manejo establecido.

### **C. Limitantes de la validación**

Las limitantes encontradas durante la realización de la investigación son enlistadas a continuación para su análisis en futuros procesos.

- Suficiente información secundaria: pues es necesario contar con información que permita la mínima caracterización sobre la jurisdicción, la caracterización biológica y/o ecológica y cualquier documentación histórica de las áreas. Esto permitirá obtener la mayoría o todos los indicadores propuestos en este documento para la toma de decisiones para la construcción de plan de gestión inicial de las áreas a restaurar y posteriormente indispensable para el plan de manejo y conservación del mismo.
- Análisis de indicadores sociales: es importante reconocer que, para la construcción de la herramienta, los indicadores sociales no toman otro papel que el de caracterización del estatus del área, siendo esta una sola para todos los ecosistemas o etapas sucesionales identificados, por lo tanto, no representan ningún cambio o fluctuación que sumen a la categorización del área evaluada. Sin embargo, para fines de monitoreo con la herramienta creada estos pueden tomar índices de clasificación para la categorización de las áreas que se pretendan monitorear.

- El avistamiento e identificación de aves puede evaluarse desde el punto de vista de riqueza, sin embargo, es importante reconocer la importancia de la repetición del monitoreo en diferentes temporalidades para mayor validez, es decir la aplicación de la metodología de avistamiento debe repetirse al menos tres veces por punto de avistamiento, tanto por la mañana como por la tarde, dado el comportamiento dinámico de las aves. Esta metodología podría ser adaptada a cualquier otra que sea reconocida viable por un especialista en la avifauna del sitio.

#### **D. Análisis general de los resultados alcanzados**

La investigación pretende ser una línea base para futuras investigaciones sobre el monitoreo de restauraciones forestales, resaltando la importancia de las evaluaciones de los avances de estos procesos destinados a la recuperación de la integridad de los paisajes, a través de la obtención de características cuantitativas y cualitativas de cada sitio, pudiendo así generar un diagnóstico del estado de sus componentes. En base a lo anterior, este documento presenta una boleta de monitoreo que puede ser aplicada a procesos de monitoreo en planes de restauración.

La boleta, como herramienta es el resultado de la identificación de diecisiete indicadores, cuya viabilidad de obtención fue evaluada en el sitio de estudio, PRM Chuiraxamoló; los indicadores fueron clasificados según los valores que permitieron reflejar y su funcionalidad como indicadores de decisión, es decir que permiten dar un valor según rango de decisión establecidos en su metodología y cuyos valores mostraran la dirección progresiva o regresiva de las áreas de interés; por otro lado aquellos indicadores que no reflejan información de clasificación, por lo que solamente son características de las áreas que se pretenden evaluar.

A través de la aplicación de la herramienta, en tres sitios de interés de protección en el departamento de Sololá, se valida la boleta de monitoreo, pues permite la obtención de información para el diagnóstico del estado de restauración de cada sitio. Estos resultados permiten la presentación de información que puede ser aplicada o adaptada en futuras investigaciones cuyo interés u objetivo sea la recuperación, restauración o regeneración de los paisajes forestales en la región.

## 2.8 CONCLUSIONES

1. El parque regional municipal “Chuiraxamoló”, presenta un mosaico de cuatro grados de sucesión secundaria, la primera, un área degradada por un incendio forestal, la segunda un área perturbada por actividades antropológicas directas y por ultimo dos áreas sin registro de perturbación o degradación considerable durante más de 50 años. El área degradada presenta una estructura producto de la presencia de especies características de un ecosistema que antes del incendio tenía un desarrollo intermedio o maduro con individuos dominantes de ilamo (*Alnus ferruginea*) en el estrato arbóreo, presenta epifitas en el 75 % de las muestras tomadas y un dosel cerrado con menos del 40 % de ingreso de luz.

El ecosistema perturbado presenta parcialmente una recuperación secundaria producto de explotación y quemas agrícolas, sin presencia de dosel; y otra sucesión producto de talas y extracción de leña ilícita dentro del área con un dosel abierto formado por árboles jóvenes de *Quercus*. En el ecosistema intermedio se tiene una dominancia de ilamo (*Alnus ferruginea*) y del genero *Quercus*, mientras que para el ecosistema maduro este último posee individuos con alturas y diámetros mayores, además de presentar helechos maduros en un 70 % de las muestras lo que puede interpretarse como un grado sucesional mayor, ambos ecosistemas poseen un dosel cerrado y presencia de epifitas en un 75 % de las muestras de cada ecosistema.

2. Con la identificación de cuatro ecosistemas se obtuvo una simulación temporal de los diferentes grados de sucesión ecológica en un mismo tipo de bosque, con lo cual se establecieron 17 indicadores que fueron categorizados según su naturaleza en tres tipos, 4 biológicos, 7 ecológicos y 6 socio-económicos, cuyo fin es la caracterización de áreas para el análisis y planificación de procesos de recuperación para la toma de decisiones en pro de la recuperación de la integridad eco sistémica del paisaje forestal.
3. A través de la identificación de diecisiete indicadores se construyó y valido una boleta de monitoreo como herramienta que integra la obtención de los indicadores propuestos dando la pauta para la construcción de índices de valoración y clasificación de las áreas de interés en grados establecidos de restauración progresiva del paisaje forestal guatemalteco.

## 2.9 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de la herramienta planteada, para la construcción de propuestas metodológicas para la obtención de indicadores de fauna que contemplen información de interés sobre la integridad y grado de sucesión ecológica en la que se encuentran las áreas de interés.
2. Se reconoce la necesidad de la construcción de índices que valoren o clasifiquen a través de los indicadores propuestos, las áreas de interés en un grado de sucesión ecológica o bien de restauración alcanzada; esto permitirá un panorama de las debilidades y fortalezas, además de trazar un camino más claro para la obtención de una clasificación o estado ideal de la estructura de los ecosistemas.
3. Se recomienda una evaluación de remplazo de especies a través de los monitores secuenciales que se desarrollen en las áreas de interés, esto puede sumar a la identificación de perturbaciones a micro escala del área, la mala ejecución de los planes de manejo o bien a clasificar la dirección de la restauración como progresiva o regresiva.

## 2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, J., Diaz, J., Domingo, E., Leva, M., Luengo, L., & De Mier, A. (2010). *Biología y geología*. España: Ministerio de Educación Cultura y Deporte, Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTIEF).
2. Aguilar, G., & Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humldt.
3. Alcaraz Ariza, F. J. (2013). *Sucesión (sindinámica)*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
4. Barrantes, G. (2006). *Identificación y uso de variables e indicadores: Conceptos básicos y ejemplos*. Obtenido de Costa Rica: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS): <http://www.ips.or.cr/Publicaciones/Indicadores%20para%20el%20Desarrollo%20Sostenible.pdf>
5. Bird Zone Atitlan, Guatemala; Guatemala Aviturismo, Naturaleza Autentica, Guatemala. (2018). *Emblematic Species*. Recuperado el 1 de octubre de 2018, de Bird Zone Atitlan: <http://www.birdzoneatitlan.com/en/#r3>
6. Centro Agronómico Trópical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica (CATIE). (2003). *Árboles de Centro América, un manual para extensionistas*. (J. Cordero, & D. Boshier, Edits.) Costa Rica: CATIE.
7. Clewell, A., & Aronson, J. (2013). *Restauración ecológica: Principios, valores y estructura de una profesión emergente* (2 ed.). Washington, USA, Estados Unidos: Island Press.
8. Comisión Económica para America Latina y El Caribe, Chile (CEPAL). (2016). *Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
9. Díaz Martín, J., & Domingo Mariscal, E. (2009). *Dinámica de comunidades*. Obtenido de Cidead; Biología y Geología: [http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena11/index\\_4quincena11.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena11/index_4quincena11.htm)
10. Girón, E. (2012). *Ficha técnica para el registro de área protegidas municipales en el CONAP*. Obtenido de Santa Clara la Laguna, Sololá, Guatemala: Asociación Vivamos Mejor / Municipalidad de Santa Clara la Laguna, Sololá, Guatemala: <http://munisantaclaralalaguna.gob.gt/munisantaclara/index.php/turismo/parque-ecologico-chuiraxamolo>
11. Granado Lorenzo, C. (2007). *Avances en la ecología, Hacia un mejor conocimiento de la naturaleza*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
12. Jiménez, L., & Higón, F. (2003). *Ecología y economía para un desarrollo sostenible*. Valencia, España: Universidad de Valencia.

13. Liesner, R. (1996). *Técnicas de campo utilizadas para el Jardín Botánico de Missouri*. Obtenido de Missouri, Estados Unidos: Missouri Botanical Garden (MOBOT): <http://www.mobot.org/MOBOT/molib/spanishfb/welcome.shtml>
14. Martínez, V. (2017). *Manual de laboratorio ecología vegetal*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
15. Mesa de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala. (2015). *Estrategia de restauración del paisaje forestal: Mecanismo para el desarrollo rural sostenible de Guatemala*. Guatemala: Serviprensa.
16. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Renovables, Guatemala (MARN). (diciembre de 2003). *Manual de indicadores del ambiente y recursos naturales*. Guatemala: MARN.
17. Nebel, B., & Wright, R. (2000). *Cincias ambientales, ecología y desarrollo sostenible* (6 ed.). México: Prentice Hall.
18. Norden, N. (2014). *Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de las especies en los bosques tropicales*. Obtenido de Colombia Forestal, 17(2), 247-261: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n2/v17n2a09.pdf>
19. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2011). *Medir la degradación del Bosque*. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales, 62(238), 76.
20. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, Guatemala (PNUD). (2017). *Plan de manejo integral del fuego*. Guatemala: PNUD.
21. Quiroga, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas*. Obtenido de Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL): [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5570/S0110817\\_es.pdf;jsessionid=DE6CF9767DC42B7B021B0DCC18EE89D7?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5570/S0110817_es.pdf;jsessionid=DE6CF9767DC42B7B021B0DCC18EE89D7?sequence=1)
22. Sánchez, S., Crespo, G., & Hernández, M. (2009). *Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de Panicum maximum y Leucaena leucocephala (Lam) de Wit cv. Cunningham. II. Influencia de los factores climáticos*. Obtenido de Pastos y Forrajes, 32(4), 1-9: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942009000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000400008)
23. Shannon, E., & Weaver, W. (1964). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA: The University of Illinois.
24. Sociedad Norteamericana de Ecología. (1999). La biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas: Mantenimiento de los procesos naturales que sustentan la vida. *Tópicos de Ecología*, no. 4, 1-16.
25. The Cornell Lab of Ornithology. (2018). *Especies departamento Sololà*. Obtenido de eBird: <https://ebird.org/region/GT-SO?yr=all>

26. Thompson, L., & Troeh, F. (2002). *Los suelos y su fertilidad*. Barcelona, España: Reverté.
27. Universidad de Ibagué, Colombia (UI). (2011). *Administración del medio ambiente y de los recursos naturales*. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente / Universidad de Ibagué.
28. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala (FAUSAC). (2017). *Manual de laboratorio ecología general*. Guatemala: FAUSAC.
29. Valladares, F. (2006). *La disponibilidad de luz bajo el dosel de bosques y matorrales ibéricos estimada mediante fotografía hemisférica*. Obtenido de Ecología, no. 20, 11-30: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2271037>
30. Vargas, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
31. Vargas, O., Díaz, J., Reyes, S., & Gómez, P. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. (G. d. GREUNAL, Ed.) Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
32. Veluk Gutierrez, F. (2010). *Restauración del paisaje forestal y planificación participativa como herramientas para la transformación del territorio y medios de vida, en el Altiplano, San Marcos, Guatemala. (Tesis M.Sc.)*. Obtenido de Costa Rica: CATIE:  
[http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5513/Restauracion\\_del\\_paisaje\\_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5513/Restauracion_del_paisaje_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
33. Vivamos Mejor, Guatemala. (2003). *Plan de manejo 2003-2007, Parque regional municipal Chuiraxamoló*. Sololá, Guatemala, Guatemala: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
34. Woda, C., Huber, A., & Dohrenbusch, A. (2006). *Vegetación epífita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile*. Obtenido de Bosque, 27(3), 231-240: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002006000300002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002006000300002)
35. World Wildlife Found (WWF). (2016). *Informe planeta vivo 2016: Riesgo y resiliencia a una nueva era*. Recuperado el 21 de marzo de 2018, de WWF: [http://www.wwf.org.co/sala\\_redaccion/publicaciones\\_new/informe\\_planeta\\_vivo/?uNewsID=282650](http://www.wwf.org.co/sala_redaccion/publicaciones_new/informe_planeta_vivo/?uNewsID=282650)

## 2.11 ANEXOS

### 2.11.1 Herramienta de monitoreo y boletas generadas para toma de datos en campo

#### A. Boleta de monitoreo para la evaluación de procesos de restauración

Cuadro 37A. Boleta de monitoreo de restauración.

MONITOREO DE RESTAURACIÓN						
Fecha :		Coordenadas:				
Área a evaluar :				Estrato		
Temática	No. de indicador	Metodologías por indicador		A	Ar	H /ecosistema
Biológicos	1	# sp. Arbóreas.				
		Composición arbórea	Cobertura sp. arbóreas (%C/ha).			
			Densidad sp arbóreas (D/ha).			
	2	Composición arbustiva y herbácea.	Densidad sp abusivas, herbáceas (D /ha).			
			Cobertura sp. Arbustiva, herbácea (% C/ha).			
	3	Clasificación de dosel.				
4	Riqueza específica de aves.					
Ecológicos	5	Textura.				
		Grosor de MO (cm).				
	6	% MO				
		pH				
	7	Diversidad $\alpha$	Simpson ( $\lambda$ )			
			Shannon (H')			
	8	Regeneración natural del área.				
	9	Especie indicadora / estrato	Código			
VI (0-300)						
10	Presencia /ausencia helechos, epifitas, musgos (%).					
11	Ocurrencia de incendios/ecosistema.					
	Medidas MIF / ecosistema (si/no).					
Socioeconómicos	12	Participación institucional.				
	13	Incentivo o cualquier protección gubernamental.				
	14	# de jornales producidos /ecosistema.				
	15	Amenaza de tala ilícita / ecosistema (si /no).				
	16	Amenaza de fauna / ecosistema (si /no).				
	17	Programas y campañas existentes.				
Tenencia de la tierra.						
Actividades productivas.						

