

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO
INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN
EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

CARLOS EDUARDO MELGAR DE LEÓN

Guatemala, mayo 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO
INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN
EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.”**

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

POR

CARLOS EDUARDO MELGAR DE LEÓN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, mayo 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR EN FUNCIONES

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Br. Carmen Aracely García Pirique
VOCAL V	P. Agr. Mynor Fernando Almengor Orenos
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Guatemala, mayo 2022

Guatemala, mayo de 2022

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

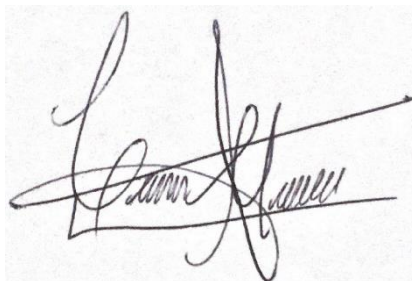
Honorables miembros:

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: **“DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Eduardo Melgar de León', written over a light gray rectangular background.

CARLOS EDUARDO MELGAR DE LEÓN

ACTO QUE DEDICO

A Dios

Por ser pilar fundamental en mi vida y la base de mi fe y amor puesto en cada etapa de mi formación en la universidad.

A MIS PADRES

Sandra de León y Billy Melgar, por su apoyo incondicional en todo momento y por ser un refugio de amor, paz y confianza en mis momentos más difíciles y darme ese aliento para alcanzar esta meta que gracias a ellos lo he logrado.

A MIS ABUELOS

Marco Antonio Melgar (QEPD), Julia Hernández de Melgar, Luz María de León (QEPD) y Luis de León (QEPD), por ser un ejemplo de amor y sobre todo los mejores consejos de vida que son parte de mí diariamente. Este logro lo comparto con mis ángeles en el cielo.

A MIS HERMANAS

Esteyssy Melgar y Elisa Melgar, por ser luz y vida en los momentos que más las he necesitado y por el amor y confianza que me brindan siempre. Este logro es de nosotros tres mis vidas.

A MI SOBRINA

Camila Valentina, por ser mi mayor alegría todos los días y que con una simple sonrisa me da felicidad y paz. Eres mi amor mi chiquita, este logro es de nosotros.

A MIS PRIMOS

Andrea, Isabel, Sonia, Marisol, Manuel, Isis, Horacio, Harry Zuly, Guillermo y Silvia. Por su apoyo, consejos y por ese cariño que tenemos y la confianza que han depositado en mí.

A MIS TÍOS

Carlos Mota (QEPD), Alejandrina de Mota, Byron de León, Eluvia de de León, Lucrecia de Melgar, Oswin Melgar, Mynor Girón, Elda de Girón y Nora Ramírez. Por ser mis segundos padres, ejemplo de perseverancia y de amor sincero y por los consejos que son parte de mi vida. Los quiero mucho.

A MIS AMIGOS

A cada uno de los que estuvieron desde el principio, a los que por alguna razón tomaron caminos distintos. Pero especialmente a Lilibeth Franco, Víctor Aldana, Luis Méndez y Francisco Gómez, por ser compañeros de estudio que en el camino de nuestra formación nos volvimos hermanos. A Emilio Santizo y Rubén García por sus palabras de aliento y la confianza. A mis amigos del EPS, Ardany Villatoro, Sofía Martínez, Silvia Toc, Marcos Corzo, Miguel Culum, Jorge Montiel, Emilio Rivera, Manolo de León y Alfredo Sancoy, gracias por la ayuda que en su momento fue fundamental para el desarrollo de mis actividades y apoyo en todo momento.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

Por acompañarme cada día de mi vida y por darme sabiduría, paz y fe.

MIS PADRES

Sandra de León y Billy Melgar, los amores de mi vida.

MIS HERMANAS Y MI SOBRINA

Esteyssy, Elisa y mi Valentina. Las amo.

Guatemala

Por ser mi patria querida.

USAC

Por ser la gloriosa universidad que me brindó educación.

FAUSAC

Por brindarme las herramientas necesarias y formarme como profesional.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI FAMILIA

Mis padres que en todo momento me brindaron su apoyo incondicional. A mis tíos con sus valiosos consejos y apoyo en todo momento.

MI ASESOR

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona, por su valiosa ayuda y consejos brindados en el transcurso del desarrollo de la investigación.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Ernesto Yac, por su apoyo en todo momento y en el desarrollo de todas las etapas del EPS.

MIS CATEDRÁTICOS

Por el valioso don de la enseñanza, ayuda, consejos y sobre todo la amistad.

SAN MARCOS LA LAGUNA

A la comuna del municipio, por abrirme las puertas de la organización y brindar las herramientas necesarias para contribuir a la sociedad con los proyectos realizados en el transcurso del EPS.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN Y ESTADO DEL AGUA, EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA C.A.	3
1.1. PRESENTACIÓN	4
1.2. OBJETIVOS	6
1.3. Objetivo general	6
1.4. Objetivo específico	6
1. Identificar los usos del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna. 6	
2. Conocer el tipo de tratamiento que la municipalidad de San Marcos La Laguna aplica al recurso hídrico para el uso doméstico.	6
3. Determinar y priorizar las problemáticas que causa la contaminación y afecta al recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.	6
1.5. MARCO REFERENCIAL	7
1.6. METODOLOGÍA.....	9
1.6.1. Fase I. Reconocimiento de campo	9
1.6.2. Visita de Campo	9
1.6.3. Consulta a fuentes secundarias.....	9
1.6.4. Fase II. Diagnóstico participativo	9
1.6.5. Consulta a fuentes primarias	9
1.6.6. Fase III: Jerarquización de problemas	10
1.7. RESULTADOS	11
1.7.1. Usos del recurso hídrico	11
1.7.2. Formas de mantenimiento del agua	12
A. Tratamiento de aguas residuales.....	12
B. Recolección de residuos y desechos sólidos.....	13
C. Generación y tratamiento de residuos y desechos sólidos	14
1.7.3. Descripción y jerarquización de la problemática	16
1.7.4. Problemas identificados en el Municipio de San Marcos La Laguna.....	21
1.8. CONCLUSIONES.....	24
1.9. BIBLIOGRAFÍA	25
1.10. ANEXOS	26

CONTENIDO	PÁGINA
2. CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.....	28
2.1. PRESENTACIÓN	29
2.2. MARCO TEÓRICO	31
2.2.1. Marco conceptual	31
A. Recursos hídricos.....	31
B. El agua, como uno de los elementos que constituyen el subsistema natural	32
C. Razones para una crisis del agua.....	33
D. El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente	34
E. Importancia de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) para el agua y saneamiento	34
F. Procesos y recursos climáticos.....	36
G. Ecosistemas naturales e intervenidos.....	37
H. Suelos	37
I. Conflictos del uso de la tierra	39
a. Potencial uso de la tierra	39
b. Uso actual de la tierra.....	39
c. Conflictos de uso del suelo	40
J. Cobertura y uso de la tierra	40
K. Cobertura forestal.....	41
a. Bajo protección.....	41
b. Tipos de bosque de acuerdo a su fisionomía, comunidades vegetales y fauna asociada	41
L. Servicios.....	42
M. Otros servicios básicos institucionales.....	44
a. Tratamiento de aguas residuales.....	44
b. La necesidad de un plan de manejo integral del recurso hídrico.....	44
c. Usos y aprovechamientos del agua	45
d. Sistemas municipales de prestación de los servicios de agua potable y aguas residuales	46
e. Hallazgos de la contribución del agua a la economía	47

CONTENIDO	PÁGINA
f. Hallazgos sobre las externalidades del aprovechamiento de las aguas.....	47
g. Hallazgos sobre la gestión y gobernabilidad del agua	48
h. Orientaciones para la protección del bien natural hídrico	49
2.2.2. Marco referencial	49
A. Demografía.....	52
B. Recarga hídrica natural	54
C. Aprovechamiento del recurso hídrico.....	54
a. Consumo humano	54
2.3. OBJETIVOS	55
2.3.1. Objetivo general	55
2.3.2. Objetivos específicos.....	55
2.4. METODOLOGÍA.....	56
2.4.1. Aspecto socioeconómico	56
A. Demografía.....	56
○ Nivel de ingresos económicos.	56
○ Educación.....	56
▪ Idiomas.....	56
▪ Migraciones.	56
▪ Organización social.	56
○ Actividades productivas.	57
○ Servicios.....	57
2.4.2. Problemas relacionados con el estado del recurso hídrico	59
A. Fase I: reconocimiento de campo.....	59
a. Visita de campo	59
b. Consulta a fuentes primarias y secundarias	59
c. Fase II: diagnóstico participativo.....	59
d. Definición del tamaño de la muestra.....	59
B. Fase III: jerarquización de problemas	60
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
2.5.1. Características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá	64

CONTENIDO	PÁGINA
A. Demografía.....	64
a. Población total.....	64
b. Población económicamente activa	64
c. Población por edades y género	64
B. Educación.....	65
C. Idiomas.....	66
D. Organización social	67
a. Consejo Comunitario de Desarrollo	67
b. Cooperativas	67
E. Tenencia de la tierra.....	67
F. Actividades productivas	68
G. Servicios.....	68
a. Salud	68
b. Agua.....	69
c. Sistema de tratamiento de aguas servidas	71
d. Recolección de residuos y desechos sólidos.....	71
e. Generación y tratamiento de residuos y desechos sólidos	72
f. Drenajes	74
g. Vías de acceso	74
h. Tecnología de producción	75
2.5.2. Problemas relacionados con el estado del recurso hídrico	75
A. Resultados del diagnóstico participativo realizado a habitantes de los barrios I, II y III del municipio de San Marcos La Laguna.....	75
a. Servicio de agua.....	75
b. Suministro de agua.....	76
c. Actividades en las que se utiliza el recurso hídrico	76
d. Uso del agua para consumo propio en viviendas	76
e. Acceso a agua mediante la compra a dispensarios	76
f. Purificación del agua en viviendas.....	76
g. Presencia de drenaje en viviendas	77
h. Destino de los desechos líquidos	77
i. Sistema de desechos fecales	77

CONTENIDO	PÁGINA
j. Pago por servicio de agua en el municipio de San Marcos La Laguna	77
k. Norma sobre el uso del agua en el municipio	77
l. Escases de agua en el municipio	78
m. Método de almacenamiento de agua	78
n. Presencia de contador de agua potable	78
o. Lugar de abastecimiento de agua potable del municipio	78
2.5.3. Identificación de los problemas relacionados con la contaminación y estado del recurso hídrico	79
2.5.4. Procesos de potabilización en el funcionamiento de la red de abastecimiento de agua para la población del municipio de San Marcos La Laguna.....	84
A. Cobertura de la principal fuente de agua para abastecimiento del municipio de San Marcos La Laguna.....	84
2.5.5. Toma de caudales a las cajas reunidoras de caudales en la parte alta de la microcuenca San Marcos La Laguna.....	85
A. Situación de los servicios de agua en el municipio	87
a. Cobertura de los servicios	88
2.5.6. Plan para la conservación del recurso hídrico	89
A. Introducción.....	89
B. Visión	90
C. Valores de conservación	90
D. Amenazas a los valores de conservación	91
E. Programas, objetivos y proyectos estratégicos	92
a. Programa de saneamiento ambiental	92
i. Proyectos estratégicos	92
A. Programa de administración ambiental municipal.....	93
a. Proyectos estratégicos	93
b. Matrices de marco lógico.....	93
c. Anexo: fundamento legal y político	101
i. Legislación nacional	101
ii. Acuerdos y convenios internacionales	101
iii. Fundamento político guatemalteco	102
2.6. CONCLUSIONES.....	103

CONTENIDO	PÁGINA
2.7. RECOMENDACIONES.....	104
2.8. BIBLIOGRAFÍA	105
2.9. ANEXOS	108
2.9.1. Boleta utilizada para la realización del diagnóstico participativo dirigido a habitantes de los barrios I, II y III del municipio de San Marcos La Laguna.....	108
2.9.2. Resultados de análisis bacteriológicos	110
3. CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA.....	112
3.1. Presentación	113
3.2. Servicio 1. Propuesta de una política municipal ambiental en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.	115
3.2.1. Objetivos	115
A. Objetivo general	115
B. Objetivos específicos.....	115
3.2.2. Metodología.....	115
A. Revisión bibliográfica y observaciones realizadas en campo.....	115
B. Análisis de las propuestas identificadas para la solución de la problemática principal	116
C. Redacción de la propuesta de la política municipal ambiental	116
3.2.3. Resultados	117
A. Identificación del problema	117
B. Soluciones viables al problema	118
C. Propuesta de la política municipal ambiental.	118
a. Introducción.....	118
b. Antecedentes	119
i. Marco Legal.....	119
ii. Marco institucional	120
iii. Legislación nacional	121
iv. Políticas públicas.....	122
D. Marco de referencia.....	124
a. Ubicación geográfica	124
b. Uso actual del suelo	125

CONTENIDO	PÁGINA
c. Intensidad de uso del suelo	126
d. Organización actual del territorio	126
e. Equipamiento urbano	128
f. Orientación del municipio	129
g. Pendiente del municipio.....	130
E. Situación sobre los recursos naturales	131
a. Índice de vegetación.....	131
b. Incremento de incendios forestales	132
c. Bajo nivel de vida de la población local	132
d. Servicios eco sistémicos.....	133
e. Aves	134
f. Clima	135
g. Fuentes de agua.....	136
h. Basureros no autorizados	137
F. Componentes de la política municipal ambiental	138
a. Visión	138
b. Principios.....	138
c. Holístico	138
d. Equidad biosférica	138
e. Responsabilidad	138
f. Coexistencia	139
g. Sostenibilidad	139
h. Perfectibilidad	139
i. Interculturalidad	139
j. Respeto al patrimonio cultural y diversidad biológica.....	139
k. Solidaridad	140
l. Equidad de género	140
G. Objetivos	141
a. Objetivo General.....	141
H. Objetivos Específicos	141
I. Actores identificados	142

CONTENIDO	PÁGINA
J. Líneas de política y acciones.....	144
a. Línea de política 1. Educación ambiental formal, no formal e informal.....	144
b. Línea de política 2. Mecanismos de fortalecimiento institucionales que promuevan la educación ambiental	145
c. Línea de política 3. Diversidad cultural y entendimiento intercultural en armonía con la madre tierra.....	146
d. Línea de Política 4. Capacidades técnicas del capital humano enfocadas al ambiente para la adaptación y mitigación al cambio climático	147
K. Indicadores.....	148
L. Implementación, sostenibilidad y monitoreo de la política municipal ambiental ..	148
M. Definiciones Técnicas.....	149
N. Anexo: fundamento legal y político	152
a. Legislación nacional	152
b. Acuerdos y convenios internacionales.....	152
c. Fundamento político guatemalteco	153
3.2.4. Evaluación del servicio	154
3.3. Servicio 2. Manejo de desechos orgánicos a nivel comunitario y familiar en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.	155
3.3.1. Objetivos	155
A. Objetivo general	155
B. Objetivos específicos.....	155
3.3.2. Metodología.....	155
A. Encuestas dirigidas a habitantes del municipio.....	155
B. Capacitaciones teóricas del manejo de desechos orgánicos	155
C. Convocatoria hacia los habitantes de los tres barrios del municipio para la realización de la capacitación práctica.....	156
3.3.3. Resultados	156
A. Manejo de los residuos orgánicos	156
a. Encuesta de desechos orgánicos	156
B. Capacitación de manejo de residuos orgánicos.....	159
C. Implementación de una abonera tipo compost	160
3.3.4. Evaluación del servicio	160

CONTENIDO	PÁGINA
3.4. Servicio 3. Implementación de huertos familiares en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.....	161
3.4.1. Objetivos	161
A. Objetivo General.....	161
B. Objetivos específicos.....	161
3.4.2. Metodología.....	161
A. Encuestas dirigidas a habitantes del municipio dispuestos a establecer huertos familiares	161
B. Implementación del sistema de huertos familiares.....	162
C. Asistencia técnica a huertos establecidos	162
3.4.3. Resultados	162
A. Diagnóstico dirigido a familias del barrio I, II y III del municipio.	162
B. Implementación de sistemas alimentarios	167
C. Monitoreo de los huertos establecidos en el municipio	167
3.4.4. Evaluación del servicio	168
3.5. BIBLIOGRAFÍA	169
3.6. ANEXOS	171
3.6.1. Encuesta de desechos orgánicos dirigido a habitantes del municipio de San Marcos La Laguna.....	171
3.6.2. Diagnóstico de la disponibilidad de insumos y tierra para el establecimiento de huertos familiares.	172

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Fuente principal de agua para consumo.	11
Cuadro 2. Servicios básicos de las viviendas.	11
Cuadro 3. Sistemas de abastecimiento de agua.	12
Cuadro 4: Generación de aguas residuales en el municipio de San Marcos la Laguna.	13
Cuadro 5: Forma principal de eliminación de los residuos y desechos sólidos de los hogares del municipio de San Marcos la Laguna.	13
Cuadro 6. Generación de residuos y desechos sólidos.	14
Cuadro 7. Infraestructura en los sistemas de manejo de los residuos y desechos sólidos.	15
Cuadro 8. Problemas identificados de la contaminación y estado del agua.	16
Cuadro 9. Escala de priorización de problemas.	17
Cuadro 10. Matriz de priorización de problemas identificados.	18
Cuadro 11. Series de suelos presentes en el municipio de San Marcos La Laguna.	38
Cuadro 12. Uso del suelo en el municipio de San Marcos La Laguna.	39
Cuadro 13. Leyenda de cobertura y uso de la tierra, San Marcos La Laguna.	41
Cuadro 14. Servicios básicos de las viviendas del municipio de San Marcos La Laguna.	42
Cuadro 15. Sistemas de abastecimiento de agua en el municipio de San Marcos La Laguna.	42
Cuadro 16. Número de fincas censales.	43
Cuadro 17. Número de fincas censales por fuente de agua.	43
Cuadro 18. Generación de aguas residuales en el municipio de San Marcos La Laguna.	44
Cuadro 19. Evolución y tasas de crecimiento de la población en el municipio de San Marcos La Laguna.	52
Cuadro 20. Características demográficas del municipio de San Marcos La Laguna.	53
Cuadro 21. Fuente principal de agua para consumo.	53
Cuadro 22. Resumen de la metodología del plan de trabajo.	62
Cuadro 23. Población por edad y género del municipio de San Marcos La Laguna.	65
Cuadro 24. Población de cuatro años o más por nivel y grado más alto aprobado.	66
Cuadro 25. Población de cuatro años o más por idioma en el que aprendió a hablar.	66
Cuadro 26. Morbilidad prioritaria.	69
Cuadro 27. Fuente principal de agua para consumo.	69
Cuadro 28. Servicios básicos de las viviendas del municipio de San Marcos La Laguna.	70
Cuadro 29. Sistemas de abastecimiento de agua en el municipio de San Marcos La Laguna.	70
Cuadro 30. Generación de aguas residuales en el municipio de San Marcos La Laguna.	71
Cuadro 31. Forma principal de eliminación de los residuos y desechos sólidos de los hogares del municipio de San Marcos La Laguna.	72

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 32. Generación de residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna.....	73
Cuadro 33. Infraestructura en los sistemas de manejo de los residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna.....	73
Cuadro 34. Problemas identificados de la contaminación y estado del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.....	79
Cuadro 35. Escala de priorización de problemas.	80
Cuadro 36. Matriz de priorización de problemas identificados.....	80
Cuadro 37. Caudales tomados en visita de campo al Cerro Papaa.....	86
Cuadro 38. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)...	91
Cuadro 39. Programa de saneamiento ambiental.	93
Cuadro 40. Sub programa del mejoramiento del saneamiento ambiental.	94
Cuadro 41. Matriz de marco lógico del proyecto de sistema de tratamiento de desechos sólidos.....	95
Cuadro 42. Matriz de Marco lógico del proyecto de planta de tratamiento para barrio I y barrio III.....	96
Cuadro 43. Programa de administración ambiental municipal.....	97
Cuadro 44. Sub programa de educación ambiental.	98
Cuadro 45. Matriz de marco lógico del proyecto de reglamentos municipales para el dictamen técnico sobre el manejo adecuado de los recursos naturales.....	99
Cuadro 46. Matriz de marco lógico del proyecto de comunicación y divulgación relacionado con la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en el municipio.....	100
Cuadro 47. Actores identificados para la implementación de la política municipal ambiental.....	142
Cuadro 48. Indicadores del funcionamiento de la línea de política.	148
Cuadro 49. Definiciones técnicas.	149

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación del Municipio de San Marcos La Laguna.	7
Figura 2. Planta de tratamiento de aguas residuales.....	15
Figura 3. Lodos extraídos del proceso de separación de las aguas servidas.	16
Figura 4. Árbol de problemas identificados en el municipio de San Marcos La Laguna..	21
Figura 5. Gráfica de priorización de problemas.	22
Figura 6A. Pozo de captación en el cerro San Marcos.	26
Figura 7A. Drenaje de aguas residuales de la vivienda.	26
Figura 8A. Inspección de un pozo de agua en el Barrio III del municipio de San Marcos La Laguna.....	27
Figura 9. Mapa de ubicación del municipio de San Marcos La Laguna.	51
Figura 10. Resumen metodológico de la determinación de las características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala.....	58
Figura 11. Resumen metodológico del desarrollo del diagnóstico del área de estudio para localizar los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico.....	61
Figura 12. Árbol de causas y efectos de las principales problemáticas existentes en la contaminación y estado del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.....	83
Figura 13. Mapa de la microcuenca San Marcos La Laguna.	85
Figura 14. Toma de caudales en el Cerro Papaa.	86
Figura 15. Mapa del sistema de distribución de agua del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.....	88
Figura 16A. Resultado de análisis bacteriológico.	110
Figura 17A. Resultado de análisis bacteriológico.	111
Figura 18. Identificación de los principales problemas.....	117
Figura 19. Mapa de ubicación geográfica del municipio de San Marcos La Laguna.....	124
Figura 20. Mapa de orientación del municipio de San Marcos La Laguna.	129
Figura 21. Mapa de pendiente del municipio de San Marcos La Laguna.....	130
Figura 22. Mapa de cambios en la vegetación de San Marcos La Laguna.	131
Figura 23. Mapa de ubicación de las fuentes de agua del municipio de San Marcos La Laguna.....	136
Figura 24. Mapa de ubicación de basureros no autorizados del municipio de San Marcos La Laguna.....	137
Figura 25. Porcentaje de personas en encuestadas de los tres barrios del municipio de San Marcos La Laguna.....	156
Figura 26. Porcentaje de la cantidad de personas por viviendas del municipio.	157
Figura 27. Nivel de clasificación de desechos en el municipio de San Marcos La Laguna.....	157
Figura 28. Lugar donde maneja los desechos orgánicos.....	158

FIGURA	PÁGINA
Figura 29.	Espacio para tratar desechos orgánicos.....158
Figura 30.	Disposición a aprender a manejar desechos orgánicos.....159
Figura 31.	Capacitación realizada a habitantes del municipio de San Marcos La Laguna.....159
Figura 32.	Implementación de una abonera tipo compost en la municipalidad de San Marcos La Laguna.....160
Figura 33.	Cantidad de miembros por familia. 162
Figura 34.	Porcentaje de huertos implementados en los tres barrios del municipio. ...163
Figura 35.	Disposición a implementar huertos familiares.....163
Figura 36.	Disponibilidad de área para implementar huertos familiares.....164
Figura 37.	Preferencia de hortalizas a cultivar.....164
Figura 38.	Disponibilidad de herramienta para trabajar en el huerto familiar. 165
Figura 39.	Acceso a semillas.....165
Figura 40.	Disponibilidad de agua para riego del huerto familiar. 166
Figura 41.	Disponibilidad de fuentes de materia orgánica. 166
Figura 42.	Implementación de huertos familiares para el mejoramiento de la seguridad alimentaria.....167
Figura 43:	monitoreo y seguimiento de huertos establecidos en el municipio de San Marcos la Laguna.....168
Figura 44A.	Servicio de manejo de desechos orgánicos. 173
Figura 45A.	Implementación de la abonera tipo compost en la municipalidad de San Marcos La Laguna.....174
Figura 46A.	Capacitación teórica de la creación de composteras en casa y su importancia en la fertilización del suelo.....174
Figura 47A.	Realización de encuestas sobre el manejo de desechos orgánicos a habitantes del municipio.....175
Figura 48A.	Reunión de socialización de la política pública municipal ambiental. 175
Figura 49A.	Reunión de socialización de la política pública municipal ambiental. 176
Figura 50A.	Implementación de huertos familiares.....176
Figura 51A.	Monitoreo de huerto familiar implementado en el municipio. 177
Figura 52A.	Implementación de huertos familiares.....177
Figura 53A.	Mantenimiento del huerto comunitario. 178
Figura 54A.	Implementación de huerto comunal en escuela de preprimaria del municipio de San Marcos La Laguna.....178
Figura 55A.	Implementación de huerto familiar. 179
Figura 56A.	Huerto comunal en la escuela preprimaria del municipio. 179
Figura 57A.	Producción de pilones de diferentes especies para diversificación de huertos familiares.....180

DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se realizó en el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado de febrero a noviembre de 2020, en donde se apoyó a la municipalidad de San Marcos La Laguna en distintas áreas en beneficio de la población.

En el Capítulo I, se presenta el diagnóstico realizado en el municipio de San Marcos La Laguna el cual se basó sobre la contaminación y estado del agua. Se sabe la importancia del agua en todos los lugares como el uso en actividades de agricultura, en hogares y en distintos ámbitos más. El diagnóstico fue de importancia para identificar los usos del recurso hídrico así mismo conocer el tipo tratamiento que aplican al agua para uso doméstico y la determinación y priorización de las problemáticas que causa la contaminación que afectan negativamente al medio ambiente.

En el Capítulo II, se muestra la investigación realizada que se titula “Diagnóstico de agua y saneamiento y propuesta de plan de manejo integral del recurso hídrico”. El desarrollo de la investigación se inició en la determinación de aspectos socioeconómicos, la identificación de los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico por medio de la ejecución de un diagnóstico participativo y la propuesta de un plan de manejo del recurso hídrico. Parte de los resultados obtenidos en dicha investigación se identificó la presencia de una planta de tratamientos de residuos líquidos que presta servicios únicamente al Barrio II del municipio.

Mediante el desarrollo del diagnóstico participativo dirigido a los habitantes de los tres barrios del municipio y la caracterización de los aspectos socioeconómicos se identificaron los problemas relacionados con la contaminación y estado del recurso hídrico resaltando el problema principal que es daños de las actividades antropogénicas del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.

Dentro de los aspectos hídricos, principalmente se identifica que el municipio se abastece del vital líquido de la microcuenca San Marcos La Laguna y abarca los municipios de San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna y Santa Lucía Utatlán. Respecto a la cobertura de servicios de abastecimiento del recurso hídrico se distribuye en los tres barrios del área. Como resultado principal del plan para la conservación del recurso hídrico se identificaron cuatro proyectos con las distintas organizaciones que se piensa son las idóneas para enriquecer dichos procesos que contribuirán a la comunidad para el desarrollo socioeconómico y la conservación del ambiente.

El municipio de San Marcos La Laguna carece de un plan que indique cual es la mejor manera de proteger y aprovechar el recurso hídrico. El municipio posee una gran riqueza natural y es muy importante que se conserve y se de un manejo óptimo de los recursos naturales y es donde se propusieron proyectos para fortalecer la educación ambiental y que los habitantes usen idóneamente los recursos disponibles a su alcance.

En el Capítulo III, se describen los tres servicios realizados en el municipio de San Marcos La Laguna. El primer servicio se denomina “Propuesta de una política municipal ambiental”. Se desarrolló mediante el análisis del contexto actual del área de estudio mediante visitas de campo y consulta de información a la municipalidad, se identificaron y formularon vías de solución al problema identificado y para la fase final se realizó la redacción de la propuesta de la política. Cabe resaltar que una de las soluciones viables es la implementación de educación ambiental en el área.

El segundo servicio realizado se titula “Manejo de desechos orgánicos a nivel comunitario y familiar”. Dicho servicio consistió en la capacitación a los habitantes del municipio sobre el manejo correcto de los desechos orgánicos y como resultado final una capacitación práctica de implementación de una abonera tipo compost en la municipalidad. El tercer servicio ejecutado se denomina “implementación de huertos familiares”. Consistió en la asistencia técnica e implantación de huertos en los hogares para promover la diversidad de alimentos y el fortalecimiento en la capacidad de producción de las familias para un mejor desarrollo de la seguridad alimentaria implementando más de 50 visitas a los distintos sistemas establecidos.

CAPÍTULO I. Diagnóstico de la contaminación y estado del agua, en el municipio de San Marcos La laguna, Sololá, Guatemala C.A.

1.1. PRESENTACIÓN

La importancia del recurso hídrico en los ecosistemas en el cual hay interacción del hombre, se crea una alteración en la que los componentes del sistema tienden a cambiar en el tiempo.

San Marcos La Laguna, es un municipio que se encuentra en el departamento de Sololá, su extensión territorial es de 12 km², su altitud es de 1460 m s.n.m. Posee un clima templado, con una población de 3,675 habitantes, el idioma que predomina es el Kaqchiquel y una minoría que habla español, la etnia presente es Maya. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

El abastecimiento de agua, el 98 % de los hogares tiene acceso al agua entubada, sin embargo, el vital líquido no recibe un tratamiento adecuado para su potabilización. Las viviendas del barrio I y II no están conectadas a un sistema de drenajes y carecen de sistema de tratamiento de aguas negras, respecto al barrio III del municipio las viviendas si poseen un sistema de drenajes los cuales están conectados a una planta de tratamiento de desechos líquidos, sin embargo, este sistema de tratamientos está operando sobre su capacidad máxima por el aumento de la entrada de desechos líquidos. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

El principal cuerpo de agua es el lago de Atitlán, San Marcos La Laguna cuenta con el río Xepapá, que abastece a los municipios de San Marcos La Laguna, San Pedro La Laguna y San Pablo La Laguna; además, varios nacimientos que a continuación se mencionan: Tzanucuy, Chuí Abaj, Pacuha y Paquisis, Xecuyú, Xepapá y Xesaj'laq. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

Según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018). El 59 % de la población es económicamente activa y se dedican a rentas de propiedades, empleados domésticos, cargos comunitarios, cuidados de personas, servicios turísticos y una minoría a la agricultura y el 41 % representa la población económicamente inactiva.

Así mismo este documento procura, especialmente identificar los usos del recurso hídrico, conocer el tipo de tratamiento que se aplica al recurso hídrico para el uso doméstico y determinar y priorizar las problemáticas que causa la contaminación y afecta al recurso hídrico en el municipio de San Marcos la Laguna.

La metodología que se efectuó para la elaboración del diagnóstico, consistió principalmente en tres fases: la fase I se trató sobre la visita de campo en la que se reconoció el área de estudio las formas que los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna obtienen el recurso hídrico y la consulta a fuentes secundarias en donde se recopiló material generado por la secretaría de planificación y programación de la presidencia (SEGEPLAN), información generada por el instituto nacional de estadística (INE), la autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno (AMSCLAE), e información generada por la municipalidad de San Marcos La Laguna.

La fase II se trató sobre el diagnóstico participativo en donde se consultó a los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna sobre la contaminación y uso del recurso hídrico y se visitó el centro de atención permanente (CAP) para consultar sobre las principales enfermedades del municipio. Por último, la fase III consistió en la jerarquización de problemas y se realizó una matriz de valoración de problemas para hallar el problema principal, en el que se le asignó una puntuación de 1 a 5 a cada problemática para poder identificar al de mayor incidencia.

Principalmente, se identificó que el servicio de agua potable llega a las viviendas del municipio de San Marcos La Laguna en un 98 % y el tratamiento para purificar el agua potable es cloración y se realiza cada día, sin embargo, hay casos de enfermedades bacteriológicas registrado en el CAP, siendo causadas por ingerir agua sin purificar como por ejemplo hervirla. Se determinó que el total de agua residual generada es de 287.08 m³/día y las aguas residuales tratadas es de 76 %, que equivale a 218.18 m³/día.

1.2. OBJETIVOS

1.3. Objetivo general

Efectuar un estudio para identificar la contaminación y estado del agua, en el municipio de San Marcos La Laguna ubicado en el departamento de Sololá.

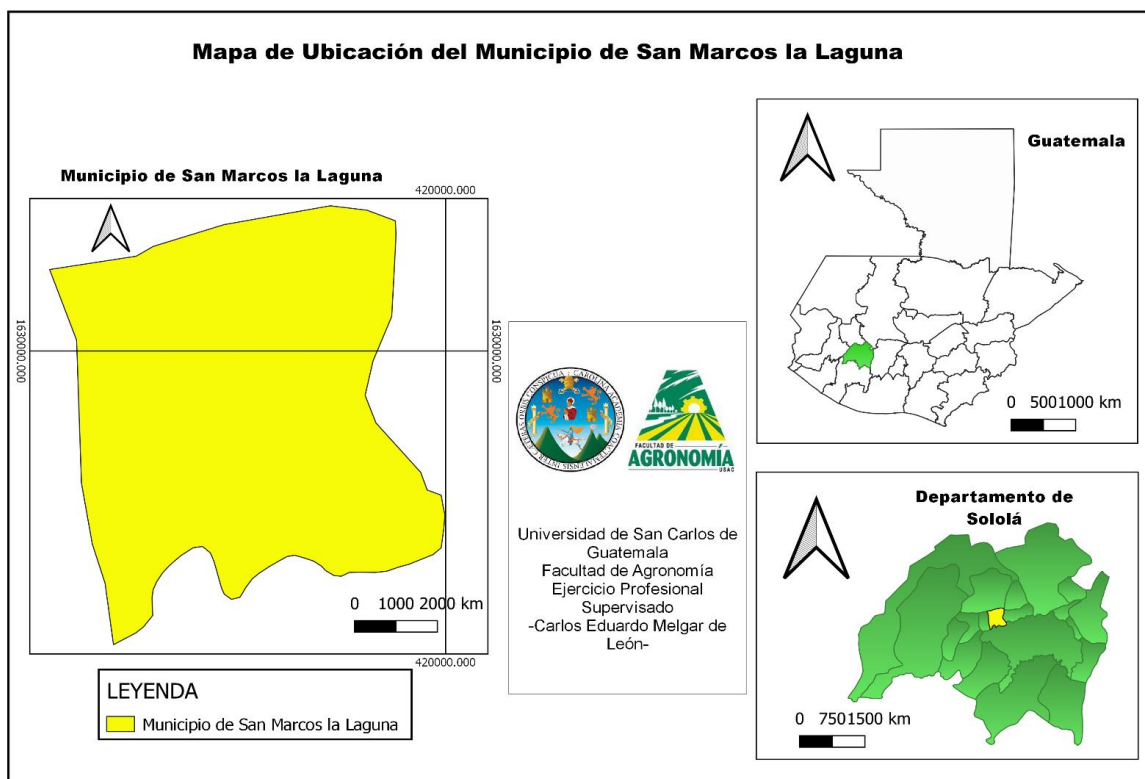
1.4. Objetivo específico

1. Identificar los usos del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.
2. Conocer el tipo de tratamiento que la municipalidad de San Marcos La Laguna aplica al recurso hídrico para el uso doméstico.
3. Determinar y priorizar las problemáticas que causa la contaminación y afecta al recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.

1.5. MARCO REFERENCIAL

Según (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018), el municipio de San Marcos La Laguna se encuentra situado en la parte central del departamento de Sololá, en la región VI o región suroccidental. Por su ubicación geográfica el municipio de San Marcos La Laguna tiene las siguientes colindancias:

- Al Norte: con Santa Lucía Utatlán.
- Al Oeste: con San Pablo la Laguna.
- Al Sur: con el Lago de Atitlán.
- Al Este: con Santa Cruz La Laguna.



Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008.

Figura 1. Mapa de ubicación del Municipio de San Marcos La Laguna.

La cabecera municipal está asentada en la parte baja a una altitud de 1,640 m s.n.m. Su punto más alto está a 2,960 m s.n.m. Que es el Cerro San Marcos. Tiene una Latitud de 14° 43' 32". Y una longitud de 91° 15' 26". San Marcos La Laguna tiene una extensión de 12 km², representando el 1.13 % del territorio departamental, dato que lo coloca como uno de los 19 municipios más pequeños que conforman el departamento de Sololá. San Marcos La Laguna, se encuentra ubicado a 172 km de la ciudad capital y 50 km de la cabecera departamental. San Marcos La Laguna, se califica dentro de la categoría de pueblo, no cuenta con poblados rurales. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

El municipio lo constituye únicamente el casco de la cabecera municipal y su territorio se divide en tres barrios denominados, Barrios: I, II, III. Lo habitan la población indígena hablante del idioma maya kaqchikel, y de gente de otras nacionalidades que en los últimos diez años se han quedado a vivir en San Marcos. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

El 59 % de la población es económicamente activa y se dedican a rentas de propiedades, empleados domésticos, cargos comunitarios, cuidados de personas, servicios turísticos y una minoría a la agricultura y el 41 % representa la población económicamente inactiva. (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018).

1.6. METODOLOGÍA

1.6.1. Fase I. Reconocimiento de campo

1.6.2. Visita de Campo

Se realizó el reconocimiento del área de estudio para conocer las formas que los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna obtienen el recurso hídrico.

1.6.3. Consulta a fuentes secundarias

Se recopiló datos socioeconómicos de la población del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala.

1.6.4. Fase II. Diagnóstico participativo

Esta fase contiene a los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna, la cual incluye encuestas que se abordaron con los pobladores del municipio sobre la contaminación y uso del recurso hídrico.

1.6.5. Consulta a fuentes primarias

Se visitó el centro de atención permanente (CAP), municipalidad, escuelas e institutos para la recopilación de aspectos demográficos y socioeconómicos.

1.6.6. Fase III: Jerarquización de problemas

Se realizó una matriz de valoración de problemas para hallar el problema principal, en el que se le asignó una puntuación a cada problemática para poder identificar al de mayor incidencia.

Se efectuó un árbol de problemas para determinar las problemáticas principales de la contaminación y estado del agua en el municipio de San Marcos La Laguna, en el cual se distinguirán las causas y los efectos identificados.

1.7. RESULTADOS

1.7.1. Usos del recurso hídrico

Cuadro 1. Fuente principal de agua para consumo.

MUNICIPIO	TOTAL DE HOGARES	TUBERÍA EN LA VIVIENDA	TUBERÍA FUERA DE LA VIVIENDA	CHORRO PÚBLICO	OTRO
San Marcos La Laguna	545	220	322	2	1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 1 contiene información de la fuente principal de agua para consumo en el municipio donde se identifica que la tubería fuera de la vivienda es la que posee más hogares con un total de 322 domicilios.

Cuadro 2. Servicios básicos de las viviendas.

ATENCIÓN AL AMBIENTE	URBANO	RURAL	TOTAL
Total de viviendas.	526	0	526
De viviendas con acceso a agua intradomiciliar.	519	0	519
Viviendas con acceso a agua por llena cántaros.	3	0	3
Viviendas con letrina y/o inodoro.	280	0	280
Viviendas con servicios de alcantarillado.	95	0	95
Comunidades con acueducto funcionando.	1	0	1
Acueductos.	4	0	4
Acueductos con sistema de cloración funcionando.	4	0	4
Cobertura de acueductos con sistema de cloración funcionando.	100	0	100
Comunidades.	1	0	1
Comunidades con tren de aseo.	1	0	1
Cobertura de comunidades con tren de aseo.	100	0	100

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS) 2019.

Se observa en el cuadro 2 que la mayor parte de las viviendas posee acceso a agua intradomiciliar, sin embargo, cuando las condiciones de higiene no son adecuadas se puede contraer ciertas enfermedades a causa de ingerir agua del chorro como la diarrea y entre otras enfermedades bacteriológicas.

Cuadro 3. Sistemas de abastecimiento de agua.

MUNICIPIO	NO. DE SISTEMAS DE AGUA	ADMINISTRACIÓN	DESINFECCIÓN			TARIFA MENSUAL (Q.)		TIPO / FUENTE
		MUNICIPALIDAD	CON DESINFECCIÓN	SIN DESINFECCIÓN	DESINFECCIÓN (%)	MÁXIMA	MÍNIMA	GRAVEDAD CON CONEXIÓN DOMICILIAR
San Marcos La Laguna	5	5	5	0	100.00	5	5	5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 3 presenta los sistemas de abastecimiento de agua en el municipio y se identifica que el total de sistemas de abastecimiento son 5 los cuales tienen su desinfección con cloro cada día, sin embargo, los hogares que poseen el servicio de agua potable no cuentan con un contador de agua ya que los pobladores se oponen a la instalación de los aparatos.

1.7.2. Formas de mantenimiento del agua

A. Tratamiento de aguas residuales

Como puede observarse en el Cuadro 4, el porcentaje de aguas residuales tratadas es de 76 % que equivale a 218.18 m³/día. Se debe tomar en cuenta el porcentaje del área del municipio urbanizada, el cual incide en el porcentaje de las aguas residuales tratadas. En el municipio predomina la población urbana; según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018). Los consideró en 100 % como población urbana.

Cuadro 4: Generación de aguas residuales en el municipio de San Marcos la Laguna.

MUNICIPIO	POBLACIÓN CENSO 2018					GENERACIÓN PER CÁPITA (m³/hab)	TOTAL DE AGUA RESIDUAL GENERADA (m³/día)			AGUA RESIDUAL TRATADA (%)	AGUA RESIDUAL TRATADA (m³/día)
	TOTAL	URBANO (%)	RURAL (%)	URBANO (hab)	RURAL (hab)		URBANO	RURAL	TOTAL		
San Marcos La Laguna	2,617	100.00	0.00	2,617.00	0	0.1097	287.08	0	287.08	76.0	218.18

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019.

B. Recolección de residuos y desechos sólidos

Según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018), el municipio de San Marcos La Laguna cuenta con un mayor porcentaje de hogares con servicio de recolección de residuos y desechos sólidos, representando el 98 %. Existe organización para la recolección de reciclables por parte de la municipalidad y los pobladores ya que cada 20 días un vehículo municipal recorre los barrios para la recolección de estos materiales y son trasladados al centro de acopio del municipio y son aprovechados por pobladores para su transformación en nuevos productos para un nuevo uso.

En el cuadro 5, se identifican 10 hogares que reciclan o poseen abonera en su domicilio, respecto a 527 familias que utilizan el servicio municipal para la eliminación de la basura sin darle un valor secundario.

Cuadro 5: forma principal de eliminación de los residuos y desechos sólidos de los hogares del municipio de San Marcos la Laguna.

MUNICIPIO	TOTAL DE HOGARES	FORMA PRINCIPAL DE ELIMINACIÓN DE LA BASURA						
		SERVICIO MUNICIPAL	SERVICIO PRIVADO	LA QUEMAN	LA ENTIERRAN	LA TIRAN EN RÍO, QUEBRADA O MAR	LA TIRAN EN CUALQUIER LUGAR	ABONERA O RECICLAJE
San Marcos La Laguna	545	527	6	1	-	-	1	10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

C. Generación y tratamiento de residuos y desechos sólidos

El cuadro 6 presenta la cantidad de generación de residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna donde se identifica que la generación de desechos sólidos es de 228,857.47 kg/año. Respecto a los desechos sólidos reciclables que representan el 11.10 % la municipalidad del municipio tiene jornadas de recolección los cuales son trasladados a un centro de acopio y los materiales ingresados son vendidos a personas interesadas en obtenerlos.

Cuadro 6. Generación de residuos y desechos sólidos.

MUNICIPIO	POBLACIÓN CENSO 2018			Generación de desechos sólidos per capita (kg/persona/año)		Total de desechos sólidos generados (kg/año)			Caracterización ProAtitlán					
	TOTAL	URBANO (%)	URBANO (hab)	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	TOTAL	RECICLABLE (%)	ORGÁNICO (%)	INORGÁNICO (%)	RECICLABLE (kg)	ORGÁNICO (kg)	INORGÁNICO (kg)
San Marcos La Laguna	2,6	100,0	2,617	87.45	0.00	228,857.47	-	228,857.47	11.10	0,0	88.90	25,403.18	-	203,454.29

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018 & Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019.

Cuadro 7. Infraestructura en los sistemas de manejo de los residuos y desechos sólidos.

MUNICIPIO	OFICINA	ABONO	RECICLABLES	OTROS	COMPOSTERA	LIXIVIADO	PILAS / VIDRIO
San Marcos La Laguna	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2016.

En el cuadro 7, se muestra la situación de la infraestructura para el manejo de los desechos sólidos, donde se puede describir lo siguiente:

En relación con la planta de tratamiento de residuos líquidos se tiene una en el municipio. Según trabajadores municipales la planta de tratamiento presenta deficiencias para su correcto funcionamiento ya que por el aumento de desechos líquidos este sistema ya está operando por encima de su capacidad ya que solo cubre el barrio II y existe una saturación de los líquidos que ingresan al sistema generando inconvenientes para brindar un correcto tratamiento a los contaminantes.

En la figura 2, se presenta parte de la estructura de la planta de tratamiento de residuos líquidos del barrio II.



Figura 2. planta de tratamiento de aguas residuales.

Como se observa en la figura 3, no se cuenta con una disposición final adecuada de los lodos que se extraen del proceso de separación de las aguas residuales. Los lodos son enviados a un terreno municipal. El problema que causa es la saturación de los materiales, sin embargo, no se han realizado estudios para su aprovechamiento en actividades de agricultura porque se puede correr riesgo de contaminación en temas de salud.



Figura 3. Lodos extraídos del proceso de separación de las aguas servidas.

1.7.3. Descripción y jerarquización de la problemática

Cuadro 8. Problemas identificados de la contaminación y estado del agua.

No.	PROBLEMAS	No.	PROBLEMAS
1	Manejo inadecuado del recurso hídrico.	14	Baja recaudación municipal.
2	Reducida asistencia y capacitación técnica.	15	Bajo presupuesto para la infraestructura y mejora de servicios.
3	Déficit en la disposición del recurso hídrico.	16	Aumento de focos de contaminación por basura y aguas servidas.
4	Escases de normas que regularicen el uso del recurso hídrico.	17	Uso inapropiado del recurso hídrico.
5	Falta de un reglamento para el manejo de recursos naturales y manejo de contaminantes.	18	Dificultades para el desarrollo de las actividades domésticas.
6	Deficiente formación en materia ambiental.	19	Uso de agua no apta para consumo humano en actividades Domésticas.

Continuación cuadro 8.

7	Incumplimiento de legislación ambiental para el uso de los recursos naturales.	20	Aumento de enfermedades gastrointestinales.
8	Desconocimiento de leyes ambientales.	21	Aumento en el foco de contaminación.
9	Falta de educación ambiental.	22	Aumento en contaminación ambiental.
10	Escasa divulgación sobre el marco legal ambiental.	23	Aumento de pacientes en puestos de salud.
11	Falta de capacitaciones a la población sobre el manejo de recursos naturales.	24	Contaminación de fuentes hídricas.
12	Contaminación de agua.	25	Menor accesibilidad a los recursos naturales.
13	Deficiente infraestructura de saneamiento.	26	Menor producción de agua en acuíferos.

Cuadro 9. Escala de priorización de problemas.

Problema central	Escala				
	1	2	3	4	5
Ausencia de normas que regularicen el uso del recurso hídrico y el correcto manejo de contaminantes en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno

El cuadro 9, presenta la escala designada respecto a la observación realizada en campo, con la que se ponderó a los problemas identificados del cuadro 8; donde la ponderación más desfavorable es de 1 punto y la ponderación mejor calificada es de 5 puntos, para poder identificar las problemáticas de mayor incidencia.

Cuadro 10. Matriz de priorización de problemas identificados.

No	PROBLEMAS	PONDERACIÓN (1 A 5)	No	PROBLEMAS	PONDERACIÓN (1 a 5)
A	Manejo inadecuado del recurso hídrico.	3	N	Baja Recaudación municipal.	3
B	Reducida asistencia y capacitación técnica.	4	Ñ	Bajo presupuesto para la infraestructura y mejora de Servicios.	2
C	Déficit en la disposición del recurso hídrico.	3	O	Aumento de focos de contaminación por basura y aguas servidas.	2
D	Escases de normas que regularicen el uso del recurso hídrico.	1	P	Uso inapropiado del recurso hídrico.	3
E	Falta de un reglamento para el manejo de recursos naturales y manejo de contaminantes.	1	Q	Dificultades para el desarrollo de las actividades domésticas.	3
F	Deficiente formación en materia ambiental.	3	R	Uso de agua no apta para consumo humano en actividades domésticas.	3
G	Incumplimiento de legislación ambiental para el uso de los recursos naturales.	2	S	Aumento de enfermedades gastrointestinales.	3
H	Desconocimiento de leyes ambientales.	2	T	Aumento en el foco de contaminación.	2
I	Falta de educación ambiental.	1	U	Aumento de pacientes en puestos de salud.	4
J	Escasa divulgación sobre el marco legal ambiental.	2	V	Aumento en contaminación ambiental.	3
K	Falta de capacitaciones a la población sobre el manejo de recursos naturales.	1	W	Contaminación de fuentes hídricas.	2
L	Contaminación de agua.	3	X	Menor accesibilidad a los recursos naturales.	3
M	Deficiente infraestructura de saneamiento.	3	Y	Menor producción de agua en acuíferos.	3

En el cuadro 10, se presenta la ponderación que se asignó a los problemas identificados, basándose en la determinación de aspectos sociales, biofísicos ambientales y político institucional. Se determinó que las problemáticas más incidentes en el municipio de San Marcos La Laguna es la falta de normas que regularicen el manejo adecuado del recurso hídrico, sin embargo, este aspecto engloba la falta de un reglamento de manejo de los recursos naturales y manejo de contaminantes y la necesidad de aplicar la legislación ambiental para poder brindar seguridad a los ecosistemas naturales y preservar la biodiversidad.

Además se identificó que los pobladores del municipio de San Marcos la Laguna utilizan el recurso hídrico para consumo humano sin aplicar una medida preventiva de purificación, ya que el sistema de purificación que se emplea a base de cloración que aplica la municipalidad a los pozos de agua lo realiza cada día, sin embargo el (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS) 2019, ha identificado 227 casos registrados el 17.76 % de personas acuden al Centro de Atención Permanente -CAP- por malestares estomacales de origen bacteriológico los cuales son provocados por diferentes causas como el consumo de agua sin aplicar un método de purificación, mala higiene personal e ingerir alimentos sin desinfectarlos.

Trabajadores del CAP mencionan que no es posible afirmar que el total de enfermedades bacteriológicas sean por una mala práctica de cloración del agua potable que los habitantes reciben en su hogar.

En las actividades que más se utiliza el agua potable es para uso doméstico, riego por aspersión, limpieza, para consumo humano ya que la mayor actividad económica del municipio es el turismo por la gran afluencia de extranjeros que visitan el municipio de San Marcos La Laguna. Se ha identificado varios focos de contaminación dentro del municipio en los cauces intermitentes, que son afluentes del río Xepapá.

Estos cauces conducen agua únicamente durante la época de lluvias lo que provoca la saturación de contaminación por el arrastre de este material y a esto se le añade las aguas

residuales de los barrios I y III, estos no cuentan con planta de tratamiento solo el barrio II del municipio cuenta con este servicio y actualmente está sobrepasando su capacidad de funcionamiento por la gran cantidad de residuos que ingresan a dicho sistema, respecto a los barrios que no cuenta con planta de tratamiento los hogares en su mayoría tienen por fuera de sus casas los drenajes y esto contribuye a la generación de la contaminación de ríos y del lago principalmente.

1.7.4. Problemas identificados en el Municipio de San Marcos La Laguna

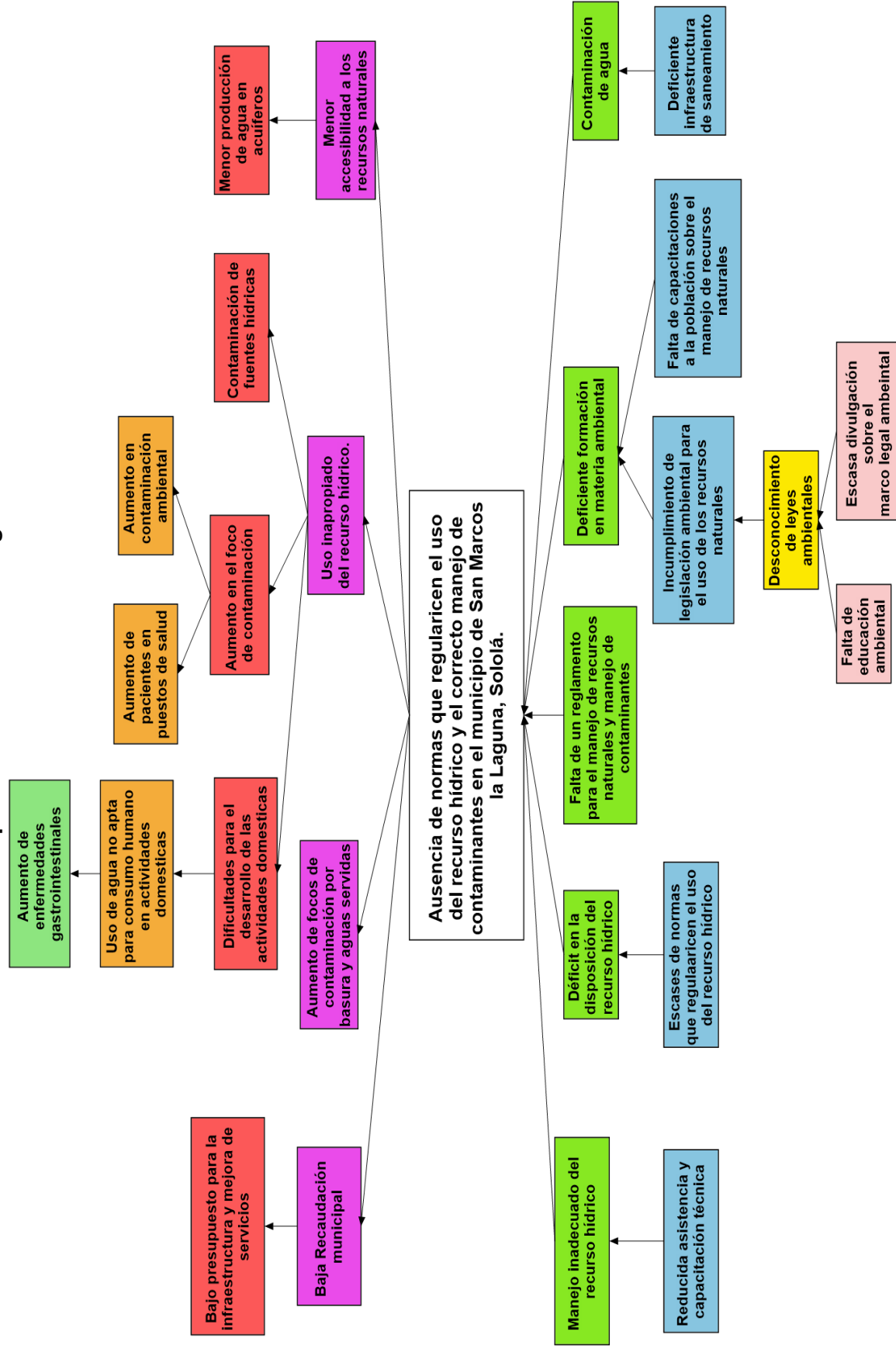


Figura 4. Árbol de problemas identificados en el municipio de San Marcos la Laguna.

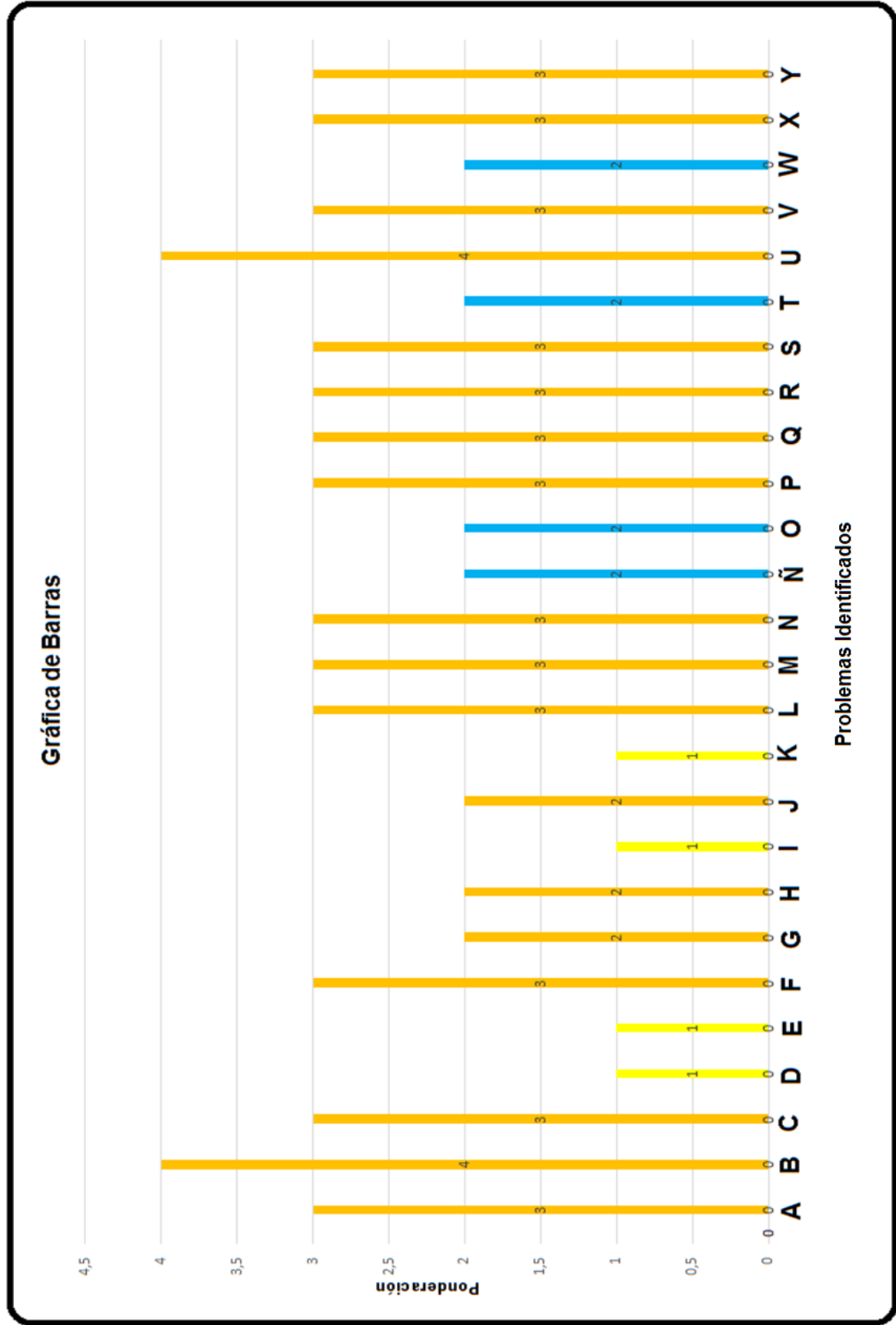


Figura 5. Gráfica de priorización de problemas.

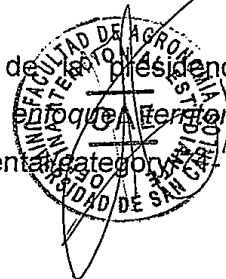
En la figura 5, se observa la priorización de las soluciones de los problemas identificados en la figura 4, se determinó que los problemas representados por las literales “D” el cual es la escases de normas que regularicen el uso del recurso hídrico; la literal “E” que representa la falta de un reglamento para el manejo de recursos naturales y manejo de contaminantes; la literal “I” que representa la falta de educación ambiental y la literal “K” que representa la falta de capacitaciones a la población sobre el manejo de recursos naturales. Añadiendo que La municipalidad de San Marcos La Laguna no cuenta con un plan de manejo integral de agua y también la falta de reglamentos que normalicen el uso y manejo de recursos naturales, afectan la calidad de los recursos naturales provocando un daño y reduciendo su disponibilidad.

1.8. CONCLUSIONES

1. Los principales usos del agua en el municipio de San Marcos La Laguna es el consumo humano, el cual lo utiliza 545 hogares y riego por aspersión que lo aplica 2 fincas, ambas con un área de 7,000 m².
2. La municipalidad de San Marcos La Laguna cuenta con la distribución de agua potable para los barrios I, II y III. Para la purificación del recurso hídrico de los barrios II y III los cuales consumen agua de riachuelos del río Xepapá, pasan por un tratamiento previo de un desarenador ya que el agua arrastra arena, piedras, lodos; seguidamente aplican la cloración a los tanques cada día. El barrio I consume agua de nacimientos los cuales se denominan a continuación: Paquisis, Xecuyú, Xepapá y Xesaj'laq, la distribución se dirige a tanques de captación y estos son tratados con el sistema de cloración.
3. Las problemáticas que causa la contaminación y afecta al recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna es la ausencia de normas que regularicen el uso del recurso hídrico, la falta de un reglamento para el manejo de recursos naturales y manejo de contaminantes, desconocimiento de leyes ambientales y falta de educación ambiental.

1.9. BIBLIOGRAFÍA

1. AMSCLAE (Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del Lago Atitlán y su entorno,, Guatemala). (Marzo de 2016). *Plan operativo anual* [Archivo PDF]. https://www.amsclae.gob.gt/descargas/poa_2016.pdf
2. _____. (Noviembre de 2018). *Monitoreo de la salubridad del Lago de Atitlán para uso recreativo* [Archivo PDF]. <https://www.amsclae.gob.gt/descargas/informesdica2018/recreacional2018.pdf>
3. _____. (2019). *Plan de manejo integrado de la Cuenca del Lago de Atitlán*. <https://amsclae.gob.gt/descargas/pdemanejo/#p=363>
4. FCAS (Fondo de cooperación para agua y saneamiento, España). (2012). *Mejora de la cobertura de agua potable y saneamiento mediante sistemas sostenibles de gestión de estos servicios en comunidades rurales indígenas Tzutujil de la mancomunidad de municipios de la cuenca del Lago Atitlán* [Archivo PDF]. <https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/FCAS/Proyectos/POG/POG-GTM-008-B.pdf>
5. INE (Instituto nacional de estadística, Guatemala). (2004). *Base de datos del IV Censo Nacional Agropecuario*. <https://www.ine.gob.gt/ine/censo-agropecuario/>
6. _____. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda. Instituto Nacional de Estadística. Gobierno de la República de Guatemala*. <https://www.censopoblacion.gt/explorador>
7. MSPAS (Ministerio de salud pública y asistencia social, Guatemala). (2019). *Memorias de labores. San Marcos la Laguna, Sololá*. <https://www.mspas.gob.gt/solicitud-acceso-informacion-publica>
8. SEGEPLAN (Secretaría de planificación y programación de la presidencia, Guatemala). (2018). *Plan de desarrollo municipal con Enfoque Territorial*. <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/categoria/1/solola?download=375:pdm-san-marcos-la-laguna>



1.10. ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 6A. Pozo de captación en el cerro San Marcos.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 7A. Drenaje de aguas residuales de la vivienda.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Figura 8A. Inspección de un pozo de agua en el barrio III del municipio de San Marcos La Laguna.

2. CAPÍTULO II. Diagnóstico de agua y saneamiento y propuesta de plan de manejo integral del recurso hídrico del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala, C.A.

2.1. PRESENTACIÓN

El municipio de San Marcos La Laguna no es ajeno a los problemas de disponibilidad del agua; carece de vigilancias que permitan un uso adecuado del recurso hídrico, de un sistema que garantice su protección como las reglas que garanticen la conservación, para poder permitir el desarrollo sustentable de los pobladores del municipio.

En la presente investigación se determinó las características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala, se desarrolló el diagnóstico del área para localizar los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico y se describió a nivel general las propuestas para la conservación del recurso hídrico. La metodología que se aplicó en la investigación trató básicamente de: fase (I) identificación de las principales características socioeconómicas; la fase (II) se subdivide en tres fases, 1) reconocimiento de campo, 2) diagnóstico participativo y 3) jerarquización de problemas.

La investigación tubo como fecha de inicio el mes de agosto del año 2020 y finalizó el mes de enero del año 2021. La escasez del recurso hídrico ha sido un problema ambiental afectado por las actividades antropogénicas causados por diferentes factores como la necesidad de adquirir leña para actividades en los hogares, así como la contaminación de fuentes hídricas disminuyendo con el tiempo la disposición del vital líquido.

Sin embargo, no existe un manejo adecuado de los recursos naturales de parte de las autoridades municipales donde se proponga principalmente un instrumento legal que permita un uso adecuado de los recursos naturales principalmente del recurso hídrico. Aproximadamente el 70 % de la superficie terrestre está cubierta de agua. Sin embargo, es un recurso que se encuentra en riesgo debido a la actividad antropogénica pues el hombre en su proceso evolutivo lo ha afectado gravemente al punto que muchos lugares del planeta el agua es escasa.

La presente investigación se realizó para plantear la necesidad de la creación del plan municipal de manejo integral del agua en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá. Cuya finalidad será buscar el desarrollo sustentable a través de mantener el equilibrio en el aprovechamiento, control y conservación de este recurso.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

A. Recursos hídricos

El principal cuerpo de agua en el área de investigación es el lago de Atitlán. La superficie del espejo de agua a 1,562 m s.n.m. Es de aproximadamente 130 km², haciendo un volumen de 37,500 millones de metros cúbicos (37.50 km³). El área total de captación de la cuenca del lago es de 541 km. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

El municipio de San Marcos La Laguna cuenta con el río Xepapá (La cañada), que abastece a los municipios de San Marcos, San Pedro y San Pablo La Laguna y, además, varios nacimientos que a continuación se mencionan: Tzan ucuy, Chuí Abaj, Pacuha y Paquisis, Xecuyú, Xepapá y Xesaj'laq. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

El municipio se abastece del vital líquido de los nacimientos ubicados en el cerro San Marcos que se unen para formar el río Xepapá que desemboca en el Lago de Atitlán. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

En el municipio de San Marcos La Laguna, que se encuentra en las orillas del lago al pie de la microcuenca del río La Cañada o Xepapá, el abastecimiento de agua por gravedad es insuficiente, en consecuencia, la alternativa para el abastecimiento de agua para consumo humano es la perforación de pozos. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

Además, existen cauces intermitentes, que son afluentes del río Xepapá. Estos cauces conducen agua únicamente durante la época de lluvias, como en el caso de la mayor parte de quebradas que se forman en las pequeñas microcuencas. El río La Cañada, ha causado daños al municipio, durante temporales o huracanes, por desbordamiento de su cauce. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

B. El agua, como uno de los elementos que constituyen el subsistema natural

Determina directamente el desarrollo, al menos, a través de los siguientes aspectos relacionados: el estado de los cuerpos de agua, el acceso y la disponibilidad de agua apta para todos los usos socialmente deseables, la existencia de infraestructura de saneamiento, la existencia de un régimen regulatorio eficiente en relación al uso del agua y la prioridad que el Estado le brinde a las políticas públicas relacionadas con los bienes hídricos. (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, (IARNA) 2009).

Según (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, (IARNA) 2009). De acuerdo con el marco de análisis que sugiere el sistema socio ecológico, la situación de los bienes hídricos se puede evaluar en función de la forma en que éstos interactúan dentro del subsistema natural y con los subsistemas social, económico e institucional. En condiciones de desarrollo sostenible, la relación entre el agua y cada uno de los elementos del sistema socio ecológico adquiere las siguientes características:

Natural: a lo largo de las diferentes fases del ciclo hidrológico, el agua actúa como catalizador de diferentes procesos físicos y biológicos necesarios para el funcionamiento adecuado de los ecosistemas.

Social: el agua tiene la calidad adecuada y es accesible para todos los grupos sociales sin menoscabo de su condición económica, étnica o de otro tipo, de tal manera que favorece la situación nutricional, de higiene y bienestar de la población.

Económico: el agua es un insumo disponible para completar los procesos de producción industrial, agropecuaria y de generación eléctrica; sin alterar la calidad del recurso ni arriesgar su disponibilidad futura.

Institucional: en virtud de la importancia del agua en el desarrollo sostenible, los temas relacionados con los bienes hídricos del país deben estar presentes en el andamiaje legal e institucional nacional y figurar dentro de las prioridades en materia de política pública.

Según (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, (IARNA) 2009), una mala gestión de los aspectos y relaciones antes mencionados implica, por un lado, deficiencias y limitaciones que menoscaban el desarrollo sostenible y el bienestar del país; por el otro, puede ser un indicio de que la sociedad dirige sus esfuerzos de desarrollo por la ruta incorrecta.

Por la magnitud de la brecha de incumplimiento se deduce, además, la dimensión del esfuerzo que la sociedad debe hacer para alcanzar un esquema más coherente y equilibrado de interacción con el sistema hídrico.

C. Razones para una crisis del agua

(Indij & Schreider, 2013) detallan algunas de las razones por las cuales muchas personas sostienen que el mundo enfrenta una crisis inminente del agua:

- El recurso hídrico se encuentra bajo una presión en aumento debido al crecimiento de la población, la actividad económica y la competencia intensificada por el agua entre los usuarios.
- La extracción de agua se ha incrementado más de dos veces más rápido que la población y, actualmente, un tercio de la población mundial vive en países que experimentan una falta de agua de moderada a alta. La contaminación eleva la escasez de agua porque reduce su utilidad y eleva los costos de su tratamiento.
- Un mayor desarrollo económico puede significar mayores impactos sobre el medioambiente; y las preocupaciones actuales acerca de la variabilidad del clima y los cambios climáticos demandan una mejor gestión de los recursos hídricos para enfrentar las inundaciones y sequías cada vez más intensas.

D. El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, esencial para la vida, el desarrollo y el medio ambiente

Dado que el agua es el sostén de la vida, la gestión eficiente de los recursos hídricos exige un enfoque holístico, que vincule el desarrollo social y económico con la protección de los ecosistemas naturales.

La noción de que el agua dulce es un recurso limitado surge a partir del hecho de que un ciclo hidrológico en promedio rinde una cantidad fija de agua por período. La acción humana aún no puede alterar significativamente la cantidad total, a pesar de que la cantidad disponible para uso de los humanos o el ecosistema puede ser y frecuentemente es reducida por la contaminación provocada por el hombre. (Indij & Schreider, 2013)

El recurso de agua dulce es un recurso natural que necesita conservarse para garantizar la continuación de los servicios deseados que suministra. Este principio reconoce que el agua es necesaria para diferentes propósitos, funciones y servicios; la gestión, por lo tanto, tiene que ser holística (integrada) e implica la consideración de las exigencias y las amenazas al recurso. (Indij & Schreider, 2013)

E. Importancia de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) para el agua y saneamiento

El sector de agua se divide en muchos subsectores (agricultura, abastecimiento de agua y saneamiento urbano y rural, industria y minería, medio ambiente y turismo, pesca, energía y transporte). Todos estos usuarios de agua y contaminadores, tienen el potencial de tener un impacto, tanto positivo como negativo, sobre los demás. Cuando la demanda general del uso del agua es menor que el recurso disponible y las cantidades de agua contaminada para descargar es limitada, estos sectores pueden, dentro de lo razonable, operar independientemente de los demás, sin causar muchos impactos negativos.

Sin embargo, una vez que la demanda se acerca a la disponibilidad del recurso y los volúmenes de agua contaminada aumentan, la necesidad de alguna forma de visión más amplia y de esfuerzos de integración se vuelve crítica. (Moriarty, Butterworth, & Batchelor, 2006)

A menudo, los mecanismos para priorizar el uso de agua doméstica fallan: la implicación de que abordar el aprovisionamiento del abastecimiento de agua doméstica aislado de otros usos del agua tiene pocas probabilidades de éxito o sería prohibitivamente caro. En muchas zonas de fuerte competencia por los recursos limitados, incluyendo las zonas de captación con grandes centros urbanos, zonas con altas demandas de agua para riego y otros usos de agua no domésticos, los abastecimientos de agua urbana y rural ya no pueden mejorarse solamente a través del desarrollo de nuevas fuentes e infraestructura.

A lo largo de todos los subsectores se comienzan a reconocer las limitaciones de los enfoques dirigidos por el suministro, a la vez que se aprecia la necesidad de un enfoque integrado, para pasar de la gestión de suministro a la gestión de la demanda, y hacer mejor uso de los recursos hídricos limitados. Pero, como la práctica queda relegada a un segundo lugar con respecto a las políticas y la retórica, el subsector de agua y saneamiento tendrá que competir cada vez más por sus recursos hídricos y necesidades, y participar en la promoción de una mejor gestión para mitigar sus impactos en otros usuarios del agua. (Moriarty, Butterworth, & Batchelor, 2006)

Satisfacer las necesidades de agua para usos productivos: además de la importante contribución a la salud y el bienestar que trae consigo el acceso a una fuente de abastecimiento fiable de agua doméstica, en la actualidad se reconoce cada vez más la contribución especialmente para las mujeres, a los medios de vida de la gente de actividades productivas que dependen de los suministros de agua doméstica (como el riego de hortalizas o el cuidado de unas pocas cabezas de ganado).

La cantidad de agua disponible para apoyar estas actividades puede ser una limitación clave para viabilizar la diversificación de los medios de vida, mejorar el nivel de los ingresos y reducir la pobreza. Una implicación de la promoción del aprovisionamiento para actividades productivas es que el abastecimiento de agua ‘doméstica’ necesita ser mucho más de lo que generalmente se asume. Los requerimientos totales de agua para los hogares pobres, incluyendo agua para usos productivos, puede ser entre 50 L a 200 L diarios por persona, en comparación con las normas comúnmente aceptadas para el abastecimiento solamente de agua doméstica, de aproximadamente 25 L a 50 L diarios por persona. (Moriarty, Butterworth, & Batchelor, 2006)

F. Procesos y recursos climáticos

La temperatura varía en relación directa al gradiente de altitud, para los poblados a nivel del lago, donde se observa una temperatura media anual de 18.6 °C, una media menor de 17.4 °C en el mes de enero y la media mayor de 19.4 °C para el mes de julio. El clima de San Marcos La Laguna es templado; la precipitación pluvial oscila entre 1,400 mm y 1,700 mm; la precipitación pluvial varía entre los 1,057 mm y los 1,588 mm anuales y la temperatura oscila entre los 15 °C y los 23 °C; el relieve es plano a accidentado. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

San Marcos La Laguna corre el riesgo de ser afectado por tormentas tropicales, por estar cercano a las costas del sur occidente. Las copiosas lluvias de las tormentas tropicales pueden tener grandes repercusiones cuantificadas en vidas humanas y daños materiales, mismos que pueden afectar socioeconómicamente a los pobladores de la comunidad márquense.