Fuente: elaboración propia, 2019.

**E. Boletas para colecta de datos en campo****a. Parcelas en campo**

Cuadro 38A. Boleta de campo para unidades de muestreo.

Fecha							
Ecosistema:		No. de parcela:		Coordenadas:			
Altitud:		% Pend:		% luz		MO (cm):	
Regeneración (especies y/u observaciones):							
Plagas y /o enfermedades del área:							
Helechos: SI/NO		Epifitas: SI/NO		Musgos: SI/NO		Lianas/trepadoras: SI/NO	
MIF: (descripción)							
Suelo:		Mo %		Textura		pH	
						Perfil	

No.	Especie	Estrato	D	C %	Altura (m)	DAP (cm)	Observaciones
1							
.							
.							
.							
n							

Fuente: elaboración propia, 2019.

**b. Avistamiento de fauna**

Cuadro 39A. Boleta de campo avistamiento de fauna.

<b>No. de punto o parcela:</b>			
<b>Fecha:</b>			
<b>Hora de inicio:</b>		<b>Hora final:</b>	
<b>Coordenadas:</b>		<b>Altura:</b>	

No.	Nombre común	Nombre científico	Observaciones o descripciones

Fuente: elaboración propia, 2019.

## F. Información socio-económica

Cuadro 40A. Boleta de información socio-económica.

### Entrevistas informales en campo (trabajadores, propietarios, población en general dependiente del ecosistema)

1. Intervención en pro del ecosistema dentro del área si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_
2. Nombre de instituciones con intervención en el área: \_\_\_\_\_
3. Beneficio o incentivo forestal: \_\_\_\_\_ área (ha): \_\_\_\_\_
4. No. de jornales dependientes del área: \_\_\_\_\_
5. Tala ilícita: si: \_\_\_\_\_ no: \_\_\_\_\_
6. Amenaza de fauna (caza): si: \_\_\_\_\_ no: \_\_\_\_\_
7. Tenencia de la tierra: \_\_\_\_\_
8. Actividades productivas: \_\_\_\_\_
9. Ocurrencia de incendios: \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia, 2019.

## 2.11.2 Factores ambientales evaluados para la obtención de indicadores

Cuadro 41A. Resumen de factores ambientales por ecosistema.

Factores ambientales												
Ecosistemas	Parcela	Altitud (m s.n.m.)	Textura	MO (%)	MO (cm)	pH	Regeneración natural	Ocurrencia de incendios	MIF	Helechos(H), epifitas (E), musgos (M)	% pendiente	% luz
DEGRADADO	1	2,603	Franco arenoso	12.65	0	5.1	Herbáceas	1995 2002 2018	si	E	50	26
	2	2,609	Franco arenoso	11.93	0	4.8	Herbáceas	1995 2002 2018	si	E	55	24
	3	2,649	Franco arenoso	11.98	0	4.6	Herbáceas	1995 2002 2019	si	E	55	28
	4	2,665	Franco arenoso	12.3	0	4.6	Herbáceas	1995 2002 2020	si	H, E	50	33
	5	2,670	Franco arenoso	13.64	1	5.2	Herbáceas	1995 2002 2021	si	H, M	50	26
	6	2,652	Franco arenoso	9.98	0.5	4.9	Herbáceas	1995 2002 2022	si	H, E	70	30
	7	2,656	Franco arcillo arenoso	11.32	0	4.9	Herbáceas	1995 2002 2023	si	H, E	80	31
	8	2,648	Franco arcillo arenoso	10.99	4	5.2	Herbáceas	1995 2002 2024	si	H, E	70	27
	9	2,619	Franco arenoso	11.65	0	5.1	Herbáceas	1995 2002 2025	si	H, E	70	26
	10	2,622	Franco arenoso	10.48	0	4.6	Herbáceas	1995 2002 2026	si	H, E	65	30
<b>PROMEDIOS</b>				<b>11.69</b>	<b>0.55</b>	<b>4.9</b>		<b>Agrícola</b>			<b>61.5</b>	<b>28.1</b>

		Factores ambientales										
Ecosistemas	Parcela	Altitud (m s.n.m.)	Textura	MO (%)	MO (cm)	pH	Regeneración natural	Ocurrencia de incendios	MI F	Helechos(H), epifitas (E), musgos (M)	% pendiente	% luz
<b>PERTURBADO</b>	1	2,446	Franco	10.31	1.7	5.9	No	2012	No	No	20	69
	2	2,513	Franco arenoso	14.97	4	5.8	No	2012	No	No	15	31
	3	2,445	Franco	9.45	1.5	5.7	No	2012	No	No	30	27
	4	2,509	Franco arenoso	13.98	1	5.8	No	2012	No	No	35	34
	5	2,600	Franco arenoso	14.93		5.5	Arbustiva, Herbácea.	Sin registro	si	H, E, M	85	85
	6	2,440	Franco arenoso	14.69		5.3	Arbustiva, Herbácea.	Sin registro	si	No	45	-----
	7	2,350	Franco arenoso	15.45		5.9	Arbustiva, Herbácea.	Sin registro	No	No	5	-----
	8	2,400	Franco arenoso	15.45		5.3	Arbustiva, Herbácea.	Sin registro	No	No	10	-----
	9	2,450	Franco arenoso	14.93		5.1	Arbustiva, Herbácea.	Sin registro	No	No	15	-----
	10	2,500					Arbustiva, Herbácea.	Sin registro	No	No	15	-----
<b>PROMEDIOS</b>				<b>13.79</b>	<b>2.05</b>	<b>5.6</b>		<b>Agrícola</b>			<b>27.5</b>	<b>49.2</b>

		Factores Ambientales										
Ecosistemas	Parcela	Altitud (m s.n.m.)	Textura	MO (%)	MO (cm)	pH	Regeneración natural	Ocurrencia de incendios	MIF	Helechos(H), epifitas (E), musgos (M)	% pendiente	% luz
<b>INTERMEDIO</b>	1	2,493	Franco arenoso	21.64	12	5.8	Arbórea (Quercus), Arbustiva.	Sin registro	No	H,E,M	55	26
	2	2,493			10		Arbórea (Quercus), Arbustiva.	Sin registro	No	H, E, M	65	33
	3	2,518	Franco arenoso	21.64	5	5.5	Arbórea (Quercus), Arbustiva.	Sin registro	si	H, E, M	35	36
	4	2,519			6		Arbórea (Quercus), Arbustiva.	Sin registro	si	H, E, M	25	27
	5	2,521	Franco arenoso	12.98	3	5.1	Arbórea (Quercus, lamos).	Sin registro	si	H, E, M	35	24

	6	2,497			3		Arbórea, Arbustiva.	Sin registro	No	H, E, M	55	31
	7	2,491	Franco arenoso	13.48	1.5	5.4	Arbórea.	Sin registro	No	H, E, M	35	65
	8	2,504			0.5		Arbórea.	Sin registro	No	H, E, M	45	39
	9	2,510	Franco arenoso	11.98	1	5.4	Arbórea (Quercus), Arbustiva.	Sin registro	No	H, E, M	45	63
	10	2,513			1		Arbórea.	Sin registro	No	H, E, M	35	73
<b>PROMEDIOS</b>				<b>16.34 4</b>	<b>4.3</b>	<b>5.4</b>		<b>Sin registro</b>			<b>43</b>	<b>41. 7</b>

Factores Ambientales												
Ecosistemas	Parcela	Altitud (m s.n.m.)	Textura	MO (%)	MO (cm)	pH	Regeneración natural	Ocurren- cia de incendio s	MIF	Helechos(H), epifitas (E), musgos (M)	% pendi- ente	% luz
<b>MADURO</b>	1	2,593	Franco arenoso	16.9 9	5	6.6	Arbórea, Arbustiva.	Sin registro	si	H, E, M	31	15
	2	2,572	Franco arenoso	20.3 1	16	5.7	Arbórea, Arbustiva.	Sin registro	si	H, E, M	45	16
	3	2,580	Franco arenoso	22.2	12.5	5.5	Arbórea .	Sin registro	si	H, E, M	45	18
	4	2,563	Franco arenoso	27.3	20	5.4	Arbórea.	Sin registro	si	H, E, M	50	15
	5	2,547	Franco arenoso	23.1 7	15	6	Arbórea.	Sin registro	si	H, E, M	60	15
	6	2,539	Franco arenoso	32.2 9	10	5.9	Arbórea (Quercus).	Sin registro	No	H, E, M	26	20
	7	2,547	Franco arenoso	22.8 9	13.5	6.3	Arbórea, Arbustiva.	Sin registro	No	H, E, M	10	25
	8	2,568	Franco arenoso	29.9 6	10	5.9	Arbórea.	Sin registro	No	H, E, M	35	16
	9	2,578	Franco	26.3 2	9	6	Arbórea.	Sin registro	Si	H, E, M	40	19
	10	2,562	Franco arenoso	29.6 4	3	5.3	Arbórea, Arbustiva.	Sin registro	No	H, E, M	45	19
<b>PROM</b>				<b>25.1 07</b>	<b>11.4</b>	<b>5.9</b>		<b>Sin registro</b>			<b>38.7</b>	<b>17 .8</b>

Fuente: elaboración propia, 2019.

### 2.11.3 Listados de especies vegetales y aves en los ecosistemas

Cuadro 42A. Códigos asignados a las especies del estrato arbóreo (A) presentes en los ecosistemas evaluados en “Chuiraxamoló”.

No. total	No./ estrato	Estrato	Código/boleta	Familia	Nombre técnico	M (4000 m2)			
						D	I	M	P
1	1	A	Aqnalamob	Clethraceae	<i>Clethra mexicana</i> A. DC.	1	1	1	0
2	2	A	b04			0	1	0	0
3	3	A	c01	Verbenaceae	<i>Lippia striulosa</i> M. Martens & Galeotti	0	0	1	0
4	4	A	cipres	Cupressaceae	<i>Cupressus lucitanica</i>	1	0	0	1
5	5	A	d03			0	0	1	0
6	6	A	e			1	0	0	0
7	7	A	e01			0	1	0	0
8	8	A	Encino Blanco	Fabaceae	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	1	0	1	1
9	9	A	Lauraceae	Lauraceae	Lauraceae	0	0	0	1
10	10	A	f01	Actinidaceae	<i>Saurauia montana</i> Seem	0	1	1	1
11	11	A	f03	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	0	0	1	0
12	12	A	f04			0	1	0	0
13	13	A	llamo	Betulaceae	<i>Alnus ferruginea</i> HBK	1	1	1	1
14	14	A	la	Urticaceae	<i>Ureera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	0	0	1	1
15	15	A	m01			0	1	1	0
16	16	A	Mano de león	Araliaceae	<i>Oreopanax lanqlassei</i> Standl	1	1	1	0
17	17	A	Melastomataceae	Melastomataceae	<i>Leandra subseriata</i> (Naudin) Cogn. in Mart	0	0	1	0
18	18	A	n01			0	0	1	0
19	19	A	ñ01	Onagraceae	<i>Fuchsia paniculata</i>	0	0	1	0
20	20	A	Pino	Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	1	1	0	1
21	21	A	Poq	Asteraceae	<i>Verbesina arborea</i> Kuth	1	1	1	1
22	22	A	Quercus	Fabaceae	Fabaceae	0	1	0	0
23	23	A	Quercus 01	Fabaceae	Fabaceae	0	1	1	1
24	24	A	Quercus 02	Fabaceae	Fabaceae	0	1	0	0
25	25	A	Quercus 03	Fabaceae	Fabaceae	0	1	0	0
26	26	A	Quercus 04	Fabaceae	Fabaceae	0	1	0	0
27	27	A	Quercus 05	Fabaceae	<i>Quercus acutifolia</i>	1	0	0	0
28	28	A	Roble	Fabaceae	<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	1	0	0	0
29	29	A	Roble 02	Fabaceae	<i>Quercus crispipilis</i>	1	0	0	0
30	30	A	Roble 01	Clethraceae	<i>Clethra</i> sp.	1	0	0	0
31	31	A	Taxiscobo/Tzaj	Asteraceae	<i>Perymenium grande</i> Hemsl.	1	1	1	0
32	32	A	Uk' a	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	1	0	1	1

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 43A. Códigos asignados a las especies del estrato arbustivo (ar) presentes en los ecosistemas evaluados en "Chuiraxamoló".

No. total	No./ estrato	Estrato	Código/boleta	Familia	Nombre técnico	D	I	M	P
33	1	Ar	8			0	0	0	1
34	2	Ar	23a			0	0	0	1
35	3	Ar	36a			0	0	0	1
36	4	Ar	3a			0	0	0	1
37	5	Ar	4a			0	0	0	1
38	6	Ar	Alonsoa sp.	Scrophulariaceae	<i>Alonsoa Meridionalis (L.F.)</i>	0	0	0	1
39	7	Ar	Asteraceae 01	Asteraceae	Asteraceae	0	0	0	1
40	8	Ar	a04	Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla Kunth</i>	0	1	0	0
41	9	Ar	d01	Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	0	1	1	0
42	10	Ar	d03			0	1	0	0
43	11	Ar	d04			0	1	0	0
44	12	Ar	e02	Rhamnaceae	<i>Franqula alnus Mill</i>	0	1	1	0
45	13	Ar	g02			0	1	1	0
46	14	Ar	j03	Primulaceae	<i>Synardisia venosa (Mast.) Lundell</i>	0	0	1	0
47	15	Ar	i01			0	0	0	1
48	16	Ar	o01	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	0	1	1	1
49	17	Ar	p01	Asteraceae	<i>Verbesina sp.</i>	0	1	1	0
50	18	Ar	Piperaceae	Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	0	0	1	0
51	19	Ar	r01	Asteraceae	<i>Roldana gilgii Greenm</i>	0	1	1	1
52	20	Ar	Rubiaceae 01	Rubiaceae	Rubiaceae	0	0	0	1
53	21	Ar	Solanaceae 01	Solanaceae	Solanaceae	0	0	0	1
54	22	Ar	Solanum lyratum	Solanaceae	<i>Solanum lyratum Thunb</i>	0	0	0	1
55	23	Ar	Triangular	Urticaceae	<i>Urera sp.</i>	0	1	0	1
56	24	Ar	v01			0	0	1	0
57	25	Ar	x01	Solanaceae	<i>Solanum nigrum L.</i>	0	0	1	1
58	26	Ar	Vitaceae 01	Vitaceae	Vitaceae	0	0	0	1

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 44A. Códigos asignados a las especies del estrato herbáceos (h) presentes en los ecosistemas evaluados en “Chuiraxamoló”.

No. total	No./ estrato	Estrato	Código/boleta	Familia	Nombre técnico	M (4000 m2)			
						D	I	M	P
59	1	H	4			0	0	0	1
60	2	H	13h			0	0	0	1
61	3	H	34h			0	0	0	1
62	4	H	35h			0	0	0	1
63	5	H	8h			0	0	0	1
64	6	H	a02	Malvaceae	<i>Sida sp.</i>	0	0	1	0
65	7	H	a03	Araceae	<i>Anthurium montanum Hemsf.</i>	0	0	1	0
66	8	H	Apiaceae	Asteraceae	<i>Bidens ostruthioides (DC.) Sch.-Bip.</i>	1	1	1	1
67	9	H	Apiaceae 02	Apiaceae	<i>Arracacia acuminata Benth.</i>	0	1	1	1
68	10	H	Araliaceae	Araliaceae	<i>Araliaceae</i>	0	1	0	1
69	11	H	b	Poaceae	<i>Poaceae</i>	1	1	0	1
70	12	H	b01	Solanaceae	<i>Solanum appendiculatum</i>	0	1	1	1
71	13	H	Bignoniaceae	Bignoniaceae	<i>Hydrocotyle umbellata L.</i>	0	1	1	1
72	14		c	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus sp.</i>	0	1	1	
73	15	H	c02	Amaranthaceae	<i>Iresine celosia L.</i>	0	0	1	0
74	16	H	c04			0	1	0	1
75	17	H	cola de pescado	Asteraceae	<i>Chamaedorea elegans</i>	0	1	0	0
76	18	H	Commelina	Commelinaceae	<i>Tradescantia commelinoides Roem. &amp; Schult</i>	0	1	1	0
77	19	H	d01			0	1	0	0
78	20	H	d04			0	0	0	1
79	21	H	g			1	0	0	0
80	22	H	h			1	0	0	0
81	23	H	h02	Asteraceae	<i>Cirsium sp.</i>	0	0	1	1
82	24	H	i			1	0	0	0
83	25	H	j	Asparagaceae	<i>Smilacina flexuosa Bertol</i>	1	1	1	0
84	26	H	j02	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	0	0	0	1
85	27	H	l			1	0	0	0
86	28	H	l01	Asteraceae	<i>Archibaccharis schiedeana (Benth.) J.D. Jacks.</i>	0	0	1	0
87	29	H	liana 02			0	1	0	0
88	30	H	n01			0	1	0	0
89	31	H	p	Asteraceae	<i>Eupatorium sp.</i>	1	0	0	0
90	32	H	q01			0	0	1	0
91	33	H	r01			0	1	0	0
92	34	H	Rubiaceae	Rubiaceae	Rubiaceae	0	0	0	1
93	35	H	s01	Rubiaceae	<i>Crusia coccinia DC.</i>	0	1	1	0
94	36	H	Solanaceae 02	Solanaceae	Solanaceae	0	0	0	1
95	37	H	telefono	Araceae	<i>Epipremnum sp.</i>	0	1	1	0
96	38	H	Triangular	Asteraceae	Asteraceae	0	0	0	1
97	39	H	u01	Acanthaceae	<i>Hansteinia monolopha (Donn. Sm.) D.N. Gibson</i>	0	1	1	0
98	40	H	w01	Euphorbiaceae	<i>Acalypha leptopoda Müll. Arg</i>	0	0	1	0
99	41	H	y01	Asteraceae	<i>Verbesina sp.</i>	0	0	1	0
100	42	H	zarparrilla	Liliaceae	<i>Smilacina flexuosa Bertol</i>	1	1	1	1
101	43	H	zarparrilla 01	Smilacaceae	<i>Smilax aspera L.</i>	0	1	0	1
102	1	Helecho	Helecho	Pteridaceae	<i>Adiantum sp.</i>	1	1	1	0
103	2	Helecho	Helecho 01	Blechnaceae	<i>Blechnum tabulare</i>	0	1	1	1
104	3	Helecho	Helecho 02	Cyatheaceae	<i>Alsophila sp.</i>	0	1	1	1
105	4	Helecho	Helecho 03	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	0	1	0	1
106	5	Helecho	Helecho 04	Lomariopciaceae	<i>Nephrolepis exaltata</i>	0	1	0	0

Fuente: elaboración propia, 2019.



5 de febrero del 2019

A QUIEN CORRESPONDA:

Por este medio se hace constar que la señorita **Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán**, carné 201310589, de la Facultad de Agronomía de esta casa de estudios, colectó especímenes de plantas en la aldea Chuiraxamol, Santa Clara La Laguna, Sololá; solicitó la determinación botánica y los depositó en este herbario, los cuales ya fueron registrados como se indica en el cuadro adjunto a la presente.

A solicitud de la interesada, se les extiende la presente constancia en el mismo lugar y fecha arriba indicados.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Mario Esteban Véliz Pérez  
Coordinador-curador  
Académico de Número

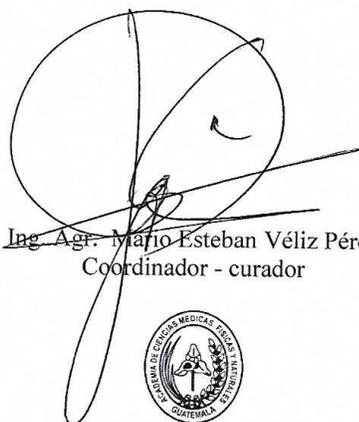




Colecta de plantas de Chuiraxamolo, Santa Clara la Laguna, Sololá, depositadas en el herbario BIGU, USAC. 2019

	Familia	Especie	No registro BIGU
1	Asteraceae	<i>Archibaccharis schiedeana</i> (Benth.) J.D. Jacks	79319
2	Brassicaceae	<i>Cardamine fulcrata</i> Greene	79320
3	Rubiaceae	<i>Rogiera cordata</i> (Benth.) Planch.	79321
4	Rubiaceae	<i>Crusea coccinea</i> D.C.	79322
5	Scrophulariaceae	<i>Alonsoa meridionalis</i> (L.f.) Kuntze	79323
6	Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	79324
7	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	79325
8	Gesneriaceae	<i>Moussonia elegans</i> Decne.	79326
9	Asteraceae	<i>Verbesina arborea</i> Kunth	79327
10	Polygonaceae	<i>Rumex mexicanus</i> Meisner	79328
11	Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.	79329
12	Amaranthaceae	<i>Iresine celosia</i> L.	79330
13	Primulaceae	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell	79331
14	Euphorbiaceae	<i>Acalypha leptopoda</i> Müll. Arg	79332
15	Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	79333
16	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	79334
17	Lamiaceae	<i>Stachys coccinea</i> Ortega	79335
18	Onagraceae	<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	79336
19	Urticaceae	<i>Urera</i> sp.	79367
20	Euphorbiaceae	<i>Stillingia acutifolia</i> (Benth.) Benth. ex Hemsl.	79368
21	Verbenaceae	<i>Lippia strigulosa</i> M. Martens & Galeotti	79369
22	Acanthaceae	<i>Hansteinia monolopha</i> (Donn. Sm.) D.N. Gibs	79370
23	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	79371
24	Solanaceae	<i>Solanum fontium</i> Stand. & Stegem	79372
25	Solanaceae	<i>Solanum nigricans</i> Mart. & Gal.	79373
26	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	79374
27	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	79375
28	Rhamnaceae	<i>Rhamnus discolor</i> (Donn. Sm.) Rose	79376
29	Urticaceae	<i>Urera</i> sp.	79377
30	Clethraceae	<i>Clethra</i> sp.	80528
31	Solanaceae	<i>Solanum appendiculatum</i> Dunal	80529
32	Smilacaceae	<i>Smilax lanceolata</i> L.	80530
33	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kunth	80531
34	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	80532
35	Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore	80533
36	Apiaceae	<i>Coaxana purpurea</i> J.M. Coult. & Rose	80534
37	Apiaceae	<i>Arracacia acuminata</i> Benth.	80535
38	Asteraceae	<i>Roldana gilgii</i> (Greenm.) H. Rob. & Bretell	80536
39	Fagaceae	<i>Quercus acutifolia</i> Née	80537
40	Solanaceae	<i>Solanum cobanense</i> J.L. Gentry	80538
41	Solanaceae	<i>Lycianthes</i> sp.	80539
42	Acanthaceae	<i>Blechnum</i> sp.	80540
43	Dryopteridaceae	<i>Polystichum</i> sp.	80541

44	Fagaceae	<i>Quercus crispipilis</i> Trel.	80542
45	Adoxaceae	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth	80543
46	Arecaceae	<i>Chamaedorea</i> sp.	80576
47	Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch.	80578
48	Bromeliaceae	<i>Tillandsia guatemalensis</i> L. B. Smith	80581
49	Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	80577
50	Fagaceae	<i>Quercus acutifolia</i> Née	80570
51	Fagaceae	<i>Quercus peduncularis</i> Trel.	80573
52	Fagaceae	<i>Quercus</i> sp.	80575
53	Passifloraceae	<i>Passiflora membranaceae</i> Benth.	80571
54	Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore	80572
55	Rubiaceae	<i>Rogiera strigosa</i> (Benth.) Borhidi	80574
56	Styracaceae	<i>Styrax conterminus</i> Donn. Sm.	80579



Ing. Agr. Mario Esteban Véliz Pérez  
Coordinador - curador



Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (BIGUA), 2019.  
Figura 22A. Determinación de especies por BIGUA.

Cuadro 45. Resumen de aves observadas en los ecosistemas, "Chuiraxamoló".

No.	Código	Nombre común	ECOSISTEMAS			
			D	P	I	M
1	Bwmo	Blue-and-white Mockingbird	1	1	0	0
2	Bbso	Brown-backed Solitaire	1	1	1	1
3	Btpi	Band-tailed Pigeon	0	1	1	0
4	Bwwa	Black-and-white Warbler	1	1	1	0
5	Cbfl	Cinnamon-bellied Flowerpiercer	1	1	0	1
6	Ccwa	Crescent-chested Warbler	1	1	1	0
7	Cgdo	Common Ground-Dove	0	0	1	0
8	Ccbr	chestnut-capped brush finch	1	1	0	0
9	Coch	Common Chlorospingus	0	0	1	1
11	Gbwa	Golden-browed Warbler	0	1	1	1
12	Gbww	Gray-breasted Wood-Wren	0	1	1	1
13	Gthu	Garnet-throated Hummingbird	1	0	0	0
14	Gtmg	Green-throated Mountain-gem	1	1	1	1
15	Mcgd	Maroon-chested Ground-Dove	1	1	1	0
16	Mevi	Mexican Violetear	1	1	1	0
17	Nrws	Northern Rough-winged Swallow	0	0	1	0
18	Phwa	Pink-headed Warbler	1	1	1	1
19	Rbpe	Rufous-browed Peppershrike	0	1	1	0
20	Rbwr	Rufous-browed Wren	0	1	1	0
21	Rcnt	Ruddy-capped Nightingale-Thrush	0	0	1	0
22	Rfgl	Ruddy Foliage-gleaner	1	1	0	0
23	Rgdo	Ruddy Ground-Dove	0	1	1	1
24	Rihu	Rivoli's Hummingbird	0	1	1	1
25	Siqu	Singing Quail	0	0	1	1
26	Stja	Steller's Jay	1	1	0	0
27	Stre	Slate-throated Redstart	0	1	0	1
28	Wthu	Wine-throated Hummingbird	0	1	1	0
29	Yeju	Yellow-eyed Junco	0	1	0	1
Total de especies: 29			13	22	20	12

Fuente: elaboración propia, (nombres Bird Zone Atitlán), 2019.

### 2.11.4 Resultados obtenidos en la validación de la herramienta de monitoreo para procesos de restauración del paisaje forestal

Cuadro 46A. Resumen de alturas (H) y diámetros (DAP), obtenidos para por sitio validado (S1, S2, S3).

RESUMEN	SITIOS DE VALIDACIÓN		
	S1	S2	S3
H min (m).	9	11	0
H max (m).	25	24	0
H med (m).	19.88	16.26	0
DAP min (cm).	15	11	0
DAP max (cm).	56.5	41	0
DAP med (cm).	26.15	23.41	0

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 47A. Resumen índice de diversidad alfa por sitio validado (S1, S2, S3).

	Sitios					
	S1		S2		S3	
	Simpson ( $\lambda$ )	Shannon ( $H'$ )	Simpson ( $\lambda$ )	Shannon ( $H'$ )	Simpson ( $\lambda$ )	Shannon ( $H'$ )
Índice	0.49	1.06	0.72	1.54	0.85	2.12
Diversidad	Media	Baja	Baja	Baja	Baja	Media

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 48. Resumen de las especies con mayor valor de importancia de los estratos por sitio validado (S1, S2, S3).