Además, San Marcos La Laguna presenta riesgo de inundaciones, que se producen en los meses de abril y mayo (época lluviosa), y la zona más susceptible a estos fenómenos es el barrio III, por la ubicación del mismo en relación al río Xepapá. San Marcos La Laguna también se ve afectado por la sequía. A los efectos del cambio climático se agregan los derivados de una deforestación que se ha intensificado en los últimos diez años. La mayor parte de áreas para cultivar se encuentran en la parte alta de la comunidad sin acceso a

fuentes de agua utilizables para el riego, resultando vulnerables en época de verano. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

G. Ecosistemas naturales e intervenidos

En el municipio se identifican dos zonas de vida, la primera es la zona de Vida (bh-MB) bosque húmedo montano bajo subtropical, cuya vegetación natural típica está representada por rodales de *Quercus* spp. con un área de 6.72 km². La segunda es la zona de vida (bmh-MB) Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical, cuya vegetación natural predominante es el Ciprés común (*Cupressus lusitánica*) que puede considerarse como especie indicadora, ocupando un área de 2.46 km². A pesar de que estos bosques son los de mayor cobertura, la mayor parte se encuentran muy intervenidos y fragmentados por la actividad humana.

Sin embargo, se pueden distinguir algunos bosques que por su estado de conservación merecen especial atención. Éstos son los bosques localizados en la serranía al norte de San Marcos y que se extiende al este y oeste, abarcando los cerros de Chuiminas, San Marcos y Chuiraxamolo', que se extiende al norte de las comunidades de Santa Cruz, Jaibalito, Tzununá, San Marcos, San Pablo y Santa Clara, y al sur de San José Chacayá y Santa Lucía Utatlán. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

H. Suelos

En el cuadro 11, se presenta tres series de suelos dominantes que se identifican en el municipio, éstos son Totonicapán, Camanchá y Tolimán. Las características de la serie de suelos, de acuerdo con Simmons, dominantes en el municipio son los siguientes: serie de suelos presentes en el municipio.

Cuadro 11. Series de suelos presentes en el municipio de San Marcos La Laguna.

SERIE	DESCRIPCIÓN	km ²
Totonicapán (Tp)	Material original de ceniza volcánica, encontrado arriba de los 2,400 m s.n.m. Relieve suave, buen drenaje, color negro o café muy oscuro, textura moderadamente fina, profundidad efectiva promedio 90 cm, ph ácido (5.95), riesgo de erosión alto, potencial de fertilidad regular.	3.81
Camanchá (Cm)	Formado de ceniza volcánica, en altitudes de 2,300 m s.n.m. Relieve de planicies suaves a fuertemente onduladas, buen drenaje, color café muy oscuro, textura media, profundidad efectiva promedio de 150 cm, ph ácido (6.30), regular a bajo riesgo de erosión, regular a alto potencial de fertilidad.	3.44
Tolimán (Tn)	Originado de ceniza volcánica, en altitudes entre 1,650 m a 2,250 m s.n.m. Relieve ondulado a inclinado, buen drenaje, color café oscuro, textura media, profundidad efectiva promedio de 100 cm, ph ácido (6.00), alto riesgo de erosión, regular a bajo potencial de fertilidad.	1.94

Fuente: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018.

La producción agrícola del municipio es el café, maíz, frijol y hortalizas. En el año 2000 más de 1,000 ha estaban ocupadas por estos cultivos anuales lo que refleja un inadecuado manejo de los suelos.

La altitud está entre los 1,580 m s.n.m. y 2,520 m s.n.m. Por lo que presenta diversidad de paisajes fisiográficos, entre los cuales el 86 % es escarpe; sigue la terraza de denudación 12 % y el cerro 2 %, por lo que el terreno se describe como escarpado ha quebrado.

El municipio de San Marcos La Laguna carece de suelos de la clase I que son propicios para los cultivos anuales. Los suelos predominantes en el municipio son de la categoría VIII, aptos exclusivamente para protección especial. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018).

I. Conflictos del uso de la tierra

a. Potencial uso de la tierra

El municipio de San Marcos La Laguna y el departamento de Sololá, carecen de latifundios y el suelo no tiene vocación agrícola. El 86 % del suelo es escarpado y aproximadamente el 94 % del área del municipio, tiene vocación forestal y el de vocación agrícola comprende alrededor del 6 %. El porcentaje restante puede ser utilizado para agricultura con técnicas de cultivo especiales. Sus suelos son de vocación forestal e inapropiada para cultivos anuales. (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019).

b. Uso actual de la tierra

En el municipio de San Marcos La Laguna, predomina la agricultura limpia anual tal como se presenta en el cuadro 12, que ocupa un 60.10 % del área del municipio; sigue el cultivo de café que ocupa 5.50 % del área del municipio. Maíz y frijol se encuentran en el 15 % del territorio. Los porcentajes comprendidos entre 1 % y el 6 %, corresponden a bosque mixto denso. (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019).

Cuadro 12. Uso del suelo en el municipio de San Marcos La Laguna.

DESCRPCIÓN	USO (km ²)	ha	%
Agricultura limpia anual	5.52	552	60.10
Coníferas	0.49	49	5.30
Charral o matorral	2.67	267	29.10
Lagos, lagunas y otros	0	0	0
Café	0.51	51	5.50
TOTAL	9.19	919	100

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019.

c. Conflictos de uso del suelo

En el municipio de San Marcos La Laguna, alrededor de 56 % del suelo es utilizado y el 7 % es sub utilizado; el 37 % se usa de acuerdo con su capacidad. La sobre utilización de los suelos ocasiona su deterioro y agotamiento, reduce su productividad y, consecuentemente, los ingresos de las personas que viven de ellos. San Marcos La Laguna se encuentra en un área topográficamente quebrada, con pendientes de hasta 64 %. Su precipitación pluvial es de 1,000 mm a 2,000 mm. Sus suelos son de vocación forestal e inapropiada para cultivos anuales. (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019).

J. Cobertura y uso de la tierra

Antiguamente las tierras del municipio estuvieron cubiertas de bosque denso, pero conforme se fue colonizando fueron disminuyendo estos bosques, debido al cambio de uso en las tierras habilitadas principalmente para la agricultura y el establecimiento de áreas para viviendas de campesinos. (Mancilla, 2012)

En San Marcos La Laguna se identifica once categorías en cuanto a la cobertura y uso de la tierra, predomina el cultivo del café (*Coffea arabica*) que ocupa el 68.35 % del área del municipio, bosques mixtos de pino (*Pinus spp*) con encinos (*Quercus spp*), bosque secundario bajo. Y cultivos de Maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) 17 %. (Mancilla, 2012). En el cuadro 3 se aprecia la leyenda de cobertura y uso de la tierra de San Marcos La Laguna.

Cuadro 13. Leyenda de cobertura y uso de la tierra, San Marcos La Laguna.

COBERTURA	ha	%
Centros poblados urbanos	49.58	5.38
Centros poblados rurales	53.67	5.82
Frutales de clima templado (café)	2.72	0.29
Tierras de cultivo anual (maíz)	160.82	17.46
Bosque mixto denso con café	170.07	18.46
Bosque mixto poco denso	129.01	14.00
Bosque mixto disperso	77.70	8.43
Bosque mixto poco denso con café	150.62	16.35
Bosque mixto disperso con jocote	99.69	10.82
Matorral	12.60	1.36
Cuerpos de agua (ríos)	14.63	1.58
Total	921.120	100

Fuente: Mancilla, 2012.

K. Cobertura forestal

a. Bajo protección

El municipio cuenta con dos cerros bajo protección el cerro Tzan Kujil se localiza en la zona sur oriente del municipio y Cerro Papaa siendo esta reserva natural, localizado en la zona nororiental. (Mancilla, 2012)

b. Tipos de Bosque de acuerdo a su fisionomía, comunidades vegetales y fauna asociada

Los tipos de suelos, en su mayoría se encuentran en terrenos fuertemente ondulados o escarpados. El 70 % del área tiene pendientes mayores de 30 % con graves problemas de erosión. Los ecosistemas del área de acuerdo a la fisionomía de los bosques, se identifican bosques mixtos de latifoliadas y coníferas. Lo dominan especies de roble/encino (*Quercus spp*) y pinos (*Pinus pseudostrobus*) y (*Pinus montezumae*), la flora presenta gran cantidad de comunidades vegetales, asociada a fauna específica. (Mancilla, 2012)

L. Servicios

Se observa en el cuadro 4, que la mayor parte de las viviendas posee acceso a agua intradomiciliar, sin embargo, cuando las condiciones de higiene no son adecuadas se puede contraer ciertas enfermedades a causa de ingerir agua del chorro como la diarrea y entre otras enfermedades bacteriológicas.

Cuadro 14. Servicios básicos de las viviendas del municipio de San Marcos La Laguna.

ATENCIÓN AL AMBIENTE	URBANO	RURAL	TOTAL
Total de viviendas	526	0	526
Viviendas con acceso a agua intradomiciliar	519	0	519
Viviendas con acceso a agua por llena cantaros	3	0	3
Viviendas con letrina y/o inodoro	280	0	280
Viviendas con servicios de alcantarillado	95	0	95
Comunidades con acueducto funcionando	1	0	1
Total de acueductos	4	0	4
Total de acueductos con sistema de cloración funcionando	4	0	4
Cobertura de acueductos con sistema cloración funcionando	100	0	100
Total de comunidades	1	0	1
Comunidades con tren de aseo	1	0	1
Cobertura de comunidades con tren de aseo	100	0	100

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) 2019.

Cuadro 15. Sistemas de abastecimiento de agua en el municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	NO. DE SISTEMAS DE AGUA	ADMINISTRACIÓN	DESINFECCIÓN			TARIFA MENSUAL (Q.)		TIPO / FUENTE
		MUNICIPALIDAD	CON DESINFECCIÓN	SIN DESINFECCIÓN	PORCENTAJE CON DESINFECCIÓN	MÁXIMA	MÍNIMA	GRAVEDAD CON CONEXIÓN DOMICILIAR
San Marcos la Laguna	5	5	5	0	100.00 %	5	5	5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 15 presenta los sistemas de abastecimiento de agua en el municipio y se identifica que el total de sistemas de abastecimiento son 5, los cuales tienen su desinfección con cloro cada día, sin embargo, los hogares que poseen el servicio de agua potable no cuentan con un contador de agua ya que los pobladores se oponen a la instalación de los aparatos.

Cuadro 16. Número de fincas censales.

MUNICIPIO	TOTAL		ASPERSIÓN	
	NÚMERO DE FINCAS	SUPERFICIE REGADA (mz)	NÚMERO DE FINCAS	SUPERFICIE REGADA (mz)
San Marcos la Laguna	2	1	2	1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2003.

El cuadro 16, presenta fincas que aplican riego y superficie regada, por sistema de riego utilizado, en el municipio de San Marcos La Laguna, año agrícola 2,003 (superficie en manzanas).

Cuadro 17. Número de fincas censales por fuente de agua.

Municipio	Total de fincas	Río o riachuelo	Lago, laguna o charca
San Marcos La Laguna	2	1	1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2003.

El cuadro 16, presenta las fincas registradas en el municipio y la cantidad de superficies regadas en manzanas las cuales utilizan agua proveniente de río o riachuelo y la otra finca utiliza el agua del lago para dos fincas como se identifica en el cuadro 17.

M. Otros servicios básicos institucionales

a. Tratamiento de aguas residuales

Como puede observarse en el cuadro 18, el porcentaje de aguas residuales tratadas es de 76 %. Se debe tomar en cuenta el porcentaje del área del municipio urbanizada, el cual incide en el porcentaje de las aguas residuales tratadas. En el municipio predomina la población urbana. (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018) los consideró en 100 % como población urbana.

Cuadro 18. Generación de aguas residuales en el municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	POBLACIÓN CENSO 2018					GENERACIÓN PER CÁPITA (m³ / hab)	TOTAL DE AGUA RESIDUAL GENERADA (m³ / día)			AGUA RESIDUAL TRATADA (%)	AGUA RESIDUAL TRATADA (m³ / día)
	TOTAL	URBANO (%)	RURAL (%)	URBANO (hab)	RURAL (hab)		URBANO	RURAL	TOTAL		
San Marcos la Laguna	2,617	100	0	2,617	0	0.1,097	287.08	0	287.08	76	218.18

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE) 2019.

b. La necesidad de un plan de manejo integral del recurso hídrico

Según (Sistema de la Integración Centroamericana, (SICA) 1999), la población centroamericana se acerca actualmente a los 36 millones de habitantes. Su tasa de crecimiento (3.50 % anual) es una de las más altas del continente americano. Los problemas socioeconómicos y ambientales son similares en todos los países del Istmo, como similar es su aspiración de erradicar la pobreza, proteger el medio ambiente e impulsar el crecimiento económico.

La administración del agua en la región responde actualmente a una visión de la ingeniería de obras hidráulicas, proyectadas en función de las necesidades propias de los distintos sectores usuarios (riego, agua potable, energía y otros), y no al manejo integral.

La planificación del recurso hídrico se caracteriza además por la ejecución tardía de proyectos, los que, a su vez, no consideran al recurso y su gestión dentro de una visión global

del desarrollo nacional y/o regional. La gestión integrada del agua requerirá contar con instrumentos de política, legislación y administración capaces de promover el proceso de cambio y asegurar a los individuos, a las colectividades, a las naciones y a la propia región, sus derechos de aprovechamiento. (Sistema de la Integración Centroamericana, (SICA) 1999).

c. Usos y aprovechamientos del agua

La proporción en la extracción de agua para satisfacer las demandas en Guatemala es similar a la del resto del mundo: el uso agropecuario es el mayor, equivale al 41 % de la demanda hídrica total y al 77 % de los usos consuntivos; el uso doméstico representa el 9 % de la demanda total y el 16 % de los usos consuntivos; el industrial el 3 % de la demanda total y el 7 % de los consuntivos.

Los usos no consuntivos corresponden casi totalmente al uso con fines hidroeléctricos. Aún no se ha estimado la demanda hídrica para fines turísticos ni caudales ecológicos. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

Los temas considerados urgentes y relevantes se vinculan con lograr cobertura universal de agua potable y saneamiento en el área rural y mejorar notablemente la calidad de éstos en las ciudades.

Dichos servicios públicos son de importancia estratégica para el país pues constituyen las medidas más costo-efectivas para reducir la pobreza, la desnutrición crónica, los índices de morbilidad y mortalidad materno-infantil, la deserción escolar, y mejorar el cuidado del ambiente, la salud y la situación de mujeres y niños tal como lo expresan diversos informes internacionales y de avance del cumplimiento de los objetivos de desarrollo del Milenio en Guatemala. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

d. Sistemas municipales de prestación de los servicios de agua potable y aguas residuales

Los principales rasgos de los sistemas municipales de prestación de los servicios de agua potable y aguas residuales son los siguientes: aproximadamente solo el 15 % de las aguas abastecidas son desinfectadas previamente, la capacidad de la infraestructura es subutilizada, la presión y continuidad de los servicios no es regular, las tarifas no cubren los costos de operación y mantenimiento, no se diferencia en el presupuesto municipal cuánto cuesta prestar los servicios.

Se carece de catastros de usuarios actualizados, se subsidian los servicios en las cabeceras municipales en perjuicio de las necesidades rurales, no se regula ni vigila la calidad de los servicios prestados por operadores privados. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

Estimaciones realizadas en el año 2006 de la demanda total anual de agua indican que 5,143 millones de m³ de agua al año se destinan a usos consuntivos como el agropecuario, el doméstico y el industrial, y que los usos no consuntivos de agua demandan 4,453 millones de m³, en donde la hidroelectricidad representa casi la totalidad del uso. Comparando las demandas con el volumen anual disponible de agua, es evidente que el país posee altos potenciales para aprovechamientos convencionales como el riego y la hidroelectricidad superiores al 75 % y 85 % respectivamente, y para actividades turísticas.

La ineficiencia del uso de agua por parte de las actividades agrícola e industrial queda manifiesta al comparar su aporte al PIB y su consumo de agua (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

e. Hallazgos de la contribución del agua a la economía

La contribución del agua a la economía guatemalteca es directa. Se ha estimado que el aprovechamiento hídrico participa en el 70 % de las actividades que conforman el PIB y que la generación directa del valor agregado del agua es equivalente al 5.60 % del PIB, expresado en una suma cercana a Q. 13,400 millones anuales. El riego sirve además como insumo para el 18 % del total de las exportaciones. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

Otra evidencia de que la contribución de la gestión y gobernanza del agua para la economía nacional es real y directa queda manifiesta ante los impactos derivados de la variabilidad climática extrema expresada en las sequías e inundaciones de los últimos años en el país y que para el caso del Huracán Mitch en el año 1998 y de la tormenta Agatha en el año 2010 significó pérdidas del PIB del 1.60 % y el 1 % respectivamente. Dichos impactos también ponen de manifiesto la falta de capacidades de gestión y gobernanza del agua. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

f. Hallazgos sobre las externalidades del aprovechamiento de las aguas

El beneficio de aprovechar las aguas conlleva la responsabilidad de disponer adecuadamente de las aguas residuales o sobrantes, es decir, las aguas contaminadas, debido a su carácter general y porque solo el 5 % de los 1,660 millones de m³ de las aguas residuales que se estima se producen anualmente, recibe algún tratamiento previo a su disposición al ambiente. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

La cobertura de servicios mejorados de saneamiento del año 2006 equivale al 55 % de la población, pero es destacable la inequidad existente de dicha cobertura entre el ámbito urbano y rural, pues en el ámbito urbano la cobertura es del 83 % mientras que en lo rural alcanza únicamente el 22 %.

El saneamiento mejorado no necesariamente implica una obra hidráulica de drenaje y alcantarillado; del total de cobertura de saneamiento mejorado del país, únicamente el 36

% contaba con conexión a las redes de drenaje. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

La falta de gestión especial e integral del agua ha ocasionado fenómenos de contaminación que amenazan los cuerpos de agua del país y sus bellezas escénicas. La emergencia por el florecimiento de cianobacteria en el Lago de Atitlán en el año 2009 es la manifestación evidente de estos problemas, con evidentes impactos negativos en la economía local. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

g. Hallazgos sobre la gestión y gobernabilidad del agua

La gobernabilidad del agua comprende el conjunto de medidas de política, legislación y administración del aprovechamiento y protección del agua acordadas por la sociedad y la capacidad institucional de aplicarlas y cumplirlas en función de dar respuesta a las necesidades y expectativas de la población. Como se trata de un factor político, la gobernabilidad del agua está delimitada por las condiciones generales de gobernabilidad del país y de la relación del Estado con otras naciones y con entidades políticas regionales, continentales y globales. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

La gestión del agua es sumamente compleja pues lidia con un recurso natural móvil, espacial y temporalmente irregular, y a la vez necesita atender demandas diversas y la mayoría de las veces, de forma simultánea o sucesiva y al mismo tiempo prever medidas para conjurar o mitigar los impactos causados por eventos naturales extraordinarios y proteger al propio recurso de las acciones socioeconómicas. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

En Guatemala, existen posiciones encontradas y firmes de grupos de interés respecto al aprovechamiento de las aguas y a cómo se asignan sus derechos de uso y quien asume las externalidades; éstas no siempre son coherentes con las normas constitucionales y legales

vigentes y con las diversas expresiones culturales de los pueblos indígenas. La satisfacción de las demandas es parcial y falta gestionar consistentemente los riesgos y proteger apropiadamente el bien natural. Por ello, se puede asegurar que la crisis de agua en Guatemala es fundamentalmente una crisis de gobernabilidad. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

h. Orientaciones para la protección del bien natural hídrico

La orientación general resalta la importancia de coordinar y potenciar acciones existentes relacionadas con la protección de las fuentes de agua y que forman parte de las medidas forestales, de las áreas protegidas y de uso del suelo que definen las políticas públicas del país. Dicha protección, implica también el aprovechamiento sustentable del agua en beneficio de toda la sociedad; ello resulta de alcanzar un balance entre objetivos y metas de carácter económico, social y ambiental. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2011).

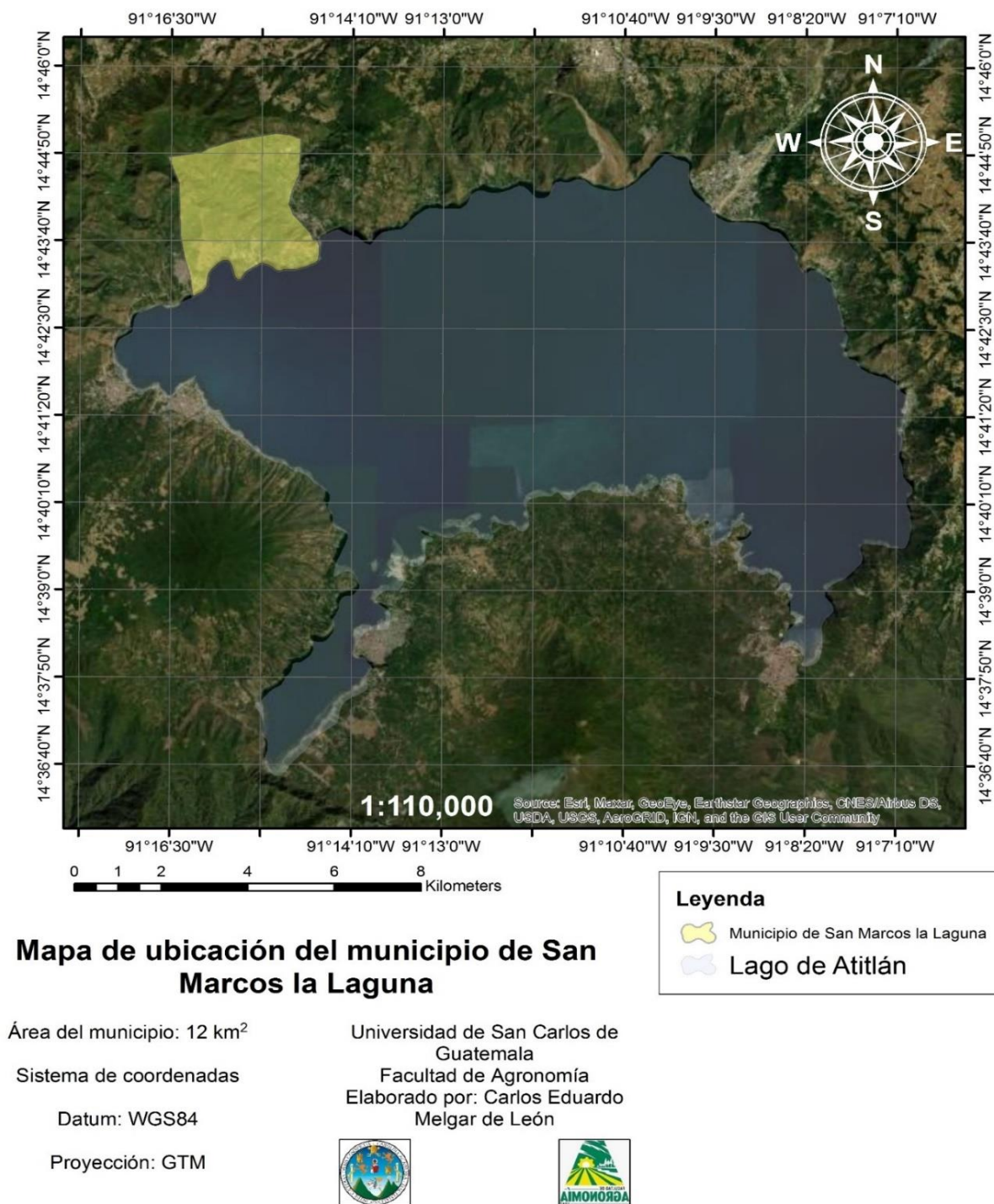
2.2.2. Marco referencial

Según (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008), el municipio de San Marcos La Laguna Se encuentra situado en la parte central del departamento de Sololá, en la región VI o región suroccidental. Por su ubicación geográfica el municipio de San Marcos La Laguna tiene las siguientes colindancias:

- Al Norte: con Santa Lucía Utatlán.
- Al Oeste: con San Pablo la Laguna.
- Al Sur: con el Lago de Atitlán.
- Al Este: con Santa Cruz La Laguna.

La cabecera municipal está asentada en la parte baja a una altitud de 1,640 m s.n.m. y su punto más alto está a 2,960 m s.n.m. Que es el Cerro San Marcos. Tiene una Latitud de 14° 43' 32". Y una Longitud de 91° 15' 26". San Marcos La Laguna tiene una extensión de 12 km², representando el 1.13 % del territorio departamental, dato que lo coloca como uno de los 19 municipios más pequeños que conforman el departamento de Sololá.

San Marcos La Laguna, se encuentra ubicado a 172 km de la ciudad capital y 50 km de la cabecera departamental. San Marcos La Laguna, se califica dentro de la categoría de pueblo, no cuenta con poblados rurales. El municipio lo constituye únicamente el casco de la cabecera municipal y su territorio se divide en tres barrios denominados, Barrios: I, II, III. Lo habitan la población indígena hablante del idioma maya Kaqchikel, y de gente de otras nacionalidades que en los últimos diez años se han quedado a vivir en San Marcos. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008).



Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008.

Figura 9. Mapa de ubicación del municipio de San Marcos La Laguna.

A. Demografía

En el cuadro 19, se registra información que revelaron los tres últimos de los censos de población realizados en el país para los años 1994, 2002 y 2018. Para el año 1994 había en el municipio de San Marcos La Laguna un total de 1,258 personas; luego en el año 2002 esta se incrementó en una tasa promedio anual de 7.47 % para alcanzar un total de 2,238 personas; en el año 2018 la población censada en el municipio alcanzó un total de 2,617 personas, creciendo entre ambos censos a una tasa promedio anual de 0.98 %. Al comparar los datos censales entre el año 1994 y el año 2018 la tasa promedio de crecimiento de población fue de 3.10 %.

Cuadro 19. Evolución y tasas de crecimiento de la población en el municipio de San Marcos La Laguna.

Municipio	AÑOS CENSALES			TASA CRECIMIENTO INTERCENSAL (%)		
	1994	2002	2018	2002/1994	2018/2002	2018/1994
San Marcos La Laguna	1,258	2,238	2,617	7.47	0.98	3.10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

En cuanto a características demográficas, siguiendo los datos del cuadro 9, que reúne información del censo de población del año 2018, se observa que la población femenina es un poco mayor que la masculina. En cuanto a distribución por área urbana y rural, predomina la población urbana; el municipio de San Marcos La Laguna, según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018), el censo de población los consideró en 100 % como población urbana. El 97.36 % de la población del municipio es maya. El 27.02 % de la población es menor de 14 años y el 80 % de la población es alfabeta.

Cuadro 20. Características demográficas del municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	DISTRIBUCIÓN POR SEXO en %		POR ÁREA URBANA Y RURAL en %		POBLACIÓN POR PUEBLOS en %						POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD en %			INDICADORES				
	Hombres	Mujeres	Urbana	Rural	Maya	Garífuna	Xinca	Afro y Mest/Crole	Ladino	Extranjero	De 0 a 14	De 15 a 64	65 y más	Índice maculinidad	Edad promedio	Índice dependencia	Años prom. Estudio	Alfabetismo
San Marcos La Laguna	47.88	52.12	100.00	0.00	97.36	0.04	0.00	0.00	1.34	1.26	27.02	68.63	4.36	91.86	27.15	45.71	5.61	80.00

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 20, presenta características demográficas como la distribución por sexo, por área urbana y rural, población por pueblos, población por grupos de edad y los indicadores de la población.

Cuadro 21. Fuente principal de agua para consumo.

Municipio	Total de hogares	Tubería en la vivienda	Tubería fuera de la vivienda	Chorro público	Pozo perforado	Agua de lluvia	Río o lago	Manantial o nacimiento	Camión o tonel	Otro
San Marcos la Laguna	545	220	322	2	0	0	0	0	0	1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 21, contiene información de la fuente principal de agua para consumo del municipio donde se identifica que la tubería fuera de la vivienda es la que posee más hogares con un total de 322 domicilios.

B. Recarga hídrica natural

Actualmente existe alta presión socioeconómica (consumo humano y riego principalmente) sobre el caudal de los manantiales, no existiendo un manejo sostenible en las áreas de recarga hídrica natural. (Mancomunidad la Laguna, Guatemala (MANCLALAGUNA) 2010).

Para el manejo sostenible (Mancomunidad la Laguna, Guatemala (MANCLALAGUNA) 2010), propone mantener la cobertura vegetal de las partes altas, dada que son áreas críticas de recarga hídrica natural, categorizadas como altas, así como mejorar la cobertura mediante la rehabilitación natural del bosque, establecimiento de bosques de producción, principalmente siembra de especies forestales para leña, en las áreas agrícolas determinar los niveles de uso de agroquímicos, así como considerar la aplicación de productos orgánicos.

C. Aprovechamiento del recurso hídrico

Según (Mancomunidad la Laguna, Guatemala (MANCLALAGUNA) 2010), los principales usos del agua en la región son el consumo humano y recreación, destinándose el 25 % del caudal de manantiales para consumo humano, y el resto para otras actividades, incluidos los caudales ecológicos.

a. Consumo humano

Reducir las pérdidas y posibilitar el control del consumo que realizan los diversos usuarios mediante la reparación de redes, eliminación de fugas e instalación de contadores individuales. Reducir el consumo mediante programas de concienciación ciudadana. (Mancomunidad la Laguna, Guatemala (MANCLALAGUNA) 2010).

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Proponer un plan municipal de manejo integral del agua en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar las características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala.
2. Describir los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico.
3. Distinguir los procesos de potabilización en el funcionamiento de la red de abastecimiento de agua para la población del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.
4. Proponer un plan de manejo integral del agua en el municipio de San Marcos La Laguna.

2.4.METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos planteados de la investigación, se ejecutó la siguiente metodología:

2.4.1. Aspecto socioeconómico

Recopilación de la información socioeconómica: para las características demográficas, nivel de ingresos económicos, educación, idiomas y migraciones se extrajo información generada en el XII censo nacional de población y VII censo nacional de vivienda ejecutado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2018. Para la adquisición de información de organización social, tenencia de la tierra, actividades productivas, y servicios se visitó la municipalidad.

A. Demografía

- Población total.
- Población económicamente activa.
- Población por edades y género.
 - Nivel de ingresos económicos.
- Ingresos promedio mensuales y anuales.
 - Educación.
 - Idiomas.
 - Migraciones.
 - Organización social.

- Comités.
- Cooperativas.
 - o Tenencia de la tierra.
 - o Actividades productivas.
 - o Servicios.
- Salud y sanidad pública.
- Infraestructura física y servicios.
- Servicios.
- Agua entubada.
- Drenajes.
- Sistema de tratamiento de aguas servidas.
- Vías de acceso.
- Tecnología de producción.

La figura 10, presenta el resumen metodológico que se utilizó para la determinación de las características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna.

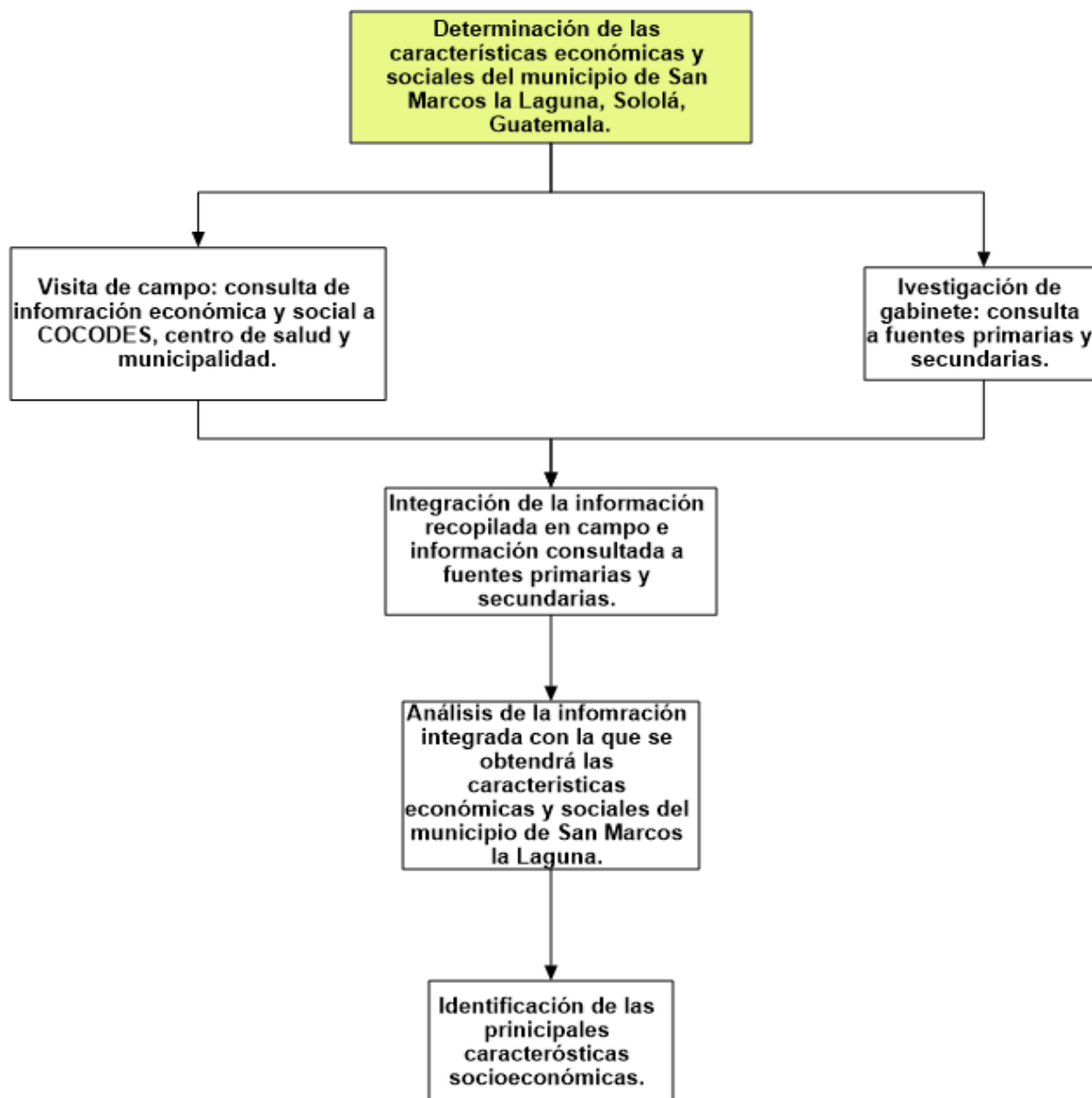


Figura 10. Resumen metodológico de la determinación de las características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala.

2.4.2. Problemas relacionados con el estado del recurso hídrico

A. Fase I: reconocimiento de campo

a. Visita de campo

Reconocimiento del área de estudio e identificación de las formas que los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna obtienen el recurso hídrico.

b. Consulta a fuentes primarias y secundarias

Para la recopilación de datos socioeconómicos de la población del área de estudio se verificó el XII censo nacional de población y VII censo nacional de vivienda ejecutado por el Instituto Nacional de Estadística en el año 2018 y la municipalidad.

c. Fase II: diagnóstico participativo

Para la realización del diagnóstico participativo se realizó entrevistas, con las que se abordaron a los habitantes de los barrios I, II y III del municipio sobre la contaminación y uso del recurso hídrico.

d. Definición del tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra, se utiliza la siguiente expresión:

$$n = \frac{N * p * q * Z_{(a/2)}^2}{(d^2 * N) + p * q * Z_{(a/2)}^2}$$

En que:

n = Tamaño de la muestra definitiva.

N = Tamaño de la población.

p = Proporción de éxito de la variable obtenida en un premuestreo.

q = Proporción de fracaso de la variable obtenida en un premuestreo.

d = Precisión del estimador de interés (en este caso, la proporción).

α = Nivel de significancia.

$z(\alpha/2)$ = Valor tal que $P(|Z| < z(\alpha/2)) = 1 - \alpha$, e Z es una variable con distribución normal estandarizada. (López & González, 2015)

Según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018), la población total del municipio de San Marcos La Laguna es de 2,617 personas.

$$n = \frac{2617 * 0.5 * 0.5 * 1.96^2}{(0.05^2 * 2617) + 0.5 * 0.5 * 1.96^2}$$

$$n = 334$$

Será necesario realizar la encuesta a 334 personas del municipio de San Marcos La Laguna. Se hace la **aclaración** que, al momento de realizar la encuesta, el municipio se encontraba en alerta roja por el desastre natural ocurrido en el año 2020 y aunado a esto se seguía con estrictas medidas para la prevención del COVID-19. Lo que forzó a reducir la cantidad de hogares encuestados en el municipio con un total de 100 boletas realizadas.

B. Fase III: jerarquización de problemas

Se identificaron los problemas relacionados con la contaminación y estado del recurso hídrico mediante el análisis en conjunto de las características socioeconómicas y el diagnóstico participativo.

Se efectuó un árbol de causas y efectos para determinar las problemáticas principales de la contaminación y estado del agua en el municipio de San Marcos La Laguna.

Se realizó una matriz de valoración de problemas para determinar el problema principal, en el que se asignó una puntuación a cada problemática para poder identificar al de mayor incidencia dentro del análisis realizado.

La figura 11, presenta el resumen metodológico que se utilizó para localizar los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico.