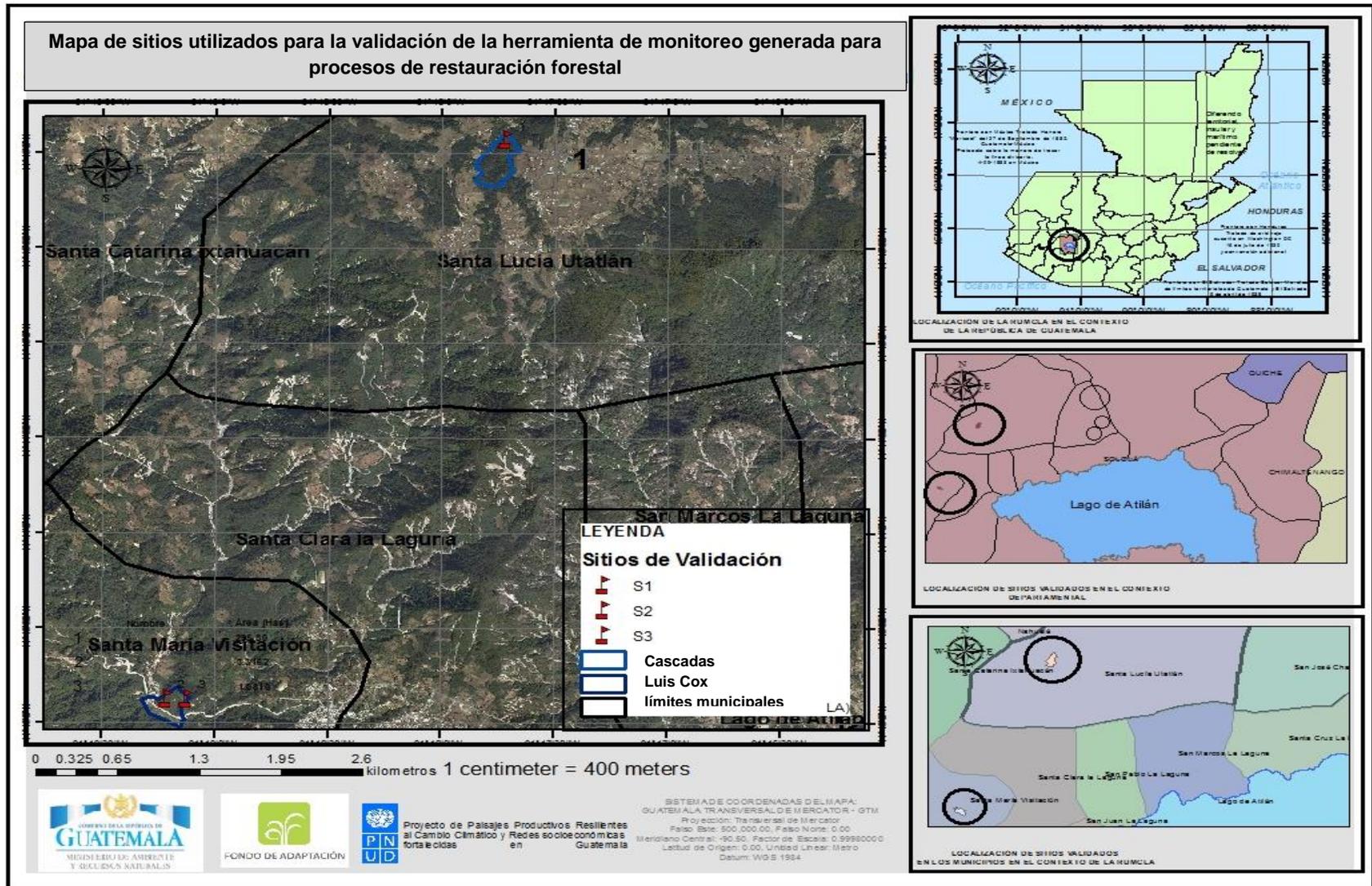
		S1		S2		S3	
		Código	IVI	Código	IVI	Código	IVI
Estrato	A	pino	98.94	ciprés	134		175.9
	ar	D	190.9	G	300	L	175.9
	n	A	133.59	J	107	M	99.7

Fuente: elaboración propia, 2019.

Cuadro 49A. Resumen factores ambientales por sitio validado (S1, S2, S3).

Factores Ambientales											
Sitio validado	Altitud (m s.n.m.)	Textura	MO (%)	MO (cm)	pH	Regeneración natural	Ocurrenci a de incendios	MIF	% Helechos , epifitas, musgos	% pen- • dient e	% luz
S1	2,493	Franco	7.36	2.75	6. 1	Quercus, llamo, Pino.	Sin registro	Ningun o	100	55	20
S2	1,962	Franco arcilloso arenoso	6.18	7	5. 6	Arbórea, Herbácea.	Quema agrícola	Ningun o	100	5	40
S3	1,945	Franco arcilloso arenoso	7.5	1.5	6	Arbórea	Quema agrícola	Ningun o	0	10	----- -----

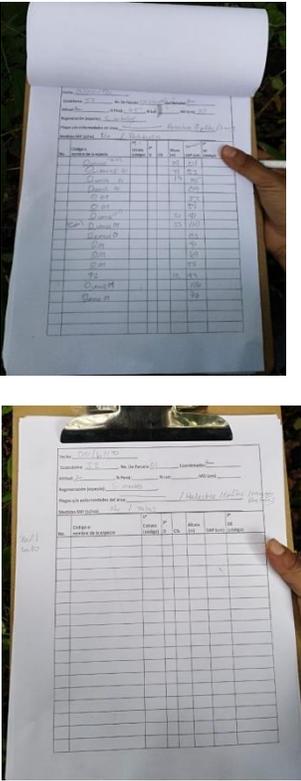
Fuente: elaboración propia, 2019.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 23A. Mapa de sitios utilizados para validados con la herramienta de monitoreo construida.

## 2.11.5 Fotografías recopiladas en campo

Trabajo de campo	
	
<b>Boletas de campo.</b>	<b>Levantamiento de parcelas “Chuiraxamoló” tres estratos identificados.</b>
	
<b>Codificación de muestras vegetales en laboratorio botánico.</b>	

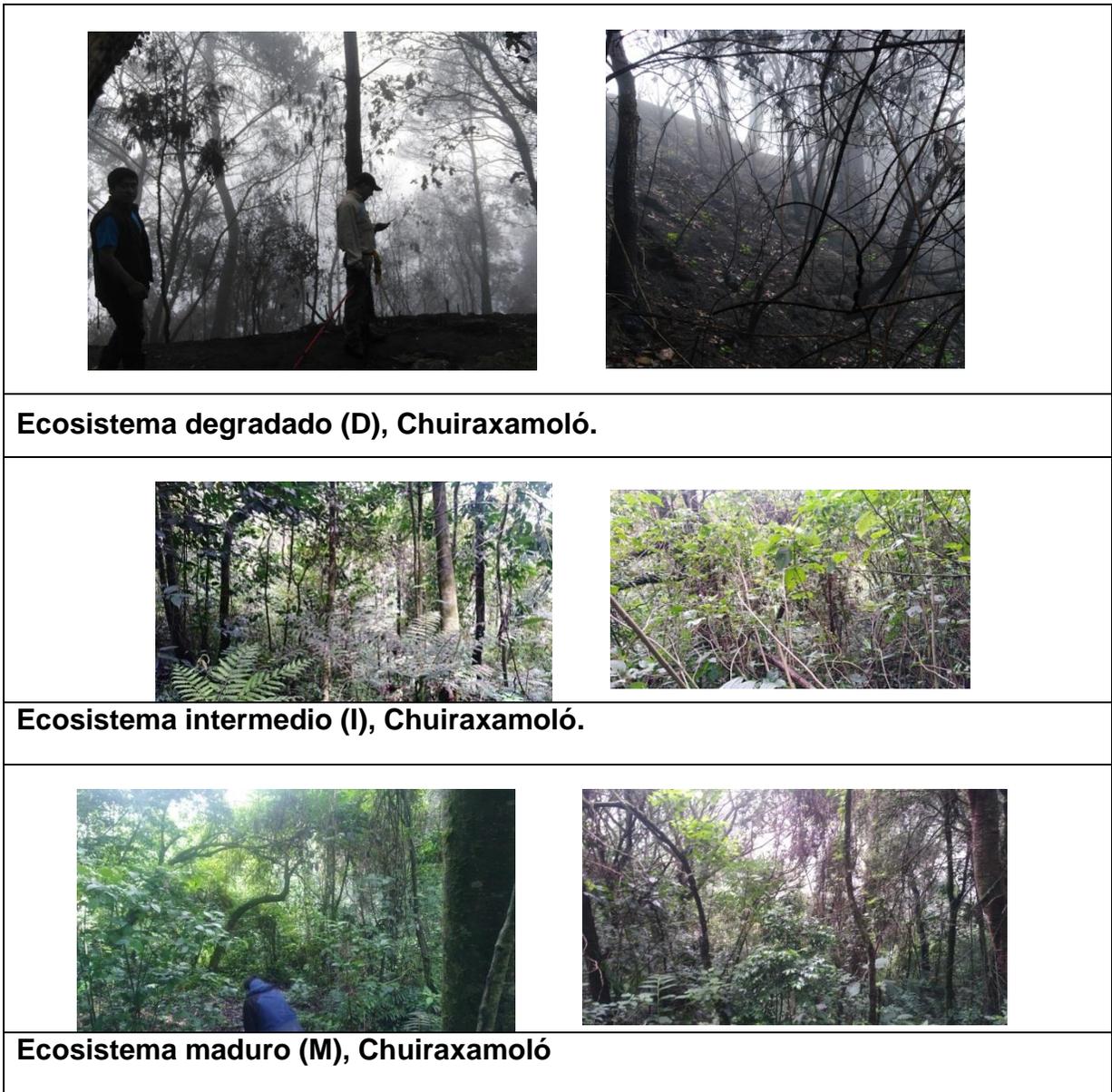


Figura 24A. Trabajo de campo para la construcción de la herramienta monitoreo

The seal of the Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red cap and white tunic, holding a staff. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. Below the central figure are two green hills and a white path. The entire scene is set against a light blue background. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS ARBIS CONSPICUA CAROLINA" in a serif font.

**CAPÍTULO III: SERVICIOS  
ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE PEQUEÑOS PROYECTOS  
COMUNITARIOS AGROFORESTALES EN LA ZONA ALTIPLANO DE GUATEMALA,  
CON ENFOQUE A LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN SOLOLÁ,  
GUATEMALA, C.A.**

### 3.1 PRESENTACIÓN

El presente informe detalla los servicios ejecutados para el proyecto “paisajes productivos resilientes al cambio climático y redes socioeconómicas fortalecidas en Guatemala (PPRCC), durante los meses de febrero a noviembre del año 2018; cumpliendo con el contrato para la consultoría “asistencia técnica en la consolidación de pequeños proyectos comunitarios agroforestales en la zona altiplano, con enfoque a la adaptación al cambio climático”.

El proyecto PPRCC tuvo una duración de cuatro años, durante los cuales se seleccionaron siete municipios del departamento de Sololá, con el propósito de aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático; los servicios realizados en el proyecto para el cumplimiento del ejercicio profesional supervisado (EPSA) fueron llevados a cabo como parte de los procesos de cierre del proyecto, en el cual se contempló, el seguimiento, monitoreo y alcance de las metas establecidas.

Las actividades de la consultoría fueron coordinadas y autorizadas a través de la Asociación Agropecuaria y Artesanal para el Desarrollo “La Guadalupeana” con quien el proyecto firmó un acuerdo de Subsidio.

Los servicios realizados fueron: asistencia técnica para el ingreso de expedientes para su reconocimiento como parque regional municipal, seguimiento de procesos de manejo y diversificación de viveros forestales, monitoreo del manejo integral del fuego (MIF) en áreas identificadas al inicio del proyecto, por último, el seguimiento y capacitación a beneficiarios de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra con vocación forestal o agroforestal (PINPEP). Los procesos de alcance de estos servicios fueron presentados en cumplimiento de la contratación en diez productos entregados y aprobados mensualmente por la dirección del proyecto.

Las actividades fueron seleccionadas para cumplir con el objetivo del cierre del PPRCC, el cual contemplo el fortalecimiento y culminación de los proyectos forestales y agroforestales impulsados. A continuación, se describen los procesos y resultados alcanzados, en tres municipios abarcados por el proyecto PPRCC, Nahualá, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación y Santa Lucia Utatlán, los cuales fueron asignados para el cumplimiento de los términos de referencia de la consultoría realizada en la asociación agropecuaria “La Guadalupeana”.

## **3.2 OBJETIVOS**

### **3.2.1 Objetivo general**

Prestar asistencia técnica para la consolidación de pequeños proyectos comunitarios agroforestales con enfoque a la adaptación al cambio climático en los municipios de Nahualá, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación, Santa Lucía Utatlán, Sololá, Guatemala.

### **3.2.2 Objetivos específicos**

1. Asistir en el proceso de ingreso de expedientes de áreas con vocación forestal para su reconocimiento como “parque regional municipal”, en el consejo nacional de áreas protegidas (CONAP).
2. Prestar asistencia técnica en el fortalecimiento y diversificación de viveros forestales en los municipios Santa Clara La Laguna y Santa Lucía Utatlán.
3. Capacitar y dar seguimiento a los beneficiarios de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra con vocación forestal o agroforestal (PINPEP).

### **3.3 SERVICIO 1: RECONOCIMIENTO DE ÁREAS CON VOCACIÓN FORESTAL COMO “PARQUES REGIONALES MUNICIPALES”**

#### **3.3.1 Presentación**

Durante el año 2015 el proyecto PPRCC, elaboro los planes estratégicos institucionales (PEI), para los municipios de Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación y Santa Lucía Utatlán, los cuales tenían como objetivo exponer las debilidades sociales y ambientales de cada municipio, en estos se resaltó la necesidad de proteger el recurso bosque como base para asegurar una resiliencia a nivel de paisaje en Sololá.

El proceso del servicio inicio con la identificación de aquellas áreas cuyo proceso de inscripción estuviese pendiente de entrega de enmiendas ante el CONAP para su reconocimiento de área protegida ante el Sistema guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), las áreas identificadas fueron Chocoj Abaj, Chocol, Atimbal y Cascadas Don Domingo, dando seguimiento así a 300 ha para su inscripción como áreas de interés ecológico en el paisaje forestal del altiplano. Como segunda fase se dio acompañamiento a los procesos de evaluación técnica de CONAP coordinados con cada municipalidad administradora, se realizaron las enmiendas solicitadas para su aprobación.

Objetivos

### **3.3.2 Objetivos**

#### **A. Objetivo General**

Asistir en el proceso de inscripción de áreas con vocación forestal como “parques regionales municipales”

#### **B. Objetivos Específicos**

1. Asistir a las municipalidades administradoras de los parques, Chocoj Abaj, Choccol y Atimbal y Cascadas don Domingo en el proceso de inscripción de las áreas para su declaración como parques regionales municipales (PRM).
2. Generar un mapa de las cuatro áreas de interés como registro de las hectáreas a las que el PPRCC asistió para su protección.

### **3.3.3 Metas**

- Ingreso de cuatro expedientes a ventanilla única del SIGAP, a través de la regional del consejo nacional de áreas protegidas (CONAP) en Sololá.
- Un mapa de los parques ingresados al SIGAP, declaradas como parques regionales municipales.

### **3.3.4 Metodología**

#### **A. Identificación de expedientes**

- Como primera fase fue necesaria la ubicación de aquellos expedientes generados de las consultorías realizadas en los primeros tres años del proyecto, y cuya línea de trabajo hayan sido la protección y búsqueda de incentivos a áreas con vocación forestal.
- Cada una de las áreas contaba con un documento de caracterización del área, el cual incluía las hectáreas de interés, factores ambientales, sociales y económicos a considerar.

## **B. Contacto con las autoridades**

- Una vez ubicadas las áreas a asistir se vinculó el proceso entre la consultoría, la municipalidad administradora del área y CONAP.
- En esta fase se realizaron reuniones con los encargados de las oficinas de gestión de cada municipalidad para diagnosticar el estado del proceso de inscripción.

### **1. Planificación y coordinación de reuniones**

- Los parques que aún no habían sido evaluados por CONAP, fueron agendados para el acompañamiento a campo para las rectificaciones de la información presentada en cada expediente.
- Por otro lado, aquellas áreas que tuvieran enmiendas pendientes de resolución por parte de la municipalidad encargada fueron agendadas y comprometidas para su cumplimiento en coordinación con el proyecto.
- Se tuvo un contacto mensual con las oficinas de CONAP para asegurar el avance de las evaluaciones y paso de expedientes al SIGAP.

### **2. Creación de mapa con los polígonos aceptados por el CONAP**

- Durante el acompañamiento a campo a los evaluadores de CONAP, fueron rectificadas las coordenadas presentadas en cada expediente y homologadas con las enmiendas solicitadas.
- Estas coordenadas fueron trabajadas con el Datum WGS84 y el sistema de coordenadas GTM, con un sistema de georreferenciación (GIS), para la generación y presentación de un mapa base que permitió generar un panorama de las hectáreas gestionadas por el PPRCC. Expedientes de los cuatro parques a inscribir.

### **3.3.5 Materiales y equipo**

- Sistema de información geográfica para la realización de los polígonos aceptados por CONAP.
- Coordenadas GTM, rectificadas con CONAP.
- Software de georreferenciación (GIS).
- GPS.
- Libretas de campo.
- Cámara fotográfica.
- Listados de asistencia por reunión coordinada.

### **3.3.6 Resultados y Evaluación**

#### **A. Alcance de metas en el ingreso de expedientes al SIGAP**

Se realizó el seguimiento para cumplir con la meta de la inscripción de cuatro parques al sistema guatemalteco de áreas protegidas (SIGAP); estos fueron identificados por el proyecto de paisajes (PPRCC), debido a sus características forestales o agroforestales. El seguimiento se desarrolló en coordinación de los involucrados legales, los cuales eran los dueños de las áreas o bien los administradores legales de estas y el Consejo Nacional de áreas Protegidas (CONAP).

Solamente se pudo avanzar en el proceso de ingreso al SIGAP de dos de las áreas identificadas, “Atimbal” y “Chocol”, debido a que el parque “Chocoj Abaj”, no contó con el interés de los copropietarios de dicha área, para poder dar solución a las enmiendas solicitadas por CONAP, por otro lado “Cascadas don Domingo”, tampoco cumplió con la resolución de ingreso, esto debido a la falta de comunicación entre el propietario y la municipalidad con la que se coordina la co administración del sitio.

##### **a. Parque Atimbal**

En el mes de marzo se realizó la primera rectificación de inspección por parte de CONAP, misma a la cual se le dio el acompañamiento respectivo, en esta se solicitó de parte del evaluador rectificar las coordenadas en el expediente pues estos no coincidían con los puntos presentados en el expediente ingresado. Por lo que el PPRCC se comprometió a realizar una nueva identificación del área para presentar las enmiendas requeridas.

Las enmiendas fueron recibidas por el CONAP en el mes de junio del 2018 y a estas se sumó una enmienda más por parte del CONAP, la cual fue ingresada por parte de la municipalidad en el mes de octubre del 2018. Durante los diez meses de la consultoría no se pudo completar el proceso de inscripción debido al tiempo de respuesta que cada enmienda genero entre las instituciones involucradas, dicho trámite, por lo que se presenta en la figura 25, el polígono del área trabajado y monitoreado hasta el mes de noviembre del 2018.

##### **b. Parque Chocol**

Este parque, se encuentra en jurisdicción y administración de la municipalidad de Santa Lucia Utatlán, en Sololá, siendo la responsabilidad de monitoreo dada a la unidad de gestión ambiental (UGAM).

Durante el mes de abril se hizo la primera rectificación por parte de CONAP, en la cual no se presentó ninguna contradicción a lo presentado en el expediente de solicitud por lo que el proceso continuo has el mes de julio en el SIGAP, el cual realizó un requerimiento de aclaración de una coordenada repetida.

La última enmienda atendida fue entregada por la municipalidad como ente administrador en noviembre del 2019, con esto se finalizó el seguimiento y acompañamiento del proceso de inscripción del área, logrando concluir con un proceso de empoderamiento en favor de la administración de la UGAM de Santa Lucia Uvatlán en futuras coordinaciones destinados a procesos de protección forestal.

La figura 25 presenta el polígono del área, y en el área de anexos se encuentran los oficios gestionados.

#### **c. Parque Cascadas Don Domingo**

Este parque se encuentra en la municipalidad de Santa Lucia Uvatlán en coadministración entre la UGAM de dicha municipalidad y la familia propietaria, el objetivo de acompañamiento técnico en el proceso fue, realizar la primera visita de rectificación por parte del CONAP, en la cual se establecieron incompatibilidades entre el expediente ingresado para la solicitud de la inscripción por parte de PPRCC en el año 2017 y las colindancias identificadas por el dueño al momento de la rectificación. Por esta razón se hizo una solicitud de una nueva delimitación por parte de CONAP a la UGAM responsable.

Este proceso no pudo ser acompañado de una manera más integral para llegar a un punto más avanzado del proceso, por lo tanto, no se concluyó, esto debido a problemas legales que comprometían a la propiedad a estar sujeta a criterios de herencia familiar. Lo cual limito la obtención de un polígono oficial dada la desmembración del terreno a causa de lo anterior.

#### **d. Parque Chocoj Abaj**

Este parque con más de 300ha, se encuentra en territorio del municipio de Santa Catarina Ixtahuacan en Sololá, sin embargo, se encuentra como copropiedad del municipio de Nahualá, quien hizo la solicitud de inscripción junto a la asistencia del PPRCC en el año 2017, esto supuso una limitante, pues CONAP no pudo proceder a la rectificación inicia del expediente en campo pues legalmente Santa Catarina Ixtahuacan debió estar de acuerdo con la solicitud de inscripción.

Durante los meses de duración de este ejercicio profesional, no se tuvo ninguna respuesta por escrito de parte de la municipalidad de Santa Catarina Ixtahuacan, por lo que el expediente fue archivado en CONAP y no se pudo dar seguimiento. Sin embargo, como base de información para el cierre del PPRCC a finales del año 2018 se presenta el polígono propuesto para inscripción, como base de información para futuros intereses de protección en el área.

## **B. Alcance de metas sobre la generación de polígonos**

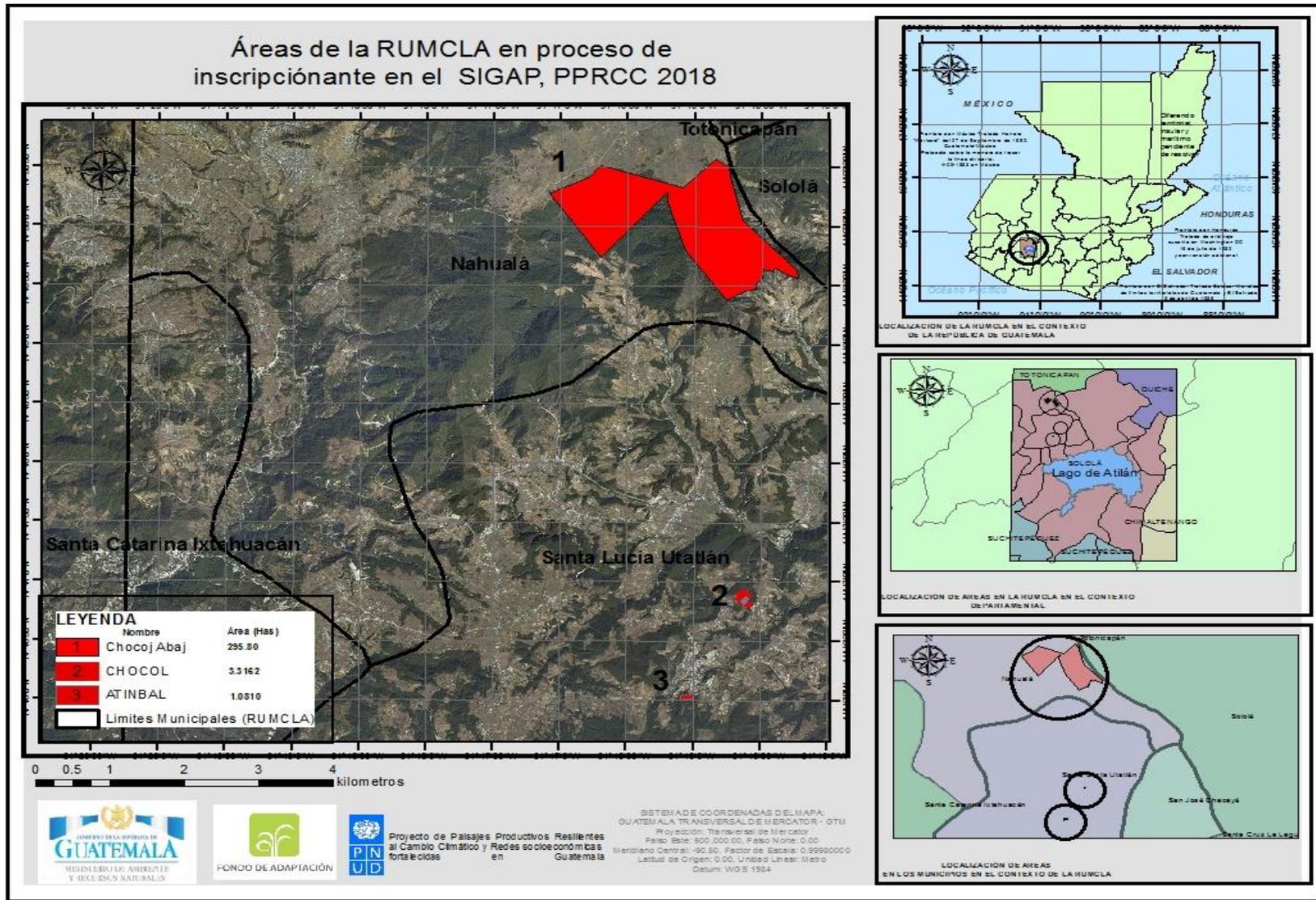
Al concluir con cada acompañamiento de rectificación y enmiendas en cada área fueron obtenidas las coordenadas respectivas para su posterior transformación y proyección en un mapa base que plasma las características generales de cada uno. Sin embargo, como se explica en la literal anterior, no todos los parques tuvieron un acompañamiento efectivo, debido a la coordinación interinstitucional de procesos administrativos y legales.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las características y estados de acompañamiento y asesoría que fueron alcanzados, además de los inconvenientes encontrados para el alcance de cada meta. Por otro lado, se presenta el mapa generado para el registro de las áreas beneficiadas por el PPRCC, ya que a pesar de las dificultades los procesos fueron iniciados y la información básica generada debe ser reconocida y utilizada para futuros procesos cuyos objetivos sean el fortalecimiento de los paisajes de Guatemala.

Cuadro 50. Síntesis de acompañamiento del PPRCC para inscripción de áreas bajo la categoría de parque regional municipal ante SIGAP.

Bosques trabajados durante las fases I y II del PPRCC sistema de coordenadas GUATEMALA TRANSVERSAL MERCATOR DATUM: WGS84							
No.	Nombre	Extensión (hectáreas)	Municipio	Jurisdicción de Protección	Acciones coordinadas PPRCC	Resultados ante el PPRCC	Observaciones
1	Chocoj Abaj	295.88	Nahulá	RUMCLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de plan de manejo para inscripción como área protegida en categoría de parque regional municipal año 2017.</li> <li>Asistencia técnica para ingreso de plan de manejo a ventanilla única en SIGAP año 2018.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso pendiente de dictamen favorable por parte del CONAP.</li> </ul>	No hay interés por parte de uno de los propietarios a inscripción. En este caso una de las municipalidades propietarias no dio el aval requerido por CONAP.
2	Chocol	3.32	Santa Lucía Utatlán	RUMCLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de plan de manejo para inscripción como área protegida en categoría de parque regional municipal año 2017.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega de última enmienda requerida de SIGAP central a ventanilla única de CONAP a espera de dictamen favorable final.</li> </ul>	Pendiente de dictamen favorable final, sin enmiendas pendientes.