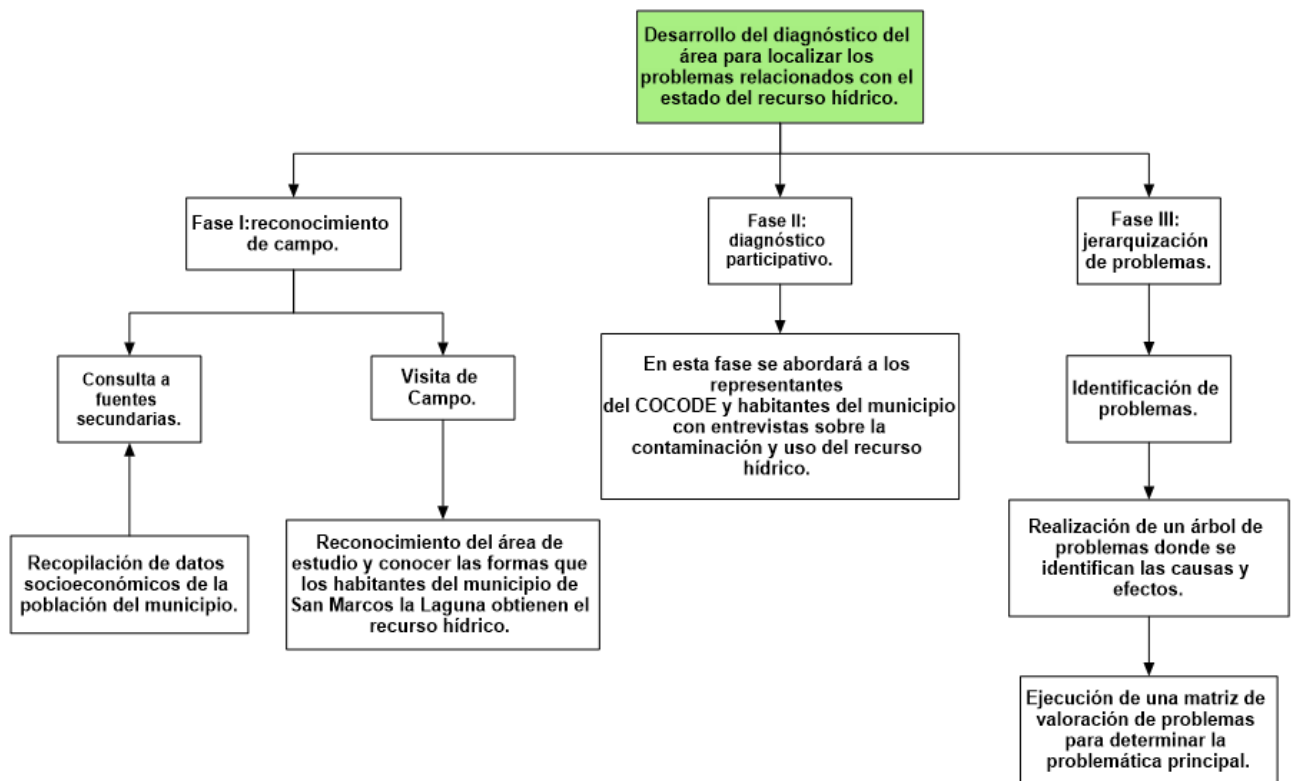


Figura 11. Resumen metodológico del desarrollo del diagnóstico del área de estudio para localizar los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico.

El cuadro 22, presenta el resumen de los aspectos sociales y económicos recopilados para la elaboración del trabajo de investigación.

Cuadro 22. Resumen de la metodología del plan de trabajo.

PRODUCTO		METODOLOGÍA	MATERIALES
Demografía	Población total	Visita a municipalidades y centros de salud Consulta de información INE, SEGEPLAN	Computadora y libreta de campo.
	Población económicamente activa		
	Densidad de población		
	Población por género		
Educación	Nivel educativo por género	Consulta de información a la dirección de educación departamental y municipal, del MINEDUC	Computadora y libreta de campo.
	Nivel educativo por edad		
	Nivel educativo rural y urbana		
Idiomas	Área de influencias de idiomas mayas	Entrevistas a pobladores Y Cocodes, consulta a dirección departamental del MINEDUC y municipalidad	Computadora, cuestionario y libreta de campo
Organización social	Grupos étnicos	Consulta de información en Municipalidad y cocodes	Computadora, cuestionario y libreta de campo
	Asociaciones		
	Comités		
	Cooperativas		
tenencia de la tierra	Tamaño promedio de unidades productivas	Entrevista a agricultores, consulta de información en Municipalidad	Computadora, cuestionario, cámara fotográfica y libreta de campo
	Forma de tenencia		
Actividades productivas	Agricultura		Computadora, cámara fotográfica, libreta de campo y mapas
	Principales cultivos	Observación directa, consulta de información en la municipalidad y agricultores	
	Áreas cubiertas por cultivos (mapas)		
	Mercados de los productos agrícolas		
	Ganadería		
	Especies mayores y menores	Observación directa, consulta de información en municipalidad y pobladores	
	Número por especies		
	Mercado de los productos ganaderos		
	Industria		
	Actividades industriales (breve descripción)	Observación directa, consulta de información en municipalidad y pobladores	
	Artesanía		
		Observación directa, consulta de información en municipalidad y pobladores	
	Mercados y productos		
	Observación directa, consulta de información en municipalidad y pobladores		

Continuación cuadro 22.

Producto		Metodología	Materiales
Infraestructura física y servicios	Hospitales	Observación directa, consulta de información en Municipalidad, Centros de salud, y MINEDUC, Uso de SIG y google Earth	Computadora, libreta de campo y mapas
	Puestos de salud		
	Escuelas		
	Salones municipales o comunales		
	Carreteras de acceso		
	Energía eléctrica		
	Drenaje		
	Mercado		
	Otros		
Tecnología de producción	Labranza	Entrevista a agricultores y observación directa	Libreta de campo, cámara fotográfica, cuestionari
	Uso de fertilizantes		
	Uso de plaguicidas		
Salud y sanidad pública	Principales enfermedades	Consulta a centros de salud	Libreta de campo
	Índice de mortalidad y morbilidad		
Recurso hídrico	Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua	Consulta de bibliografía, inspección visual	Computadora, cámara fotográfica, libreta de campo
	Fuentes de contaminación	Observación, consulta con los pobladores	
	Usos	Consulta literatura, consulta municipalidad y consulta con pobladores	
	Producción (inventario de pozos)		
Problemas ambientales	Deforestación	Datos del INAB	Computadora, cámara fotográfica, libreta de campo
	Erosión	Entrevistas a pobladores y consulta a municipalidades	
	Contaminación de agua		
	Contaminación atmosférica		
	Desechos sólidos		
	Extinción de especies		
	Otros		

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. Características económicas y sociales del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá

A. Demografía

a. Población total

Según el Instituto nacional de estadística (INE) en el censo del año 2018: XII de población y VII de vivienda, la cantidad de habitantes es de 2,617 personas en el municipio de San Marcos La Laguna del departamento de Sololá.

b. Población económicamente activa

Según el Instituto nacional de estadística (INE) en el censo del año 2018: XII de población y VII de vivienda, la población económicamente activa del municipio de San Marcos La Laguna representa el 59 % y el 41 % representa la población económicamente inactiva. Las principales actividades económicas del municipio de San Marcos La Laguna son trabajos en agricultura, como el cultivo del café, cultivo de maíz. La mayoría de pobladores se dedica turismo y pequeños trabajos en hoteles de los alrededores del área.

c. Población por edades y genero

El cuadro 23, presenta el total de población por género y por edad, así mismo se identifica que hay una población mayor de mujeres con 1,364 personas y la población de hombres es de 1,253 individuos.

Cuadro 23. Población por edad y género del municipio de San Marcos La Laguna.

Edad (años)	Hombres	Mujeres
0 a 4	108	121
5 a 9	108	103
10 a 14	146	121
15 a 19	153	188
20 a 24	153	169
25 a 29	117	134
30 a 34	84	105
35 a 39	98	118
40 a 44	79	68
45 a 49	40	46
50 a 54	43	49
55 a 59	37	46
60 a 64	34	35
65 a 69	20	19
70 a 74	14	17
75 a 79	12	12
80 a 84	3	10
85 a 89	4	3
TOTAL	1,253	1,364

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

B. Educación

En el cuadro 24, se presenta la cantidad de estudiantes por grado académico. Se nota el descenso de la cantidad de estudiantes conforme avanza el nivel académico, esto es debido a las oportunidades económicas de las familias para que sus hijos sigan cursando el grado académico que les toca. La mayoría de estudiantes que siguen cursando el nivel básico, diversificado, licenciatura, maestría y doctorado se trasladan al municipio de Panajachel, Sololá, para continuar con su formación profesional.

Cuadro 24. Población de 4 años o más por nivel y grado más alto aprobado.

Población de 4 años o más	2,437
Ninguno	408
Preprimaria	136
1.º primaria a 3.º primaria	568
4.º primaria a 5.º primaria	305
6.º primaria	266
Básico	349
Diversificado	330
Licenciatura	72
Maestría y doctorado	3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

C. Idiomas

El cuadro 25, presenta la cantidad de la población del municipio que habla un idioma determinado, siendo el Kaqchikel el idioma que predomina en el área de estudio.

Cuadro 25. Población de 4 años o más por idioma en el que aprendió a hablar.

IDIOMA	POBLACIÓN DE 4 AÑOS O MÁS
Achí	4
K'iche'	7
Kaqchikel	2,252
Mam	2
Q'anjob'al	4
Sakapulteko	1
Tz'utujil	29
Español	99
Inglés	21
Señas	4
Otro idioma	14
Total	2,437

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

D. Organización social

a. Consejo Comunitario de Desarrollo

En el municipio de San Marcos La Laguna existe solamente un consejo comunitario de desarrollo (COCODE), integrado por habitantes de los tres barrios del municipio. El COCODE se encarga de velar por el buen uso de los recursos municipales, así como la ejecución de proyectos que favorezcan el desarrollo del municipio.

b. Cooperativas

Konojel es la cooperativa que está presente en el municipio de San Marcos La Laguna. Su misión es reducir la desnutrición crónica y la pobreza endémica en San Marcos. Los programas que provee a los habitantes del municipio son de nutrición, educación y de emprendimiento de mujeres.

E. Tenencia de la tierra

La tenencia se refiere a la ocupación y posesión de la tierra, la cual tiene su origen históricamente en la desigualdad de la distribución de la misma, debido a que fue impuesta desde la época colonial, esta distribución ha hecho que con el tiempo se haya agravado la situación de este importante recurso natural. Existen dos formas básicas de tenencia de la tierra: propia y arrendada.

En el municipio de San Marcos La Laguna se identifica los dos tipos de tenencia, las mayores extensiones de terrenos en el municipio pertenecen a extranjeros que con el paso del tiempo han adquirido grandes propiedades y las familias que han vivido por generaciones en el municipio cuentan con terrenos propios, pero de una menor dimensión los cuales son utilizados para cultivos agrícolas.

F. Actividades productivas

Las principales actividades productivas del municipio de San Marcos La Laguna es el turismo, la agricultura, y servicios básicos. Habitantes del municipio se dedican a prestar servicios de guías turísticos por el paisaje que rodea al área como el Lago de Atitlán y los cerros que se ubican en la orilla del lago. Cabe resaltar que la mayor parte de la población se dedica a la agricultura.

En el municipio predomina el cultivo de café que ocupa el 26 % del área del municipio y el 15 % del territorio es ocupado por los cultivos de maíz y frijol. Aunque en los terrenos de los habitantes del municipio se dedican a la agricultura familiar, para producir alimentos que contribuyan en la seguridad alimentaria, entre los cultivos en menor dimensión se pueden mencionar el cultivo de chipilín, tomate, lechuga, apio, cilantro y cebolla.

G. Servicios

a. Salud

El cuadro 26, presentan las principales veinte causas de morbilidad en el municipio de San Marcos La Laguna. Según el Centro de Atención Permanente (CAP) del municipio se reconoce las enfermedades de tipo parasitoides como la diarrea que es causada por ingerir agua no apta para consumo humano, también por la falta de higiene personal, la enfermedad que está asociada al consumo de agua no apta para las personas es la amebiasis representando 6.29 % en frecuencia para masculinos y 4.96 % en frecuencia femeninos. En consultas con pobladores se confirmó que la mayoría de habitantes purifican el agua previa al consumo sin embargo la mala higiene y la mala disposición de desechos líquidos causan las enfermedades descritas anteriormente.

Cuadro 26. Morbilidad prioritaria.

No.	VEINTE PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL	FRECUENCIA MASCULINOS	%	FRECUENCIA FEMENINOS	%	TOTAL
1	Resfriado común	397	20.46	954	26.58	1,351
2	Amigdalitis bacteriana	297	14.31	482	13.43	779
3	Dolor muscular	202	10.41	378	10.53	580
4	Enfermedad péptica	145	7.47	353	9.84	498
5	Alergia	174	8.97	219	6.10	393
6	Amebiasis	122	6.29	178	4.96	300
7	Conjuntivitis	84	4.33	150	4.18	234
8	Diarrea	99	5.10	102	2.84	201
9	Infección intestinal	72	3.71	101	2.81	173
10	Parasitosis	55	2.84	118	3.29	173
11	Anemia	37	1.91	105	2.93	142
12	Artritis	46	2.37	92	2.56	138
13	Infección urinaria	35	1.80	103	2.87	138
14	Dermatitis	44	2.27	56	1.56	100
15	Otitis media aguda	35	1.80	60	1.67	95
16	Micosis	34	1.75	50	1.39	84
17	Caries dental	31	1.60	35	0.98	66
18	Escabiosis	13	0.67	23	0.64	36
19	Diabetes mellitus	5	0.26	20	0.56	25
20	Epistaxis	13	0.67	10	0.28	23
TOTAL		1940	100.00	3,589	100.00	5,529

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS) 2019.

b. Agua

El cuadro 27, contiene información de la fuente principal de agua para consumo en el municipio donde se identifica que la tubería fuera de la vivienda es la que posee más hogares con un total de 322 domicilios.

Cuadro 27. Fuente principal de agua para consumo.

MUNICIPIO	TOTAL DE HOGARES	TUBERÍA EN LA VIVIENDA	TUBERÍA FUERA DE LA VIVIENDA	CHORRO PÚBLICO	POZO PERFORADO	AGUA DE LLUVIA	RÍO O LAGO	MANANTIAL O NACIMIENTO	CAMIÓN O TONEL	OTRO
San Marcos La Laguna	545	220	322	2	0	0	0	0	0	1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

Cuadro 28. Servicios básicos de las viviendas del municipio de San Marcos La Laguna.

ATENCIÓN AL AMBIENTE	URBANO	RURAL
Total de viviendas	526	0
Viviendas con acceso a agua intradomiciliar	519	0
Viviendas con acceso a agua por llena cantaros	3	0
Viviendas con letrina y/o inodoro	280	0
Viviendas con servicios de alcantarillado	95	0
Comunidades con acueducto funcionando	1	0
Acueductos	4	0
Acueductos con sistema de cloración funcionando	4	0
Cobertura de acueductos con sistema cloración funcionando	100	0
Comunidades	1	0
Comunidades con tren de aseo	1	0
Cobertura de comunidades con tren de aseo	100	0

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS) 2019.

Se observa en el cuadro 28, que la mayor parte de las viviendas posee acceso a agua intradomiciliar, sin embargo, cuando las condiciones de higiene no son adecuadas se puede contraer ciertas enfermedades a causa de ingerir agua del chorro como la diarrea y entre otras enfermedades bacteriológicas.

Cuadro 29. Sistemas de abastecimiento de agua en el municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	SISTEMAS DE AGUA	ADMINISTRACIÓN	DESINFECCIÓN			TARIFA MENSUAL (Q.)		TIPO / FUENTE
		MUNICIPALIDAD	CON DESINFECCIÓN	SIN DESINFECCIÓN	PORCENTAJE CON DESINFECCIÓN	MÁXIMA	MÍNIMA	GRAVEDAD CON CONEXIÓN DOMICILIAR
San Marcos La Laguna	5	5	5	0	100.00 %	5	5	5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 29, presenta los sistemas de abastecimiento de agua en el municipio y se identifica que el total de sistemas de abastecimiento son 5, los cuales tienen su desinfección con cloro cada día, sin embargo, los hogares que poseen el servicio de agua potable no cuentan con un contador de agua ya que los pobladores se oponen a la instalación de los aparatos.

c. Sistema de tratamiento de aguas servidas

Como puede observarse en el Cuadro 30, el porcentaje de aguas residuales tratadas es de 76 % que equivale a 218.18 m³/día. Se debe tomar en cuenta el porcentaje del área del municipio urbanizada, el cual incide en el porcentaje de las aguas residuales tratadas. En el municipio predomina la población urbana según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018).

Cuadro 30. Generación de aguas residuales en el municipio de San Marcos La Laguna.

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019.

MUNICIPIO	POBLACIÓN CENSO 2018					GENERACIÓN PER CÁPITA (m³/habitante)	TOTAL DE AGUA RESIDUAL GENERADA (m³/día)			AGUA RESIDUAL TRATADA (%)	AGUA RESIDUAL TRATADA (m³/día)
	TOTAL	URBANO (%)	RURAL (%)	URBANO (habitantes)	RURAL (habitantes)		Urbano	Rural	Total		
San Marcos La Laguna	2,617	100	0	2,617	0	0.1,097	287.08	0	287.08	76	218.18

d. Recolección de residuos y desechos sólidos

Según (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018). El municipio de San Marcos La Laguna cuenta con un mayor porcentaje de hogares con servicio de recolección de residuos y desechos sólidos, representando el 98 %. Existe organización para la recolección de reciclables por parte de la municipalidad y los pobladores. Cada 20 días un vehículo municipal recorre los barrios para la recolección de estos materiales y son trasladados al centro de acopio del municipio y son aprovechados por pobladores para su transformación en nuevos productos para un nuevo uso.

Cuadro 31. Forma principal de eliminación de los residuos y desechos sólidos de los hogares del municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	TOTAL DE HOGARES	FORMA PRINCIPAL DE ELIMINACIÓN DE LA BASURA						
		SERVICIO MUNICIPAL	SERVICIO PRIVADO	LA QUEMAN	LA ENTIERRAN	LA TIRAN EN RÍO, QUEBRADA O MAR	LA TIRAN EN CUALQUIER LUGAR	ABONERA O RECICLAJE
San Marcos La Laguna	545	527	6	1	-	-	1	10

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE) 2018.

El cuadro 31, presenta la forma principal en que los habitantes del municipio desechan la basura de los hogares, identificando que la mayor cantidad de casas utilizan el servicio municipal para la extracción de basura.

e. Generación y tratamiento de residuos y desechos sólidos

El cuadro 32, presenta la cantidad de generación de residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna donde se identifica que la generación de desechos sólidos es de 228,857.47 kg/año. Respecto a los desechos sólidos reciclables que representan el 11.10 % la municipalidad del municipio tiene jornadas de recolección los cuales son trasladados a un centro de acopio y los materiales ingresados son vendidos a personas interesadas en obtenerlos.

Cuadro 32. Generación de residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	POBLACIÓN CENSO 2018				GENERACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS PER CAPITA (kg/persona/año)		TOTAL DE DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS (kg/año)			CARACTERIZACIÓN PROATITLÁN					
	Urbano (%)	Rural (%)	Urbano (hab)	Rural (hab)	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Total	Reciclable (%)	Orgánico (%)	Inorgánico (%)	Reciclable (kg)	Orgánico (kg)	Inorgánico (kg)
San Marcos La Laguna	100	0	2,617	-	87.45	0.00	228,857.47	-	228,857.47	11.10	0,0	88.90	25,403.18	-	203,454.29

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019.

Cuadro 33. Infraestructura en los sistemas de manejo de los residuos y desechos sólidos en el municipio de San Marcos La Laguna.

MUNICIPIO	OFICINA	ABONO	RECICLABLES	Otros	COMPOSTERAS	LIXIVIADO	PATIO SECADO	PILAS
San Marcos La Laguna	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI

Fuente: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2016.

El cuadro 33, presenta la situación de la infraestructura para el manejo de los desechos sólidos, donde se puede describir lo siguiente:

En relación con la planta de tratamiento de residuos líquidos (PTRI), según el técnico de la oficina municipal de agua y saneamiento (OMAS) se tiene una en el municipio, la que presenta deficiencias para su correcto funcionamiento ya que por el aumento de desechos líquidos este sistema ya está operando por encima de su capacidad ya que solo cubre el barrio II y existe una saturación de los líquidos que ingresan al sistema generando inconvenientes en brindar un correcto tratamiento a las aguas negras.

Para la disposición final de los desechos no se cuenta con una práctica adecuada, los lodos que se extraen del proceso de tratado son enviados a un terreno municipal, el problema que causa es la saturación de los materiales sin embargo no se han realizado estudios para su aprovechamiento en actividades de agricultura porque se puede correr riesgo en la contaminación de los cultivos.

f. Drenajes

El sistema de drenajes del municipio de San Marcos La Laguna no es eficiente por carencias en el destino de los desechos líquidos. En el barrio I la mayoría de casas cuenta con fosa séptica en su domicilio, pero las demás aguas servidas son dirigidas hacia el Lago de Atitlán, cabe resaltar que la mayoría de las casas del barrio I el drenaje se encuentra a flor de tierra y causa un aspecto negativo en la visualización del entorno.

El barrio II es el único que cuenta con una planta de tratamiento de desechos líquidos, hasta el mes de enero del año 2020 un total de 122 casas están conectadas al drenaje que conduce a la planta de tratamiento de aguas residuales, las demás casas cuentan con fosas sépticas pero el drenaje de las demás aguas servidas que se generan en las casas está a flor de tierra. El barrio III cuenta con drenajes que se dirigen al directamente al Lago de Atitlán generando en época seca malos olores que causa un mal aspecto en la comunidad.

g. Vías de acceso

Para ingresar al municipio de San Marcos La Laguna se puede de dos formas, tomando la carretera interamericana en el kilómetro 148 es posible seguir la ruta que lleva hasta el municipio de San Pablo La Laguna, se ingresa por el lado oeste siguiendo el camino de terracería que conduce hacia el municipio. Por vía lacustre es posible ingresar al municipio de San Marcos La Laguna tomando una lancha que proviene del municipio de Panajachel.

h. Tecnología de producción

En el municipio de San Marcos La Laguna los propietarios de los terrenos que son utilizados para actividades agrícolas no aplican técnicas de labranzas, por lo que no poseen tecnificación y ningún tipo de apoyo por parte de instituciones públicas y privadas para el apoyo en temas de tecnificación.

2.5.2. Problemas relacionados con el estado del recurso hídrico

Para la determinación de los problemas relacionados con el estado del recurso hídrico se realizó previamente un diagnóstico participativo dirigido a habitantes de los barrios I, II y III del municipio de San Marcos La Laguna.

A. Resultados del diagnóstico participativo realizado a habitantes de los barrios I, II y III del municipio de San Marcos La Laguna

El 41 % de personas encuestadas fueron del barrio II, la razón por la cual es mayor la cantidad de personas encuestadas es debido a que en el barrio II es donde poseen conexión hacia la planta de tratamientos de desechos líquidos y en la mayoría de hogares no están conectados los drenajes hacia la planta de tratamiento. Un 30 % fueron encuestados en barrio I y el 29 % fue del barrio III.

a. Servicio de agua

El 99 % de las personas encuestadas mencionaron que poseen el servicio de agua potable en sus viviendas.

b. Suministro de agua

El 98 % de las personas reciben agua diariamente, solo el 2 % de los encuestados mencionaron que el suministro de agua no es diario.

c. Actividades en las que se utiliza el recurso hídrico

El 100 % de las personas encuestadas utilizan el recurso hídrico para las actividades domésticas como: limpieza de casa, y usos varios. El 11 % de encuestados usa el agua para la actividad agrícola y el 92 % utiliza el agua potable para consumo propio.

d. Uso del agua para consumo propio en viviendas

El 90 % de las viviendas usa el agua potable para consumo propio y solo el 10 % de las personas encuestadas no utilizan el agua potable para consumo en casa.

e. Acceso a agua mediante la compra a dispensarios

El 89 % de las personas encuestadas no compran agua para consumir en casa y el 11 % de los individuos pagan servicio de agua de dispensarios en el municipio.

f. Purificación del agua en viviendas

El 92 % de los encuestados purifica el agua mediante filtros o la hierva, incluso hay viviendas que utilizan los dos métodos para la purificación del vital líquido. El 8 % de las personas no la purifican.

g. Presencia de drenaje en viviendas

El 72 % de casas encuestadas poseen drenaje y el 28 % no cuenta con drenaje en la estructura de la vivienda.

h. Destino de los desechos líquidos

El 78 % de las personas encuestadas mencionaron que el destino de los desechos líquidos se dirige al lago, mientras que solo el 22 % de los encuestados posee conexión del drenaje hacia la planta de tratamiento la cual solo es para el barrio II.

i. Sistema de desechos fecales

El 70 % de las viviendas encuestadas utilizan fosa séptica y el 27 % de las personas utilizan letrinas en la estructura de su vivienda.

j. Pago por servicio de agua en el municipio de San Marcos La Laguna

El 96 % de las personas encuestadas pagan el servicio de agua potable a la municipalidad y el 4 % de la población no realiza pago por servicio de agua. Cabe resaltar que la cuota que se paga a la municipalidad por el servicio de agua potable es de Q. 5.00 al mes o el equivalente a Q. 60.00 por año.

k. Norma sobre el uso del agua en el municipio

El 100 % de los encuestados mencionó que no existe por parte de la municipalidad alguna norma o reglamento que controle el uso del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.

l. Escases de agua en el municipio

El 91 % de personas encuestadas mencionaron que existe escases del recurso hídrico en temporada seca, comprendida desde el mes de diciembre al mes de abril, siendo en periodos de la mañana donde frecuentemente hay escases del agua.

m. Método de almacenamiento de agua

El 86 % de los encuestados mencionaron que poseen métodos para el almacenamiento de agua potable como toneles, pilas y cubetas.

n. Presencia de contador de agua potable

El 100 % de las viviendas encuestadas mencionaron que no poseen el contador para el uso de agua potable.

o. Lugar de abastecimiento de agua potable del municipio

El 95 % de las personas encuestadas mencionaron que obtienen el agua proveniente de los nacimientos que están en el área del Cerro Papaa y el resto de los individuos no sabe el origen del agua que utilizan en su hogar.

2.5.3. Identificación de los problemas relacionados con la contaminación y estado del recurso hídrico

EL cuadro 34, presenta los problemas identificados en el diagnóstico participativo realizado en los barrios I, II y III del municipio de San Marcos La Laguna.

Cuadro 34. Problemas identificados de la contaminación y estado del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.

No.	PROBLEMAS	No.	PROBLEMAS
1	Mal manejo del recurso hídrico.	13	Mala disposición de las aguas servidas en hogares.
2	Contaminación del medio ambiente.	14	Falta de plantas de tratamiento de aguas residuales.
3	Drenajes de aguas servidas instalados a flor de tierra.	15	Poca divulgación del marco legal ambiental.
4	Ausencia de reglamentos que normalicen el uso racional del recurso hídrico.	16	Ausencia del contador de agua potable.
5	Deficiente formación en temas ambientales.	17	Aumento de enfermedades gastrointestinales.
6	Consumo de agua no apta para humanos.	18	Baja recaudación municipal.
7	Aumento de la contaminación por aguas servidas.	19	Reducida asistencia y capacitación técnica.
8	Desconocimiento de leyes ambientales.	20	Contaminación de fuentes hídricas.
9	Menor acceso a los recursos naturales.	21	Bajo presupuesto para la infraestructura y mejora de servicios.
10	Deficiente infraestructura de saneamiento.	22	Menor disponibilidad del recurso hídrico.
11	Servicio de distribución de agua ineficiente.	23	Falta de educación ambiental.
12	Aumento de la contaminación ambiental.	24	Uso inapropiado del recurso hídrico.

Cuadro 35. Escala de priorización de problemas.

PROBLEMA CENTRAL	ESCALA				
	1	2	3	4	5
Daños de las actividades antropogénicas del recurso hídrico en el municipio de San Marcos la Laguna.	Muy poco	Poco	Regular	Bueno	Muy bueno

El cuadro 35, presenta la escala designada respecto a la observación realizada en campo, con la que se ponderó a los problemas identificados del cuadro 24, donde la ponderación más desfavorable es de 1 punto y la ponderación mejor calificada es de 5 puntos, para poder identificar las problemáticas de mayor incidencia.

Cuadro 36. Matriz de priorización de problemas identificados.

No.	PROBLEMAS	PONDERACIÓN (1 a 5)	No.	PROBLEMAS	PONDERACIÓN (1 a 5)
1	Mal manejo del recurso hídrico.	3	13	Mala disposición de las aguas servidas en hogares.	1
2	Contaminación del medio ambiente.	3	14	Falta de plantas de tratamiento de aguas residuales.	3
3	Drenajes de aguas servidas instalados a flor de tierra.	1	15	Poca divulgación del marco legal ambiental.	3
4	Ausencia de reglamentos que normalicen el uso racional del recurso hídrico.	2	16	Ausencia del contador de agua potable.	1
5	Deficiente formación en temas ambientales.	2	17	Aumento de enfermedades gastrointestinales.	3
6	Consumo de agua no apta para humanos.	3	18	Baja recaudación municipal.	3
7	Aumento de la contaminación por aguas servidas.	2	19	Reducida asistencia y capacitación técnica.	2
8	Desconocimiento de leyes ambientales.	1	20	Contaminación de fuentes hídricas.	2
9	Menor acceso a los recursos naturales.	2	21	Bajo presupuesto para la infraestructura y mejora de servicios.	2

Continuación cuadro 36

10	Deficiente infraestructura de saneamiento.	2	22	Menor disponibilidad del recurso hídrico..	3
11	Servicio de distribución de agua ineficiente.	3	23	Falta de educación ambiental.	2
12	Aumento de la contaminación ambiental.	3	24	Uso inapropiado del recurso hídrico.	3

En el cuadro 36, se identifica las problemáticas identificadas a partir de la recopilación de información socioeconómica y del diagnóstico participativo realizado en los tres barrios del municipio. Los principales problemas identificados que causan daños al recurso hídrico son el mal manejo del agua, contaminación del medio ambiente a causa de las aguas servidas que se dirigen en dirección al Lago de Atitlán por la disposición de drenajes a flor de tierra que causan alteraciones negativas a la naturaleza. Además, el municipio carece de formación ambiental, cabe resaltar la importancia de este tema por el interés que tienen los recursos naturales.

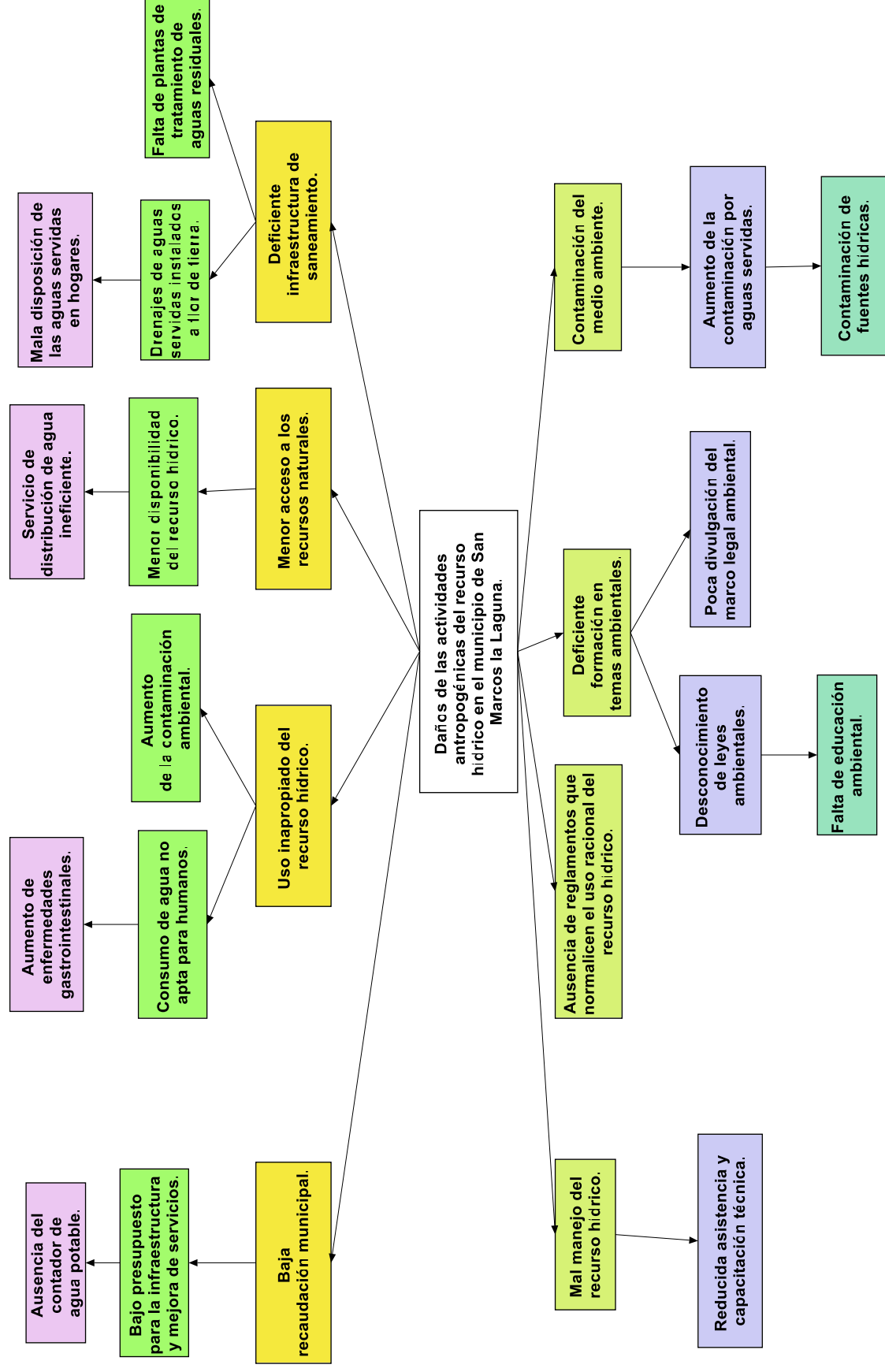
La mala disposición de las aguas residuales que se producen en los hogares causa contaminación si esta no se trata de forma adecuada. Otro de los problemas identificados es la falta de más plantas de tratamientos de aguas residuales, actualmente solo el barrio II cuenta con una planta de tratamiento y el barrio I y el barrio III no poseen algún sistema que trate de una forma segura los desechos líquidos.

Se registra un bajo presupuesto para la ejecución de los proyectos que favorezcan la implementación de programas que contribuyan a la mejora de la comunidad, sin embargo, se está realizando la primera fase de construcción de la planta de tratamiento del barrio I, pero esta estará lista para su funcionamiento aproximadamente para el año 2023 por las gestiones económicas que debe realizar la comuna.

Otra problemática es la ausencia de contadores de agua en los hogares de los tres barrios del municipio, es de importancia la instalación de los contadores de agua para determinar la cantidad de agua que es utilizada en los hogares y beneficiando conductas deseables y eficientes en el uso del recurso hídrico.

La poca divulgación del marco ambiental causa un desorden en el aprovechamiento de los recursos naturales principalmente en el recurso hídrico que por causas antropogénicas este se ve afectado en la disponibilidad en ciertas épocas del año como lo es en la época seca; los habitantes de los tres barrios del municipio resaltaron la poca cantidad de agua que reciben en sus hogares. Esto es debido a una disminución del recurso hídrico en la época de diciembre a abril por la temporada seca.

En la figura 12, se aprecia el árbol de causas y efectos de las principales problemáticas existentes en la contaminación y estado del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna.



Fuente: elaboración propia 2020.

Figura 12. Árbol de causas y efectos de las principales problemáticas existentes en la contaminación y estado del recurso hídrico en el municipio de San Marcos la Laguna.

2.5.4. Procesos de potabilización en el funcionamiento de la red de abastecimiento de agua para la población del municipio de San Marcos La Laguna

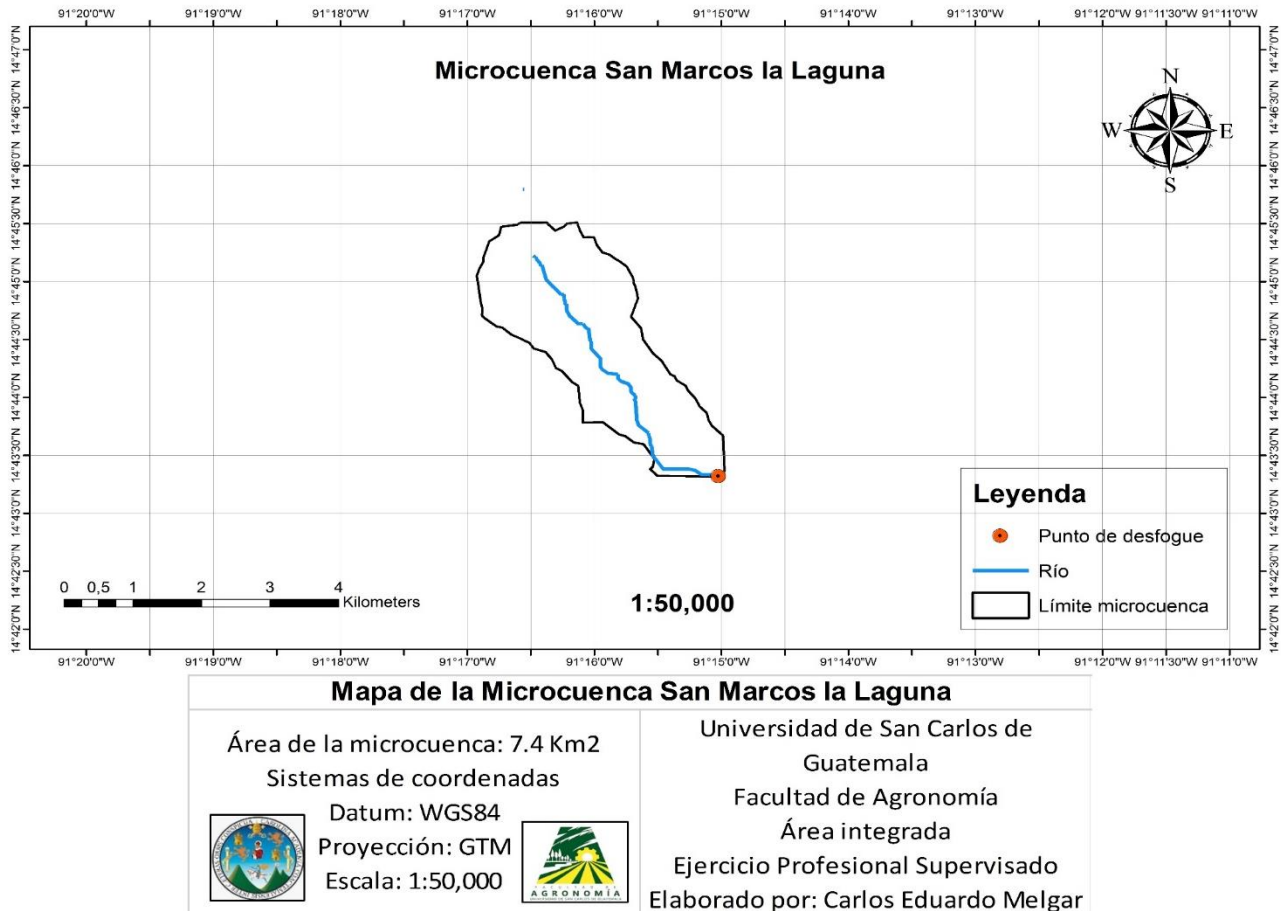
A. Cobertura de la principal fuente de agua para abastecimiento del municipio de San Marcos La Laguna

La microcuenca San Marcos La Laguna tiene un área de 7.4 km² y abarca los municipios de San Pablo La Laguna, San Marcos La Laguna y Santa Lucía Utatlán. La cobertura que ocupa en el municipio de San Pablo La Laguna es de 0.31 km², en el municipio de San Marcos La laguna ocupa 5.16 km² y en el municipio de Santa Lucía Utatlán abarca 1.93 km². Cabe resaltar que la mayor cobertura la posee el municipio de San Marcos La Laguna.

A continuación, se detalle el porcentaje de ocupación de la microcuenca San Marcos La Laguna por cada municipio:

- San Pablo La Laguna: 4 %.
- San Marcos La Laguna: 70 %.
- Santa Lucía Utatlán: 26 %.

En la figura 13, se presenta el mapa de la microcuenca San Marcos La Laguna que abarca parte del municipio.



Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008.

Figura 13. Mapa de la microcuenca San Marcos La Laguna.

2.5.5. Toma de caudales a las cajas reunidoras de caudales en la parte alta de la microcuenca San Marcos La Laguna

Como se puede observar en el cuadro 37, los caudales de agua varían hasta la caja reunidora de caudal número 5, en las posteriores cajas se fue unificando los caudales por el motivo principal de estas estructuras que es el unificar el caudal para la distribución del recurso hídrico en los tanques de captación que están presentes en los barrios I y II del municipio de San Marcos La Laguna.

Los presentes caudales del cuadro 37, fueron tomados el 30 de noviembre del año 2020, siendo en esta época donde la temporada seca inicia en el municipio y se produce una disminución de los caudales.

Cuadro 37. Caudales tomados en visita de campo al Cerro Papaa.

CAJA REUNIDORA DE CAUDAL	CAUDAL (L/s)
1	0.44
2	0.4
3	2.16
4	2
5	2.6
6	4.36
7	4.62
8	4.79



Fuente: elaboración propia 2020.

Figura 14. Toma de caudales en el Cerro Papaa.

En la figura 14, se observa las cajas reunidoras de caudales, las cuales son utilizadas para unificar el caudal en la red de distribución de agua que se dirige a los tanques de captación del vital líquido.

A. Situación de los servicios de agua en el municipio

La red de abastecimiento del recurso hídrico en el municipio de San Marcos La Laguna es distribuida en los tres barrios y dicha red cuenta con procesos de potabilización principiando en los tanques de captación que están ubicados en la parte alta del municipio con un sistema que capta las rocas y cualquier otro objeto de grandes dimensiones que pueda impedir el paso del agua.

Continuando en las cercanías del barrio I y barrio II, se posee un desarenador, el cual capta partículas de menor dimensión como las piedras, arena, lodos que provienen del arrastre en su recorrido, seguidamente se cuenta con tanques de distribución y es donde se posee el sistema de cloración el cual se realiza por medio de pastillas de cloración, estas se instalan en los tanques de distribución y se verifica su existencia en rondas de monitoreo para confirmar que el sistema de cloración esté funcionando adecuadamente.

La desinfección de tanques de distribución de agua potable se realiza cada fin de mes, encargados de la oficina municipal de agua y saneamiento (OMAS) realizan dicha labor para brindar un mejor servicio al municipio y prevenir enfermedades bacteriológicas. En la figura 16A, se presentan resultados bacteriológicos realizados por el ministerio de salud pública y asistencia social (MSPAS), señalan que en la fecha 10 de septiembre de 2020 de 12 muestras analizadas 6 muestras estaban contaminadas de coliforme fecal y coliforme total, por lo cual no cumple con los parámetros establecidos de agua para consumo humano.

La contaminación del agua de las muestras analizadas se puede dar por distintas formas tal como la mala disposición de drenajes, mala disposición de heces fecales, falta de limpieza en los tanques de distribución, falta de cloración del agua. Respecto al segundo resultado obtenido, los datos del análisis bacteriológico de las muestras de agua fueron realizados el 8 de febrero de 2021. Se tomaron 4 muestras y en ninguno se observó presencia de coliformes totales y fecales, quiere decir que el agua no está contaminada y es apta para consumo humano. El resultado obtenido de las muestras colectadas se puede apreciar en la figura 17A.

2.5.6. Plan para la conservación del recurso hídrico

A. Introducción

San Marcos La Laguna posee diversos recursos naturales, bosques, suelos, flora, fauna, mantos acuíferos, cerros y montañas que son áreas protegidas para conservar la biodiversidad existente y que se convierte en el enlace con la cosmovisión y relación con la naturaleza. La situación hidrográfica de San Marcos La Laguna, presenta como en la mayoría de municipios que se ubican en la cuenca del Lago de Atitlán, la característica de recarga hídrica, lo cual hace que el Municipio cuente con diferentes nacimientos de agua, que lo abastece del vital líquido.

Los nacimientos se denominan: Xe Ajtzay, Xe Juyu, Xe Sajlaq, Pacuwe y Pajocó, estos nacimientos se convierten en afluentes del único río que atraviesa el valle, que en la época de lluvia se vuelve caudaloso y en el verano se seca por completo.

El río recibe el nombre de Xepapá, y desemboca en el Lago de Atitlán, se considera como una reserva importante de agua para San Marcos La Laguna y los municipios que están en la ribera del mismo. Sin embargo, la riqueza hidrológica se encuentra vulnerable por la falta de políticas de conservación y la creciente deforestación por la ampliación de la frontera agrícola. La mayor parte del territorio del Municipio, tiene vocación forestal, sin embargo, por las necesidades de siembra de cultivos agrícolas y la ampliación del área urbana, la zona boscosa representa el 26 % del total de 12 km².

El municipio de San Marcos La Laguna necesita específicamente un sistema que proteja principalmente el uso del recurso hídrico y la protección de los bosques que tiene la función de proteger la zona de recarga hídrica en el municipio.

B. Visión

San Marcos La Laguna es un municipio organizado, seguro, con equidad de género y con su pertenencia cultural que es lo más valioso, es un destino altamente turístico y comprometidos con el desarrollo sostenible de los recursos naturales. Se ha mencionado principalmente la necesidad de poseer una serie de normas que engloben el cuidado y un manejo apto del recurso hídrico y a la misma vez proteger los bosques del municipio.

C. Valores de conservación

En el municipio de San Marcos La laguna se identifican lugares de conservación como el cerro Tzankujil, el área del Lago de Atitlán que ocupa el municipio, sus cerros que son de importancia como el Cerro Papaa de donde proviene el recurso hídrico.

En el municipio se identifican dos zonas de vida, la primera es la zona de vida (bh-MB) bosque húmedo montano bajo subtropical, cuya vegetación natural típica está representada por rodales de *Quercus* spp. con un área de 6.72 km².

La segunda es la zona de vida (bmh-MB) bosque muy húmedo montano bajo subtropical, cuya vegetación natural predominante es el ciprés común (*Cupressus lusitánica*) que puede considerarse como especie indicadora, ocupando un área de 2.46 km². A pesar de que estos bosques son los de mayor cobertura, la mayor parte se encuentran muy intervenidos y fragmentados por la actividad humana.

Sin embargo, se pueden distinguir algunos bosques que por su estado de conservación merecen especial atención. Éstos son los bosques localizados en la serranía al norte de San Marcos La Laguna y que se extiende al este y oeste, abarcando los cerros de Chuiminas, San Marcos y Chuiraxamolo', que se extiende al norte de las comunidades de Santa Cruz La Laguna, Jaibalito, Tzununá, San Marcos La Laguna, San Pablo La Laguna y Santa Clara la Laguna, y al sur de San José Chacayá y Santa Lucía Utatlán.

D. Amenazas a los valores de conservación

- Incendios forestales causados por personas ajenas al municipio.
- Contaminación de fuentes hídricas.
- Falta de educación ambiental.
- Basureros clandestinos.
- Deforestación.
- Mal manejo de desechos líquidos.
- Cambios climáticos.
- Uso de insecticidas en la agricultura.
- Contaminación del lago de Atitlán.
- Contaminación mantos freáticos.

Cuadro 38. Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Recursos naturales - Parque ecológico regional municipal. - Nacimientos de agua. - Lago de Atitlán. - Existencia de 2 cerros (Tzan Kujil, Kumebal). - Predios municipales. - El terreno es apto para variedad de árboles frutales. - Existencia de microclimas.	Recursos naturales - Deforestación. - Incendios Forestales. - Voluntad limitada de las autoridades y de la población para un buen manejo de los recursos naturales.
Saneamiento ambiental - Planta de tratamiento de aguas grises para barrio I y barrio III. - Centro de acopio.	Saneamiento ambiental - Carencia de Educación Ambiental. - Mal manejo de los desechos sólidos y líquidos. - Basureros clandestinos.

Continuación cuadro 38.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Recursos naturales - Valoración del turismo de los Recursos Naturales del Municipio.	Recursos naturales - Cambios Climáticos. - Incendios Forestales y talas de árboles por personas no locales. - Fomento de Abonos e insecticidas químicos.
Saneamiento ambiental - Apoyo institucional en temas de saneamiento y educación ambiental.	Saneamiento ambiental - Contaminación externa por desechos sólidos. - Contaminación general del lago. - Contaminación de los mantos freáticos.

El cuadro 38, presenta el análisis realizado de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de los factores ambientales que inciden en el municipio de San Marcos La Laguna.

E. Programas, objetivos y proyectos estratégicos

a. Programa de saneamiento ambiental

Objetivo estratégico 1. Implementar un sistema de saneamiento ambiental para la reducción de la contaminación de San Marcos La Laguna.

i. Proyectos estratégicos

1. Sistema de tratamiento de desechos sólidos.
2. Planta de tratamiento para barrio I y barrio III.

A. Programa de administración ambiental municipal

Objetivo estratégico 2. Fortalecer la gestión técnica, administrativa, y organizacional del municipio para la administración y manejo de recursos naturales.

a. Proyectos estratégicos

1. Elaboración e implementación de reglamentos municipales especialmente para el dictamen técnico sobre el manejo adecuado de los recursos naturales.
2. Desarrollar un programa de comunicación y divulgación relacionado con la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en el municipio.

b. Matrices de marco lógico

El cuadro 39, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el programa de saneamiento ambiental.

Cuadro 39. Programa de saneamiento ambiental.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Contribuir al sistema de saneamiento ambiental para la reducción de la contaminación de San Marcos La Laguna.	Incremento en la gestión de los recursos disponibles, acceso a servicios.	Reuniones de COMUDE para consulta a la población sobre la ejecución de proyectos.	La población del municipio de San Marcos La Laguna es beneficiada con el adecuado sistema de saneamiento ambiental.
Propósito	Implementar proyectos para obras de saneamiento ambiental para la reducción de la contaminación de las calles y de las fuentes de agua.	La aplicación de proyectos de saneamiento ambiental contribuirá a la conservación del medio ambiente y será positivo para el manejo de los recursos naturales.	Proyectos realizados en los barrios I, II y III del municipio.	Existe los recursos y apoyo de la municipalidad y la población para la ejecución de las actividades.

Continuación cuadro 39.

Componentes	C1: estructuras de saneamiento. C2: implementación del sistema de tratamientos de desechos sólidos. C3: implementación de la educación ambiental.	Incrementando el acceso a servicios.	Informes de avance, fotografías, visitas de campo, obras terminadas.	Los proyectos no se quedan estancados por falta de recursos económicos.
Actividades	C1: construcción de planta de tratamiento de desechos líquidos para el barrio I y III del municipio. C2: creación de centros de acopio en los barrios I, II y III del municipio. C3: talleres de educación ambiental en centros educativos del municipio.	C1: avance de la primera fase de construcción de las plantas de tratamientos de desechos líquidos en el barrio I y III del municipio. C2: los 3 centros de acopio función en el barrio I, II y III. C3: plan de los talleres de educación ambiental.	Fotografías, visita de campo, encuestas, firma de asistencia a talleres de educación ambiental.	Que los proyectos en su etapa de ejecución no se terminen.

El cuadro 40, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el sub programa de mejoramiento del saneamiento ambiental.

Cuadro 40. Sub programa del mejoramiento del saneamiento ambiental.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Implementar proyectos para obras de saneamiento ambiental para la reducción de la contaminación de las calles y de las fuentes de agua.	La aplicación de proyectos de saneamiento ambiental contribuirá a la conservación del medio ambiente y será positivo para el manejo de los recursos naturales.	Proyectos realizados en los barrios I, II y III del municipio.	Existe los recursos y apoyo de la municipalidad y la población para la ejecución de las actividades.
Propósito	Mejoramiento del sistema de saneamiento ambiental en el municipio.	Disminución de la contaminación en las calles y cuerpos de agua.	Visita de campo, obras terminadas.	

Continuación cuadro 40.

Componentes	C1: Gestión de fondos para la realización de proyectos.	50 % de ejecución de los proyectos establecidos.	Visita de campo, obras en ejecución.	Que los proyectos en su etapa de ejecución no se terminen.
Actividades	C1: financiamiento por parte de la municipalidad.	C1: Licitaciones en Guate compras	Informes de avance, reuniones periódicas.	

El cuadro 41, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el proyecto de sistema de tratamiento de desechos sólidos.

Cuadro 41. Matriz de marco lógico del proyecto de sistema de tratamiento de desechos sólidos.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Mejorar el manejo de los desechos sólidos.	La creación de mecanismos para el buen manejo de los desechos sólidos contribuirá a la reducción de la contaminación del ambiente.	Visitas de campo, fotografías.	Existe compromiso de los pobladores en participar.
Propósito	Desarrollar y garantizar la conservación del ambiente.	Reducción de la contaminación por desechos sólidos.	Informe de actividades realizadas, fotografía.	La población participa activamente.
componentes	C1: gestionar fondos para la realización de proyectos. C2: ejecutar la obra de construcción del centro de acopio para los tres barrios del municipio. C3: realización de jornadas de limpieza.	C1 y C2: construcción de tres centros de acopio. C3: plan de las jornadas de limpieza a ejecutar.	Proyecto terminado, informes de avance, fotografías.	

Continuación cuadro 41.

Actividades	C1: aprobación de recursos económicos. C2: diseño de planificación de la obra de construcción. C3: cronograma de las jornadas de limpieza del municipio.	C1: licitación en Guate compras. C2: plan de desarrollo del proyecto. C3: realización de las jornadas de limpieza.	Planos, fotografías, facturas, informes de avances.	Que la población fiscaliza los fondos económicos en que son utilizados.
--------------------	--	--	---	---

El cuadro 42, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el proyecto de planta de tratamiento para barrio I y barrio III.

Cuadro 42. Matriz de Marco lógico del proyecto de planta de tratamiento para barrio I y barrio III.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Implementar el sistema de planta de tratamiento para el barrio I y barrio II del municipio.	100 % de avance de la primera fase del sistema de tratamiento de aguas residuales.	Fotografías, informes de avances, visita de campo.	Que los recursos son destinados para los proyectos adjudicados.
Propósito	Mejorar el tratamiento de los desechos líquidos de los barrios I y III.	El financiamiento para la construcción de la planta de tratamiento se da por tres fases.	Informes de terminación de cada fase de construcción.	
Componentes	C1: planificación de las tres fases de construcción. C2: gestionar fondos para la ejecución del proyecto.	C1: ejecución de la planificación.	Informes de avance del proyecto.	Que los proyectos en su etapa de ejecución no se terminen.
Actividades	C1: diseño y planificación del desarrollo del inicio de cada fase. C3: financiamiento por parte de la municipalidad y cooperación internacional.	C1: plan de desarrollo del proyecto. C2: licitaciones en Guate compras.	Planos, memoria de labores, fotografías, Informes de avance.	

El cuadro 43, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el programa de administración ambiental municipal.

Cuadro 43. Programa de administración ambiental municipal.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Fortalecer la gestión técnica, administrativa, y organizacional del municipio para la administración y manejo de recursos naturales.	Incremento en la gestión de los recursos disponibles.	Encuesta a los pobladores sobre la disponibilidad de recursos naturales a su alcance.	Familias valoran los recursos naturales y los administran de forma eficiente en su entorno.
Propósito	Implementar mecanismos legales para el buen manejo de los recursos naturales dentro del municipio.	La creación y la implementación de distintos mecanismos contribuirá a la gestión integrada de los recursos naturales.	Diseños e informes de avance.	Existen recursos y apoyo comunitario para la realización de todas las actividades.
Componentes	C1: jornadas de divulgación ambiental. C2: elaboración de reglamentos oficiales que protejan los recursos naturales.	C1: ejecución de la planificación. C2: buena administración de los recursos naturales.	Informe de avances, fotografías.	Los pobladores se involucran en el cambio del municipio.
Actividades	C1: creación de contenido físico y digital para la jornada de divulgación. C2: creación de un reglamento oficial para la protección de los recursos naturales.	C2: divulgación ambiental por medio de las radios. C3: avance en la estructura para la creación del reglamento.	Fotografías, informes de avance.	

El cuadro 44, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el Sub programa de educación ambiental.

Cuadro 44. Sub programa de educación ambiental.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Implementar mecanismos legales para el buen manejo de los recursos naturales dentro del municipio.	La creación y la implementación de distintos mecanismos contribuirá a la gestión integrada de los recursos naturales.	Diseños e informes de avance.	Existen recursos y apoyo comunitario para la realización de todas las actividades.
Propósito	Implementar jornadas de divulgación ambiental y ejecutar la elaboración de reglamentos oficiales que su interés sea proteger los recursos naturales.	Ejecución de la planificación. Buena administración de los recursos naturales.	Informe de avances, fotografía, presentación de cronograma de actividades.	
Componentes	C1: Elaboración e implementación de reglamentos municipales especialmente para el dictamen técnico sobre el manejo adecuado de los recursos naturales. C2: comunicación y divulgación relacionado con la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en el municipio.	C1: planificación de las líneas de intervención del reglamento. C2: ejecución del cronograma de actividades.	Elaboración de informes de avance, reuniones para aprobación en COMUDE, fotografías, videos.	Que los proyectos en su etapa de ejecución no se terminen.
Actividades	C1: diseño y planificación del desarrollo de la elaboración del reglamento. C2: elaboración del cronograma de actividades a realizar.	C1: plan de desarrollo de la elaboración del reglamento municipal. C2: realización de actividades de divulgación ambiental.	Fotografías, presentación de informes de actividades, videos.	Los pobladores aportan mecanismos para la conservación del ambiente.

El cuadro 45, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el proyecto de reglamentos municipales para el dictamen técnico sobre el manejo adecuado de los recursos naturales.

Cuadro 45. Matriz de marco lógico del proyecto de reglamentos municipales para el dictamen técnico sobre el manejo adecuado de los recursos naturales.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Elaboración e implementación de reglamentos municipales para el uso adecuado de los recursos naturales.	Aumento del interés de la población para la aplicación de los reglamentos municipales.	Verificación de la aplicación de reglamentos en sesión ordinaria de COMUDE.	La población aprueba los reglamentos municipales elaborados.
Propósito	Desarrollar y garantizar el uso y manejo adecuado de los recursos naturales mediante la aplicación de los reglamentos municipales.	Aprobación de los reglamentos en sesión de concejo municipal.	Dictamen de concejo municipal, publicación en diario de Centro América.	
Componentes	C1: planificar la creación de los reglamentos municipales. C2: formación de una mesa técnica para la elaboración de los reglamentos municipales.	C1: ejecución de la planificación. C2: mesa técnica conformada por AMSCLAE, MAGA, MARN, CONAP, AMIGOS DEL LAGO, VIVAMOS MEJOR.	Elaboración de informes de avances, fotografías.	Las instituciones involucradas ejecutaran los reglamentos municipales de acuerdo a la normativa legal que lo respalda.
Actividades	C1: evaluación de la planificación para ejecutar los reglamentos. C2: reuniones mensuales para la elaboración de los reglamentos municipales.	C1: realización de la planificación. C2: ejecución de la agenda de trabajo.	Fotografías, informe de avances.	

El cuadro 46, presenta los componentes y actividades propuestas para trabajar el proyecto de comunicación y divulgación relacionado con la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en el municipio.

Cuadro 46. Matriz de marco lógico del proyecto de comunicación y divulgación relacionado con la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales en el municipio.

	Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	Implementar la comunicación y divulgación de la importancia del manejo de los recursos naturales.	La población usa adecuadamente los recursos naturales.	Fotografías, visita de campo.	La población se interesa en aprender más sobre el manejo adecuado de los recursos naturales.
Propósito	Divulgación sobre la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales en los tres barrios del municipio.	Aumento de pobladores interesados en aprender más sobre un buen manejo de los recursos naturales.	Informes de avances, elaboración de guías.	
Componentes	C1: implementación de la divulgación sobre el manejo y uso adecuado de los recursos naturales en medios radiales, perifoneo en los barrios, y reuniones semanales en distintos puntos de interés del municipio.	Ejecución del cronograma de actividades.	Fotografías, visita de campo. Lista de asistencia de participantes.	Los pobladores participan activamente en las distintas actividades.
Actividades	C1: ejecución de actividades por medio de radios, asistencia de los pobladores a las distintas convocatorias.	Apoyo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para la difusión y ejecución de actividades.	Videos, asistencia de participantes, reuniones de socialización en COMUDE.	

c. Anexo: fundamento legal y político

i. Legislación nacional

1. Constitución Política de la República de Guatemala, 1985.
2. Decreto número 68-86 del Congreso de la República, ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.
3. Decreto número 15-95 del Congreso de la República, ley de ratificación del convenio marco sobre el cambio climático.
4. Decreto número 114-97 del Congreso de la República, ley del organismo ejecutivo.
5. Decreto número 38-2010 del Congreso de la República, ley de educación ambiental.
6. Decreto número 7-2013 del Congreso de la República, ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero.
7. Acuerdo gubernativo número 791-2003, política marco de gestión ambiental de Guatemala.

ii. Acuerdos y convenios internacionales

1. Conferencia sobre el medio ambiente humano, recomendación 96 convocada por Naciones Unidas y celebrada en Estocolmo, Suecia 1972.
2. Conferencia mundial del medio ambiente, capítulo 36 de la agenda 21, convocada por Naciones Unidas y celebrada en Río de Janeiro, Brasil, 1992.
3. Convenio centroamericano para la protección del ambiente.
4. Conferencia de TBILISI, sobre educación y formación ambiental, convocada por UNESCO y celebrada en Moscú, en 1977.
5. Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe y el programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA), 1988.
6. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, Nueva York, 9 de mayo de 1992.

7. Declaración final de la conferencia mundial de educación, convocada por UNESCO y celebrada en TESALÓNICA, Grecia, noviembre de 1997.
8. Cumbre de Johannesburgo 2002.
9. Convenio 169 de la OIT (sobre pueblos indígenas y tribales).

iii. Fundamento político guatemalteco

1. Acuerdos de paz.
2. Agenda estratégica nacional: (programa y agenda 21 global y nacional).
3. Programa y agenda 21 global y nacional.
4. Marco estratégico de desarrollo institucional.
5. Plan nacional de desarrollo: K'atun, nuestra Guatemala, 2032.

2.6. CONCLUSIONES

1. El municipio de San Marcos La Laguna carece de un plan que indique cual es la mejor manera de proteger y aprovechar el recurso hídrico. Para la fiscalización de proyectos está presente el Consejo comunitario de desarrollo (COCODE). El servicio de agua potable está presente en los tres barrios del municipio y la OMAS ejecuta el mantenimiento de los pozos de distribución de agua cada mes en conjunto con el MSPAS para verificar que el sistema se encuentre en un funcionamiento óptimo y para la prestación de servicios médicos está el centro de atención permanente (CAP).
2. Los habitantes utilizan el recurso hídrico principalmente para consumo propio y actividades agrícolas. Un inconveniente que se identifica en los hogares del municipio es la instalación de los drenajes a flor de tierra, esto causa un mal aspecto y la proliferación de malos olores y la contaminación a los alrededores de las casas.

La mayor parte de los desechos líquidos se dirigen al Lago de Atitlán sin ser tratados. Sin embargo, hay una planta de tratamiento de aguas residuales que da servicio únicamente al barrio II del municipio. Ciertamente hay muchos problemas que afectan al recurso hídrico como lo es el mal manejo, poco interés de entidades gubernamentales para incentivar proyectos que beneficien y protejan el agua, la falta de educación ambiental y la deficiente infraestructura de saneamiento.

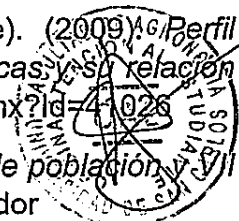
3. La red de abastecimiento de agua proviene de nacimientos del Cerro Papaa. Un factor importante para brindar un adecuado servicio es el trabajo en conjunto que realiza la OMAS y el MSPAS para los distintos análisis que se realizan al agua y un mantenimiento óptimo en la estructura de abastecimiento.
4. San Marcos La Laguna posee riqueza natural y es muy importante que se conserve y se dé un manejo óptimo de los recursos naturales. Esto se puede realizar mediante procesos educativos y de capacitaciones técnicas que puedan ser de mucha ayuda a la población en general y que la municipalidad se encargue de vigilar todos los factores que afecten al sistema ambiental.

2.7. RECOMENDACIONES

1. Se debe tener una mejor base de datos socioeconómicos por parte de la municipalidad. Esto para tener claro dichos aspectos para que en próximos aportes tales como de investigación y de carácter de invertir en proyectos, sea más factible la toma de decisiones para el desarrollo del municipio.
2. Fomentar la educación ambiental en el municipio de San Marcos La Laguna para crear conciencia sobre el cuidado del ambiente para prevenir la contaminación. Que la municipalidad agilice los trámites para la construcción de las dos plantas de tratamiento de desechos líquidos faltantes de los barrios I y III.
3. Que el monitoreo para verificar el buen funcionamiento de los pozos de distribución de agua sea más constante para brindar mejor servicio a la población. Que se hagan las gestiones necesarias para la adquisición de contadores de agua potable.
4. Que la municipalidad de San Marcos La Laguna analice el plan propuesto para la conservación del recurso hídrico y realice las gestiones necesarias para su implementación y sea aplicado para la protección de los recursos naturales.

2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamir, O. (1998). *Manejo integrado del recurso agua, con la perspectiva de los Principios de Dublin*. [Archivo PDF] <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcg2022s.pdf>
2. AMSCLAE (Autoridad para el manejo sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su entorno). (2018). *Caracterización de la cuenca del Lago de Atitlán: propuesta de plan de manejo de la Cuenca del Lago de Atitlán*. Sololá, Guatemala.
3. _____. (2019). *Informe de transición de gobierno*. Guatemala.
4. _____. (2019). *Memoria de Labores*. [Archivo PDF] <https://www.amsclae.gob.gt/descargas/memoriadelabores/mem2019.pdf>
5. Congreso de la República de Guatemala. (2002). *DECRETO NUMERO 12-2002*. https://www.congreso.gob.gt/buscador_decretos/codigo_municipal
6. CONAP (Consejo nacional de áreas protegidas). (2012). *Plan de acción para la implementación del programa de trabajo sobre áreas protegidas de la convención sobre la diversidad biológica*. [Archivo PDF] <https://www.cbd.int/doc/world/gt/gt-nbsap-powpa-es.pdf>
7. Gabinete específico del agua. (Mayo de 2011). *Política nacional del agua de Guatemala y su estrategia*. [Archivo PDF] http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20del%20Agua%20de%20Guatemala.pdf
8. Galdámez Martínez, V. A. (2008). *Comercialización (producción de café) y proyecto: producción de pelotas de lana*. [Archivo PDF] http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0679_v8.pdf
9. García, L. (1998). *Manejo integrado de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe*. [Archivo PDF] <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manejo-integrado-de-los-recursos-h%C3%ADdricos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
10. Indij, D., & Schreider, M. (Enero de 2013). *Gestión integrada de los recursos hídricos*. [Archivo PDF] <https://www.bivica.org/files/recursos-hidricos-gestion.pdf>
11. IARNA (Instituto de agricultura, recursos naturales y ambiente). (2009). *Perfil ambiental de Guatemala 2008-2009: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo*. <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?id=41026>
12. INE (Instituto nacional de estadística). (2018). *XII censo nacional de población y VII censo nacional de vivienda*. <https://www.censopoblacion.gt/explorador>



24. _____. (2018). *Plan de desarrollo municipal con enfoque territorial del municipio de San Marcos la Laguna*.
<http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/category/71-solola?download=375:pdm-san-marcos-la-laguna>

25. SICA (Sistema de la integración centroamericana). (Agosto de 1999). *Plan de Acción Para el Manejo Integrado del Agua en el Istmo Centroamericano* [Archivo PDF].
http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc47914-f-25032010.pdf



2.9. ANEXOS

2.9.1. Boleta utilizada para la realización del diagnóstico participativo dirigido a habitantes de los barrios I, II y III del municipio de San Marcos La Laguna.

1. Género: Masculino ☐ Femenino ☐
2. Barrio: Barrio I (Xenima abaj) ☐ Barrio II (Chirij Juyu') ☐
Barrio III (Chinimaya') ☐
3. ¿Cantidad de personas que integran su hogar? _____
4. ¿Tiene servicio de agua? SI ☐ NO ☐
5. ¿El suministro de agua es diario? SI ☐ NO ☐
6. ¿Cuántas veces a la semana? _____
7. ¿En qué actividades aprovecha el agua?
 - Uso doméstico (limpieza de la casa, usos varios) ☐
 - Riego (actividad agrícola) ☐
 - Consumo propio ☐

Otros. _____

8. ¿Utiliza el agua del chorro para consumo? SI ☐ NO ☐
9. ¿Adquiere el servicio de agua pura mediante la compra a dispensarios?
SI ☐ NO ☐
10. ¿Purifica el agua que consume previamente?
SI ☐ NO ☐
11. ¿De qué forma purifica el agua?
Filtros ☐ Hervir ☐ Otros. _____
12. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes de los habitantes en el barrio?
13. ¿Cuenta con sistema de drenaje? SI ☐ NO ☐
14. ¿Si posee drenaje, está enterado cual es el destino de los desechos líquidos?
Planta de tratamiento ☐ Lago ☐ Otros _____
15. ¿Su hogar cuenta con letrina (L) o fosa séptica (F.S)?
L. ☐ F. S. ☐

16. ¿Ha participado en actividades para buen uso del recurso hídrico?

SI ☐ NO ☐

17. ¿Estaría dispuesto en participar en actividades sobre la importancia del cuidado del agua?

SI ☐ NO ☐

18. ¿Ha participado en actividades sobre temas de higiene y salud?

SI ☐ NO ☐

19. ¿Estaría de acuerdo en participar en actividades que transmitan los temas de buena higiene y salud?

SI ☐ ☐ NO

20. ¿Paga algún monto económico mensualmente por el servicio del agua en su hogar?

SI ☐ NO ☐

21. ¿Existe alguna norma sobre el uso del agua por parte de la municipalidad?

SI ☐ NO ☐

22. ¿En alguna época del año se presenta escases de agua?

SI ☐ NO ☐

23. ¿Posee algún método de almacenamiento de agua?

SI ☐ NO ☐

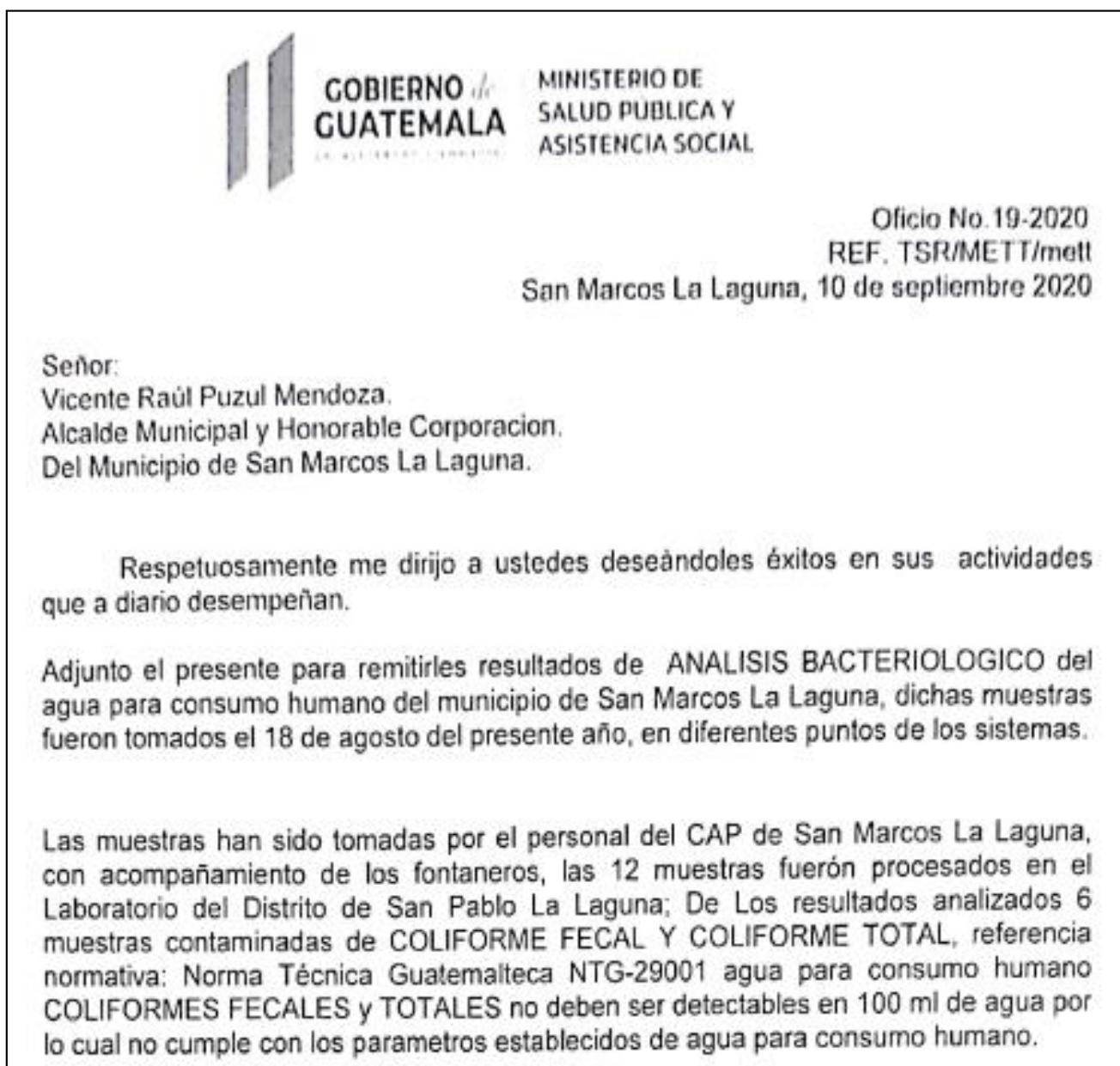
24. ¿Posee algún aparato que mida su consumo de agua mensualmente?

SI ☐ NO ☐

25. ¿Sabe de donde proviene el agua que consume y utiliza en su hogar?