					<ul style="list-style-type: none"> <li>Asistencia técnica para ingreso de plan de manejo a ventanilla única en SIGAP año 2018.</li> </ul>		
3	Atimbal	1.08	Santa Lucia Utatlán	RUMCLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de plan de manejo para inscripción como área protegida en categoría de parque regional municipal año 2017.</li> <li>Asistencia técnica para ingreso de plan de manejo a ventanilla única en SIGAP año 2018.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso a Ventanilla Única de CONAP, sin enmiendas pendientes ante SIGAP central.</li> </ul>	Pendiente de dictamen favorable final, sin enmiendas pendientes.
4	Cascadas Don Domingo	8.23	Santa Lucia Utatlán	Cuenca río Nahualate	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de plan de manejo para inscripción como área protegida en categoría de parque regional municipal año 2017.</li> <li>Asistencia técnica para ingreso de plan de manejo a ventanilla única en SIGAP año 2018.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de inscripción de bosques al SIGAP.</li> </ul>	Pendiente de tercera rectificación por asuntos de posesión del área. Cambio de dueños. Ya no se figura un solo dueño sino 6 por lo que la claridad e interés del área están a espera de decisión del Solicitante "Don Jose Saquiq".



Fuente: elaboración propia, (PPRCC, 2018), 2018.

Figura 25: Mapa base áreas para inscripción como parques regionales municipales ante SIGAP

### 3.3.7 Anexos

Cuadro 51A. Acompañamiento a procesos de validación y rectificaciones con CONAP.

Fotografías recopiladas: acompañamientos técnicos a los procesos		
		
Acompañamiento Parque Atimbal, Santa Lucia Visitación.		
		
Acompañamiento Parque Cascadas Don Domingo, Santa Lucia Visitación.		

Fuente: elaboración propia, 2018.

### **3.4 SERVICIO 2: ASISTENCIA TÉCNICA EN EL FORTALECIMIENTO Y DIVERSIFICACIÓN DE VIVEROS FORESTALES EN LOS MUNICIPIOS “SANTA CLARA LA LAGUNA Y SANTA LUCIA UTATLÁN”.**

#### **3.4.1 Presentación**

Los viveros forestales municipales, deben ser el referente para la población en cuanto a reforestación y suministro de especies forestales y nativas de cada municipio; en el año 2017 durante la fase II, el proyecto de paisajes productivos ejecuto a través de la asociación de cooperación para el desarrollo rural de occidente (CDRO), proyectos para el fortalecimiento comunitario en sistemas de producción y bosques, con los cuales se apoyó al fortalecimiento de viveros municipales y comunitarios.

A partir del trabajo realizado por esta asociación, durante la fase III, la asociación Guadalupeña implemento el pequeño proyecto “fortalecimiento y diversificación de viveros municipales”, buscando como objetivo el aumento y mejoramiento de la producción de plantas forestales, frutales y medicinales en el municipio de Santa María Visitación y Santa Lucia Utatlán, a través de la ejecución de talleres de capacitación al equipo técnico encargado de cada vivero para su fortalecimiento en manejo de viveros forestales; y de la presentación y ejecución de una diversificación de especies dentro de cada vivero.

Con esto se logra una consolidación del trabajo interinstitucional en la duración de ejecución del proyecto.

#### **3.4.2 Objetivos**

##### **A. Objetivo General**

Asistir en el fortalecimiento y diversificación de viveros forestales en los municipios Santa Clara La Laguna y Santa Lucia Utatlán, Sololá, Guatemala.

##### **B. Objetivos Específicos**

1. Fortalecer los conocimientos que las comunidades y la municipalidad poseen sobre la importancia y vulnerabilidad de los paisajes de la cuenca del río Nahualate, a través de la integración y capacitación sobre el manejo de especies en los viveros municipales de Santa María Visitación y Santa Lucia Utatlán.
2. Convertir los viveros municipales de Santa María Visitación y Santa Lucia Utatlán, en referentes de manejo de especies el manejo es forestales, frutales y ornamentales, a través de su diversificación.

### **3.4.3 Metas**

1. Desarrollo de ocho talleres de fortalecimiento y capacitación, coordinados con los técnicos encargados del mantenimiento de los viveros forestales dentro de las oficinas de gestión ambiental (UGAM), de dos municipalidades.
2. Aumentar en el número y tipos de especies comerciales dentro de cada vivero municipal, a través de la gestión y coordinación entre el PPRCC y cada UGAM, encargada.

### **3.4.4 Metodología**

#### **A. Diversificación de especies forestales, frutales y ornamentales de interés económico**

- Para la diversificación de especies fue necesaria la presentación formal de cada solicitud de desembolso para la gestión ante el consejo municipal de cada vivero.
- Después de recibir la aprobación de cada municipalidad, así como el desembolso por parte de las mismas se realizaron las gestiones de cotización y compra de los insumos considerados.
- Fue coordinada la recepción de las especies adquiridas y se inició con el proceso de capacitación para el manejo de las mismas, dirigido a los técnicos encargados para el traslado de conocimientos básicos sobre el cuidado y comercio de las mismas.

#### **B. Talleres a técnicos de las UGAM**

- Se presentó formalmente ante los coordinadores de las UGAM, una propuesta para el desarrollo de talleres con los técnicos encargados del mantenimiento de cada vivero forestal.
- Cada taller fue desarrollado durante cinco meses del ejercicio profesional supervisado, la calendarización de cada taller fue coordinada semanalmente con las autoridades, según la disponibilidad de tiempo de cada municipalidad.
- La duración de cada taller fue consensuada para durar dos horas como máximo y la herramienta verificación fue a través de la toma de asistencia a cada taller y la toma de fotografías del desarrollo de cada uno.

### 3.4.5 Material y equipo

- Computadora.
- Listados de asistencia.
- Cámara fotográfica.
- Sustrato.
- Enraizadores.
- Bolsas.
- Tijeras.
- Rafia.

### 3.4.6 Resultados y Evaluación

#### A. Alcance de metas en la diversificación de especies forestales, frutales y ornamentales de interés económico

- El vivero forestal del municipio de Santa Clara La Laguna fue diversificado con trece especies, entre las que se encuentran plantas ornamentales, frutales, medicinales y forestales, mientras que en Santa Lucia Utatlán fue diversificada con catorce especies; las cuales fueron adquiridas entre la municipalidad y la coordinación del PPRCC.
- El número total de plantas en el vivero de Santa Clara La Laguna aumento únicamente en seiscientos diecisiete plantas, sin embargo, este aumento fue apreciado a nivel de diversidad de especies (cuadro 53); puesto que al inicio del proyecto se contaba únicamente con tres especies forestales, encino, ílamo y pino con fines únicamente de donación para reforestación.
- El vivero de Santa Lucia Utatlán, diversifico sus especies y aumentando trescientas cincuenta plantas, partiendo desde un inicio el que solamente se contaba tres especies forestales y aguacate criollo para la venta del mismo; mientras que las especies forestales al igual que en Santa Clara La Laguna, eran utilizadas principalmente para reforestación y consumo de pobladores individuales. Lo cual, si bien es importante para la recuperación de áreas boscosas, el conocimiento de la población sobre la adaptación de otras especies para reforestación, o implementación de agroecosistemas para consumo familiar, también es importante para el empoderamiento de las comunidades.
- Como parte del acompañamiento técnico se inició con el establecimiento de un jardín clonal por vivero, con el objetivo de promover la sustentabilidad del vivero para producir sus propios individuos para su venta o bien con fines de reforestación o bien de

seguridad alimentaria para el municipio, los métodos de reproducción para este caso fueron tratados en los talleres desarrollados en cada vivero.

- La adquisición de las especies permitió el desarrollo de los talleres propuestos para empoderar a las UGAM encargadas de cada vivero. El cuadro 53 detalla las especies adquiridas, así como los insumos donados a cada vivero para apoyar el inicio del manejo de las especies obtenidas. Mientras que las figuras 26A. y 27A. son los oficios y notas firmadas por cada municipalidad.

Cuadro 52. Resultado de diversificación vivero, Santa Clara la Laguna, entregado a PPRCC.

Actividades a desarrollar para el cumplimiento de los términos de referencia de la consultoría: "Asistencia técnica en la formulación e implementación de pequeños proyectos comunitarios agroforestales en la zona altiplano, con enfoque a la adaptación al cambio climático"					
<b>Resultado 2:</b> Asistencia técnica: seguimiento a los procesos de manejo y diversificación de viveros forestales en los municipios: "Santa Clara La Laguna" y "Santa Lucía Utatlán"					
<b>Listado de especies dentro del vivero forestal en municipal Santa Clara La Laguna, Sololá.</b>					
Listado de especies al mes de julio 2018					
NO.	Tipo	Especie	plantas/sp.	Descripción de adquisición	Observación
1	Forestal	Encino	15,000	Municipalidad	
2	Forestal	llamo	30,000	Municipalidad	
3	Forestal	Pino	30,000	Municipalidad	
TOTAL DE PLANTAS			75,000		
TOTAL DE ESPECIES			3		
Listado de especies al mes de octubre 2018					
NO.	Tipo	Especie	plantas/sp	Descripción de adquisición	Observación
1	Forestal	Encino	15,000	Municipalidad.	
2	Forestal	llamo	30,000	Municipalidad.	
3	Forestal	Pino	30,000	Municipalidad.	
4	Medicinal	Apazote	30	Municipalidad (coord. PPRCC).	
5	Medicinal	Romero	30	Municipalidad (coord PPRCC).	
6	Medicinal	Menta	30	Municipalidad (coord PPRCC).	
7	Medicinal	lavanda	30	Municipalidad (coord PPRCC).	
8	Medicinal	albahaca	120	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
9	Medicinal	oregano	30	Municipalidad (coord PPRCC).	
10	Frutal	durazno	50	Municipalidad (coord PPRCC).	
11	Frutal	Melocotón	50	Municipalidad (coord PPRCC).	
12	Frutal	Aguacte Hass	50	Municipalidad (coord PPRCC).	
13	Frutal	Limón	50	Municipalidad (coord PPRCC).	
14	Frutal	Naranja	50	Municipalidad (coord PPRCC).	
15	ornamental	Eucalipto	50	Municipalidad (coord PPRCC).	
16	ornamental	Rosas	47	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
TOTAL DE PLANTAS			75,617		
TOTAL DE ESPECIES			16		
Resultado alcanzado: aumento en la diversidad de especies manejadas en el vivero forestal y establecimiento de jardín clonal para su sustentabilidad a través reproducción asexual.					

Cuadro 53. Resultado de diversificación vivero, Santa Clara la Laguna, entregado a PPRCC.

Listado de plantas en vivero forestal Santa Lucia Utatlán, Sololá.					
Listado de especies al mes de julio 2018					
NO.	Tipo	Especie	plantas/sp.	Descripción de adquisición	Observación
1	Frutal	Aguacate Criollo	75	Donaciones hacia la municipalidad.	
2	Forestal	Pinabete	100	Municipalidad.	
3	Forestal	llamo	2,500	Municipalidad.	
4	Forestal	Pino	2,500	Municipalidad.	
TOTAL DE PLANTAS			5,175		
TOTAL DE ESPECIES			4		
Listado de especies al mes de octubre 2018					
NO.	Tipo	Especie	plantas/sp	Descripción de adquisición	Observación
1	Frutal	Aguacate Criollo	75	Donaciones hacia la municipalidad.	
2	Forestal	Pinabete	100	Municipalidad.	
3	Forestal	llamo	2,500	Municipalidad.	
4	Forestal	Pino	2,500	Municipalidad.	
5	Medicinal	Apazote	15	Municipalidad (coord PPRCC).	
6	Medicinal	Romero	25	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
7	Medicinal	Menta	15	Municipalidad (coord PPRCC).	
8	Medicinal	lavanda	15	Municipalidad (coord PPRCC).	
9	Medicinal	albahaca	65	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
10	Medicinal	oregano	65	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
11	Frutal	durazno	25	Municipalidad (coord PPRCC)..	
12	Frutal	Melocotón	25	Municipalidad (coord PPRCC).	
13	Frutal	Aguacte Hass	25	Municipalidad (coord PPRCC).	
14	Frutal	Limón	25	Municipalidad (coord PPRCC).	
15	Frutal	Naranja	25	Municipalidad (coord PPRCC).	
16	ornamental	Eucalipto	25	Municipalidad (coord PPRCC).	
17	ornamental	Rosas	30	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
18	ornamental	Crisantemos	10	Municipalidad (coord PPRCC).	Asistencia reproducción por esquejes.
TOTAL DE PLANTAS			5,565		
TOTAL DE ESPECIES			18		
Resultado alcanzado: aumento en la diversidad de especies manejadas en el vivero forestal y establecimiento de jardín clonal para su sustentabilidad a través reproducción asexual.					

## **B. Alcance de metas en el desarrollo de talleres a técnicos de las UGAM**

- Los talleres se llevaron a cabo en base a la planificación de trabajo semanal, con la que la administración disponía de los técnicos encargados de cada vivero. Esto limitó el cumplimiento de los talleres semanalmente, sin embargo, si se cumplió con la meta establecida de ocho talleres, cuatro en cada vivero.
- Los cuatro talleres desarrollados, fueron de manera personal con cada encargado, en el vivero de Santa Lucía Uatlán se contaba con un técnico encargado con el cual se hizo la coordinación respectiva; el espacio para el desarrollo de cada taller fue dentro del vivero, el cual desde finales de marzo se encontraba con sárán donado por PPRCC, esto facilitó el intercambio de conocimientos, sin embargo es importante recalcar que al existir un solo viverista y que este solamente sea contratado por tres meses, limita la consolidación de conocimientos dentro de la municipalidad en este tema.
- En el vivero de Santa Clara La Laguna se contaba con el apoyo de la comisión de ambiente del municipio por lo que los talleres, fueron desarrollados con un especialista de la Facultad de Agronomía, San Marcos y con un técnico del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA). Sin embargo, se encontró con la limitante de no contar con un lugar adecuado para el resguardo de las plantas y tampoco para el desarrollo de los talleres, esto no impidió la realización de los mismos.
- Los temas abordados en cada taller fueron: jardín clonal y producción por esquejes; fertilización, sustratos y enraizadores; controles culturales, químicos y biológicos contra plagas y enfermedades; por último, fertilización foliar y nutrientes esenciales para las plantas. Cada taller tuvo como objetivo el intercambio general de cada especie dentro del vivero para su cuidado, reproducción y venta, fortaleciendo así a la municipalidad como un referente en cuanto al manejo plantas.