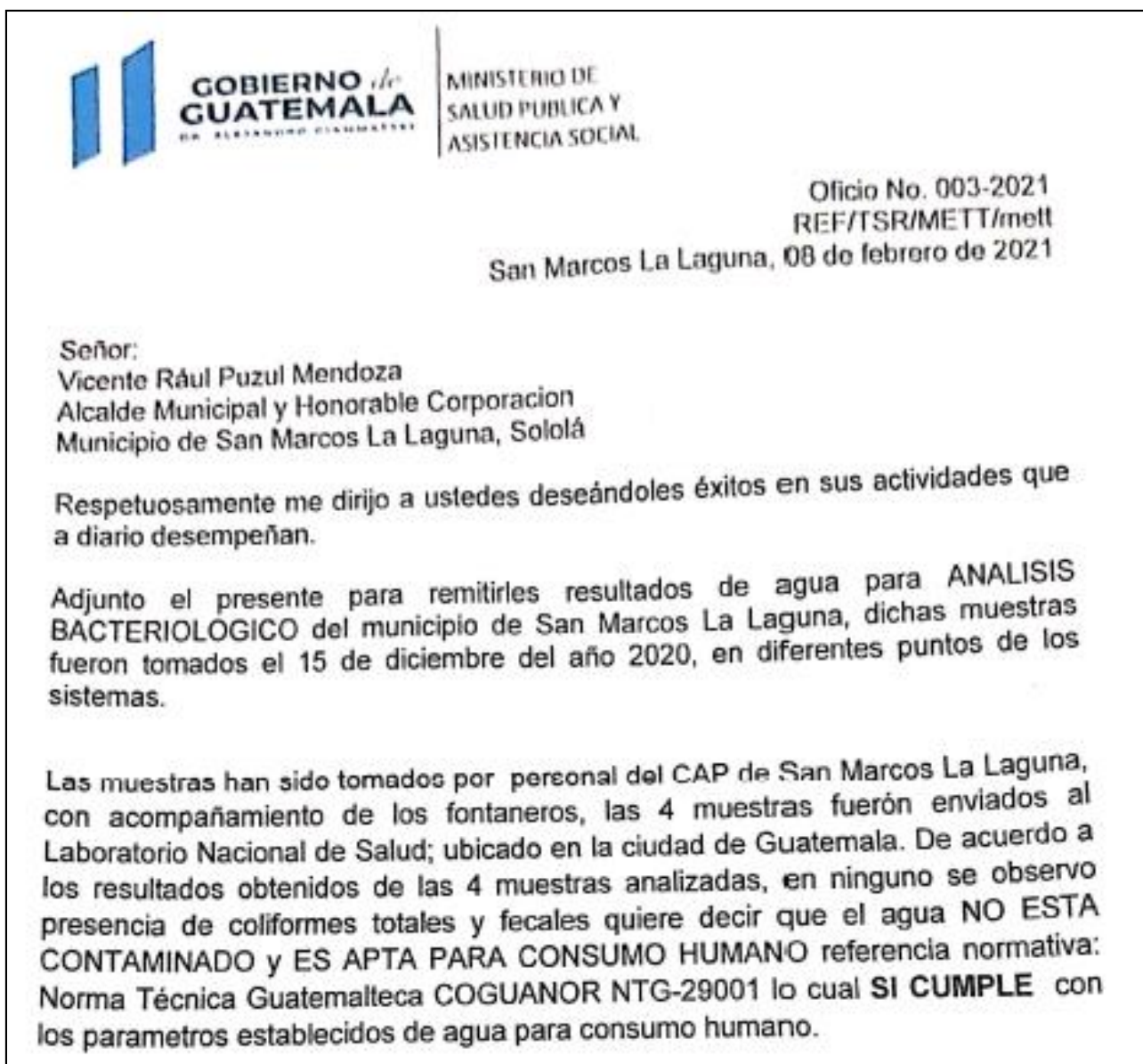
Río ☐ Lago ☐ Pozo ☐ Nacimiento ☐

2.9.2. Resultados de análisis bacteriológicos



Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS) 2020.

Figura 16A. Resultado de análisis bacteriológico.



Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS) 2021.

Figura 17A. Resultado de análisis bacteriológico.

**3. CAPÍTULO III. Servicios realizados en el municipio de San Marcos La Laguna,
Sololá, Guatemala.**

3.1. Presentación

En el municipio de San Marcos La Laguna se ejecutaron tres servicios. El primero se denomina Propuesta de una política municipal ambiental, sus objetivos fueron los siguientes: 1) Identificación del problema, 2) Identificación de soluciones viables al problema, 3) Elaboración de la propuesta de una política municipal ambiental. Para el primer objetivo se realizó un análisis de contexto actual del área de estudio mediante visitas de campo y consulta de información a la municipalidad. Para el segundo objetivo se propusieron acciones de lo que se puede realizar y para el tercer objetivo fue la redacción de propuesta de una política municipal ambiental.

El segundo servicio ejecutado fue el manejo de desechos orgánicos a nivel comunitario y familiar en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá. Los objetivos son los siguientes: 1) Minimizar impactos ambientales generados por los residuos orgánicos manejados inadecuadamente. 2) Capacitar a la población sobre técnicas de manejo de residuos orgánicos. 3) Mejorar el manejo de residuos orgánicos en el municipio mediante la creación de una compostera. El primer objetivo constó sobre la ejecución de una encuesta que fue dirigida a habitantes del barrio I, II y III del municipio, dichas encuestas trataron sobre el uso de residuos orgánicos que producen los habitantes, además se enfatizó la importancia de la creación de composteras en los hogares.

El segundo objetivo trató las capacitaciones, las cuales constaron del buen manejo de residuos, como crear composteras en casa y los beneficios que aporta a los cultivos y jardines. Dichas capacitaciones fueron realizadas en la municipalidad dirigido a habitantes de los tres barrios del municipio. El tercer objetivo trató sobre la creación de una compostera en la municipalidad del municipio en donde participaron miembros de la comuna y habitantes de los tres barrios.

El tercer servicio realizado fue la implementación de huertos familiares en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá. Sus objetivos son los siguientes: 1) Diagnosticar la disponibilidad de Insumos y tierra para el establecimiento de huertos. 2) Implementar sistemas alimentarios locales diversificados: huertos familiares y comunitarios, para el mejoramiento de la seguridad alimentaria local. 3) Realizar el acompañamiento, monitoreo y sistematización de los sistemas alimentarios implementados.

El primer objetivo como punto de partida, se realizaron encuestas dirigidas a las familias donde se implementaron los huertos, dichas encuestas fueron de gran utilidad para determinar con que herramientas contaban las familias, que especies de hortalizas son las que preferían introducir en el huerto, se verificó también la disponibilidad de riego y abono orgánico.

En la actividad del segundo objetivo planteado, se contribuyó en la mejora de la seguridad alimentaria y las capacidades y habilidades de las familias a través de: la planificación, diseño e implementación de huertos familiares, las buenas prácticas agrícolas y elaboración de insumos agroecológicos: manejo ecológico de plagas y enfermedades, biofertilizantes, uso de plantas aliadas, aprovechamiento de los residuos de cosecha y del hogar. El rescate de especies comestibles sub utilizadas para mejorar la nutrición en familias, optimizando recursos locales y restaurando los valores culturales.

Para el tercer objetivo del monitoreo de las acciones en campo, se visitaron los huertos establecidos, lo que permitió llevar de manera eficiente el acompañamiento y asesoría a las familias donde requerían información acerca del cuidado de las plantas, la aplicación de riego, la aplicación de fertilizantes orgánicos e insecticidas orgánicos.

3.2. Servicio 1. Propuesta de una política municipal ambiental en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

3.2.1. Objetivos

A. Objetivo general

Realizar una propuesta de un instrumento ambiental que promueva el cuidado de los recursos naturales en el municipio de San Marcos La Laguna.

B. Objetivos específicos

1. Identificación de las principales problemáticas que afectan a los recursos naturales.
2. Determinación de soluciones viables a la problemática ambiental.
3. Elaboración de la propuesta de una política municipal ambiental.

3.2.2. Metodología

A. Revisión bibliográfica y observaciones realizadas en campo

Se realizó un análisis de contexto actual del área de estudio mediante visitas de campo y consulta de información a la municipalidad.

- Estas fases en su conjunto dan la fundamentación teórico conceptual, para tratar el problema como uno de carácter público y bajo un enfoque estratégico que permita incidir sobre los aspectos estructurales del cambio que se quiere lograr. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2015).
- La consulta de información en la municipalidad fue para corroborar aspectos geográficos y sociales.

B. Análisis de las propuestas identificadas para la solución de la problemática principal

Durante esta fase se identificaron y formularon posibles vías de solución al problema, es decir, se plantean propuestas y se analiza la viabilidad de cada una de ellas, para así determinar, cuál de todas las opciones puede tener mayor posibilidad de éxito para resolver el problema de naturaleza pública.

C. Redacción de la propuesta de la política municipal ambiental

En esta fase se realizó la redacción de propuesta de una política municipal ambiental, la cual contiene lo siguiente:

- a) Introducción
- b) Antecedentes
- c) Marco de referencia
- d) Situación sobre los recursos naturales
- e) Componentes de la Política Pública Municipal Ambiental
 - o Visión
 - o Principios
- f) Objetivos
- g) Actores identificados
- h) Líneas de política y acciones
- i) Indicadores
- j) Implementación, sostenibilidad y monitoreo de la política municipal ambiental
- k) Definiciones técnicas
- l) Bibliografía

3.2.3. Resultados

A. Identificación del problema

En la figura 18, se observa los problemas identificados. Ubicando al de mayor incidencia el cual es la ausencia de un instrumento ambiental que promueva el cuidado de los recursos naturales.

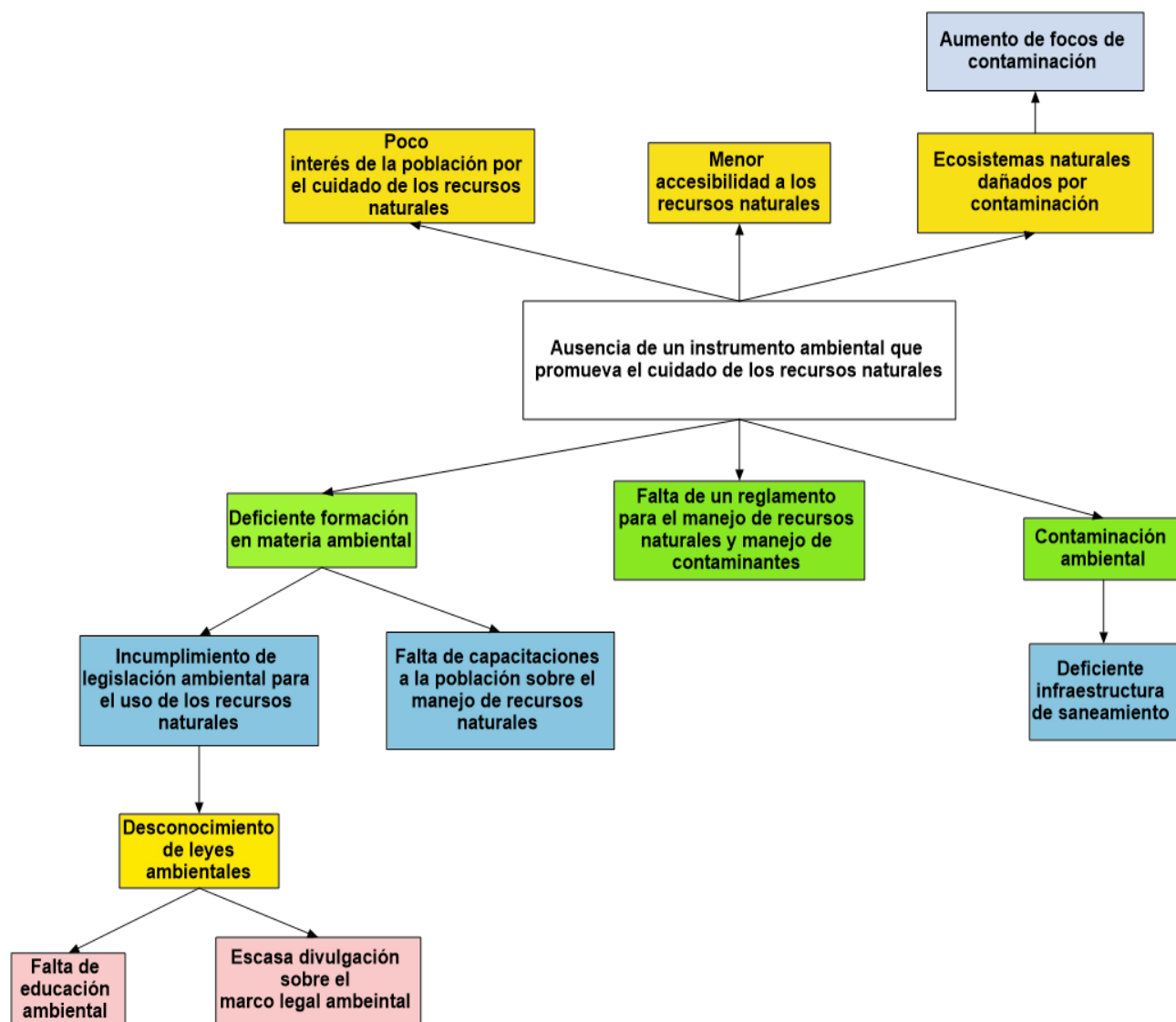


Figura 18. Identificación de los principales problemas.

B. Soluciones viables al problema

1. Identificación de actores que inciden en el municipio para establecer una mesa técnica que evalúe y ponga en marcha la política municipal ambiental.
2. La educación ambiental es necesaria impartirla a toda la población del municipio desde la escuela donde están todos los jóvenes, así mismo se debe organizar talleres con la población que reside en el municipio y de esta forma dar cambios significativos en el cuidado de los recursos naturales.
3. Se debe respetar la cosmovisión del pueblo maya, es desde este punto de vista en que también juega un papel importante el cuidado de los recursos naturales.

C. Propuesta de la política municipal ambiental.

a. Introducción

La constitución política de la República de Guatemala obliga al estado, a las municipalidades y a los habitantes del territorio nacional a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico y establece que se debe de dictar la normativa necesaria para garantizar la utilización y el aprovechamiento racional de la fauna, flora, el uso de la tierra y agua, evitando su depredación, de ahí pues que el nivel municipal también debe de exigir la infraestructura legal para que las distintas normas que el estado y el municipio hayan emitido para realizar sus fines (Teret Canel , 2014).

Las municipalidades son instituciones autónomas que se encuentran regidas dentro del marco legal de Guatemala, donde se indican el que hacer de las municipalidades, para el buen gobierno de su municipio, con el avance del deterioro del entorno ambiental han surgido, políticas, decretos y normas legales que le ha dado a las municipalidades la responsabilidad de fomentar y cuidar el medio ambiente.

La política ambiental municipal nace con la necesidad de crear una responsabilidad directa, inmediata e ineludible hacia el medio ambiente que hasta hace pocos años no reconocían como primordial sino como una función secundaria. Hoy es más que una obligación jurídica, es un compromiso social del nivel de gobierno más cercano a la sociedad. (Pichardo Pagaza, 2009)

La convivencia armónica con el medio ambiente, permitiendo el desarrollo económico y social se alcanza con el establecimiento de una política ambiental sostenible (Ismalej Argueta, 2009). La formulación de una Política Ambiental se logra mediante la identificación y análisis de comportamientos ambientales y sociales, y con base a eso se toman decisiones para lograr la conservación, protección y recuperación de los recursos naturales de manera sostenible por medio de una serie de instrumentos que definen metas a cumplir a corto, mediano y largo plazo (Rogríquez Cortés & Melo Hernández, 2015) .

b. Antecedentes

i. Marco Legal

La constitución política de la república de Guatemala en su artículo 134. reconoce la descentralización y autonomía de los municipios, para coordinar su política con la política general de Estado.

El artículo 253 de la constitución política de la república de Guatemala, establece que los municipios, son instituciones autónomas. Entre otras funciones les corresponde obtener y disponer de sus recursos; y atender los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios.

Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. El estado, municipalidades y habitantes deben de propiciar el desarrollo tecnológico, económico y social, en prevención de la contaminación del ambiente y conservar el equilibrio ecológico, y para lograr estos objetivos se dictarán todas las normas, políticas y leyes necesarias para garantizar que el uso y el

aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen razonablemente, evitando su depredación.

El Decreto número 12-2002 del congreso de la república (código municipal) en el artículo 9 indica que el alcalde municipal es el encargado de ejecutar y dar seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos autorizados por el concejo municipal. El mismo decreto establece en su artículo 131 que es el alcalde el que formulará el proyecto de presupuesto en coordinación con las políticas públicas vigentes.

Es el decreto legislativo 52-87, reformado por el 11-2002, ley de los consejos de desarrollo urbano y rural quien propicia cambios fundamentales en la participación ciudadana desde lo local a lo nacional. Los artículos 12 y 14 indican las funciones del consejo municipal de desarrollo y de los consejos comunitarios de desarrollo para la formulación y seguimiento de las políticas públicas.

Constitución política de la república de Guatemala. Artículo 64. Patrimonio natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación. El estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

ii. Marco institucional

La municipalidad es el ente público que rige la administración local a través del Concejo Municipal, entre sus funciones le corresponde servir a la población, buscando el bien común, velar por la seguridad y el desarrollo integral del municipio.

La estructura organizacional a nivel municipal cuenta con alcaldes auxiliares en cada comunidad, quienes resuelven conflictos o problemas comunitarios de menor índole y constituyen el vínculo entre la comunidad y la municipalidad.

Asimismo, se conforma sobre la base del sistema de consejos de desarrollo urbano y rural, a través del consejo municipal de desarrollo (COMUDE), que tiene como objetivo permitir que la sociedad civil este organizada y representada mediante los consejos comunitarios de desarrollo (COCODES).

El COMUDE tiene un funcionamiento regular, cumple con la realización de las reuniones que establece la ley de consejos de desarrollo; y con las comisiones de trabajo. La UMGAR es la encargada de promover el desarrollo sostenible, la gestión integrada de los bienes naturales y servicios ambientales, la reducción del riesgo, especialmente la adaptación y mitigación del cambio climático para apoyar el combate a la pobreza, la exclusión social y la inseguridad alimentaria.

iii. Legislación nacional

La declaración de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano, celebrada en Estocolmo en 1972, en el principio 19, recomienda a los gobiernos partes, que la educación ambiental sea indispensable para ampliar las bases de una opinión pública y una conducta en las personas con responsabilidad en la protección y mejoramiento del ambiente.

Guatemala, en el año de 1985, con la entrada en vigencia de la actual constitución política de la república de Guatemala, en su artículo 97 reconoce el derecho a un ambiente sano estableciendo que “el estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico”.

La constitución política de la república de Guatemala reconoce el derecho que toda persona tiene a la educación, considerando en el artículo 71, que el estado debe proporcionar y facilitar educación a sus habitantes sin discriminación alguna. El decreto número 38-2010 del congreso de la república, ley de educación ambiental, fortalece uno de los fines de la educación, que está vinculado con el conocimiento de la ciencia y de la tecnología moderna, como medio para preservar el entorno ecológico, además otorga la rectoría al MINEDUC.

Asimismo, el decreto número 114-97 del congreso de la república, Ley del organismo ejecutivo, artículos 19 bis y 23, otorga al MARN la rectoría del tema ambiental. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN) 2017).

iv. Políticas públicas

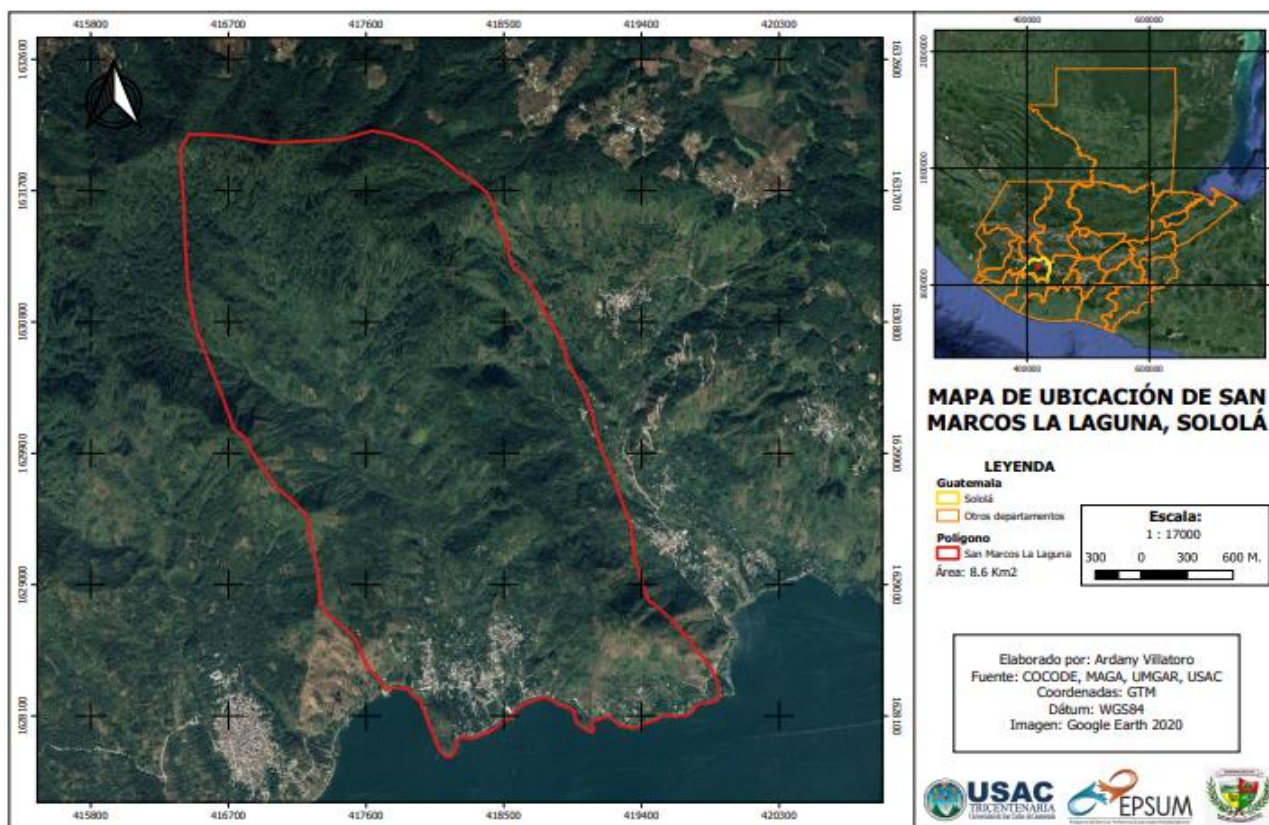
Las políticas públicas constituyen instrumentos de acciones estratégicas del estado, su diseño, formulación y gestión deben tomar como base la participación social, la inclusión y equidad para garantizar su legitimidad y coherencia con el plan nacional de desarrollo al 2032. Para la protección, conservación y mejoramiento de los bienes naturales, la población demanda la articulación de las políticas ambientales, por la que la presente política se vincula con las siguientes políticas:

- **Política nacional de desarrollo rural integral (PNDRI):** establece que deben impulsarse diversas políticas sectoriales dirigidas al desarrollo rural integral, para mejorar la calidad de vida de las poblaciones en condiciones de pobreza y exclusión.
- **La política marco de gestión ambiental:** establece el promover acciones para mejorar la calidad ambiental y de la conservación del patrimonio natural de la nación, así como el resguardo del equilibrio ecológico necesario para toda forma de vida a manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar económico, social y cultural de las generaciones actuales y futuras.
- **La política nacional de cambio climático:** aborda tópicos relacionados con el desarrollo de capacidades nacionales y transferencia de tecnología; reducción de vulnerabilidad, mejoramiento de la adaptación y gestión de riesgo; y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Hace énfasis en la sensibilización de la población para que conozca y adopte una conducta adecuada con la situación del cambio climático. Consolida acciones estratégicas que se relacionan con esta política, para incidir en el sistema educativo nacional formal, no formal e informal.

- **La política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos:** establece las distintas líneas de acción en pro de conservar la salud de toda la población del país, a través del manejo integrado de los residuos y desechos sólidos y las prácticas de producción más limpia.
- **La política nacional para la gestión ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos en Guatemala:** busca promover la gestión del ciclo de vida de los productos químicos. A través de la educación ambiental, se evitará el riesgo de la salud humana y del ambiente al manejar la peligrosidad de los productos químicos.
- **Política para el manejo integral de las zonas marino costeras de Guatemala:** busca establecer pautas de comportamiento y cambio de actitudes de cara al mar, lo que conducirá a una mejora en la calidad de vida y bienestar no solo de comunidades costeras sino todo el país.
- **Política ambiental de género y su plan de acción:** propicia la equidad y la inclusión de hombres y mujeres, en la protección, conservación y mejoramiento de los bienes y servicios ambientales. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN) 2017).

D. Marco de referencia

a. Ubicación geográfica



Fuente: COCODE, MAGA, UMGAR y USAC, 2020.

Figura 19. Mapa de ubicación geográfica del municipio de San Marcos La Laguna.

Según el plan de desarrollo municipal con enfoque territorial 2008-2018 del municipio de San Marcos La Laguna, realizado por SEGEPLAN en el año 2012, el municipio tiene una extensión de 12 km², representando el 1.13 % del territorio departamental, se encuentra ubicado a 172 km hacia el occidente de la ciudad capital y 50 km hacia el sur oeste de la cabecera departamental. Se encuentra situado en la parte central del departamento de Sololá, en la región VI o región suroccidental.

Colinda al norte con el municipio Santa Lucía Utatlán; al este con el municipio de Santa Cruz La Laguna; al sur con el lago de Atitlán y hacia el oeste con el municipio de San Pablo La Laguna. Todos estos municipios pertenecientes al departamento de Sololá.

El municipio está situado en el occidente de la república, dirigiéndose de la ciudad capital por la carretera interamericana hasta el kilómetro 149 para luego transitar 23 km hacia la cabecera municipal atravesando los municipios de Santa María Visitación, Santa Clara La Laguna y San Pablo La Laguna.

El municipio al tener una extensión territorial de 12 km², únicamente con área urbana, en la misma únicamente existe una calle principal pavimentada, que va de este a oeste y viceversa, formando parte de la ruta RD SOL 4 que viene de San Pablo La Laguna, pasa por el área urbana de San Marcos La Laguna y llega a aldea Tzununa del municipio de Santa Cruz La Laguna. El área urbana tiene una importante red de callejones que intercomunica a los diferentes sectores de los tres barrios, estos callejones tienen una diversidad de coberturas, principalmente empedrados y de terracería.

La movilidad en puntos por donde pasa la calle en el municipio, es por medio de moto taxis para ello en el municipio se encuentra conformada una asociación de moto taxistas que prestan este servicio, el cual también lo prestan hacia el municipio de San Pablo La Laguna.

b. Uso actual del suelo

El municipio por ubicarse en una topografía con alto porcentaje de inclinación, por las características biofísicas propias de la cuenca del Lago de Atitlán, por sus parques regionales municipales, la mayoría del territorio tiene un uso de tierras forestales para producción de tierras forestales de protección.

Con lo cual mantiene su riqueza en los servicios eco sistémicos, siempre con la alerta de los depredadores, avance de la construcción, los incendios forestales; el otro polígono de importancia por el área que ocupa es de agro forestería con cultivos permanentes tierra para la producción, por el área de cultivo de café con especies forestales para sombra, juntamente con los árboles de jocote principalmente; en tercer lugar es la clasificación de

agricultura con mejoras y agricultura sin limitaciones que son áreas con menores pendientes aunque algunas siempre son significativas, aquí el principal destino es para el cultivo de maíz de subsistencia; en mínima parte agricultura sin limitaciones para alguna producción hortícola aprovechando el recurso agua en sus sistemas de riego y mini riego.

c. Intensidad de uso del suelo

En la intensidad de uso del suelo se identifican cuatro polígonos, siendo el más importante por la extensión territorial el sobre utilizado, con agroforestería con cultivos permanentes, agricultura con mejoras y agricultura sin limitaciones en suelos que deben ser tierras forestales para producción o tierras forestales de protección, bosques secos en toda la franja contigua a la ribera del lago y conservar la biodiversidad propia de la región.

d. Organización actual del territorio

Con base en los registros municipales, el municipio cuenta un lugar poblado, la cabecera municipal, está organizada en tres barrios, denominados como barrio I, barrio II y barrio III, cada uno está representado ante en el consejo municipal de desarrollo (COMUDE) por un consejo comunitario de desarrollo (COCODE) y por la representante ante comisión de la mujer a nivel municipal.

El territorio al no tener área rural, se realizó el análisis de la organización actual en base a los barrios, siendo la principal centralidad el barrio III, con una población de 898 habitantes con una importante dinámica económica en base al motor económico del turismo en el municipio, en esta centralidad se ubica el principal vía de ingreso que va desde la ribera del lago por medio del muelle municipal Chinimaya, donde cargan y descargan las lanchas de ruta y privadas, al centro del municipio por medio de un callejón donde se ubican hoteles con categoría de 3 estrellas, posadas, hostales, restaurantes con especialidades en la gastronomía, centros de meditación, venta de artesanías tanto locales como elaboradas por extranjeros, con una dinámica importante todo el día.

En las demás áreas, vías del barrio III, se encuentran hoteles, hostales, posadas, restaurantes, comedores, venta de artesanías, centros de meditación, centros de salud alternativos, los servicios de turismo se encuentran de diferentes categorías y especialidades, la mayoría en un ambiente ecológico.

En el barrio III en los servicios se encuentran el de educación con la escuela de educación primaria y pre primaria, que es el único centro de este nivel de educación que se encuentra en el municipio, el único centro de educación pública del nivel básico, las oficinas del registro nacional de personas (RENAP), oficinas de la delegación municipal del consejo nacional de áreas protegidas (CONAP), oficinas municipales del tribunal supremo electoral (TSE), para actividades deportivas en este barrio se ubican las instalaciones de la cancha polideportivo y del estadio municipal de fut bol.

La población cuenta con los servicios municipales de drenaje mixto (pluvial, aguas negras y grises), aquí se ubica la planta de tratamiento de aguas negras y grises que presta el servicio a los tres barrios, recolección de residuos sólidos, agua potable. Servicio de energía eléctrica.

La segunda centralidad es el barrio II, donde se ubican 939 habitantes, aquí se ubica el ingreso al municipio vía terrestres por medio de la ruta RD SOL 4, con algunos negocios relacionados al motor económico del turismo, no tan concentrado como en la centralidad I, se encuentran negocios como carpinterías, tiendas de consumo diario. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2015).

El barrio II tiene una importante área en la ribera del lago, la cual es altamente cotizada para la ubicación de las construcciones particulares denominados shalets, en la parte sur en la ribera del lago, se ubica el parque regional municipal Cerro Tzankujil con una extensión territorial 47,160.72 m² equivalente a 4.71 ha, con una capacidad de carga turística de 5,550 visitas por mes, el cual ofrece caminamientos con vistas al Lago Atitlán, centros ceremoniales, una plataforma de 20 m de alto sobre las aguas del Lago de Atitlán, miradores, una riqueza natural importante.

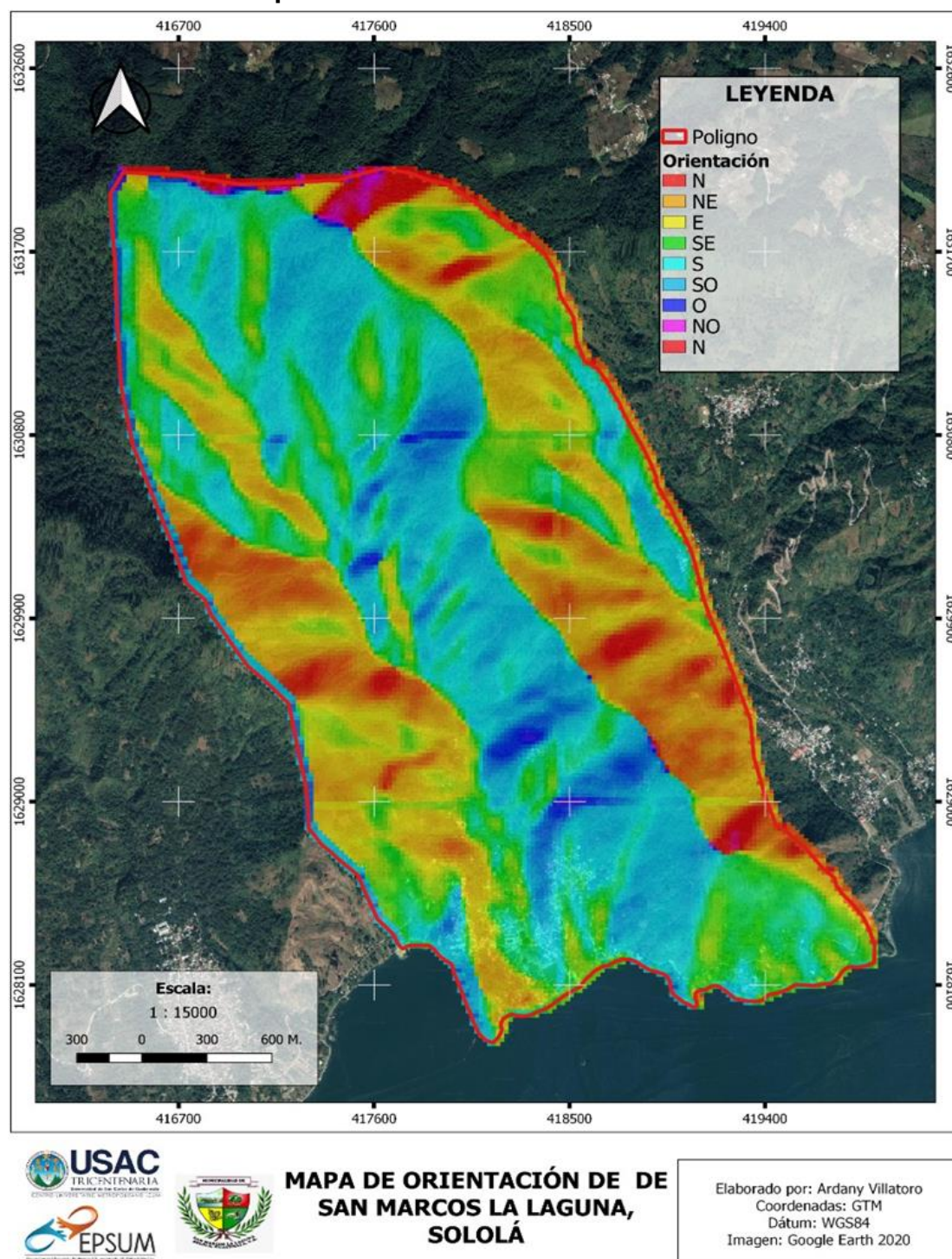
La centralidad III es el barrio I, con 2,246 habitantes, ubicado al este de la cabecera municipal, en la misma se ubica el centro de atención permanente (CAP), el edificio de la municipalidad, en el motor económico del municipio, también se ubican algunos hoteles, principalmente en la ribera del lago, se tiene como atractivo el turismo ecológico en el área conocido como el Cerro Tzancumbal ubicado en la ribera del Lago de Atitlán, con una capacidad de carga turística de 2,040 visitas/mes. Con un nivel atractivo alto, por su valor escénico, paisajístico, cultural, natural y de conservación.

En los servicios municipales se presta el servicio de agua potable domiciliar, recolección de residuos sólidos. Otros servicios es el de energía eléctrica, donde se cuentan con calles se tiene el servicio de moto taxis. Por contar con un área sin construcción, especialmente en el lado norte de esta centralidad y por la topografía con alto grado de pendientes, se tienen plantaciones de café y de jocote.

e. Equipamiento urbano

El equipamiento urbano se concentra en el barrio III, donde se identifican las áreas de mayor concentración con servicios de turismo o atractivos turísticos como El Cerro Tzankujil, administrado por la municipalidad y los principales hoteles, los diferentes tipos de comercio que van desde tiendas de consumo diario, carpinterías, ferreterías, molinos, ventas de artesanías. Dentro de los servicios importantes se identifica la planta de tratamiento de residuos líquidos y el centro de acopio de los residuos sólidos, las escuelas, las iglesias, el centro de atención permanente y otros servicios de salud alternos a la salud convencional.

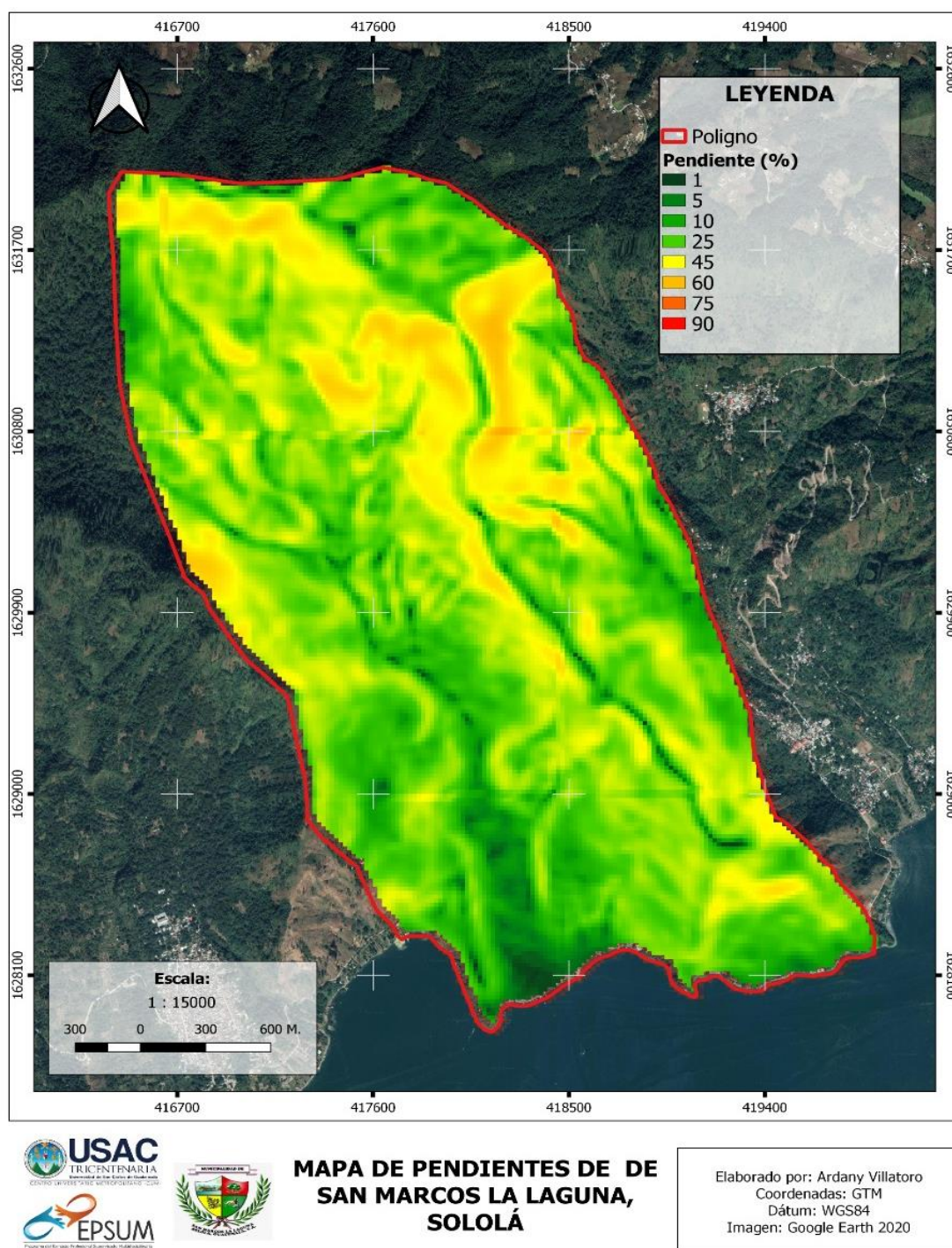
f. Orientación del municipio



Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018.

Figura 20. Mapa de orientación del municipio de San Marcos La Laguna.

g. Pendiente del municipio



Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018.

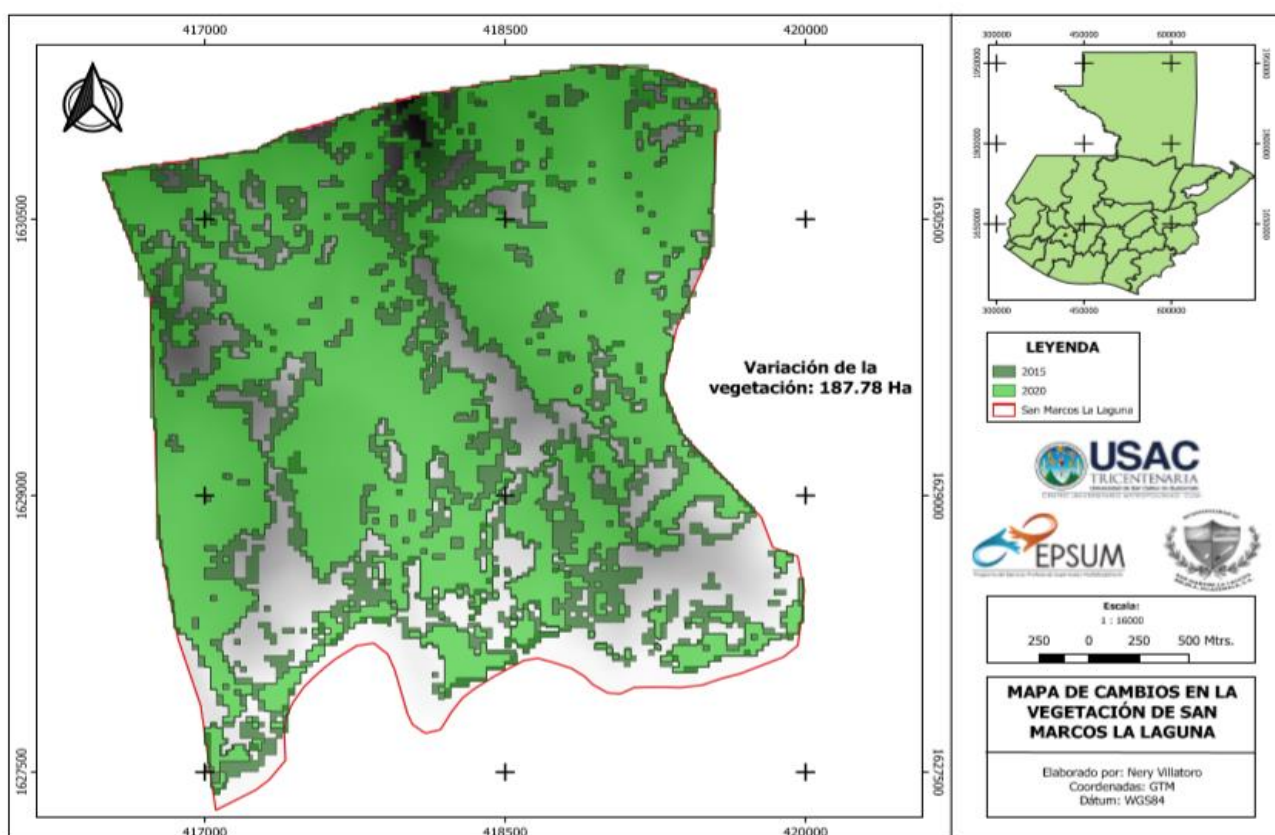
Figura 21. Mapa de pendiente del municipio de San Marcos La Laguna.

E. Situación sobre los recursos naturales

a. Índice de vegetación

El índice de vegetación se realizó con imágenes espectrales Landsat 8 Oli, una de ellas del 27 de abril del año 2020 y la otra del 13 de marzo del año 2015, con el propósito de comparar la variación de vegetación en un periodo de 6 años.

Para el año 2020 se calcularon 560.37 ha de vegetación y para el año 2015 se calcularon 748.15 ha, teniendo como resultado una pérdida de 31.29 ha promedio por año.



Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018.

Figura 22. Mapa de cambios en la vegetación de San Marcos La Laguna.

b. Incremento de incendios forestales

Cada año la cobertura forestal ubicada en la parte alta del municipio del territorio de San Marcos La Laguna en áreas como la del Cerro Papaa, se ve afectada con incendios forestales los cuales son provocados o por las altas temperaturas que se generan durante la época seca en los meses de marzo y abril.

La cobertura forestal del territorio al año 2016 era de 124 ha equivalente a un 10.33 % del total del municipio, en donde se ve afectado por los incendios en diferente recurrencia y áreas que son afectadas. En el primer semestre del año 2019 se registraron tres incendios de grandes magnitudes, registrándose un aproximado de 25 ha afectadas de bosque, como parte de las estrategias para lograr controlarlo.

Estos siniestros no solo afectan el recurso eco sistémico con gran importancia por formar parte de la reserva de usos múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán, también afecta a los sistemas de conducción de los proyectos de agua potable, dejando sin el vital líquido a la población por días hasta por semanas, mientras se logra primero controlar el siniestro en un 100 % y poder ingresar a reemplazar todo lo afectado.

En el municipio de San Marcos La Laguna, predomina el cultivo del café, que ocupa un 26 % del área del municipio; siguen los bosques mixtos densos con 21%: bosque secundario sucesional bajo se encuentra en el 16 % del territorio. Maíz y frijol se encuentran en el 15 % del territorio. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008).

c. Bajo nivel de vida de la población local

Según el último dato oficial, se registra que del total de la población el 35 % es económicamente activa, de las cuales 50 % se dedica a la producción agrícola con cultivos de subsistencia como los granos básicos que son: maíz y frijol en asocio, producción de jocote de corona, café en asocio con el jocote, estos cultivos en su mayoría no están tecnificados, por la topografía donde se ubica el municipio la mayoría no es apta para la producción agrícolas en especial para cultivos anuales, los cultivos permanentes con

mejoras y tecnificados para incrementar su producción, esto es una limitante importante para que los productores generen ingresos económicos suficientes para la demanda de la familia.

El 12 % de la población económicamente activa se dedica a la construcción con demanda en la construcción de las viviendas particulares, en la construcción o mejoras de infraestructura hotelera o relacionada con los servicios de turismo en la región. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008).

d. Servicios eco sistémicos

El municipio cuenta con el 10 % de área forestal, equivalente a 124 ha con bosques bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS), bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS), bosque muy húmedo montano subtropical (bmh-MS), bosques mixto, coníferas y latifolidas al norte del municipio en la parte más alta.

Bosque estacionalmente seco: este ecosistema se encuentra únicamente en una franja de aproximadamente de 200 a 300 metros de altitud arriba del nivel del Lago de Atitlán, todas las especies de este bosque poseen adaptaciones para sobrevivir largos periodos sin agua, para luego poder aprovechar las lluvias de la época, entre estas adaptaciones se encuentran: pocas hojas que se caen en la época seca como árboles caducifolios, espinas o aguijones, tejidos carnosos y estructuras con propiedades tóxicas. El bosque estacionalmente seco, a diferencia de otros ecosistemas, tiene una alta diversidad de especies suculentas, como los cactus, maguey y crasuláceas, estas plantas tienen un tejido carnoso, que les sirve para el almacenamiento de agua.

A partir de la ribera y en las aguas del lago de Atitlán, se tiene un ecosistema importante con gran recurso ecosistémico como la plantación de tul, el cual se clasifica en tul hembra (*Schoenoplectus californicus*) y tul macho (*Typha dominguensis*), ambas especies son plantas acuáticas emergentes que proveen de distintos servicios, como servir de hábitat para distintas especies de peces, cangrejos y moluscos, que a su vez son utilizados como alimento por los habitantes de la cuenca de Atitlán.

Estas plantas acuáticas ayudan a remover los contaminantes disueltos, que a su vez sirven como nutrientes para las cianobacterias y otros microorganismos que pueden ser nocivos para la salud del ecosistema acuático, y para las poblaciones humanas. El tul hembra es aprovechado por artesanos para hacer petates y otras artesanías, una práctica que estimula la constante fijación de carbón y remoción de nutrientes, contribuyendo en la mitigación al cambio climático, a la vez que se beneficia a la economía local.

Otro recurso eco sistémico importante en la cuenca es la pesca, principalmente con tres especies de peces y una de crustáceos: bluegill (*Lepomis macrochirus*), lobina negra (*Micropterus salmoides*), crappie (*Pomoxis nigromaculatus*) y cangrejo (*Potamocracinus guatemalensis*).

El municipio cuenta con un parque regional municipal, con el nombre de Cerro Papaa, con un área de 206 ha, inscrito en el sistema guatemalteco de áreas protegidas (SIGAP) y un parque regional municipal con el nombre de Cerro Tzankujil y Tzancumbal con un área de 5 ha en proceso de ser inscrita en el SIGAP. (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2008).

e. Aves

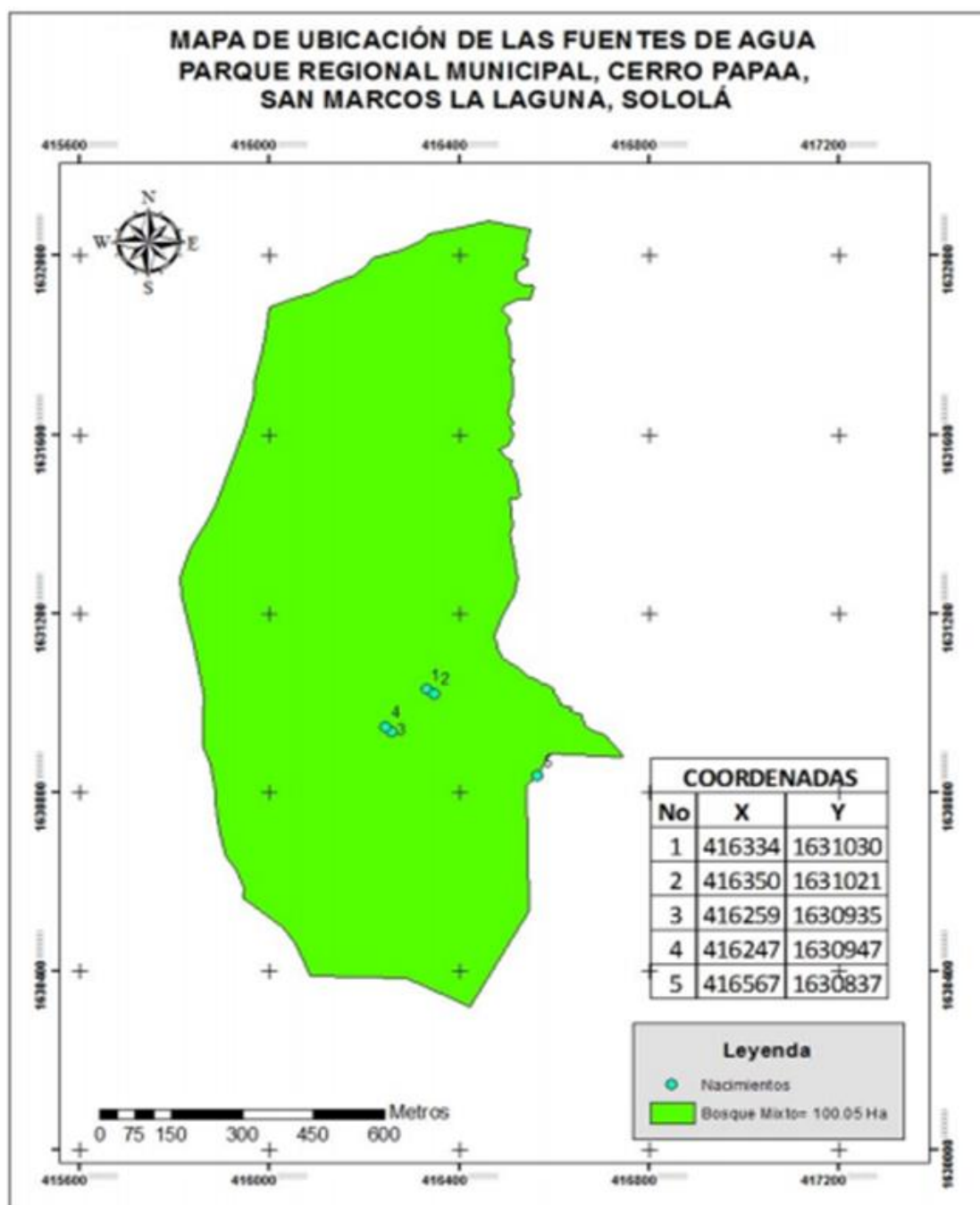
Actualmente se han reportado 246 especies de aves en la RUMCLA, 33 % del total de especies reportadas para Guatemala, de las cuales 57 especies que son el 24 %, están en la lista CITES y 67 especies que conforman 28 %, están en la lista roja de especies en peligro de extinción a nivel nacional de CONAP, ejemplo el correcaminos (*Geococcyx velox*) que caracteriza a la zona seca de los alrededores de San Marcos La Laguna, tucanetas (*Aulacorhynchus prasinus*), trotones como el quetzalillo (*Trogon mexicanus*), tales como la cayaya o chacha negra (*Penelopina nigra*).

Las aves, son uno de los grupos más conocidos en la región debido a su atractivo y su importancia por su papel en la polinización, disseminación de semillas, manejo de plagas y el control de roedores. Existen algunas especies de aves emblemáticas en la región, como el correcaminos (*Geococcyx velox*) que caracteriza mucho la zona seca de los alrededores de San Marcos La Laguna. (Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno, Guatemala (AMSCLAE) 2019).

f. Clima

La temperatura oscila entre 12 °C y 18 °C por la diferencia de altura. La época fría inicia a mediados del mes de noviembre y finaliza en febrero, luego la temperatura cálida en los meses de marzo a octubre.

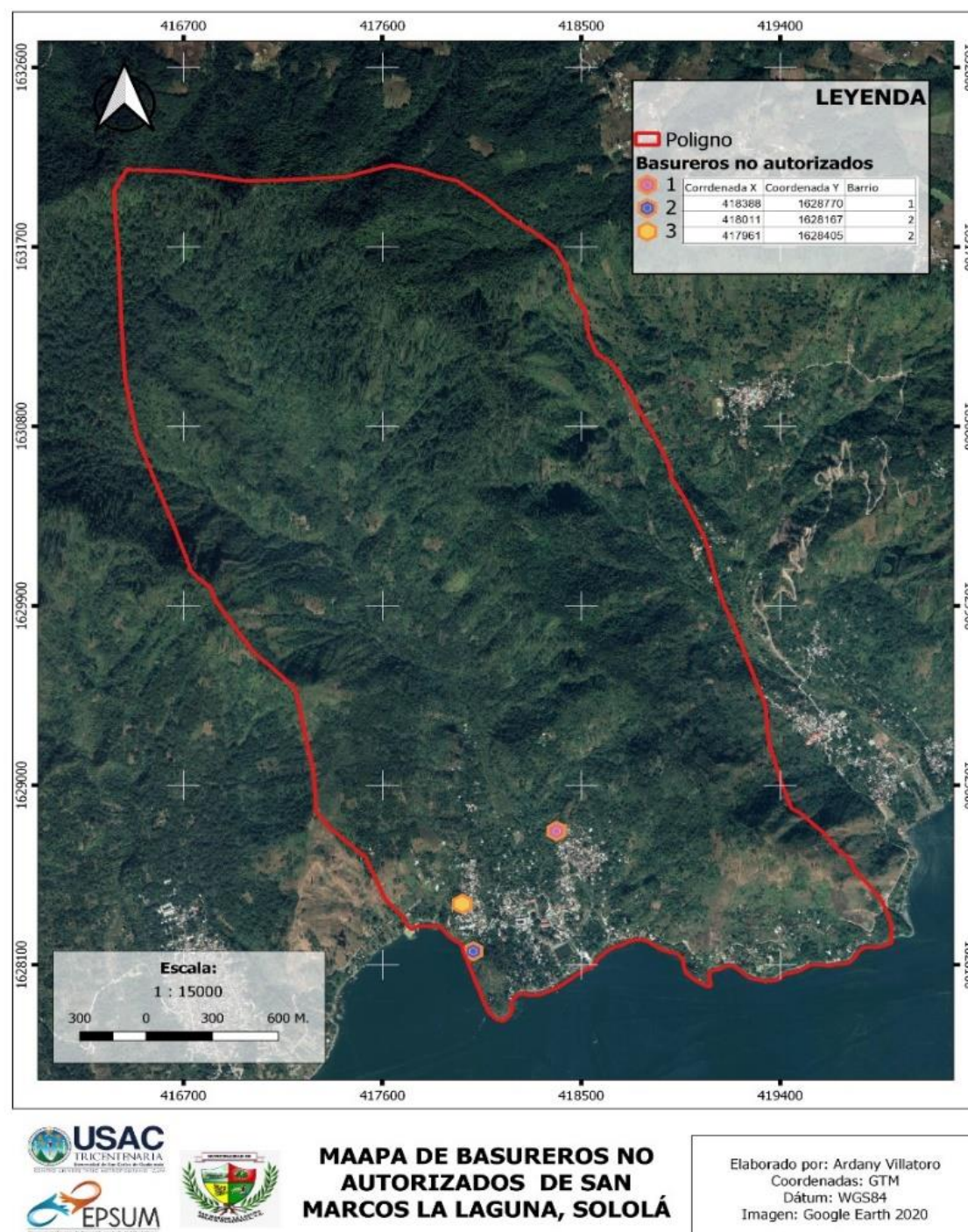
g. Fuentes de agua



Fuente: UMGAR y Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018.

Figura 23. Mapa de ubicación de las fuentes de agua del municipio de San Marcos La Laguna.

h. Basureros no autorizados



Fuente: UMGAR y Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN) 2018.

Figura 24. Mapa de ubicación de basureros no autorizados del municipio de San Marcos La Laguna.

F. Componentes de la política municipal ambiental

a. Visión

Un municipio que promueva la convivencia con la naturaleza, que promueva buenas prácticas ambientales, para mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras con la participación de todos sus habitantes.

b. Principios

La política municipal ambiental del municipio de San Marcos la Laguna fundamenta sus acciones en los siguientes principios.

c. Holístico

Percibir de manera integrada el ambiente a través de relaciones que promuevan un manejo sostenible entre la tierra, las plantas, los animales, las personas y el cosmos.

d. Equidad biosférica

Respetar y proteger los procesos ecológicos de los cuales depende toda forma de vida en la tierra.

e. Responsabilidad

Propiciar la sensibilización en la población del municipio que lleve a una corresponsabilidad en función de coordinar prácticas de protección ambiental en favor de los bienes y servicios ambientales del municipio.

f. Coexistencia

Respetar el estilo de vida de los pueblos y de otras culturas, fomentando la armonía entre el ser humano y el ambiente. Esta coexistencia respetuosa debe permitir la identificación de temas y prácticas que constituyan verdaderos contenidos del diálogo de conocimientos y tecnología especializados sobre la conservación del ambiente.

g. Sostenibilidad

Conocimientos y acciones orientadas en forma integral, a mejorar la calidad de vida de la presente generación, sin afectar las condiciones ambientales para asegurar el bienestar de las generaciones futuras. Este principio debe orientar el desarrollo sostenible y sustentable cuyos efectos deben ser de relevancia para la vida y el bienestar de las nuevas generaciones del municipio.

h. Perfectibilidad

Mejoramiento constante y progresivo del ambiente y los recursos naturales, por la aplicación de conocimientos y ejecución de acciones por parte de los actores identificados que inciden en el municipio para la promoción del uso sostenible en relación con el desarrollo tecnológico, social y económico.

i. Interculturalidad

Valorar los conocimientos, prácticas y saberes del municipio en función de armonizar la relación entre el ser humano y la naturaleza. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN) 2017).

j. Respeto al patrimonio cultural y diversidad biológica

Reconocimiento, valoración y respeto de la riqueza cultural, lingüística, geográfica, climática, biológica y de recursos naturales que posee el municipio.

k. Solidaridad

Desarrollo y fortalecimiento del compromiso y la participación de los diferentes actores del municipio en la conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales.

l. Equidad de género

Propiciar la equidad de género en igualdad de oportunidades teniendo acceso a la formación en materia ambiental.

G. Objetivos

a. Objetivo General

Desarrollar un sistema de conciencia ambiental a través de procesos y programas que permitan orientar a la construcción de conocimientos y actitudes que le permitan al municipio en general, la responsabilidad y armonización con el contexto natural, cultural y social.

H. Objetivos Específicos

1. Implementar programas y procesos de educación ambiental formal, no formal, informal con enfoque multicultural y de equidad, que permita la sensibilización de la sociedad para la adopción de actitudes responsables en la conservación de los bienes y servicios ambientales.
2. Fortalecer la educación ambiental, que trascienda en los ámbitos educativos formal, no formal e informal en las entidades públicas y privadas en el municipio.
3. Fomentar la equidad de género y el entendimiento intercultural de la población para la protección, conservación y mejoramiento del ambiente y desarrollo sostenible.
4. Desarrollar en la población del municipio la responsabilidad socioambiental en la conservación, cuidado y mejoramiento del ambiente, para enfrentar los desafíos del cambio climático y contribuir a una mejor calidad de vida.

I. Actores identificados

Cuadro 47. Actores identificados para la implementación de la política municipal ambiental.

No.	Actores	Rol en la implementación de la política
1	Mesa Técnica (Maga, CONAP, AMSCLAE, INAB, SESAN, AMIGOS del LAGO, VIVAMOS MEJOR, COCODE. Los cuales conforman la Comisión Agropecuaria Municipal COAPEM)	Implementar una mesa técnica donde estén las instituciones identificadas que inciden en el municipio para dar seguimiento a la propuesta de la Política Ambiental Municipal y delegar funciones.
2	Sector público	Posicionar la Política Municipal Ambiental desde la entidad responsable del estado de Guatemala. Coordinación interinstitucional por medio de la cual se garanticen los derechos y obligaciones ambientales. Coordinación entre las diferentes entidades que inciden en el municipio para la implementación de la Política Municipal Ambiental de San Marcos la Laguna y para la reducción de los efectos de cambio climático. Incorporar la educación ambiental en los planes, programas y proyectos de desarrollo de cada entidad estatal. Incorporar la educación ambiental en los planes, programas y proyectos de desarrollo de cada entidad estatal.

Continuación cuadro 47.

3	Sector Privado	Apoyar al Sector Público para garantizar los derechos y obligaciones ambientales. Promover la inversión aplicando conocimientos y tecnologías amigables con el ambiente para producir bienes y servicios. Promover la participación social en la protección ambiental. Apoyar la corresponsabilidad socioambiental.
4	Sector Académico	Crear programas de formación y capacitación en materia ambiental en todas las unidades académicas y escuelas. Fomentar la solidaridad y la equidad de género en el desarrollo de planes y programas de formación.
5	Pueblo Maya	Sistematizar y socializar la sabiduría ancestral, promoviendo su aplicación y fomentando nuevas formas de convivencia con la naturaleza. Desarrollar proyectos de conservación del ambiente con apoyo de la municipalidad y distintas organizaciones que inciden en el municipio. Apoyar proyectos y programas vinculados con los conocimientos ancestrales que generen desarrollo socioeconómico y ambiental en el municipio.
6	Organizaciones no Gubernamentales	Promover programas y proyectos de educación ambiental en conjunto con el MARN, MINEDUC, AMSCLAE, VIVAMOS MEJOR, AMIGOS DEL LAGO que empoderen a la población en la aplicación de buenas prácticas ambientales. Realizar actividades incluyentes a través de las cuales se fomenten hábitos para el mejoramiento del ambiente. Coordinar acciones a favor del ambiente a nivel local.

Continuación cuadro 47.

7	Sociedad civil organizada	Participar en la priorización, ejecución y llevar a cabo auditorías sociales en la ejecución de los programas y proyectos ambientales que realizan las autoridades locales.
8	Cooperación Internacional	Promover gestiones para la obtención de apoyo técnico y financiero para la implementación de la Política Municipal Ambiental del de San Marcos la Laguna. Apoyar la sostenibilidad de los recursos naturales.

J. Líneas de política y acciones

Las líneas de política son guías de las acciones para la implementación de la Política Municipal Ambiental. Cada acción se deriva de las líneas de la Política.

a. Línea de política 1. Educación ambiental formal, no formal e informal

Descripción: Establecimiento y desarrollo de un sistema de educación ambiental en los distintos ámbitos de las esferas educativas con un enfoque integral, equitativo, intercultural e incluyente.

Acciones:

- Crear y desarrollar un sistema de educación ambiental, con base a inventarios de información que permitan planes, programas y proyectos, que respondan a las necesidades de los locales.
- Promover la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el sistema educativo local.

- Impulsar centros de formación y capacitación desde la oficina municipal de ambiente para generar capital humano a nivel técnico y profesional enfocado en la temática ambiental en el sector público y privado.
- Desarrollar planes, programas y proyectos educativos ambientales para fortalecer las comunidades educativas locales en atención a problemas ambientales.
- Fomentar la investigación como herramienta para promover el conocimiento, cambio de hábitos y actitudes en pro del ambiente.
- Proponer estrategias con los medios de comunicación para promover la educación ambiental en el municipio.
- Promover en el sistema educativo local la conmemoración de fechas ambientales.

b. Línea de política 2. Mecanismos de fortalecimiento institucionales que promuevan la educación ambiental

Descripción: Fortalece las capacidades institucionales, que promuevan la gestión ambiental integral, desde el quehacer y contexto de cada institución.

Acciones:

- Sensibilizar y empoderar a la población sobre el contenido del tema ambiental en la legislación vigente.
- Fortalecer los mecanismos de participación ciudadana para la implementación de la política Municipal Ambiental.
- Promover la responsabilidad ambiental en la administración pública para mitigar impactos de las actividades relacionadas al que hacer institucional.

- Establecer alianzas estratégicas a través de la creación de mesas técnicas locales, para promover y mejorar la educación ambiental por medio de programas, proyectos y actividades.
- Coordinar las actividades municipales para la implementación de la política municipal ambiental a través de las unidades encargadas.
- Determinar las responsabilidades ambientales institucionales y las acciones necesarias a seguir, según sus competencias.

c. Línea de política 3. Diversidad cultural y entendimiento intercultural en armonía con la madre tierra

Descripción: Promueve la educación ambiental integral desde la cosmovisión de los pueblos, tomando en cuenta sus saberes y buenas prácticas ambientales.

Acciones:

- Investigar y aplicar los saberes ancestrales del pueblo Maya en los planes, programas y proyectos, en la protección, conservación y mejoramiento del ambiente para el desarrollo sostenible.
- Promover la educación ambiental con un enfoque integral y holístico en todas las áreas de la educación.
- Instituir las buenas prácticas para la conservación del ambiente ante los efectos del cambio climático, en el contexto cultural.
- Fomentar la educación ambiental con énfasis en cambio climático en el idioma local.

d. Línea de Política 4. Capacidades técnicas del capital humano enfocadas al ambiente para la adaptación y mitigación al cambio climático

Descripción: Incluye mecanismos que promuevan responsabilidad ambiental en los procesos productivos y de consumo para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Acciones:

- Fortalecer las capacidades de adaptación, gestión de riesgo y la mitigación (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero) a través de la educación formal, no formal e informal.
- Desarrollar e implementar programas de educación ambiental que promuevan el liderazgo y participación de los diferentes segmentos de la población en la construcción de valores, conocimientos y actitudes para la conservación y protección del ambiente ante los efectos del cambio climático.
- Establecer alianzas entre los organismos e instituciones de educación ambiental para la formación de capital humano.
- Promover las gestiones para asignar recurso humano y financiero en la implementación de la política municipal ambiental.

K. Indicadores

Cuadro 48. Indicadores del funcionamiento de la línea de política.

Línea de Política	Indicador de impacto
Línea de política 1. Educación ambiental formal, no formal e informal.	Mejora de la calidad de vida de los habitantes del municipio.
Línea de política 2. Mecanismos legales o institucionales que promuevan la educación ambiental.	Demanda ciudadana sobre instrumentos ambientales en relación al uso de bienes y servicios ambientales. Mejora de la calidad de los servicios públicos.
Línea de política 3. Diversidad cultural y entendimiento intercultural en armonía con la madre tierra.	Sostenibilidad ambiental con equidad de género e intercultural en los programas educativos ambientales. Planes, programas y proyectos de educación ambiental implementados, con contenidos ancestrales y protección del ambiente incorporados.
Línea de política 4. Capacidades técnicas del capital humano enfocadas al ambiente, para la mitigación y adaptación al cambio climático.	Capital humano capacitado eficientemente para la mitigación y adaptación al cambio climático.

L. Implementación, sostenibilidad y monitoreo de la política municipal ambiental

Para la implementación y sostenibilidad de la política se instala una mesa municipal, de nivel técnico y de alto nivel, liderada por la oficina municipal de ambiente, con participación de instituciones y organizaciones afines. Esta mesa se creará para el fortalecimiento de capacidades locales que permita la construcción de la cultura ambiental, además evaluará la política cada año y definirá mecanismos para verificar la ejecución, avance y cumplimiento de la política municipal ambiental.

Para el monitoreo se diseñarán instrumentos que determinen la incidencia de la política municipal ambiental en la mejora de las relaciones entre las personas y la naturaleza, por medio de planes, programas y proyectos de educación ambiental. Para la sostenibilidad de los procesos generados por la Política, las instituciones involucradas, deberán velar por obtener recursos y designar capital humano para la implementación de los planes,

programas y proyectos, así como gestionar financiamiento a través del cual se puedan realizar las actividades priorizadas para solucionar la problemática ambiental local.

Entre los componentes que deberá incluir el sistema de acompañamiento y monitoreo están:

- Transparencia y libre acceso a la información en materia de educación ambiental.
- Gestión de educación ambiental con participación ciudadana.
- Incorporación de la auditoría social y ambiental a los proyectos públicos y privados.
- Mecanismos participativos para el monitoreo y evaluación de impacto ambiental.
- Sistematización de experiencias exitosas en educación ambiental.
- Plan de mejora para la educación ambiental.

M. Definiciones Técnicas

Cuadro 49. Definiciones técnicas.

Adaptación	Es el ajuste en los sistemas naturales y humanos que se presenta como respuesta a cambios climáticos actuales o futuros y sus efectos, el cual disminuye los daños o potencia las oportunidades de intervención.
Ambiente (medio)	El medio ambiente comprende los sistemas atmosféricos (aire); hídrico (agua); lítico (roca y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales; según lo establecido en el artículo 13 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Número 68-86.
Ambiente	El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el ser humano que hacen posible su existencia y su desarrollo, así como los de los otros organismos vivos con que interactúa en un espacio y tiempo determinados.

Continuación cuadro 49.

Biodiversidad	La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
Calentamiento Global.	Aumento en la temperatura del planeta como resultado, entre otros, del incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera.
Calidad de vida.	Situación de la población considerada en función de un conjunto de indicadores relacionados con la satisfacción de sus necesidades, inclusive entre otros, aspectos socioeconómicos, culturales, ambientales, de seguridad y de su entorno espacial.
Cambio Climático.	Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.
Cosmovisión Maya.	Se refiere a la visión del mundo del Pueblo Maya, según la cual “toda la naturaleza se encuentra integrada, ordenada e interrelacionada, es decir; todo lo que hay en el universo es animado o tiene vida. Cada ser se complementa y completa a los demás” (García, Curruchiche & Taquirá, 2009, p. 55).
Ecosistema	La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
Educación Ambiental	Es un proceso formativo mediante el cual se busca que el individuo y la colectividad conozcan y comprendan las formas de interacción entre la sociedad y la naturaleza, sus causas y consecuencias, a fin de que actúen de manera integrada y racional con su medio.
Educación Ambiental formal	Es aquella que se realiza en el marco de procesos formales educativos, es decir, aquellos que conducen a certificaciones o grados, desde el preescolar, pasando por la primaria y secundaria, hasta la educación universitaria y de postgrado.
Educación Ambiental informal	Es la que se orienta de manera amplia y abierta a la comunidad, al público en general, proponiendo pautas de comportamiento individual y colectivo sobre las alternativas para una gestión ambiental apropiada, o planteando opiniones críticas sobre la situación ambiental existente, a través de diversos medios y mecanismos de comunicación.

Continuación cuadro 49.

Educación Ambiental no formal	Es la que se dirige a todos los sectores de la comunidad, a fin de proporcionar mayores conocimientos y comprensión sobre las realidades ambientales globales y locales, de modo que se logre promover procesos de mejoramiento que incorporen a los diversos grupos de la sociedad, hombres y mujeres, grupos étnicos, comunidades organizadas, sectores productivos, funcionarios de gobierno, etc.
Gestión ambiental	Conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, a partir de un enfoque interdisciplinario y global.
Mitigación	Acciones que se aplican en el ambiente con la finalidad de minimizar los efectos de los impactos ambientales generados por la intervención humana.
Protección Ambiental	Cualquier actividad que mantenga o restaure la limpieza del medio ambiente a través de la prevención de la emisión de sustancias contaminantes presentes en el medio ambiente. Esto puede consistir en: a) cambios en las características de los bienes y servicios, y cambios en los patrones de consumo; b) cambios en las técnicas de producción; c) tratamiento o deposición de residuos en instalaciones de protección ambiental separadas; d) reciclaje; y e) prevención de la degradación del paisaje y los ecosistemas.
Recursos naturales	Son aquellos bienes que nos da la Tierra y que la humanidad aprovecha para su subsistencia, agregándoles un valor económico. Tales recursos son: aire, agua, energía, suelos, minerales, ríos, flora, fauna, etc.
Servicios ambientales	Estos servicios describen funciones cualitativas “incluso especiales” de propiedades naturales no producidas por la Tierra (inclusive los ecosistemas), el agua y el aire. Existen generalmente tres tipos de servicios ambientales: a) de depósito, los cuales reflejan las funciones del ambiente doméstico natural (tierra, aire, agua) como verdadero absorbente para los residuos de las actividades domésticas y externas, b) productivos del terreno, que reflejan las funciones económicas y del suelo para propósitos agrícolas, y c) del consumidor, que abarca las funciones elementales del medio ambiente en prevención de las necesidades psicológicas así como la recreación y otras relativas a los seres humanos.
Vulnerabilidad	Medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático. Está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala (MARN) 2017).

N. Anexo: fundamento legal y político

a. Legislación nacional

- Constitución política de la república de Guatemala, 1985.
- Decreto número 68-86 del congreso de la república, ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.
- Decreto número 12-91 del congreso de la república, ley de educación nacional.
- Decreto número 15-95 del congreso de la república, ley de ratificación del convenio marco sobre el cambio climático.
- Decreto número 114-97 del congreso de la república, ley del organismo ejecutivo.
- Decreto número 38-2010 del congreso de la república, ley de educación ambiental.
- Decreto número 7-2013 del congreso de la república, ley marco para regular la reducción de la vulnerabilidad, la adaptación obligatoria ante los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero.
- Acuerdo gubernativo número 791-2003, política marco de gestión ambiental de Guatemala.

b. Acuerdos y convenios internacionales

- Conferencia sobre el medio ambiente humano, recomendación 96 convocada por naciones unidas y celebrada en Estocolmo, Suecia 1972.
- Conferencia mundial del medio ambiente, capítulo 36 de la agenda 21, convocada por Naciones Unidas y celebrada en Río de Janeiro, Brasil, 1992.
- Convenio centroamericano para la protección del ambiente.