### 3.4.7 Anexos

Cuadro 54A. Fotografías recopiladas, asistencia en viveros municipales.



Compra plantas para cada vivero.



Talleres vivero Santa Lucia Uatlàn.



Talleres vivero, Santa Clara La Laguna.



Implementación de jardines clonales.



## MUNICIPALIDAD Santa Lucía Utatlán

Departamento de Sololá, Guatemala C.A.  
Teléfono: 7722-1449. E-mail: munislu2016@gmail.com

Santa Lucía Utatlán, Sololá  
05 de octubre 2018

Selvyn Fernando Ajú  
Ingeniero Agrónomo  
Coordinador de PCL  
Asociación Agropecuaria y Artesanal para el Desarrollo "La Guadalupeana"  
Proyecto Paisajes Productivos Resilientes al  
Cambio Climático- PPRCC-

Le saludo deseando que todas sus actividades se desarrollen de la mejor manera, el motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que, a través de la coordinación con la Técnica Consultora del Proyecto de Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático –PPRCC-, Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán; Se ejecuto un plan para la diversificación del vivero forestal del cual esta municipalidad es responsable.

Las actividades coordinadas son:

- Asistencia técnica en la compra e ingreso de plantas medicinales y frutales al vivero forestal.
- Establecimiento de jardín clonal con fines de reproducción de las especies introducidas.
- Talleres de capacitación para el manejo sistemático de las especies introducidas.

El plan de trabajo aceptado por esta municipalidad se adjunta a la presente.  
Sin otro particular

Vo.Bo.

  
  
 Ing. Agr. Otoniel Cux  
 Oficina de Gestión Ambiental Municipal -OGAM-  
 Municipalidad de Santa Lucía Utatlán, Sololá.

Fuente: municipalidad Santa Lucía Utatlán, 2018.

Figura 26A. Oficio de verificación de trabajo realizado en vivero de Santa Lucía Utatlán.



## Municipalidad de Santa Clara La Laguna

Municipio de Santa Clara La Laguna, Departamento de Sololá

Guatemala, C. A.

Tel.: 7927-1860 - 7927-1935

E-mail: [municipalidadsololara2012@btinternet.com](mailto:municipalidadsololara2012@btinternet.com)

Guatemala 05 de octubre 2018

Selvyn Selvyn Fernando Ajú

Ingeniero Agrónomo

Coordinador de PCL

Asociación Agropecuaria y Artesanal para el Desarrollo "La Guadalupeña" Proyecto Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático- PPRCC-

Le saludo deseando que todas sus actividades se desarrollen de la mejor manera, el motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que, a través de la coordinación con la Técnica Consultora del Proyecto de Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático – PPRCC-, Angeles Bella-elizabeth Méndez Guzmán; Se ejecuto un plan para la diversificación del vivero forestal del cual esta municipalidad es responsable.

Las actividades coordinadas son:

- Asistencia técnica en la compra e ingreso de plantas medicinales y frutales al vivero forestal.
- Establecimiento de jardín clonar con fines de reproducción de las especies introducidas.
- Talleres de capacitación para el manejo sistemático de las especies introducidas.

El plan de trabajo aceptado por esta municipalidad se adjunta a la presente.

Sin otro particular

Vo.Bo.

  
Mario Rafael Tó Chiyal  
Director de -DMSAN-  
Santa Clara La Laguna, Sololá



*Fostaleciendo la Economía Familiar*

*La Tierra del Canasto*

Fuente: municipalidad Santa Clara la Laguna, 2018.  
Figura 27A. Oficio de verificación de trabajo realizado en vivero de Santa Clara La Laguna.

### **3.5 SERVICIO 3: ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL SEGUIMIENTO Y CAPACITACIÓN A BENEFICIARIOS DE INCENTIVOS FORESTALES PINPEP DURANTE LA FASE II DEL PPRCC.**

#### **3.5.1 Presentación**

Durante la fase II del proyecto de paisajes, PPRCC, se desarrolló un proyecto cuyo objetivo era aumentar las áreas con vocación forestal, a través de la identificación de pobladores de pequeñas tierras que tuvieran bajo su posesión tierras con vocación forestal; a los pobladores identificadores se les asistió para la inscripción de sus áreas al programa de incentivos forestales para poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal (PINPEP), para ello se realizó el levantamiento de la información pertinente para generar un expediente de ingreso a dicho programa, los archivos fueron ingresados en marzo del año 2019.

Partiendo de lo anterior durante el ejercicio profesional supervisado y en cumplimiento del compromiso adquirido con PPRCC, se inició con un pequeño proyecto de asistencia técnica a aquellos beneficiarios que hayan calificado o con potencialidad para ingresar al programa PINPEP, esto con el objetivo de compartir con ellos los conocimientos básicos para el mantenimiento de sus bosques de manera adecuada, a través de seguimientos personales y a través del desarrollo de talleres con la colaboración de CONAP.

Como primera meta del pequeño proyecto, la asistencia a través de talleres tuvo como objetivo, asegurar el incentivo anual que el Instituto Nacional de Bosques (INAB) emite tras la inscripción de los beneficiarios al programa PINPEP, a través de esto se pretendía asegurar la consolidación de la protección y mantenimiento de estas áreas como piezas importantes para aumentar la resiliencia de los paisajes forestales de Guatemala.

Por último como segunda meta de este servicio se logró sumar 15 ha, tras la inscripción del parque ecoturístico “Corazón del bosque” al programa PINPEP, mismo que pertenece a la asociación “La Guadalupeña”, convirtiéndolo en un referente de procesos de protección y conservación del recurso bosque en el departamento de Sololá y especialmente en los municipios de la parte alta de la cuenca del río Nahualate.

### **3.5.2 Objetivos**

#### **A. Objetivo general**

Dar seguimiento a beneficiarios de incentivos forestales PINPEP del proyecto de paisajes PPRCC, dentro de los municipios de Santa María Visitación y Santa Lucía Utatlán, Sololá, Guatemala.

#### **B. Objetivos específicos**

1. Fortalecer los conocimientos de los pobladores beneficiarios del programa PINPEP, identificados por el PPRCC durante la fase II del proyecto, a través del desarrollo de talleres para asegurar la protección de los bosques dentro del municipio de Santa María Visitación.
2. Ingresar el parque ecoturístico “Corazón del bosque”, al programa PINPEP, fortaleciendo su sostenibilidad para el cuidado y protección de sus recursos naturales.

### **3.5.3 Metas**

1. Siete talleres impartidos a beneficiarios del programa para poseedores de pequeñas tierras con vocación forestal o agroforestal PINPEP, identificados por el proyecto de paisajes PPRCC, en el municipio de Santa María Visitación, Sololá.
2. Inscripción de 15 ha del parque ecoturístico “Corazón del bosque”, dentro del incentivo forestal PINPEP.

### **3.5.4 Materiales y equipo**

- Salón municipal.
- Computadora.
- Proyectos.
- Listas de asistencia.
- Automóvil.
- GPS.
- Software de georreferenciación.
- Cinta métrica.
- Hipsómetro.
- Boletas de campo.
- Formulario de inscripción al programa PINPEP.

### **3.5.5 Metodología**

#### **A. Talleres a beneficiarios PINPEP**

- Para iniciar con los talleres, se inició con un reconocimiento y ubicación de los pobladores que habían sido beneficiados con el levantamiento de información de su bosque para ingreso al programa PINPEP. El primer acercamiento fue durante la presentación y entrega de los documentos generados por otras consultorías del PPRCC, esto durante el mes de marzo.
- Después del primer acercamiento, se realizó una reunión de presentación de propuesta y metas que se deseaban alcanzar con el desarrollo de los talleres.
- Teniendo entendido que el objetivo era el fortalecimiento de los conocimientos de los beneficiarios del programa para asegurar la protección del recurso bosque del municipio de manera permanente, se iniciaron los procesos de acompañamiento interinstitucional, coordinando el desarrollo de talleres con el Instituto Nacional de Bosques (INAB).
- El apoyo y acompañamiento para el desarrollo de los talleres, fue dado al exponer la solicitud de apoyo a la sub regional de CONAP, Sololá; esta a su vez fue trasladada al INAB, con quienes se coordinó directamente cada taller.
- Los talleres fueron calendarizados según la oportunidad de tiempo de los pobladores y de técnicos involucrados.
- Los talleres fueron llevados a cabo en el salón municipal del Santa María Visitación, para lo cual se obtuvo el apoyo de la unidad de gestión ambiental (UGAM), del municipio, mientras que los equipos audiovisuales fueron obtenidos en coordinación con PPRCC.
- Los talleres tuvieron dos momentos, un tiempo explicativo de las generalidades del tema y sus consideraciones y un segundo momento de práctica del tema en los bosques de los beneficiarios.

#### **B. Inscripción del parque “Corazón del bosque” en el programa PINPEP**

##### **a. Coordinación con equipo de trabajo**

- Se inició el proceso de inscripción del parque con el acercamiento a los representantes legales de la asociación “La Guadalupana”, por ser los poseedores del parque bajo la de tierras comunitarias.

- Se presentó el plan de trabajo, así como los compromisos y beneficios de la inscripción del área al programa PINPEP.
- El trabajo de levantamiento de información en campo se realizó a través de una boleta de campo diseñada para cumplir con las necesidades del área.
- El levantamiento de información en campo se hizo con la coordinación y colaboración de los trabajadores del parque; la categoría seleccionada bajo los lineamientos de los formularios dispuestos por INAB, fue para “bosque natural con fines de protección”.

#### **b. Trabajo en campo**

- Se levantó un polígono base, a través de la toma de coordenadas de los límites legales del área para la proyección del área de interés para protección.
- Se establecieron los puntos de muestreo de manera sistemática a través del polígono delimitado.
- Se levantó información en nueve parcelas circulares de 1,000 m<sup>2</sup> para obtener una intensidad de muestreo de 6 %.
- Las variables obtenidas en cada parcela fueron, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura (H), volumen y área basal; estas variables fueron obtenidos por especie arbórea dentro de cada parcela.
- El recorrido a través de las parcelas permitió la observación de características de los recursos hidrológicos y características topográficas del lugar.

#### **a. Elaboración de solicitud de inscripción**

- Se recopiló la información general de las características biológicas y ambientales del área.
- Fueron llenados los formularios de inscripción del instituto nacional de bosques (INAB).
- Los documentos integrados de la solicitud con los formularios respectivos fueron entregados al consejo nacional de áreas protegidas (CONAP) en Sololá, pues es el ente encargado de proceso de evaluación y rectificación de la solicitud en el departamento.

### **3.5.6 Resultados**

#### **A. Alcance de Metas en el desarrollo de talleres a beneficiarios PINPEP**

Se desarrollaron siete talleres de capacitación para los beneficiarios de PINPEP, estos talleres tuvieron como objetivo el fortalecimiento de los conocimientos sobre la protección de sus bosques y asegurar así la sostenibilidad de los mismos, en Santa María Visitación. En el cuadro 56, se detalla cada uno de los talleres y los temas abarcados durante los mismos.

A pesar de haberse podido desarrollar el 100 % de los talleres, es importante mencionar, que el alcance práctico de estos se vio limitado por la falta de acompañamiento interinstitucional. Por lo tanto se recalca la importancia de la presencia de las entidades rectoras de temas forestales, esto no solo reafirmaría la formalidad de cada taller si no que permitiría la exposición de limitantes y carencias que los beneficiarios presentan para poder mantener las áreas forestales protegidas

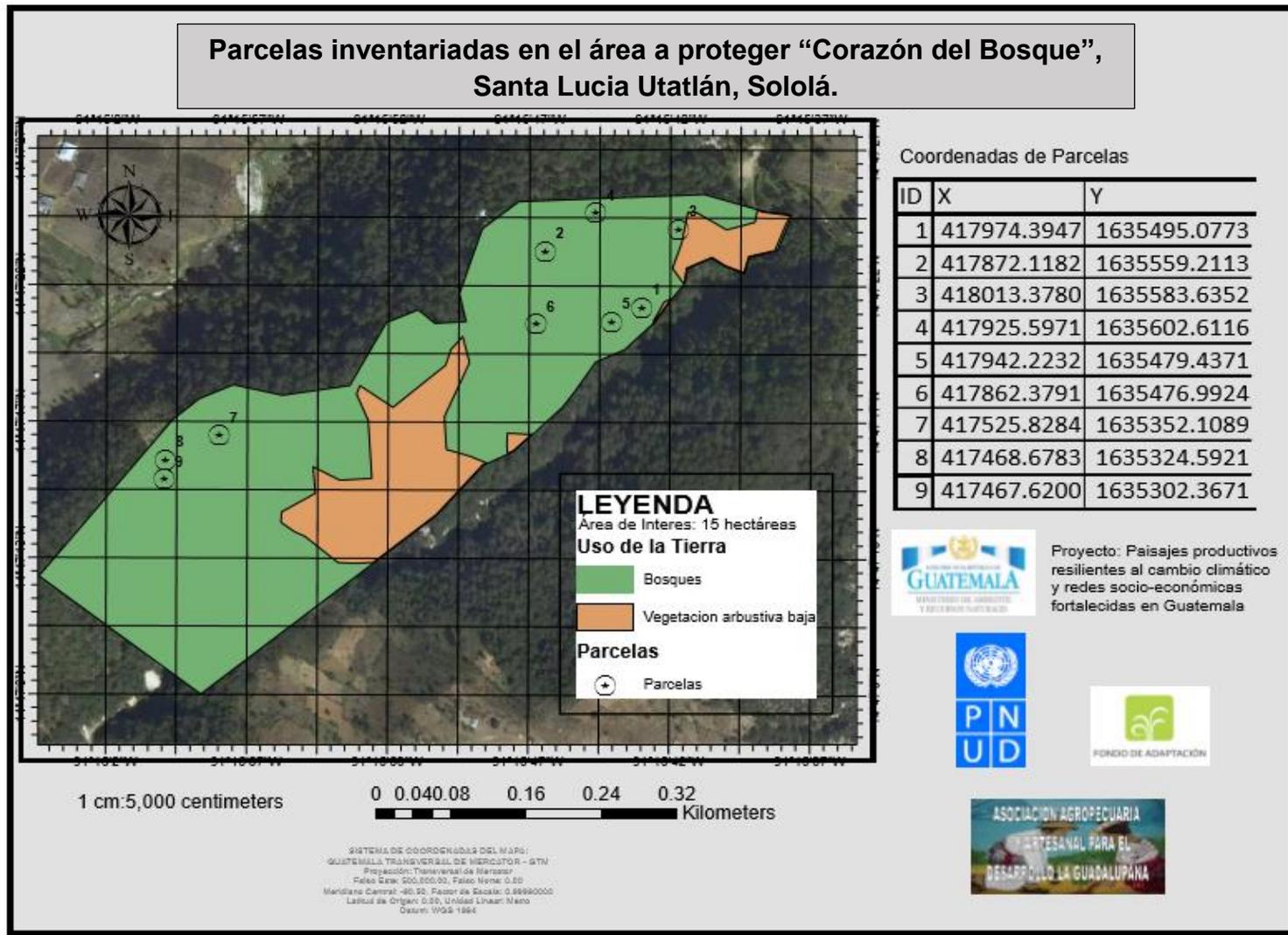
Cuadro 55. Resultados alcanzados durante el desarrollo de capacitaciones a beneficiarios PINPEP.

RESULTADOS ALCANZADOS						
Capacitaciones a beneficiarios de incentivos forestales, Santa María Visitación, Sololá						
Empoderamiento para las buenas prácticas de manteamiento y manejo para la protección de áreas con incentivo forestal "PINPEP"						
No.	Talleres	Temas	Actividad	Meses	Participantes	Resultados alcanzados
1.	PINPEP	1. Derechos. 2. Obligaciones. 3. Institución responsable de su emisión y monitoreo.	1. Presentación: PINPEP (20 min). 2. Práctica importancia del bosque beneficiario-facilitador (30 min). 3. Conclusiones (20 min).	Mayo	1. PPRCC. 2. Beneficiarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los pobladores reconocieron los derechos y obligaciones adquiridos al aceptar ingresar a los incentivos forestales.</li> <li>Los pobladores reconocieron las entidades encargadas de regular los procesos dentro de los incentivos forestales en el departamento de Sololá</li> </ul>
2.	Manejo Integral del Fuego I	1. Vulnerabilidad del bosque (fuego, rondas corta fuego y quemas prescritas).	1. Presentación del tema: el fuero en el bosque (40 min). 2. Interacción beneficiario-facilitador (40 min) (material visual).	Mayo	1. PPRCC. 2. Beneficiarios. 3. INAB.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los pobladores reconocieron la importancia del fuego en sus bosques y las medidas de protección generales para evitar incendios y por ende la pérdida del incentivo forestal.</li> </ul>
3.	Manejo integral del fuego II	1. Barreras corta fuero.	1. Presentación del tema: brechas o barreras corta fuero (40 min). 2. Práctica en campo: bosques de beneficiarios.	junio	1. PPRCC. 2. Beneficiarios. 3. CONAP. 4. INAB.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empoderamiento de beneficiarios y pobladores del municipio sobre el manejo protección eficaz contra incendios forestales</li> <li>Intercambio de ideas y conocimientos entre beneficiarios e instituciones.</li> </ul>
4.	Vigilancia y monitoreo de plagas forestales I	1. Rotulación del área.	1. Presentación del tema: rotulación y puntos de interés dentro del área. (30 min) 2. Práctica en campo: bosques de beneficiarios	Julio	1. PPRCC. 2. Beneficiarios. 3. INAB.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los beneficiarios evaluaron y reconocieron los puntos débiles y prioritarios de sus bosques.</li> </ul>

5.	Vigilancia y monitoreo de plagas forestales II	1. Monitoreo de plagas y enfermedades forestales.	1. Presentación del tema: plagas y enfermedades (30 min) 2. Práctica en campo: bosques de beneficiarios	Agosto	1. PPRCC. 2. Beneficiarios. 3. INAB.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los beneficiarios reconocieron las potenciales plagas y/o enfermedades a las que pueden ser vulnerables en sus bosques y las acciones necesarias para evitarlas o bien erradicarlas.</li> </ul>
6.	Silvicultura I	1. Podas, raleos.	1. Práctica en campo: bosques de beneficiarios	Septiembre	1. PPRCC. 2. Beneficiarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los beneficiarios fortalecen sus conocimientos sobre el mantenimiento adecuado de los bosques para su protección sostenible</li> </ul>
7.	Silvicultura II	1. Limpieza del bosque.	1. Práctica en campo: bosques de beneficiarios 2. Intercambio de conocimientos y conclusiones de los logros alcanzados durante los talleres compartidos.	Octubre	1. PPRCC. 2. Beneficiarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los beneficiarios fortalecen sus conocimientos sobre el mantenimiento adecuado de los bosques para su protección sostenible</li> </ul>

## **B. Inscripción del parque “Corazón del bosque” en el programa PINPEP**

- El polígono obtenido de la obtención de coordenadas en campo dentro del parque ecoturístico “Corazón del bosque”, proyectó un área de 15 ha. Con dichas coordenadas se desarrolló un mapa base para la georreferenciación del área (figura 28).
- La información obtenida en nueve parcelas de muestreo, fue plasmada en los formularios para la solicitud de ingreso de INAB, con el objetivo de inscribir el área bajo la modalidad de “bosques de protección”.
- La información fue entregada formalmente a los representantes legales de la asociación “La Guadalupeña”, como poseedores del parque y se reunieron los requisitos legales solicitados para el ingreso de la solicitud al CONAP, como ente encargado del proceso en Sololá.
- El documento para solicitar la aprobación del incentivo fue entregado a las oficinas de CONAP a espera de las rectificaciones correspondientes durante el año 2020 (figura 29A.).



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 28. Mapa del área para solicitud de incentivo forestal PINPEP, del parque “Corazón del bosque”.

### 3.5.7 Anexos

Cuadro 56A. Fotografías recopiladas durante los talleres a beneficiarios PINPEP.

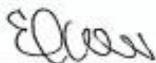
		
<p>Primer taller: manejo adecuado del bosque.</p>		
		
<p>Segundo taller: manejo integrado del fuego.</p>		
		
<p>Tercer taller: manejo integrado del fuego.</p>		
		
<p>Cuarto y quinto taller: rotulado y monitoreo de plagas y enfermedades forestales.</p>		

**VENTANILLA ÚNICA ALTIPLANO CENTRAL DEL CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS  
PROTEGIDAS, CONAP. DIEZ Y SEIS CALLE SEIS GUIÓN VEINTINUEVE ZONA DOS  
BARRIO SAN BARTOLO SOLOLÁ.**-----

Guatemala, 16 de julio de 2018

**RESOLUCIÓN DE TRÁMITE FORESTAL No. 200/2018.**

I) Con el formulario de solicitud que antecede y documentos adjuntos, iniciase la formación del expediente respectivo al PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES PARA POSEEDORES DE PEQUEÑAS EXTENSIONES DE TIERRA DE VOCACION FORESTAL O AGROFORESTAL -PINPEP- presentado por **MANUEL TRINIDAD AJU SAQUIMUX** Representante Legal II) Se tienen por presentados los documentos relacionados, descritos en el formulario de solicitud III) cumplidos todos los requisitos se admite para su trámite la solicitud del expediente de PINPEP IV) El presente expediente se identifica con el número **2018-57124** V) El solicitante está de acuerdo a recibir notificaciones por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- al correo electrónico: perquisuramzonadeltosque@gmail.com 77234140 VI) Concluido el trámite de revisión, remítase el expediente a la Asesoría Jurídica para su debido diligenciamiento. VII **NOTIFÍQUESE**-----



Ventanilla Única

Original Expediente  
Copia Usuario

  
Solicitante

**CODIGO ASIGNADO:**

DIRECCION REGIONAL ALTIPLANO CENTRAL  
**CONAP**

R 16/07/2018  
 F.: Evelyn Hora: 9.11



**Fecha de Ingreso Delegación Regional:**

**FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE TRÁMITE ANTE CONAP**

**1. IDENTIFICACIÓN:**

Nombre de la persona individual o jurídica, interesada: Asociación Agrupadora y Artesanal para el Desarrollo LA GUADALUPANA

Nombre del Representante Legal, Director o Propietario: Manuel Trinidad Ajú Saquimux

Cédula de Vecindad No. 211876693170904 Nacionalidad: Guatemalteco

Persona extranjera Pasaporte #: \_\_\_\_\_ País residencia: Guatemala

Tipo de Visa: \_\_\_\_\_ No. de Visa: \_\_\_\_\_ Extendida en: \_\_\_\_\_

Fecha emisión de Visa: 1/1 Fecha de Vencimiento: 1/1

Dirección en Guatemala: Aldea El Novillero, Sta. Lucía Utatlán Sololá

Dirección Permanente: Aldea El Novillero, Sta. Lucía Utatlán, Sololá

Nos. de teléfonos para contactar: 5306 8264 77234140

Nos. De fax: \_\_\_\_\_ No. Teléfono Celular: \_\_\_\_\_

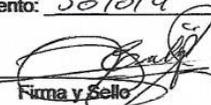
Email: parquecorazondelbosque@gmail.com Si no tiene dirección establecida indicar forma de contactarlo: \_\_\_\_\_

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD**

Lugar donde se desarrollará la actividad:

Área Protegida: RUMCHA; NO

Municipio: Sta. Lucía Utatlán Departamento: Sololá

Erik Rubén Ucajón Pérez  
 Nombre Técnico Profesional Regente  Firma y Sello

Manuel Trinidad Ajú Saquimux  
 Nombre del Propietario o Representante Legal  Firma y Sello

Manuel Trinidad Ajú Saquimux  
 Nombre del Solicitante  Firma y Sello

Ciudad: Sololá Día: 16 mes: 07 2018

Fuente: Corazón del bosque, 2018.

Figura 29A. Ingreso de solicitud PINPEP, realizada para el parque ecoturístico “Corazón del bosque”

### 3.6 CONCLUSIONES

1. Fueron ingresados a ventanilla única pendientes de rectificación ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), para su inscripción como parques regionales municipales el sistema guatemalteco de áreas protegidas (SIGAP), los expedientes de los parques Atimbla y Chocoy, en el municipio de Santa Lucia Utatlán, sin embargo, el parque Chocoy abaj, no pudo tener continuidad de asistencia por parte del PPRCC, debido al desinterés de la municipalidad de Nahualá para responder a las enmiendas solicitadas por CONAP para su rectificación en campo. Por último, en el parque Cascadas Don Domingo las rectificaciones y enmiendas no pudieron ser concluidas por problemas legales de tenencia de la tierra.
2. Se desarrollaron cuatro talleres de capacitación e intercambio de información en cada vivero municipal, en Santa Clara La Laguna se coordinaron las actividades de cada taller con la colaboración de la comisión de ambiente y fueron ingresadas trece especies para su diversificación; por otro lado en Santa Lucia Utatlán solamente se coordinaron las actividades con un técnico viverista, lo cual limitó el alcance de los intercambios de información y se ingresaron catorce especies para su diversificación.
3. Se desarrollaron siete talleres dirigidos a los beneficiarios del programa PINPEP, identificados por el PPRCC durante el año 2018, con lo cual se fortalecieron los conocimientos para los mismos para poder encargarse de la protección y mantenimiento de los bosques del municipio de Santa María Visitación aumentando la resiliencia de los paisajes forestales de la cuenca de río Nahualate.

Como parte de la asistencia se logró el ingreso a CONAP de un expediente para solicitar la inscripción de 15 ha al programa de incentivos forestales PINPEP; esta área pertenece al parque ecoturístico “Corazón del bosque”, en el municipio de Santa Lucia Utatlán, lo cual permite el impulso del área como un referente de procesos de protección y conservación del recurso bosque en el departamento de Sololá y especialmente en los municipios de la parte alta de la cuenca del río Nahualate.

### 3.7 RECOMENDACIONES

1. Para asegurar la consolidación de los parques identificados, es necesaria la planificación de los procesos con los involucrados legales, puesto que esto permite dar a conocer tanto las obligaciones de los beneficiarios como los derechos que adquieren al aceptar ser parte del sistema guatemalteco de áreas protegidas (SIGAP); la planificación desde la toma de datos en campo para la creación de los expedientes, hasta el ingreso de este a la entidad responsable de las gestiones dentro de cada municipio asegura una homologación de información entre las partes interesadas o involucradas lo que facilita las rectificaciones, verificaciones y enmiendas para la consolidación de la inscripción.
2. La diversidad de especies, así como la presencia de técnicos informados y capacitados para el manejo adecuado de dichas especies dentro de los viveros municipales fortalece el conocimiento de los pobladores de dichos municipios; por tanto, es importante que se vele por el buen funcionamiento de estos viveros, estas actividades deben tomarse en cuenta por las organizaciones o instituciones cuyo fin sea aumentar la resiliencia de los paisajes forestales. Es recomendable que las prácticas de capacitación o intercambio sean calendarizadas de tal forma que se asegure la renovación y actualización de una manera continua.
3. Las organizaciones e instituciones destinadas a la protección de los recursos naturales deben prestar atención a los dueños de pequeñas áreas de vocación forestal, pues son estos quienes se encuentran en los sitios de interés y pueden asegurar el velar constantemente estos recursos; por lo tanto, es importante un acercamiento permanente con estos tanto para fortalecer sus conocimientos como para crear una línea de acción que consolide los esfuerzos investidos por las instituciones para proteger el recursos natural de Guatemala.