- Conferencia de TBILISI, sobre educación y formación ambiental, convocada por UNESCO y celebrada en Moscú, en 1977.
- Red de formación ambiental para América Latina y el caribe y el programa de Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA), 1988.
- Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, Nueva York, 9 de mayo de 1992.
- Declaración final de la conferencia mundial de educación, convocada por UNESCO y celebrada en TESALÓNICA, Grecia, noviembre de 1997.
- Cumbre de Johannesburgo 2002.
- Convenio 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales.
- Carta de Belgrado que surge de la reunión convocada por UNESCO y PNUMA en Yugoslavia, 1975.

c. Fundamento político guatemalteco

- Acuerdos de paz.
- Agenda estratégica nacional: programa y agenda 21 global y nacional.
- Programa y agenda 21 global y nacional.
- Marco estratégico de desarrollo institucional.
- Plan nacional de desarrollo: k'atun, nuestra Guatemala, 2032.

3.2.4. Evaluación del servicio

Dentro de las metas propuestas del servicio se realizaron cuatro, se llevó acabo la identificación del problema en el cual se realizó un árbol de problemas para determinar las situaciones más desfavorables del tema ambiental. Se identificaron soluciones viables para solucionar el problema los cuales son:

- Identificación de actores que inciden en el municipio para establecer una mesa técnica que evalúe y ponga en marcha la política municipal ambiental.
- La educación ambiental es necesaria impartirla a toda la población del municipio desde la escuela donde están todos los jóvenes, así mismo se debe organizar talleres con la población que reside en el municipio y de esta forma dar cambios significativos en el cuidado de los recursos naturales.
- Se debe respetar la cosmovisión del pueblo maya, es desde este punto de vista en que también juega un papel importante el cuidado de los recursos naturales.

Con la elaboración de la propuesta de la política municipal ambiental se espera que las autoridades municipales ejecuten la mesa técnica para dar seguimiento a su implementación y posteriormente validación y puesta en marcha.

Se realizó una reunión de socialización con las autoridades municipales en el que se presentó la propuesta de la política municipal ambiental, donde se enfatizó que deben participar todos los actores clave dentro del municipio para poder ejecutarla y aprobarla en el menor tiempo posible.

Dichos resultados obtenidos se espera que aporten al tema ambiental del municipio de San Marcos La Laguna. Es importante poseer un instrumento ambiental que promueva el cuidado de los recursos naturales.

3.3. Servicio 2. Manejo de desechos orgánicos a nivel comunitario y familiar en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

3.3.1. Objetivos

A. Objetivo general

Crear una alternativa viable en el municipio que mejore el manejo de los desechos orgánicos a nivel comunal.

B. Objetivos específicos

1. Identificar los manejos de los residuos orgánicos que aplican en el municipio.
2. Capacitar a la población sobre técnicas de manejo de residuos orgánicos.
3. Mejorar el manejo de residuos orgánicos en el municipio mediante la creación de una compostera.

3.3.2. Metodología

A. Encuestas dirigidas a habitantes del municipio

Se realizaron encuestas dirigidas a los habitantes del municipio de San Marcos La Laguna, las cuales sirvieron para conocer el contexto respecto al manejo que las familias dan a sus residuos orgánicos.

B. Capacitaciones teóricas del manejo de desechos orgánicos

Se realizó dos capacitaciones dirigidas a pobladores del municipio sobre técnicas de manejo de residuos orgánicos. Dichas capacitaciones trataron sobre cómo darle un buen uso a los desechos orgánicos que se producen en las viviendas y a importancia que tienen en la fertilización del suelo para mejorar la producción de frutales, hortalizas, flores.

C. Convocatoria hacia los habitantes de los tres barrios del municipio para la realización de la capacitación práctica

Se realizó una convocatoria para las personas interesadas en implementar una compostera, se contó con la participación de trabajadores de la comuna y habitantes del municipio. En la capacitación práctica se realizó un ejemplo de elaboración de una compostera, y los beneficios que se obtiene luego de su instalación.

3.3.3. Resultados

A. Manejo de los residuos orgánicos

a. Encuesta de desechos orgánicos

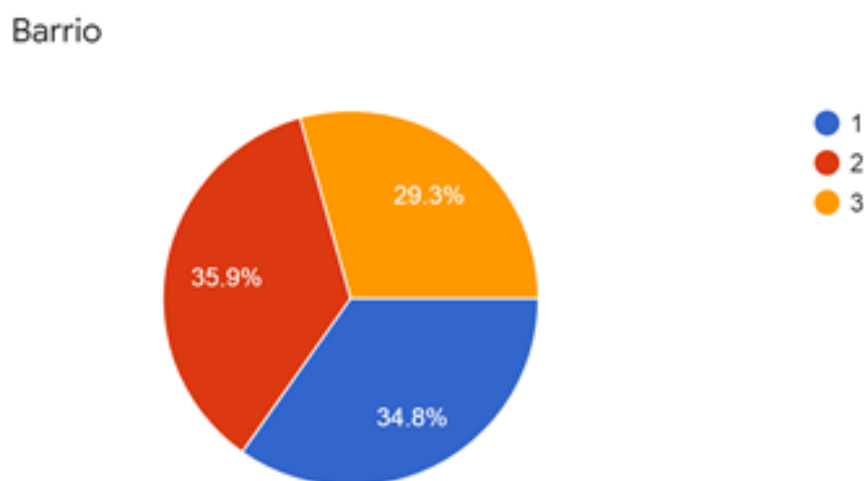


Figura 25. Porcentaje de personas en encuestadas de los tres barrios del municipio de San Marcos La Laguna.

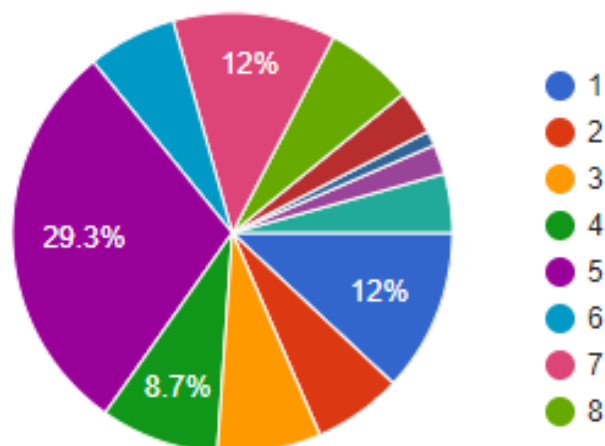


Figura 26. Porcentaje de la cantidad de personas por viviendas del municipio.

En la figura 26, se observa los cuatro porcentajes mayores de personas que habitan viviendas del municipio de San Marcos La laguna, siendo el porcentaje menor de 8.70 % que representa 8 personas por vivienda seguido de un 12 % representando la cantidad de 1 persona por vivienda y el otro 12 % de 7 personas por vivienda y la mayor cantidad con 29.30 % representando 5 personas por vivienda.

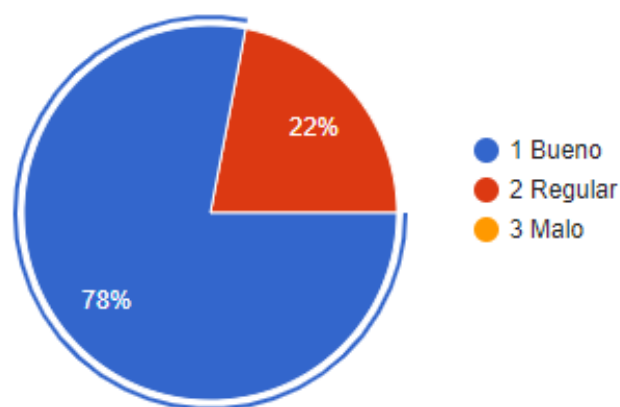


Figura 27. Nivel de clasificación de desechos en el municipio de San Marcos La Laguna.

En la figura 27, se observa el 22 % que representa a 20 familias que la clasificación figura que es regular y el 78 % representa a una clasificación buena siendo la cantidad de 71 familias.

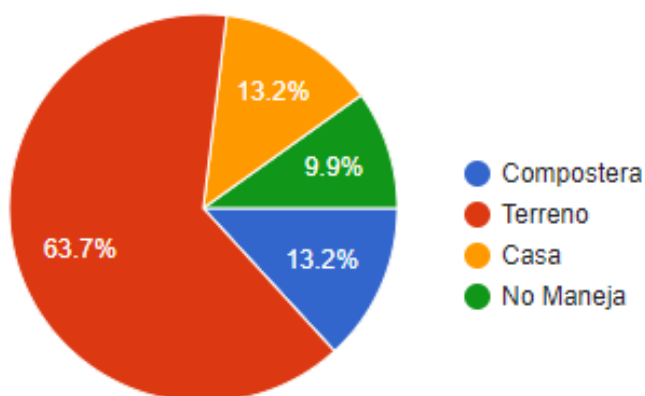


Figura 28. Lugar donde maneja los desechos orgánicos.

En la figura 28, se identifica el lugar donde proporcionan un manejo adecuado a los desechos orgánicos siendo 63.70 % que lo maneja en terreno y es de un total de 58 familias, el 13.20 % lo maneja en casa representando 12 familias, el otro 13.20 % lo maneja en compostera y son 12 familias, y el 9.90 % no lo maneja y representa 9 familias respectivamente.

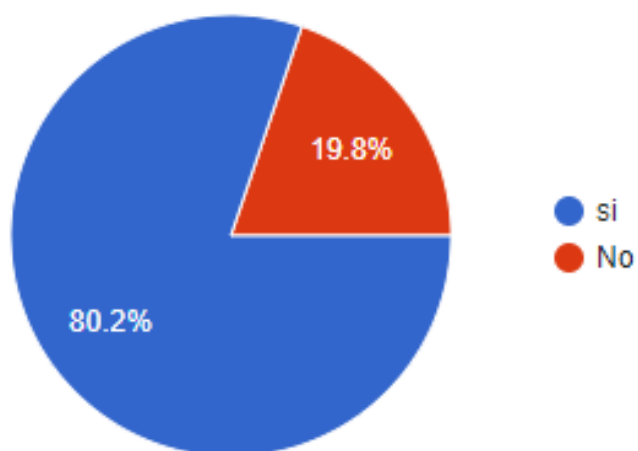


Figura 29. Espacio para tratar desechos orgánicos.

En la figura 29, se observa que el 80.20 % el cual indica que cuenta con espacio para tratar sus desechos orgánicos representando 73 familias y el 19.80 % no posee espacio para tratar sus desechos de un total de 18 familias.

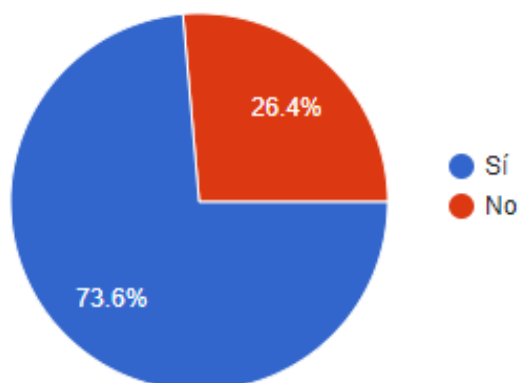


Figura 30. Disposición a aprender a manejar desechos orgánicos.

En la figura 30, se observa el 73.60 % que si está dispuesto a aprender el manejo de desechos orgánicos siendo un total de 67 familias interesadas. Y el 26.40 % no tiene deseos de aprender el manejo de los desechos orgánicos de un total de 24 familias.

B. Capacitación de manejo de residuos orgánicos

La capacitación trato sobre la importancia de una compostera y el beneficio del fertilizante orgánico que se obtiene, también se explicó teóricamente como crear composteras en casa, además se abordó el tema de usos del compost obtenido.



Figura 31. Capacitación realizada a habitantes del municipio de San Marcos La Laguna.

C. Implementación de una abonera tipo compost



Figura 32. Implementación de una abonera tipo compost en la municipalidad de San Marcos La Laguna.

En la ejecución de la abonera tipo compost, estuvieron presentes habitantes del municipio, así como también colaboradores de la municipalidad. El tema principal fue elaborar la compostera a partir de materiales orgánicos como: bovinaza, hojas secas, broza, desperdicios orgánicos que se producen en la cocina de la municipalidad. Además, se explicó la importancia del abono producido a partir de la compostera y se creó un afiche de forma explicativa de cómo hacer una compostera en casa.

3.3.4. Evaluación del servicio

En la ejecución de la fase de campo se tenía planteado realizar 115 boletas de encuestas dirigidas a habitantes del municipio de San Marcos La Laguna, sin embargo, se realizaron 91 encuestas en los tres barrios del municipio. Con la implementación de dos capacitaciones se logró trasladar información de importancia a los habitantes del municipio. Es importante el manejo de desechos orgánicos y sus beneficios en la agricultura familiar. En la implementación de la compostera participaron 16 habitantes y colaboradores municipales. Dichos resultados obtenidos en la ejecución del servicio, serán de gran utilidad para la continuidad del programa, ya que hay muchos habitantes que necesitan la formación para brindar un uso adecuado a los desechos orgánicos.

3.4. Servicio 3. Implementación de huertos familiares en el municipio de San Marcos La Laguna, Sololá.

3.4.1. Objetivos

A. Objetivo General

Mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de las familias vulnerables del municipio de San Marcos La Laguna, Sololá, Guatemala en el contexto del COVID-19.

B. Objetivos específicos

1. Diagnosticar la disponibilidad de insumos y tierra para el establecimiento de huertos.
2. Implementar sistemas alimentarios locales diversificados como huertos familiares y comunitarios para el mejoramiento de la seguridad alimentaria local.
3. Realizar el acompañamiento, monitoreo y sistematización de los sistemas alimentarios implementados.

3.4.2. Metodología

A. Encuestas dirigidas a habitantes del municipio dispuestos a establecer huertos familiares

Se realizaron encuestas dirigidas a las familias en el lugar donde se implementaron los huertos, dichas encuestas fueron de gran utilidad para determinar con que herramientas contaban las familias, que especies de hortalizas son las que preferían introducir en el huerto. Además, se verificó la disponibilidad de riego, abono orgánico. Dicha encuesta es la siguiente:

B. Implementación del sistema de huertos familiares

Se contribuyó en la mejora de la seguridad alimentaria y las capacidades y habilidades de las familias a través de: la planificación, diseño e implementación de huertos familiares. Las buenas prácticas agrícolas y elaboración de insumos agroecológicos, manejo ecológico de plagas y enfermedades, biofertilizantes, uso de plantas aliadas, aprovechamiento de los residuos de cosecha y del hogar. El rescate de especies comestibles sub utilizadas para mejorar la nutrición en familias. Optimizando recursos locales y restaurando los valores culturales.

C. Asistencia técnica a huertos establecidos

Se realizó el monitoreo de las acciones en campo, se visitaron los huertos establecidos, el cual permitió llevar de manera eficiente el acompañamiento y asesoría a las familias donde requerían información acerca del cuidado de las plantas, la aplicación de riego, la aplicación de fertilizantes orgánicos e insecticidas orgánicos, así mismo se abasteció de pilones.

3.4.3. Resultados

A. Diagnóstico dirigido a familias del barrio I, II y III del municipio.

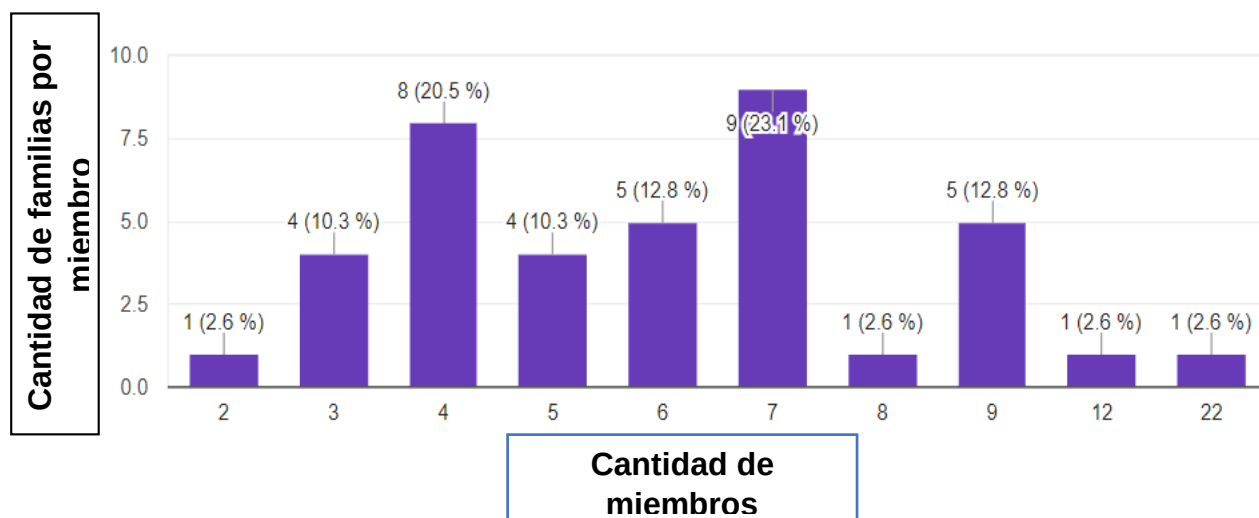


Figura 33. Cantidad de miembros por familia.

En la figura 33, se identifica en porcentaje la cantidad de familias por miembros, con 23.10 % que equivale a 9 familias de 7 integrantes, siendo la mayor cantidad de personas por familia en los tres barrios del municipio de San Marcos La Laguna. Además se evidencia la mayor demanda de pilones concentrada en este rango.

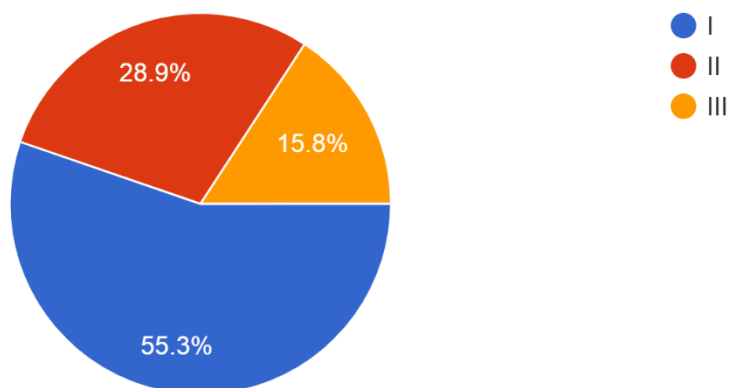


Figura 34. Porcentaje de huertos implementados en los tres barrios del municipio.

En la figura 34, se identifica el barrio I, 55.30 % con mayor implementación de huertos familiares, esto debido a que las personas cuentan con mayor área para establecer huertos familiares.

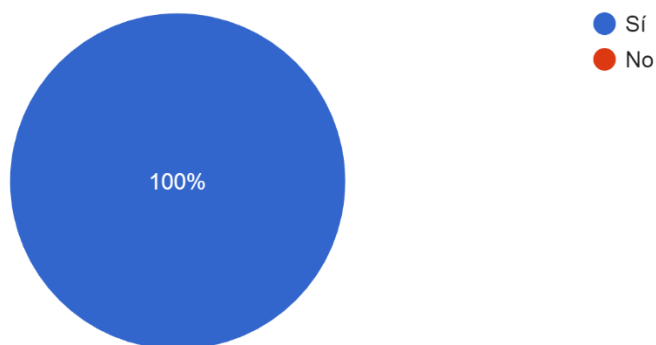


Figura 35. Disposición a implementar huertos familiares.

La figura 35, refleja la intención de las familias a implementar huertos familiares, ya que es importante la producción de alimentos sanos y libres de químicos; contribuyendo a una buena nutrición.

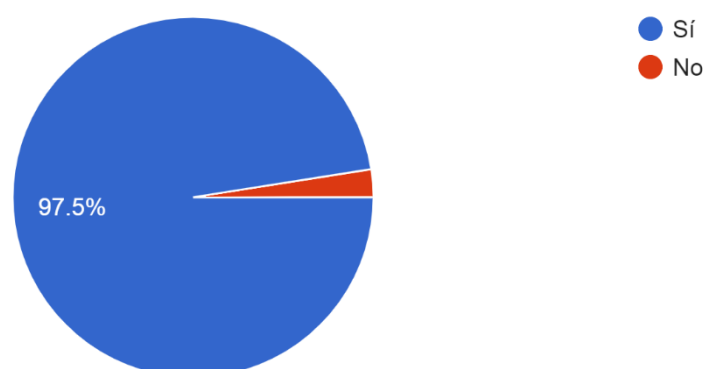


Figura 36. Disponibilidad de área para implementar huertos familiares.

En la figura 36, se identifica que la mayoría de familias cuenta con el área necesaria para implementar huertos familiares que representa el 97.50 %. En el caso de las familias que no poseían el área necesaria para implementar huertos familiares se instalaron maceto huertos, en los cuales se les brindó el sustrato necesario para la producción de alimentos.

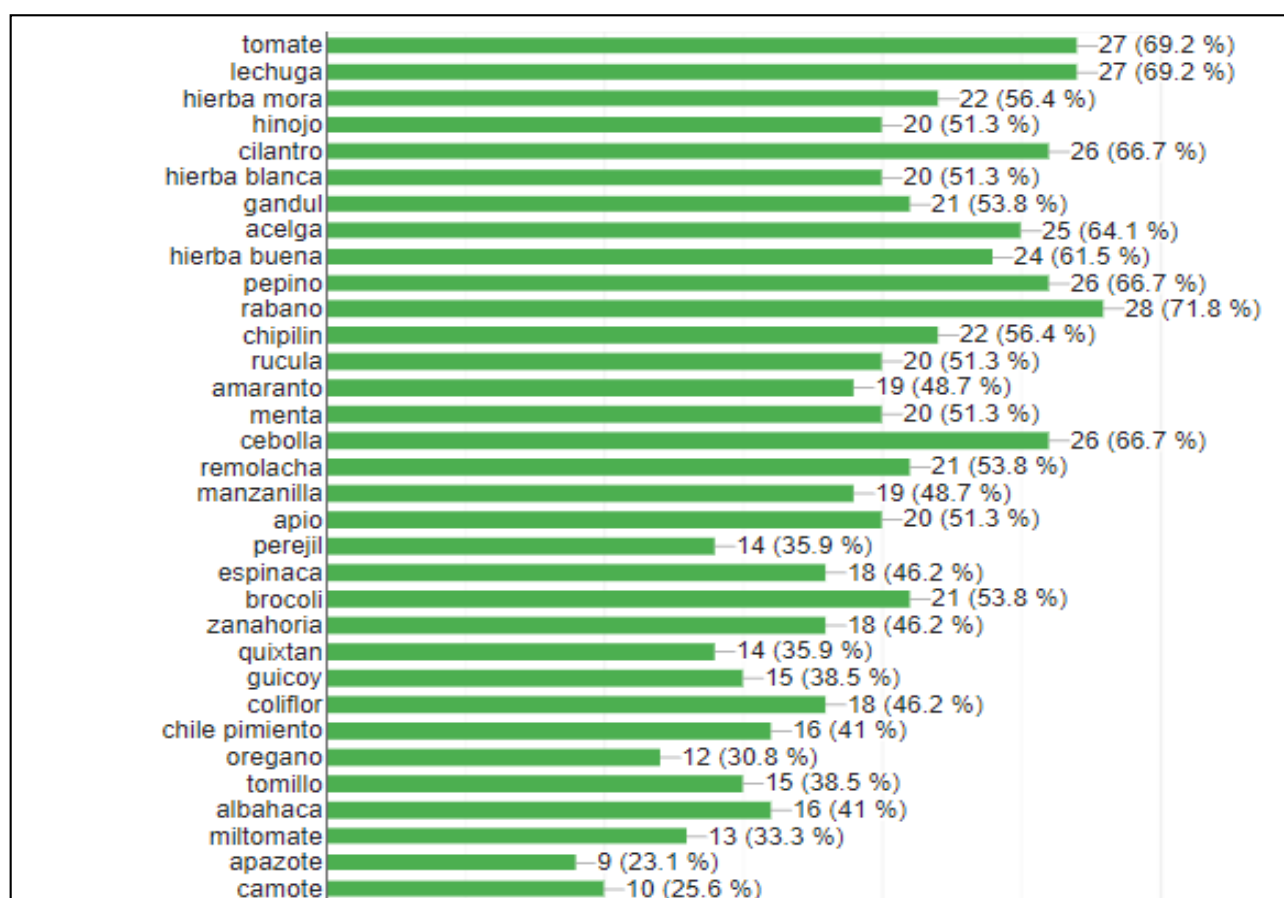


Figura 37. Preferencia de hortalizas a cultivar.

En la figura 37 se identifica el porcentaje de preferencia de cultivo a implementar en huertos familiares, el de mayor interés fue el rábano, seguido por tomate, lechuga y pepino. Para la entrega de pilones en distintos huertos familiares se distribuyó diversidad de pilones de hortalizas para prevenir ataques de distintas plagas que pudieran afectar un solo huerto y además esto contribuye en la atracción de diferentes polinizadores en el ecosistema.

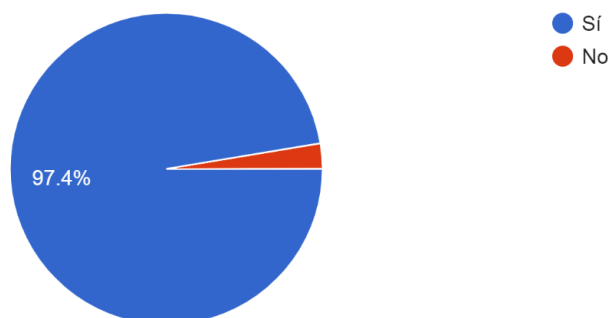


Figura 38. Disponibilidad de herramienta para trabajar en el huerto familiar.

En la figura 38 se identifica que la mayoría de familias poseen herramienta para trabajar en los huertos, como por ejemplo machete, azadón, piocha, pala, rastrillo y tijera.

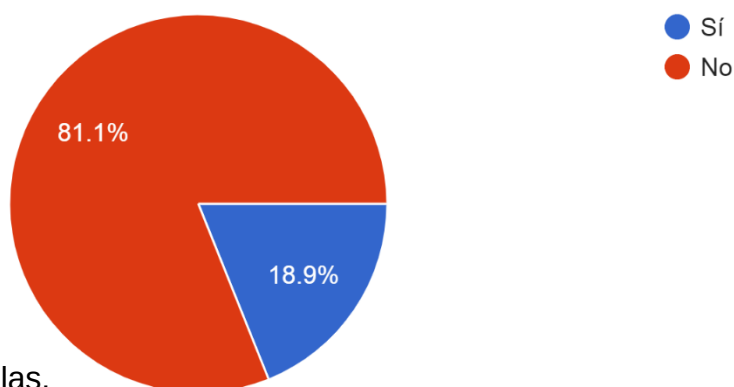


Figura 39. Acceso a semillas.

En la figura 39 se identifica que el 81.10 % de familias tienen acceso a fuentes de semillas, que cosechan en sus hogares y también la obtienen por instituciones como el MAGA que entrega una cantidad determinada.

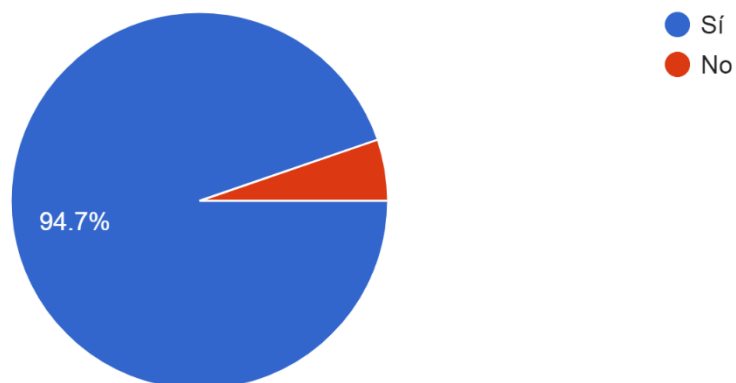


Figura 40. Disponibilidad de agua para riego del huerto familiar.

El 94.70 % de las familias cuentan con agua para riego del huerto familiar.

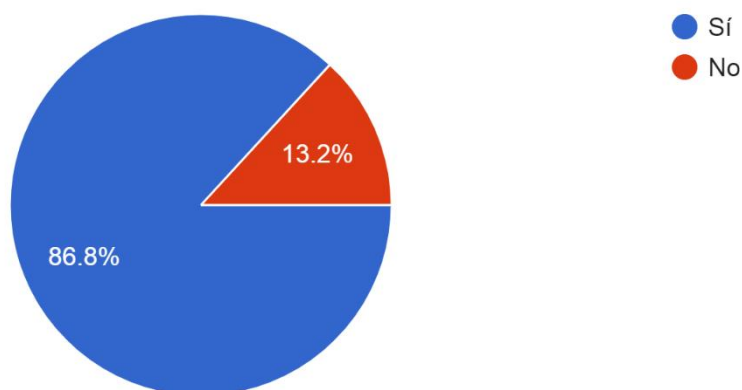


Figura 41. Disponibilidad de fuentes de materia orgánica.

En la figura 41, se presenta el 86.80 % de las familias que cuenta con materia orgánica para mejorar la calidad del suelo del huerto familiar, sin embargo, cuando se implementa un huerto se provee de fertilizante orgánico como lombri compost o abono tipo bokashi.

B. Implementación de sistemas alimentarios

Para la ejecución del presente servicio se realizaron 9 huertos familiares en los tres barrios del municipio, aportando pilones de hortalizas de distintas especies para la diversificación del material vegetativo de cada huerto familiar. Cada vez que se implementó un huerto previamente se realizaron charlas sobre el cuidado del huerto, además se designó una cantidad de abono de lombricompost por cada huerto implementado.

En la figura 42, se presenta algunos huertos implementados en el municipio.



Figura 42. Implementación de huertos familiares para el mejoramiento de la seguridad alimentaria.

C. Monitoreo de los huertos establecidos en el municipio

Para el monitoreo y seguimiento de los huertos familiares establecidos en el municipio se llevó a cabo 51 visitas a los huertos, en donde se proporcionó asesoría sobre el cuidado de las hortalizas y sus requerimientos en la fertilización, para esta fase se utilizó abono lombri compost y abono tipo bokashi con microorganismos de montaña.

En la figura 43, se observa parte de las visitas y asesorías realizadas en los huertos establecidos.



Figura 43. Monitoreo y seguimiento de huertos establecidos en el municipio de San Marcos la Laguna.

3.4.4. Evaluación del servicio

Para la ejecución de los diagnósticos que se ejecutaron con los habitantes del municipio fueron 50 boletas realizadas. Se implementaron 9 huertos familiares de los cuales se logró realizar 51 visitas para su monitoreo y seguimiento y se realizó entrega de fertilizante orgánico en cada huerto. Todas las acciones realizadas en el presente servicio fueron de gran utilidad. Se presentó ante el COMUDE de la municipalidad en el mes de diciembre del año 2020 los resultados obtenidos por parte del proyecto de ayuda humanitaria Ecohuertos Guatemala. De parte de las autoridades municipales existe el interés de continuar con dicho proyecto porque se necesita encargado del vivero comunal para la producción de pilones y cuidado de las hortalizas ya cultivadas en el área.

3.5. BIBLIOGRAFÍA

1. AMSCLAE (Autoridad para el manejo sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su entorno, Guatemala). (2019). *Memoria de Labores* [Archivo PDF]. <https://www.amsclae.gob.gt/descargas/memoriadelabores/mem2019.pdf>
2. Ismalej Argueta, J. A. (Noviembre de 2009). *La importancia de políticas públicas sobre el medio ambiente contribuyentes al desarrollo sostenible y alternativas económicas en Guatemala* [Archivo PDF]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_8122.pdf
3. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala). (Agosto de 2017). *Política nacional de educación ambiental de Guatemala* [Archivo PDF]. <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/10363.pdf>
4. Pichardo Pagaza, I. (Enero de 2009). *Responsabilidades municipales en materia ambiental*. <https://convergencia.uaemex.mx/article/view/1277>
5. Rogríguez Cortés, V. R., & Melo Hernández, K. (Octubre de 2015). *Formulación de la política ambiental municipal para el municipio de Simijaca Cundinamarca en el marco de la evaluación ambiental estratégica*. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4647>
6. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). (Junio de 2015). *Guía para formulación de políticas públicas* [Archivo PDF]. http://www.segeplan.gob.gt/downloads/2015/Políticas_Publicas/GpFPP.pdf
7. _____. (2008). *Plan de desarrollo municipal con enfoque territorial 2008-2018 : municipio de San Marcos la Laguna, Sololá*. [http://biblioteca.segeplan.gob.gt:8080/asp/getFicha.asp?glx=17685&aski=2&recnum=53&maxrecnum=56&searchString=\(%20buscable%20S\)%20and%20\(%20O%20authors%20MUNICIPALIDAD%20and%20DE%20and%20GUATEMALA\)&orderB=3pg=2&bi blioteca=#ubi](http://biblioteca.segeplan.gob.gt:8080/asp/getFicha.asp?glx=17685&aski=2&recnum=53&maxrecnum=56&searchString=(%20buscable%20S)%20and%20(%20O%20authors%20MUNICIPALIDAD%20and%20DE%20and%20GUATEMALA)&orderB=3pg=2&bi blioteca=#ubi)



8. Teret Canel , L. A. (Julio de 2014). *Diseño de una política municipal para el cuidado del medio ambiente, en el municipio de el Tejar, departamento de Quetzaltenango* [Archivo PDF]. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/04/06/Teret-Lidia.pdf>



3.6. ANEXOS

3.6.1. Encuesta de desechos orgánicos dirigido a habitantes del municipio de San Marcos La Laguna

- Barrio

- Nombre: _____

- ¿Cantidad de personas en su casa? _____

- Nivel de clasificación de desechos

- ¿Dónde maneja los desechos?

- ¿Cuenta con espacio para tratar sus desechos?

- ¿Está interesado en aprender a manejar sus desechos orgánicos?

3.6.2. Diagnóstico de la disponibilidad de insumos y tierra para el establecimiento de huertos familiares.

- Nombre del promotor: _____
- Nombre del jefe/jefa de familia: _____
- Número de miembros de familia: _____
- Barrio I II III
- ¿Está interesado en tener un huerto familiar? ☐ SI ☐ NO
- ¿Tiene espacio (área) para implementar su huerto? ☐ SI ☐ NO
- ¿Qué especies le gustaría tener en su huerto? _____
- ¿Cuántas horas a la semana podría dedicarle al huerto? _____
- ¿Quién de la familia podría dedicarse al huerto? _____
- ¿Cuenta con herramienta para trabajar en el huerto? _____
- ¿Tiene acceso a semillas? ☐ SI ☐ NO
- ¿Tiene materiales para proteger el huerto de los animales domésticos? ____
- ¿Estaría dispuesto a conseguir los materiales para proteger su huerto? _____
- ¿Dispone agua para riego del huerto? ☐ SI ☐ NO

Información que toma el promotor que realiza la encuesta

- ¿Área que dispone para el huerto horizontal? Largo y ancho (en metros)
- ¿Área que dispone para huertos verticales? Largo y ancho (en metros)
- ¿Dispone de fuente de materia orgánica? SI NO
- Tipo de suelo Fértil Mediano fértil Baja fertilidad
- Pendiente del terreno _____
- Ubicación del huerto: _____
- Fuente de materia orgánica. Brosas-hojas Lombricompost Biomasa de podas



Figura 44A. Servicio de manejo de desechos orgánicos.



Figura 45A. Implementación de la abonera tipo compost en la municipalidad de San Marcos La Laguna.



Figura 46A. Capacitación teórica de la creación de composteras en casa y su importancia en la fertilización del suelo.



Figura 47A. Realización de encuestas sobre el manejo de desechos orgánicos a habitantes del municipio.



Figura 48A. Reunión de socialización de la política pública municipal ambiental.



Figura 49A. Reunión de socialización de la política pública municipal ambiental.



Figura 50A. Implementación de huertos familiares.



Figura 51A. Monitoreo de huerto familiar implementado en el municipio.



Figura 52A. Implementación de huertos familiares.



Figura 53A. Mantenimiento del huerto comunitario.



Figura 54A. Implementación de huerto comunal en escuela de preprimaria del municipio de San Marcos La Laguna.



Figura 55A. Implementación de huerto familiar.



Figura 56A. Huerto comunal en la escuela preprimaria del municipio.



Figura 57A. Producción de pilones de diferentes especies para diversificación de huertos familiares.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA-FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES-IIA-



REF. Sem. 09/2022

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

"DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y
PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL
DEL RECURSO HÍDRICO DEL MUNICIPIO DE
SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ,
GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:

CARLOS EDUARDO MELGAR DE LEÓN

CARNE:

201210570

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Edwin Guillermo Santos
Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
ASESOR ESPECIFICO

Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez
DOCENTE-ASESOR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Bucaro
DIRECTOR DEL IIA



CFLB/nm
c.c. Archivo

Ref. SAIEPSA.32.1.2022

Guatemala, 20 de abril de 2022

TRABAJO DE GRADUACIÓN: DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: CARLOS EDUARDO MELGAR DE LEÓN

No. CARNÉ 201210570

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO, DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edwin Guillermo Santos

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

Ing. Agr. Ernesto Yac Juárez

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”


Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPSA



No. 32.2022

Trabajo de Graduación:

**“ DIAGNÓSTICO DE AGUA Y SANEAMIENTO
Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO
INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO,
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS
EN EL MUNICIPIO DE SAN MARCOS LA
LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA, C.A.”**

Estudiante:

Carlos Eduardo Melgar de León

Carné:

201210570

“IMPRÍMASE”

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO