

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE SANTA ROSA DE LIMA Y PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE MANEJO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LA PLATA, MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

EMI GABRIELA PÉREZ OLIVARES

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE MANEJO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LA PLATA, MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.”

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

POR

EMI GABRIELA PÉREZ OLIVARES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA

EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL I	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL II	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. en Electrónica Carlos Waldemar de León Samayoa
VOCAL V	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

Guatemala, septiembre de 2018

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: **“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE MANEJO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LA PLATA, MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Emi Gabriela Pérez Olivares

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por darme salud, acompañarme, cuidarme e iluminarme para alcanzar mis metas.

MIS PADRES

Aura Olivares y Vinicio Pérez, por su infinito apoyo en todo momento, por guiarme y llenarme de su amor y sabiduría. Este triunfo es también de ustedes.

MIS HERMANAS

Cindy y Mabe por ser mis compañeras de vida incondicionalmente, por querer siempre lo mejor para mí y por sus consejos. Por ese lazo de hermandad que nos une, ojalá nunca se pierda. Las quiero mucho.

MIS ABUELITOS

Ernesto Pérez (+), Julio Figueroa (+), Dominga Espinoza (+) y Laura Pérez, por llenar mi vida de enseñanzas y valores, siempre los tendré en mi corazón.

MI FAMILIA

Por su apoyo en esta etapa.

**MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS**

Por su apoyo en mi etapa universitaria, por las experiencias y viajes compartidos, a quienes agradezco su amistad. En especial a Jorge, Manuel y Lety.

A todas las personas presentes por compartir conmigo este acto.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS

Universidad de San Carlos de Guatemala, Alma Máter, por mí formación académica.

A MI SUPERVISOR

Dr. Tomás Padilla por su apoyo, tiempo y valiosa orientación para que completará mí formación académica.

A MI ASESOR

Dr. Eugenio Orozco por el tiempo y valiosa orientación en este documento.

AL PROGRAMA EPSUM

Por permitir que mí Ejercicio Profesional Supervisado fuera una experiencia integral.

A MUNICIPALIDAD DE SANTA ROSA DE LIMA

Al Sr. Alcalde Municipal Llan Carlos Dávila, su esposa; Patricia Franco de Dávila, a Jesennia, Ingrid, Angélica, María Aceituno, Lic. Otto Santos, y a todo el personal administrativo por su valioso apoyo y cariño en todo momento.

AL MUNICIPIO SANTA ROSA DE LIMA

A todas las personas que conocí por brindarme su cariño, hospitalidad y apoyo durante los 10 meses. Así como a los COCODES del Barrio Cruz de la Misión, Colonia San Germán, Caserío Buena Vista, Aldeas: El Salitre, Primera Sabana, La Casita y El Carrizal.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

En especial al Ing. Agr. Guillermo Santos y al
Ing Agr. Carlos Bucaro, por compartir conmigo
sus conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	xiii
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivo Específico.....	5
1.4 METODOLOGÍA.....	6
1.5 RESULTADOS	8
1.5.1. Visión de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima.....	8
1.5.2. Misión de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima	8
1.5.3. Organización municipal	8
1.5.4. Análisis FODA	10
1.6 CONCLUSIONES.....	11
1.7 RECOMENDACIONES	12
1.8 BIBLIOGRAFÍA	13
CAPÍTULO II	
PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE MANEJO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LA PLATA, MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.....	14
2.1 INTRODUCCIÓN	15
2.2 MARCO TEÓRICO	17
2.2.1 Marco Conceptual	17
A. Cuenca Hidrológica	17
B. Cuenca Hidrográfica.....	17
C. La Cuenca Hidrográfica como Sistema	18

Contenido	Página
D. División de una cuenca	18
E. Caudal	19
F. Calidad del agua.....	19
a. Características físicas	20
b. Características químicas	20
c. Características biológicas.....	21
G. Características morfométricas de la cuenca.....	22
a. Delimitación de una cuenca	22
b. Área de la cuenca (A).....	23
c. Parámetros lineales de la cuenca.....	23
d. Parámetros de superficie de la cuenca	26
H. Manejo de microcuencas.....	27
2.2.2 Marco referencial	27
A. Antecedentes	27
B. Ubicación geográfica de la sub cuenca del río La Plata	28
2.3 OBJETIVOS	31
2.3.1 Objetivo General	31
2.3.2 Objetivos Específicos	31
2.4 METODOLOGÍA	32
2.4.1 Fase de gabinete preliminar	32
A. Ubicación de actores de la sub cuenca del río La Plata	32
B. Localización.....	33
C. Caracterización.....	33
2.4.2 Fase de campo	34
A. Obtención de características biofísicas	35
B. Determinación de fuentes contaminantes	35
2.4.3 Fase de gabinete final	35
A. Síntesis del diagnóstico de la sub cuenca.....	35
B. Plan estratégico para uso de la tierra	37

Contenido	Página
a. Matriz de priorización de acciones	37
b. Matriz de marco lógico para cada Proyecto	37
C. Informe final de la sub cuenca.....	38
D. Lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata	38
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
2.5.1 Características socioeconómicas	39
A. Demografía.....	39
a. Población urbana y rural.....	39
b. Población económicamente activa (PEA).....	41
B. Educación.....	42
a. Inscripción escolar, nivel pre-primario	42
b. Inscripción escolar, nivel primario.....	43
c. Inscripción escolar, nivel secundario	43
d. Inscripción escolar, nivel diversificado.....	44
C. Idiomas	45
D. Migraciones	45
E. Organización social	45
F. Mercados.....	45
G. Acceso e información de salud pública en la sub cuenca del río La Plata	46
H. Tenencia de la tierra de la sub cuenca del río La Plata	47
I. Actividades productivas en la sub cuenca del río La Plata	47
2.5.2 Características biofísicas	49
A. Morfometría de la sub cuenca del río La Plata	49
B. Clima	54
a. Precipitación	55
b. Temperatura media anual	56
c. Humedad relativa	57
d. Radiación solar.....	58
e. Velocidad del viento	59

Contenido	Página
C. Geología.....	60
D. Geomorfología.....	63
a. Gran Paisaje (Unidad Geomorfológica): montañas volcánicas del centro del país.....	65
b. Gran Paisaje (Unidad Geomorfológica): relleno piroclástico de Santa Rosa.....	67
E. Zona de vida.....	69
F. Suelos	71
a. Serie de suelos según Simmons	71
b. Uso actual del suelo	74
c. Capacidad de uso de la tierra.....	75
d. Intensidad de uso de la Tierra	80
G. Hidrología	81
a. Caudal.....	83
b. Calidad físico-química y bacteriológica del agua del río La Plata.....	84
i. Calidad físico-química del agua del río La Plata.....	84
ii. Calidad bacteriológica del agua del río La Plata.....	88
H. Problemas ambientales	90
a. Degradación ambiental.....	90
b. Mal manejo de desechos sólidos.....	90
c. Contaminación de los recursos hídricos.....	90
2.5.3 Propuesta de lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata ..	90
A. Fuentes contaminantes	90
B. Fuentes de agua de la sub cuenca del río La Plata.....	94
C. Diagnóstico rural participativo	96
a. Árbol de problemas	97
b. Árbol de medios-fines.....	99
D. Priorización de acciones.....	101
E. Matriz de marco lógico de cada proyecto	102
2.6 CONCLUSIONES	114

Contenido	Página
2.7 RECOMENDACIONES.....	115
2.8 BIBLIOGRAFÍA	116
2.9 ANEXOS.....	120
CAPITULO III	
SERVICIOS REALIZADOS EN MUNICIPALIDAD DE SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA, GUATEMALA, DURANTE EL AÑO 2017	124
3.1. PRESENTACIÓN.....	125
3.2. Impartir tutorías a estudiantes de Tercero Básico de las aldeas Primera Sabana, Amberes, Rinconcito, Cerro Gordo y casco urbano para que iniciarán el proceso de admisión a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).....	127
3.2.1. Objetivos	127
3.2.2. Metodología.....	127
3.2.3. Resultados	128
A. Metas.....	128
B. Resultados obtenidos	128
3.2.4. Evaluación.....	130
3.3. Gestión de capacitación sobre manejo de rellenos sanitarios, por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA)	130
3.3.1. Objetivos	130
3.3.2. Metodología.....	131
3.3.3. Resultados	131
A. Metas.....	131
B. Resultados obtenidos	131
3.3.4. Evaluación.....	132
3.4. Realizar una abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa	133
3.4.1. Objetivos	135
3.4.2. Metodología.....	136
3.4.3. Resultados	137
A. Metas.....	137

Contenido	Página
B. Resultados obtenidos	137
3.3.4. Evaluación	139
3.5. BIBLIOGRAFÍA.....	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Mapa del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala.....	4
Figura 2. Esquema de la metodología para realizar un FODA.....	6
Figura 3. Organigrama de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, 2017.....	9
Figura 4. Esquema de la zonificación espacial de una cuenca con base a su altitud.	17
Figura 5. Esquemas de tipos de cuencas: a) Exorreicas, b) Endorreicas, c) Arreicas	18
Figura 6. Patrones de drenaje superficial.....	25
Figura 7. Mapa base de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	30
Figura 8. Flujograma para caracterización de una cuenca desde la parte técnica.....	32
Figura 9. Esquema de ejemplo de árbol de problemas	36
Figura 10. Esquema de ejemplo de árbol de medios-fines	36
Figura 11. Gráfica de orden de corrientes y número de corrientes de la sub cuenca del río La Plata	51
Figura 12. Gráfica Log Nu vrs U de la sub cuenca del río La Plata.....	51
Figura 13. Mapa de clasificación climática según Thornthwaite, sub cuenca del río La Plata, 2017	54
Figura 14. Gráfica de precipitación de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, con registros de 1980 a 1988	56
Figura 15. Gráfica de temperatura media anual de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017	57
Figura 16. Gráfica de humedad relativa de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017.....	58
Figura 17. Gráfica de la radiación solar de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017.....	59
Figura 18. Gráfica de la velocidad del viento de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017	60
Figura 19. Mapa geológico de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	62
Figura 20. Mapa fisiográfico de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	64
Figura 21. Fotografía de rocas presentes en la parte alta de la sub cuenca del río La Plata	66
Figura 22. Fotografía de la toba volcánica presente en la parte media alta de la sub cuenca del río La Plata.....	67
Figura 23. Fotografías del relleno piroclástico presente en la sub cuenca del río La Plata	68

Figura	Página
Figura 24. Mapa de la zona de vida de la sub cuenca del río La Plata, Clasificación Holdridge.	70
Figura 25. Mapa de series de suelos Simmons de la sub cuenca del río La Plata.....	73
Figura 26. Mapa de uso del suelo de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa	74
Figura 27. Mapa de capacidad de uso de la tierra (Metodología INAB) de la sub cuenca del río La Plata	79
Figura 28. Mapa de intensidad de uso en la sub cuenca del río la Plata	80
Figura 29. Mapa de ubicación de aforo realizado en la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.	82
Figura 30. Gráfica de la dinámica del caudal de la sub cuenca del río La Plata	84
Figura 31. Fotografía del tanque del nacimiento de agua de aldea El Salitre, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa	86
Figura 32. Mapa de fuentes contaminantes de la sub cuenca del río La Plata	93
Figura 33. Mapa de nacimientos de agua de la sub cuenca del río La Plata	95
Figura 34. Diagrama del árbol de problemas sobre la contaminación ambiental en la sub cuenca del río La Plata	98
Figura 35. Diagrama del árbol de medios-fines sobre la protección ambiental en la sub cuenca del río La Plata	100
Figura 36A. Fotografía de los resultados del análisis físico químico del Barrio Cruz de la Misión.....	120
Figura 37A. Fotografía de los resultados del análisis físico químico del Barrio Cruz de la Misión después del basurero	121
Figura 38A. Fotografía de los resultados del examen bacteriológico del tanque de nacimiento de agua de aldea El Salitre	122
Figura 39A. Fotografía de los resultados del examen bacteriológico del nacimiento de agua de la aldea El Salitre	123
Figura 40. Fotografía de la reunión informativa de examen de preselección de Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) a estudiantes de distintos establecimientos de Tercero Básico del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.	128
Figura 41. Fotografía de alumnos recibiendo tutorías de matemática.....	129
Figura 42. Fotografía de entrega de diplomas por parte de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima a alumnos que fueron examinados en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), sede Central.....	129
Figura 43. Fotografía donde se encuentra personal de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA) impartiendo la capacitación sobre el manejo de rellenos sanitarios.	132

Figura	Página
Figura 44. Fotografía de visita al relleno sanitario ubicado en el km. 23 CA-9, ruta al Pacifico donde explican el proceso.	132
Figura 45. Fotografía de Lombriz Coqueta Roja.....	134
Figura 46. Flujograma de metodología empleada para gestionar la capacitación de la abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.	136
Figura 47. Fotografía de capacitación sobre aboneras con Lombriz Coqueta Roja a personas del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.	137
Figura 48. Fotografía de preparación de materiales para la elaboración de abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.	138
Figura 49. Fotografía de trampa presente en la abonera para control de hormigas en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	138
Figura 50. Fotografía de reproducción de Lombriz Coqueta Roja en la abonera piloto del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	139

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Componentes de un análisis FODA.....	7
Cuadro 2. Descripción de unidades, direcciones, oficinas y secretarías de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	8
Cuadro 3. Análisis FODA de la municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.....	10
Cuadro 4. Escala para determinar la dureza del agua	20
Cuadro 5. Descripción de las cuencas según su tamaño.....	23
Cuadro 6. Actores institucionales dentro de la sub cuenca del río La Plata.....	33
Cuadro 7. Ejemplo de matriz de priorización de acciones.....	37
Cuadro 8. Ejemplo de matriz de marco lógico.....	38
Cuadro 9. Población de las aldeas pertenecientes a la sub cuenca del río La Plata	39
Cuadro 10. Población de barrios, aldeas, caseríos y colonias pertenecientes a la sub cuenca del río La Plata	40
Cuadro 11. Resumen de población total de la sub cuenca del río La Plata	40
Cuadro 12. Población de la sub cuenca del río La Plata por género.....	41
Cuadro 13. Inscripción escolar a nivel pre primario en la sub cuenca del río La Plata ciclo 2017	42
Cuadro 14. Inscripción escolar a nivel primario en la sub cuenca del río La Plata ciclo 2017	43
Cuadro 15. Inscripción escolar a nivel secundario en la sub cuenca del río La Plata ciclo 2017	43
Cuadro 16. Resumen de nivel de escolaridad de las comunidades que abarcan la sub cuenca del río La Plata	44
Cuadro 17. Acceso a la salud en la sub cuenca del río La Plata, por comunidad	46
Cuadro 18. Principales cultivos que determinan el potencial económico de la sub cuenca del río La Plata	48
Cuadro 19. Valores interpretativos del factor de forma	49
Cuadro 20. Orden de corrientes de la sub cuenca del río La Plata	50
Cuadro 21. Valores interpretativos de densidad de drenaje.....	52
Cuadro 22. Parámetros morfométricos de la sub cuenca del río La Plata	53
Cuadro 23. Datos de ubicación geográfica de la estación meteorológica de ANACAFÉ en la sub cuenca del río La Plata	55
Cuadro 24. Datos de precipitación de la estación El Recreo con registros de 1980 a 1988	55

Cuadro	Página
Cuadro 25. Datos de temperatura media anual de la estación El Recreo durante el año 2010-2017	56
Cuadro 26. Datos de humedad relativa de la estación El Recreo durante el año 2010-2017	57
Cuadro 27. Datos de radiación solar de la estación El Recreo durante el año 2010-2017	58
Cuadro 28. Datos de la velocidad del viento de la estación El Recreo durante el año 2010-2017	59
Cuadro 29. Descripción de las formaciones geológicas de la sub cuenca.....	61
Cuadro 30. Descripción de fisiografía de la sub cuenca del río La Plata	63
Cuadro 31. Descripción de áreas pertenecientes a las series de suelos Simmons en la sub cuenca del río La Plata	72
Cuadro 32. Porcentaje de uso del suelo de la sub cuenca del río La Plata	75
Cuadro 33. Datos de pendientes y profundidad efectiva de la sub cuenca del río La Plata.	76
Cuadro 34. Datos de clasificación de tierras por capacidad de uso (metodología INAB) de la sub cuenca del río La Plata.....	78
Cuadro 35. Datos de intensidad de uso de la tierra de la sub cuenca del río La Plata	81
Cuadro 36. Resumen del comportamiento del caudal del río La Plata durante el verano e invierno.	83
Cuadro 37. Evaluación de análisis físico de la sub cuenca del río La Plata.....	85
Cuadro 38. Evaluación de los indicadores químicos de la sub cuenca del río La Plata.....	87
Cuadro 39. Resultados de análisis bacteriológico del río La Plata, muestra tomada en nacimiento de agua de aldea El Salitre el 28 de marzo de 2017.	88
Cuadro 40. Resultados de análisis bacteriológico del río La Plata, muestra tomada en el tanque del nacimiento de agua de aldea El Salitre el 28 de marzo de 2017.....	89
Cuadro 41. Resumen del análisis del agua de la sub cuenca (época seca)	89
Cuadro 42. Datos de fuentes contaminantes de la sub cuenca del río La Plata	91
Cuadro 43. Puntos de descargas de aguas residuales en la sub cuenca del río La Plata.....	92
Cuadro 44. Datos de las fuentes de agua de la sub cuenca del río La Plata	94
Cuadro 45. Matriz de causas y efectos	97
Cuadro 46. Matriz medios y fines	99

Cuadro	Página
Cuadro 47. Cuadro de priorización de acciones en la sub cuenca del río La Plata según evaluación de ámbitos.....	101
Cuadro 48. Formar un comité de convivencias comunitarias.....	102
Cuadro 49. Creación de un programa de educación ambiental en iglesias y escuelas	103
Cuadro 50. Programa de control de basureros clandestinos	104
Cuadro 51. Capacitaciones de control de rastros a dueños y vecinos de las comunidades	105
Cuadro 52. Implementación de red de alcantarillado	106
Cuadro 53. Creación de un comité promotor de educación, encargado de buscar la inversión para construir más centros educativos y el personal calificado.	107
Cuadro 54. Programa "Reforestando mi comunidad".....	108
Cuadro 55. Talleres de reciclaje en escuelas e iglesias.....	109
Cuadro 56. Capacitaciones sobre la importancia de la protección forestal a las comunidades	110
Cuadro 57. Talleres a las comunidades sobre regeneración ecológica en las áreas más afectadas	111
Cuadro 58. Establecimientos que brindan educación diversificada en el municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.	126
Cuadro 59. Condiciones para la producción de Lombricompost.....	133
Cuadro 60. Características generales de la Lombriz Coqueta Roja.....	134

PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE MANEJO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LA PLATA,
MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA,
GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizó en la Municipalidad de Santa Rosa de Lima del departamento de Santa Rosa, el cual conllevó una serie de actividades que dieron como resultado el presente trabajo de graduación, que consta de tres capítulos.

En el Primer Capítulo se elaboró un diagnóstico de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima con la finalidad de conocer la situación interinstitucional actual a través de un análisis FODA, para conocer sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en los cuatro ámbitos (social, económico, ambiental y técnico - administrativo). En cuanto a sus fortalezas están las buenas relaciones interpersonales en la mayoría de unidades y direcciones. Algunas oportunidades que se destacan son el apoyo técnico por parte de algunas instituciones como Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala (ANAM), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Cooperativa El Recuerdo y Centro de Acción Legal, Ambiental y Social (CALAS) y la cercanía a la ciudad capital para un desarrollo económico.

La falta de profesionales idóneos en las distintas unidades y direcciones, la falta de oportunidades de trabajo formal e informal, la falta de tratamiento de aguas residuales y de desechos y residuos sólidos, son algunas de las debilidades encontradas. Por último, las amenazas presentes son los conflictos sociales que ha generado la empresa minera San Rafael, ubicada en el municipio cercano (San Rafael Las Flores), el desinterés e inconsciencia ambiental para mitigar problemas ambientales, la existencia de beneficios de café por posible contaminación por descarga cruda de pulpa, a los diferentes ríos de la región, la falta de capacitación constante al personal institucional y deterioro de la situación económica.

El Segundo Capítulo, referente a la investigación técnica científica titulada: “Propuesta de lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata, municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de Santa Rosa, Guatemala, C.A.” siendo esta tributaria al río Los Esclavos. Cuenca que ha conllevado a formar una mancomunidad con municipios de la parte alta de la cuenca para crear acciones para darle un manejo integral a partir de sus sub cuencas.

La anterior investigación, se realizó en tres etapas: la primera de gabinete preliminar donde se caracterizó la sub cuenca del río La Plata con información de fuentes primarias y secundarias, la segunda de campo, en la cual se visitaron las distintas comunidades que abarcan la sub cuenca para la identificación de los principales problemas ambientales, fuentes de agua y contaminación.

El procesamiento de la información recopilada en las dos etapas anteriores dio como resultado la etapa de gabinete final donde se conoció la situación de la sub cuenca a través de un diagnóstico rural participativo, se elaboró un plan estratégico para uso de la tierra y la propuesta de lineamientos de manejo.

En el Tercer Capítulo se describen los servicios realizados en el municipio de Santa Rosa de Lima, que fueron identificados de acuerdo a necesidades o problemas ambientales, entre los que se puede mencionar la gestión de capacitación sobre el manejo de los rellenos sanitarios, elaboración de abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja (*Eisenia foetida*) en el Barrio Cruz de la Misión, impartir tutorías a estudiantes de Tercero Básico para que se sometieran al proceso de admisión a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), reforestación y charlas a estudiantes del Instituto Nacional de Educación Básica del municipio de Santa Rosa de Lima.



1.1 PRESENTACIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Agronomía es la última etapa de formación profesional del estudiante y consiste en el desarrollo de conjunto de actividades académicas en el campo de la docencia, la investigación y la extensión, con el cual se pretende contribuir al desarrollo rural y científico tecnológico del país, participar en la solución de los problemas que plantea la realidad agrícola nacional y el manejo sostenible de los recursos naturales renovables, en el marco de un desarrollo rural con equidad, así como vincular al estudiante en forma crítica y propositiva a los sectores y procesos de producción agrícola y de manejo de los recursos naturales renovables a nivel nacional, regional y local.

En este caso el Ejercicio Profesional Supervisado fue realizado en la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, ubicada en el departamento de Santa Rosa con la Administración 2016-2020, presidida por el Alcalde Municipal, señor Llancarlos Dávila.

Por lo que en el primer capítulo se presenta la fase diagnóstica donde se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de las diferentes unidades, y direcciones de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima con el objeto de conocer la situación institucional del año 2017, así como sus principales problemas y sus potencialidades para la ejecución de proyectos que promuevan el desarrollo del municipio.

Además, en el segundo capítulo se presentan los resultados de la investigación realizada en el río La Plata, tributario al río Los Esclavos, vertiente del océano pacífico, finalizando con el capítulo tres que se refiere a los servicios prestados en el municipio.

1.2 MARCO REFERENCIAL

El municipio de Santa Rosa de Lima se encuentra ubicado en el área norte del departamento de Santa Rosa. La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 72 km de la ciudad capital vía Barberena y vía Fraijanes a 43 km y se encuentra a 28 km de la cabecera departamental (SEGEPLAN, 2010).

Geográficamente está localizado en las coordenadas:

Latitud N 14° 23' 16"

Longitud O 90° 17' 50"

Limita al norte: con Mataquescuintla, del departamento de Jalapa, al este: con Nueva Santa Rosa y Casillas, y al sur: con Nueva Santa Rosa, Cuilapa y Barberena. Al oeste: con Santa Cruz Naranjo, municipios del mismo departamento y Fraijanes del departamento de Guatemala.

Según el IGN (2000) el municipio tiene una extensión territorial de 67 km² mientras que el Instituto Nacional de Estadística (INE) le atribuye una extensión de 134.2 km². La percepción es que el dato del INE (134.2 km²) es el más aproximado a la realidad con lo que el municipio abarcaría el 4.2 % del área total del departamento de Santa Rosa (SEGEPLAN, 2010).

Mientras que los cálculos que realicé con el software Arc Gis 10.3, indican una extensión territorial de 134.72 km².

En la figura 1 se muestran las 17 aldeas, caseríos, colonias y barrios del municipio de Santa Rosa de Lima.

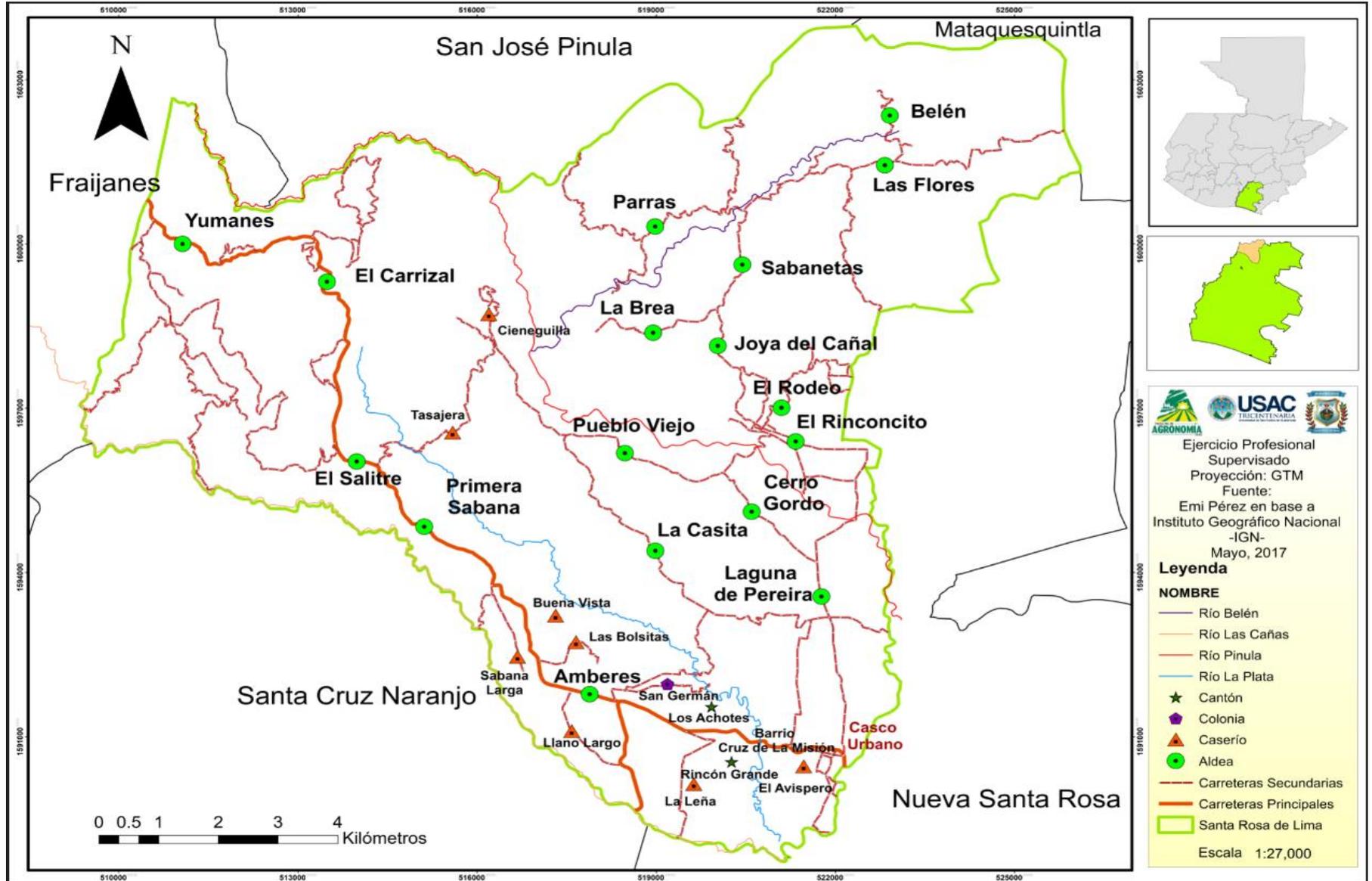


Figura 1. Mapa del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, Guatemala

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

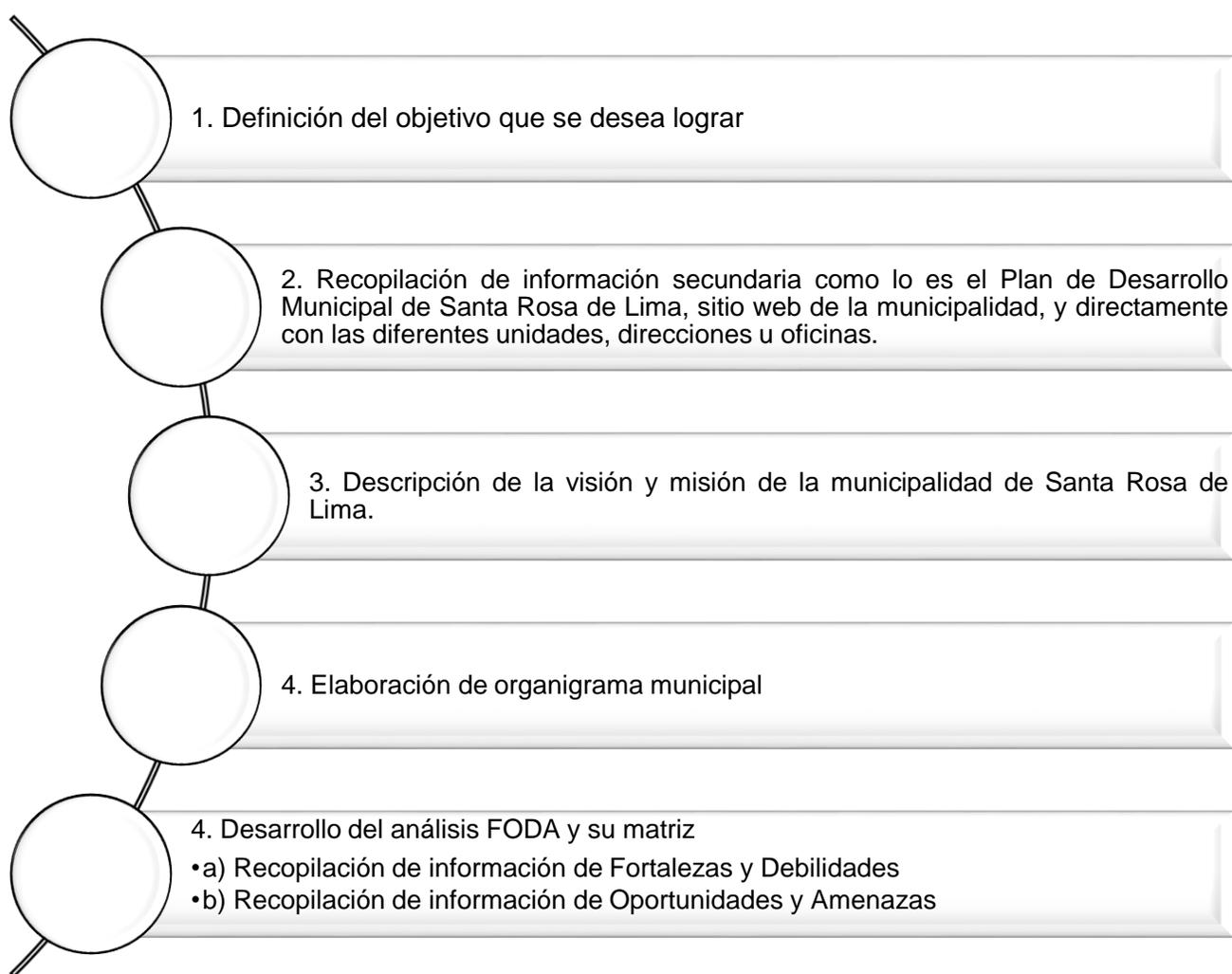
1. Conocer la situación interinstitucional actual de la municipalidad de Santa Rosa de Lima.

1.3.2. Objetivo Específico

1. Realizar un análisis de la situación actual a través de un FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas institucionales) de la municipalidad de Santa Rosa de Lima.

1.4 METODOLOGÍA

Se presenta en el siguiente esquema (figura 2) la metodología para la realización de un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) de la municipalidad de Santa Rosa de Lima.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 2. Esquema de la metodología para realizar un FODA.

En la barra superior horizontal de la matriz, se colocarán los elementos del frente interno, que son las Fortalezas y Debilidades y, en la columna izquierda vertical se colocarán los elementos del frente externo, correspondientes a las Oportunidades y Amenazas, como se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Componentes de un análisis FODA

	Positivos	Negativos
Internos	Fortalezas	Debilidades
Externos	Oportunidades	Amenazas

Fuente: García & Cano, 2000.

1.5 RESULTADOS

1.5.1. Visión de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima

Hacer de Santa Rosa de Lima un municipio, con Oportunidades de desarrollo, a través de un plan de trabajo integral, basado en las principales necesidades de la población.

1.5.2. Misión de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima

Trabajar en equipo con esfuerzo, dedicación y entrega, para el desarrollo integral de Santa Rosa de Lima, a través de acciones transparentes basadas en los valores morales, sociales y espirituales.

1.5.3. Organización municipal

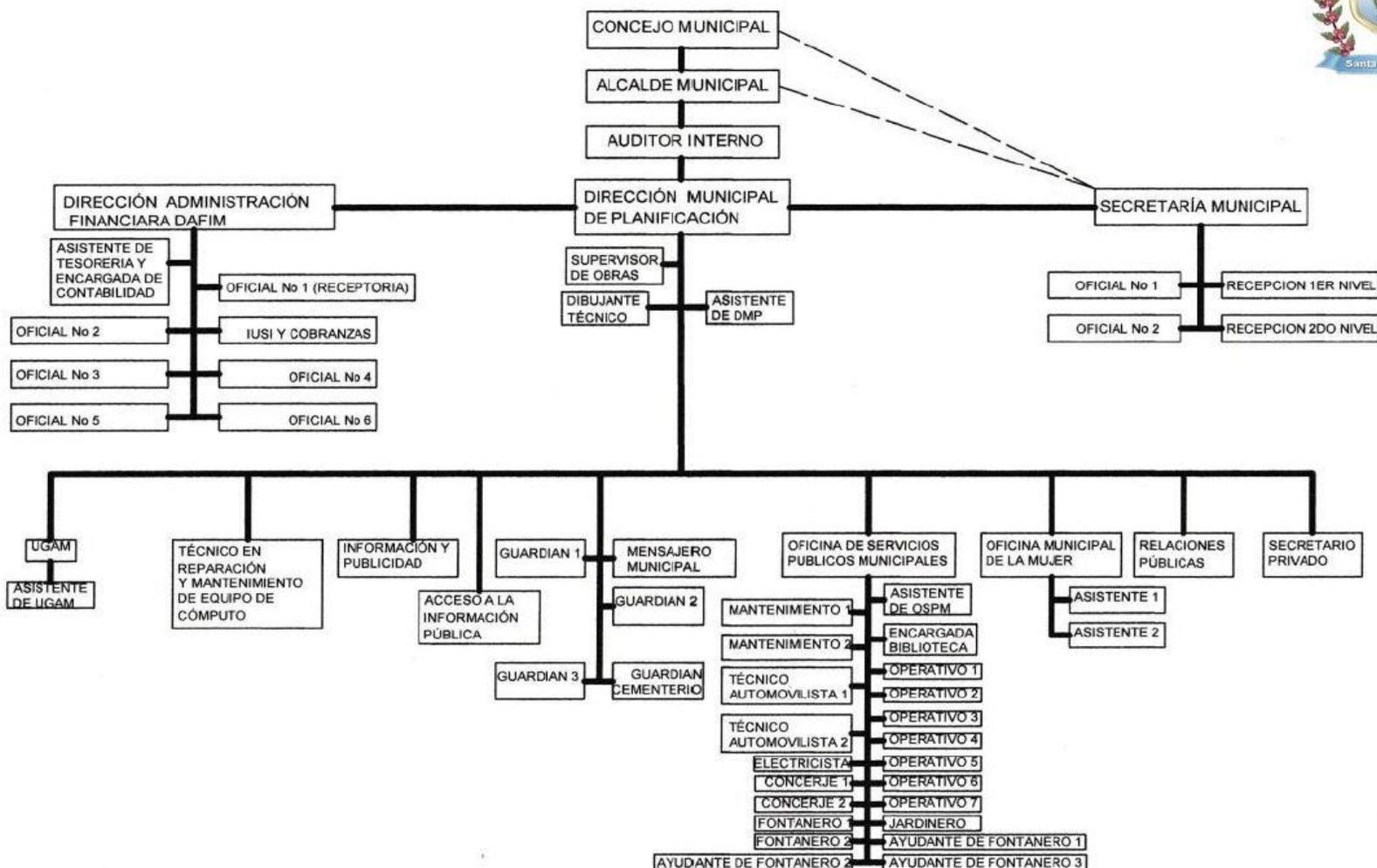
La organización municipal está presidida por el Consejo Municipal integrado por el Alcalde Municipal, el secretario municipal, dos síndicos y cuatro concejales (SEGEPLAN, 2010), cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de unidades, direcciones, oficinas y secretarías de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

No.	Siglas	Dirección/ Unidad/ Oficina	No. De integrantes
1	DAFIM	Dirección Administración Financiera Municipal	7
2	DMP	Dirección Municipal de Planificación	3
3	DMM	Dirección Municipal de la Mujer	7
4	UGAM/OFM	Unidad de Gestión Ambiental/ Oficina Forestal Municipal	2
5	OSP	Oficina de Servicios Públicos	17
6	SM	Secretaría Municipal	3

Fuente: elaboración propia, 2017.

En la figura 3 se detalla el organigrama de la municipalidad de Santa Rosa de Lima



Fuente: Municipalidad de Santa Rosa de Lima, 2017.

Figura 3. Organigrama de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, 2017

1.5.4. Análisis FODA

En el cuadro 3 se presenta el análisis FODA de la municipalidad de Santa Rosa de Lima, de acuerdo a Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas encontradas en la misma.

Cuadro 3. Análisis FODA de la municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

Fortalezas	Oportunidades
<p>Aspecto social Buenas relaciones interpersonales en la mayoría de las unidades y direcciones municipales</p> <p>Aspecto ambiental Conformación de la mancomunidad de las sub cuencas de la parte alta de la cuenca “Río Los Esclavos”, para desarrollar el proyecto: Gestión de la biodiversidad biológica para el manejo integral de la cuenca Los Esclavos con énfasis en agua</p> <p>Aspecto económico Disponibilidad financiera</p> <p>Aspecto técnico-administrativo Conocimiento situacional de la municipalidad para el desarrollo de proyectos</p>	<p>Aspecto social Buena relación con iglesia católica</p> <p>Aspecto ambiental Inexistencia de industria por posible foco de contaminación</p> <p>Potencial eco turístico porque es atravesado por el cauce del río Los Esclavos</p> <p>Aspecto económico Cercanía con la ciudad capital</p> <p>Aspecto técnico-administrativo Apoyo técnico por parte de Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala (ANAM), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Cooperativa El Recuerdo y Centro de Acción Legal, Ambiental y Social (CALAS)</p>
Debilidades	Amenazas
<p>Aspecto social Débil organización de algunos Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES)</p> <p>Aspecto ambiental Falta de tratamiento de aguas residuales Falta de tratamiento de desechos y residuos sólidos</p> <p>Aspecto económico Falta de Oportunidades de trabajo formal e informal</p> <p>Aspecto técnico-administrativo Falta de profesionales idóneos en las distintas unidades y direcciones académicas</p>	<p>Aspecto social Conflictos sociales por empresa minera San Rafael y por partidos políticos</p> <p>Aspecto ambiental Desinterés e inconsciencia ambiental en una parte de la población</p> <p>Inexistencia de instrumentos ambientales para mitigar los problemas ambientales</p> <p>Existencia de beneficios de café en el municipio, posible contaminación por descarga cruda de pulpa a ríos.</p> <p>Aspecto económico Deterioro de la situación económica</p> <p>Aspecto técnico-administrativo Inexistencia de acceso a educación superior universitaria en el municipio</p> <p>Falta de capacitación constante a personal institucional</p>

Fuente: elaboración propia, 2017.

1.6 CONCLUSIONES

1. Las Fortalezas identificadas en la municipalidad de Santa Rosa de Lima son las buenas relaciones interpersonales en la mayoría de unidades y direcciones, así como el compañerismo, la presencia de una mancomunidad que ha permitido el cumplimiento de distintos instrumentos ambientales.
2. Las Oportunidades que presenta la municipalidad para el cumplimiento de los distintos propósitos, es la buena relación con la iglesia católica; siendo está uno de los principales actores influyentes del municipio, inexistencia de industrias que presenten un grave riesgo de contaminación en los ríos tributarios presentes en el municipio, tributarios al río Los Esclavos. Así como, la cercanía del municipio a la ciudad capital y el apoyo técnico de distintas instituciones.
3. La débil organización de algunos Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES), la falta de tratamiento de aguas residuales, desechos y residuos sólidos, la falta de Oportunidades de trabajo formal e informal para el desarrollo del municipio, la falta de profesionales idóneos en las distintas unidades y direcciones municipales, son algunas debilidades encontradas en la municipalidad de Santa Rosa de Lima, siendo el tema ambiental uno de los temas de bajo interés.
4. Las Amenazas de la municipalidad son los conflictos sociales por la empresa minera San Rafael, del municipio vecino San Rafael Las Flores y por partidos políticos, desinterés e inconsciencia ambiental en una parte de la población, inexistencia de acceso a educación superior universitaria en el municipio, falta de capacitación constante a personal institucional.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Continuar con las buenas relaciones interpersonales entre unidades y direcciones municipales y aprovechar a la mancomunidad para el desarrollo tanto del municipio de Santa Rosa de Lima como de los demás.
2. Monitorear constantemente la actividad de los beneficios de café presentes en el municipio, así como la descarga de pulpa a los ríos tributarios al río Los Esclavos, aprovechar la cercanía a la ciudad capital para el intercambio y crecimiento económico, para tener más servicios en el municipio como bancos y mercado. Además, de ser necesario realizar convenios o alianzas con distintas instituciones para facilitar el cumplimiento de objetivos de la municipalidad.
3. Asignación de más personal a la Unidad de Gestión Ambiental (UGAM) y Oficina Forestal Municipal (OFM), actualmente solamente hay dos personas para el mismo cargo, lo cual limita el desarrollo eficaz de la municipalidad en ese tema.
4. Capacitación constante en distintos temas a miembros de la municipalidad de Santa Rosa de Lima, como las funciones que deben desempeñar según el código municipal, atención al público, dominio o control de estrés, autoestima, liderazgo, motivación laboral, y constante actualización técnica.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. García López, T., & Cano Flores, M. (2000). *El FODA: una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación en las organizaciones*. México: IIESCA.
2. Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2000). *Diccionario geográfico nacional*. Guatemala: IGN.
3. Ministerio de Educación (MINEDUC). (2017). *Establecimientos del municipio de Santa Rosa de Lima*. Guatemala: MINEDUC.
4. Municipalidad Santa Rosa de Lima. (2017a). *Misión y visión de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima*. Obtenido de <https://www.municipalidadesantarosadelima.com/es/content/misi%C3%B3n-y-visi%C3%B3n>
5. _____. (2017b). *Organigrama de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima*. Obtenido de <http://www.munisantarosa-lima.gob.pe/Organigrama.html>
6. Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia de la República (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Santa Rosa de Lima*. Santa Rosa, Guatemala: SEGEPLAN.



CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE MANEJO DE LA SUB CUENCA DEL RÍO LA PLATA, MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

PROPOSAL OF GUIDELINES FOR THE MANAGEMENT OF THE SUB-BASIN OF THE LA PLATA RIVER, MUNICIPALITY OF SANTA ROSA DE LIMA, DEPARTMENT OF SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del uso irracional del recurso suelo, el crecimiento poblacional, deforestación, contaminación de los ríos, entre otras causas. Guatemala, enfrenta actualmente el problema de degradación de los recursos naturales en sus cuencas hidrográficas. Lo anterior, obliga a que se realice el manejo de cuencas donde los principios básicos sean la conservación de los ecosistemas y de los recursos naturales. Evitando así la vulnerabilidad a desastres naturales, y a las consecuencias ocasionadas por el cambio climático.

Por lo que en la sub cuenca del río La Plata comprendida en el municipio de Santa Rosa de Lima, surge la preocupación de autoridades municipales y pobladores de varias comunidades de la misma, ya que según el diario, el dos de febrero del año 2016 decenas de peces fueron hallados muertos en el río Los Esclavos, siendo el río La Plata tributario a éste; lo cual deja en alerta a la población por posible contaminación, porque las personas lo utilizan para consumo humano, riego agrícola, pecuario, recreativo y pesca.

Los recursos naturales suelo, agua y bosque de la sub cuenca, están siendo afectados por el mal uso y aprovechamiento de las fuentes de agua existentes, esto ha traído como consecuencia la pérdida o disminución de la disponibilidad del agua en los manantiales presentes en el área y la cobertura forestal. Es por ello que se pretende caracterizar la sub cuenca del río La Plata, con el objeto de proponer lineamientos para su eficiente manejo.

La sub cuenca del río La Plata pertenece al sistema de cuenca del río Los Esclavos, que posteriormente desemboca al océano pacífico. Presenta problemas de disminución de agua en manantiales, así como contaminación por aguas servidas y por el uso excesivo de agroquímicos, presencia de granjas avícolas y porcinas; el avance de la frontera agrícola y la deforestación en la parte alta de la misma (causada por incendios forestales) que es el lugar donde emerge el agua de manantiales. Así mismo, la descarga de aguas residuales de forma cruda a través de zanjones, ya que no existe ninguna planta de tratamiento en buen estado y activa que disminuya la contaminación del río.

El problema más latente que presenta la sub cuenca es la presencia de basureros clandestinos, por ende, el mal manejo de los desechos sólidos atribuido a la inexistencia de educación ambiental, así como la centralización del tren de aseo, siendo necesario contrastar el impacto ambiental que esto provoca.

Con respecto al uso del suelo de la sub cuenca es en su mayoría cafetalera (37.6 %), seguido de bosque (26.5 %) y la agricultura anual con 14.4 %. El casco urbano que es el más preocupante por el impacto que ocasiona, está representado con el 0.3 %. Mientras

que la capacidad de uso de la tierra es en su mayoría (53.06 %) Agricultura con mejoras/Agricultura con cultivos anuales.

Por lo expuesto anteriormente, se proponen lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata, con el propósito de ayudar a la población a planificar el uso del suelo, a proteger las áreas de captación de agua, a tener medidas para evitar los focos contaminantes del agua, así como implementar programas que permitan la sostenibilidad de los recursos naturales dentro de la sub cuenca.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco Conceptual

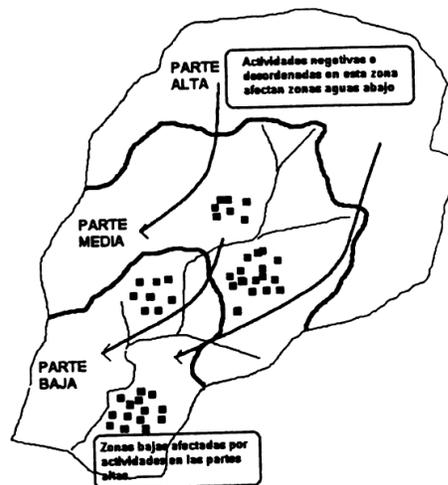
A. Cuenca Hidrológica

Ordoñez (2011) describe una cuenca hidrológica como una unidad para la gestión que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica.

La cuenca hidrológica es más amplia a la hidrográfica.

B. Cuenca Hidrográfica

Es una unidad natural, cuyos límites quedan establecidos por la división geográfica de las aguas, también conocida como “parteaguas”. Ante la presencia de precipitaciones y de los flujos o caudales base, el parteaguas permite configurar una red de drenaje superficial para canalizar las aguas hacia otro río, hacia el mar o hacia lagos y embalses artificiales. Está compuesta por las interrelaciones de los subsistemas social, biofísico (biótico y físico) y económico (Jiménez, 2005). En la figura 4 se presenta el esquema de la zonificación espacial de una cuenca hidrográfica.



Fuente: Jiménez, 2000.

Figura 4. Esquema de la zonificación espacial de una cuenca con base a su altitud.

C. La Cuenca Hidrográfica como Sistema

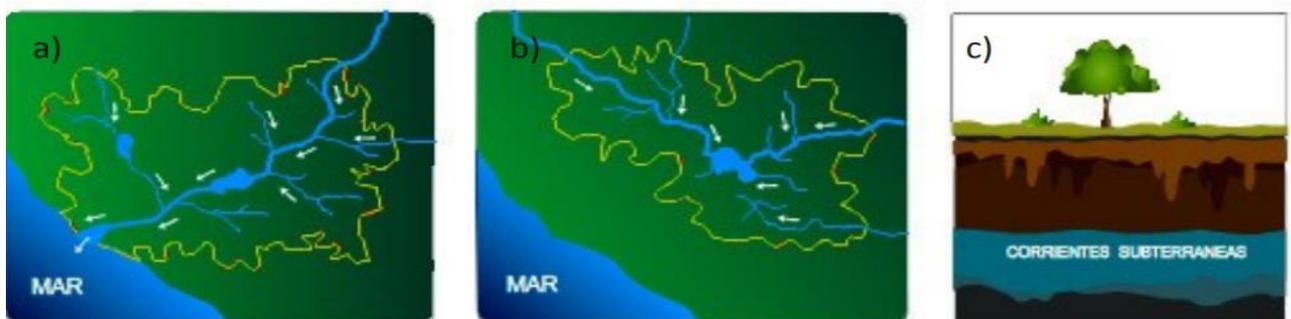
De acuerdo a World Vision (2004) la cuenca hidrográfica es un sistema por las siguientes razones:

- a) En la cuenca hidrográfica existen entradas y salidas, por ejemplo, el ciclo hidrológico permite cuantificar que a la cuenca ingresa una cantidad de agua por medio de la precipitación y otras formas; y luego existe una cantidad que sale de la cuenca, por medio de su cauce principal en las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua.
- b) En la cuenca hidrográfica se producen interacciones entre sus elementos, por ejemplo, si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas, como consecuencia del arrastre de sedimentos y agua de escorrentía.
- c) En la cuenca hidrográfica existen interrelaciones, por ejemplo, la degradación de un recurso como el agua, está en relación con la falta de educación ambiental, con la falta de aplicación de leyes, con las tecnologías inapropiadas.

D. División de una cuenca

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal del agua.

Por el sistema drenaje y su conducción final, según Ordoñez (2011) existen tres tipos de cuencas (figura 5).



Fuente: Ordoñez, 2011.

Figura 5. Esquemas de tipos de cuencas: a) Exorreicas, b) Endorreicas, c) Arreicas

- Exorreicas o abiertas: drenan sus aguas al mar o al océano.
- Endorreicas o cerradas: desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar.
- Arreicas: las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje.

En el caso de la sub cuenca del río La Plata, que pertenece a la cuenca del río Los Esclavos, es de tipo exorreica.

Las cuencas hidrográficas se dividen de la siguiente forma según Ordoñez (2011):

- Cuenca: sistema integrado por varias sub cuencas o microcuencas.
- Sub cuenca: conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente.
- Microcuenca: es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Sub cuenca; es decir, que una Sub cuenca está dividida en varias microcuencas. En tal sentido, podemos definir al río La Plata, como una sub cuenca.

E. Caudal

Volumen de agua que pasa por una sección específica del cauce de un río por unidad de tiempo, siendo sus dimensiones m^3/s o l/s . como el caudal de una corriente no es constante durante todo el tiempo, hay que conocer sus fluctuaciones, mediante una serie de aforos (Herrera, 2014).

F. Calidad del agua

La calidad del agua se define como “las condiciones en que se encuentra el agua respecto a las características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por actividades humanas”. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar su calidad.

a. Características físicas

La temperatura, sabor, olor, color, turbidez, sólidos y conductividad eléctrica son ejemplo de características físicas, indica Herrera (2014).

b. Características químicas

Estas características tienden a ser más específicas en su naturaleza que algunos de los parámetros físicos y por eso son más útiles para evaluar las propiedades de una muestra de inmediato, se describen a continuación (Herrera, 2014).

- pH: la intensidad de acidez o alcalinidad de una muestra se mide en la escala de pH. Tiene una escala de 0 a 14, con 7 como neutralidad, siendo ácido por debajo de 7 y alcalino por arriba de 7. Las aguas muy ácidas o muy alcalinas son indeseables debido a que son corrosivas o presentan dificultades en su tratamiento.
- Alcalinidad: es debida a la presencia de bicarbonato, carbonato o hidróxido. La mayoría de la alcalinidad natural en las aguas la causa el bicarbonato producido por la acción del agua subterránea en piedra caliza o yeso.
- Acidez: la mayoría de las aguas naturales y el agua residual doméstica son amortiguadores por un sistema de $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3^-$. Se expresa en términos de CaCO_3 .
- Dureza: es la propiedad del agua que evita que el jabón haga espuma y produce incrustaciones en los sistemas de agua caliente, la escala para su determinación se presenta en cuadro 4.

Cuadro 4. Escala para determinar la dureza del agua

Dureza (como mg/L de CaCO_3)	Evaluación de la dureza del agua
<50	Suave
50-150	Moderadamente dura
151-300	Dura
>300	Muy dura

Fuente: Herrera, 2014.

- Oxígeno disuelto: es un elemento muy importante en el control de la calidad del agua. Su presencia es esencial para mantener las formas superiores de vida

biológica y el efecto de una descarga de desechos en un río se determina por el balance de oxígeno del sistema.

- Demanda de oxígeno

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos mientras descomponen la materia orgánica.

Demanda química de oxígeno (DQO), la oxidación química que usa una mezcla hirviendo de dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado.

- Nitrógeno: es muy importante ya que las reacciones biológicas sólo pueden efectuarse en presencia de suficiente nitrógeno. Existen cuatro formas:

Nitrógeno orgánico: nitrógeno en forma de proteínas, amino ácidos y urea.

Nitrógeno amoniacal: nitrógeno como sales de amoniaco.

Nitrógeno de nitritos: una etapa intermedia de oxidación que normalmente no se presenta en grandes cantidades.

Nitrógeno de nitratos: producto final de la oxidación del nitrógeno.

- Cloruro: responsable por el sabor salobre en el agua, es un indicador de posible contaminación del agua residual debido al contenido de cloruro de la orina. El sabor de Cl^- se hace presente con 250 mg/L – 500 mg/L, aunque una concentración hasta de 1,500 mg/L es poco probable que sea dañina para consumidores en buen estado de salud.

c. Características biológicas

El análisis bacteriológico de los abastecimientos de agua es el parámetro de calidad más sensible, ya que en la mayor parte del mundo éstos parámetros son con mucho los más importantes para determinar la calidad del agua para uso potable (Herrera, 2014).

Según Herrera (2014) la estimación del número de bacterias vivas en una muestra de agua se obtiene con un recuento de placa y con el uso de un medio nutriente de agar.

Aun cuando es posible examinar el agua para detectar la presencia de un patógeno específico, una prueba más sensible emplea como organismo indicador la bacteria *Escherichia coli*, que es un habitante normal del intestino humano y que se excreta en

grandes cantidades. Su presencia en el agua indica contaminación por excreta y la muestra se clasifica como potencialmente peligrosa, ya que también podrían estar presentes bacterias fecales patógenas.

Las normas de calidad microbiológica se basan esencialmente en la necesidad de asegurar la ausencia de bacterias indicadoras de contaminación por desechos humanos (Herrera, 2014).

G. Características morfométricas de la cuenca

Para caracterizar una cuenca hidrográfica según Ordoñez (2011), necesitamos cuantificar todos los parámetros que describen la estructura física y territorial con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus Recursos Naturales, pero también para identificar los problemas presentes y potenciales.

a. Delimitación de una cuenca

La delimitación de una cuenca se puede hacer a partir de fotografías aéreas, sin embargo, lo más común es utilizando los mapas topográficos (escala 1: 50,000). Consiste en trazar la línea divisoria que se denomina parteaguas y se ubica en las partes más altas dividiendo el curso de la escorrentía hacia una u otra cuenca (Ordoñez, 2011).

Trazo de la línea divisoria de la cuenca.

- Se define la red de drenaje partiendo del cauce principal, es decir todas las corrientes.
- Se ubican los puntos altos que están definidos por las curvas de nivel en el plano (estas curvas son líneas que indican la elevación de los lugares por donde pasan y cuya elevación será igual al valor de la curva).
- La línea divisoria debe pasar por los puntos altos definidos cortando ortogonalmente las curvas de nivel.
- En cualquier punto del terreno la línea divisoria debe ser el punto de mayor altitud excepto cerros o puntos altos que se encuentran dentro de la cuenca.
- La línea divisoria nunca debe cortar un río, quebrada o arroyo.

b. Área de la cuenca (A)

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural (Ordoñez, 2011). Según Aguirre (2007) divide el sistema de una cuenca por el área (km²). En la descripción de cuencas por su tamaño como lo indica el cuadro 5, catalogo a la sub cuenca del río La Plata como pequeña (36.92 km²).

Cuadro 5. Descripción de las cuencas según su tamaño

Tamaño de la cuenca (km ²)	Descripción
<25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-pequeña
500 a 2500	Intermedia-grande
2500 a 5000	Grande
>5000	Muy grande

Fuente: Aguirre, 2007.

c. Parámetros lineales de la cuenca

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma incide en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje (Ordoñez, 2011).

i. Perímetro de la cuenca (P)

Es la longitud del contorno del área de la cuenca. Es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca (Ordoñez, 2011).

ii. Longitud del río principal (L)

Es la longitud del río principal de la cuenca, donde van a drenar todos los afluentes y quebradas (Ordoñez, 2011).

iii. Red de Drenaje

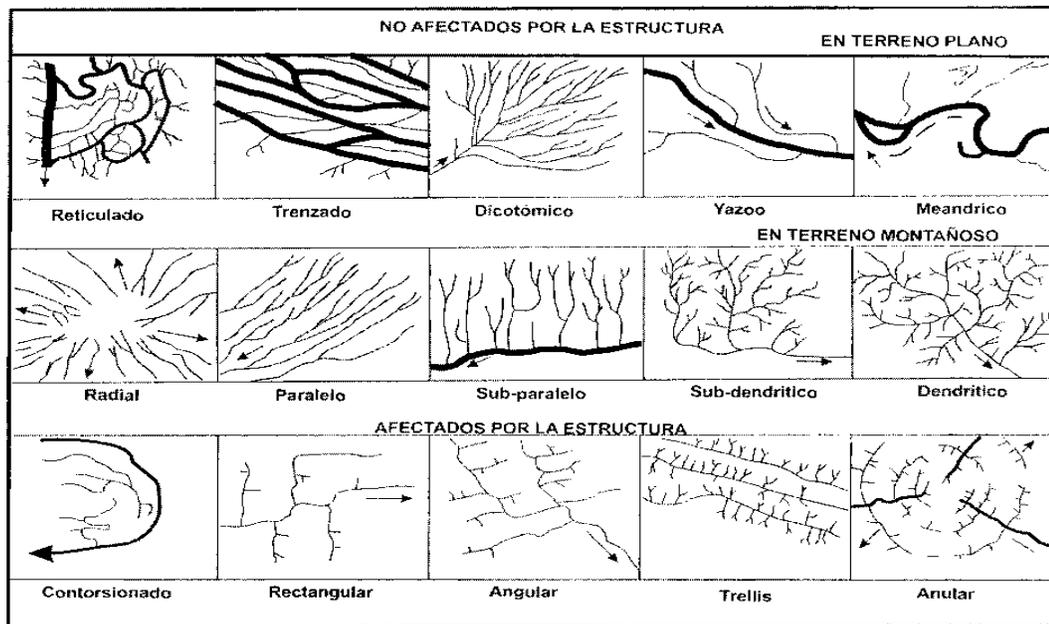
La red de drenaje de una cuenca, se refiere a las trayectorias o al arreglo que guardan entre sí, los cauces de las corrientes naturales dentro de ella. Es otra característica importante en el estudio de una cuenca, ya que manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir, la rapidez con que desaloja la cantidad de agua que recibe (Ordoñez, 2011).

Clasificación de las corrientes: Todas las corrientes pueden dividirse en tres clases generales dependiendo del tipo de escurrimiento, el cual está relacionado con las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca (Ordoñez, 2011).

- Una corriente efímera, es aquella que solo lleva agua cuando llueve e inmediatamente después.
- Una corriente intermitente, lleva agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en época de lluvias; su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.
- La corriente perenne, contiene agua todo el tiempo, ya que aún en época de sequía es abastecida.

iv. Patrón de drenaje

Los patrones de drenaje como indica Herrera (2014) pueden ser clasificados en aquellos que se desarrollan en terrenos de topografía llana o plana, y los de relieve muy irregular. La sub cuenca presenta un drenaje tipo dendrítico y subdendrítico (figura 6).



Fuente: Herrera, 2014.

Figura 6. Patrones de drenaje superficial

v. Orden de la cuenca

Permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. El orden se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal. Hay varios sistemas de jerarquización según indica Ordoñez (2011), siendo los más utilizados el de Horton y el de Strahler:

vi. Método de Horton

- Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios.
- Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden n se forman cuando dos cauces de orden $n-1$ se unen.
- Cuando un cauce se une con un cauce de orden mayor, el canal resultante hacia aguas abajo retiene el mayor de los órdenes.
- El orden de la cuenca es el mismo de su cauce principal a la salida.

vii. Método de Strahel

Es muy parecido al de Horton, con la diferencia de que en el esquema de Strahler, un mismo río puede tener segmentos de distinto orden a lo largo de su curso, en función de los afluentes que llegan en cada tramo. El orden no se incrementa cuando a un segmento de un determinado orden confluye uno de orden menor. Esta falta no acomoda la contribución de tributarios de más baja orden que desembocan en un río de orden más alta, de cualquier modo, el sistema de Strahler es usado universalmente en el presente (Ordoñez, 2011).

d. Parámetros de superficie de la cuenca

Herrera (2014) señala que estos aspectos combinados con los lineales nos dan una clara idea de las características de la cuenca en general.

i. Área de la cuenca (A_k)

Este aspecto indica la superficie del área drenada, es decir, donde nace el cauce principal (quebrada los cedros y granadillas) hasta el sitio donde se encuentra la estación medidora de caudal (punto de aforo) o la desembocadura al mar (río Los Esclavos) cubriendo el perímetro de la cuenca. Generalmente, se indica en kilómetros cuadrados o hectáreas.

ii. Densidad de drenaje (D)

Es indicativa de la relación entre la infiltración y la escorrentía, es decir, de las condiciones de permeabilidad de acuerdo a la textura del suelo.

iii. Frecuencia o densidad de corrientes (F_c)

Indica la eficiencia hidrológica de una cuenca, a mayor número de corrientes, mayor frecuencia y mayor eficiencia de drenaje.

H. Manejo de microcuencas

El concepto se define como “el proceso participativo de la población y los usuarios de una microcuenca que formulan, gestionan y ejecutan un conjunto integrado de acciones sobre el medio natural y la estructura social, económica, institucional y legal de la microcuenca, para alcanzar los objetivos específicos requeridos por las comunidades (Manco, 2014).

Las consecuencias de una mala gestión de la tierra en las partes altas de las cuencas se manifiestan negativamente en las partes bajas cuando ocurren eventos de precipitaciones extremas (López Baéz, Castro Mendoza, Camas Gómez, Villar Sánchez, & López Martínez, 2003).

2.2.2 Marco referencial

A. Antecedentes

Se han efectuado estudios anteriormente de sub cuencas o cuencas, por mencionar algunos: se encuentra un Plan de Manejo con enfoque de Restauración de Paisajes en la Sub cuenca río Negro, San Pablo, San Marcos de Delphy Gálvez (2011), que surgió de la necesidad de los comunitarios por conservar sus recursos naturales, ya que su principal problema es la degradación de los recursos naturales, que tiene efectos en el sistema hídrico, edáfico y socioeconómico.

El estudio tiene dos enfoques principales: 1) enfoque participativo con la vinculación de actores locales a través de la elaboración de un FODA y 2) los medios de vida, que incluye el bienestar de las personas y bienes. Siendo su visión la de tener un manejo de los recursos naturales sostenible con una población consciente, para que las comunidades tengan mejores condiciones de vida.

Otro de los estudios que puede complementar ésta investigación, es la tesis de maestría de Elías Raymundo (2005) titulada “Fuentes y niveles de contaminación del Recurso Hídrico de la microcuenca del río San Pedro, cuenca del río Selegua, Huehuetenango” ya que detectan las fuentes de contaminación por medio de entrevistas a líderes comunitarios, a instituciones y personal encargado del tren de aseo de la zona, recorridos de campo, observación, toma de coordenadas geográficas, toma de muestras de agua en diferentes épocas (invierno y verano) para su respectivo análisis físico-químico, de metales pesados, de coliformes fecales, entre otros.

Y por otra parte una caracterización preliminar y propuesta de lineamientos de manejo de la cuenca del río Pasaguay, Joyabaj, Quiché, de Oscar Alvarado (2007) donde se efectuó una caracterización del recurso hídrico, socioeconómico para establecer la situación actual, y luego proponer recomendaciones para el desarrollo forestal, recuperación de bosques, y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los habitantes de la cuenca. Empleando en la metodología un FODA, un Diagnóstico Rural Participativo (DRP) y matrices, para la obtención de esta información fueron convocados los COCODES pertenecientes a la cuenca.

B. Ubicación geográfica de la sub cuenca del río La Plata

La sub cuenca del río La Plata se encuentra ubicada en el municipio de Santa Rosa de Lima, departamento de Santa Rosa, abarcando cinco aldeas y una parte del casco urbano; las cuales se describen a continuación:

- Aldea El Carrizal: es una aldea principalmente cafetalera, cuenta con un centro de convergencia (actualmente inactivo por daños en la infraestructura), por lo que las personas acuden a la ciudad capital para ser atendidos. Existe un cementerio, una escuela de educación primaria y un Instituto para nivel básico. Es una aldea muy organizada principalmente en el aspecto religioso, cuenta con las quebradas Granadillas y los Cedros que desembocan al río La Plata, coordenadas 14° 28' 01.58" N y 90° 22' 14.42" O, a 1,600 m s.n.m.
- Aldea El Salitre: es una de las aldeas más pobladas del municipio, cuenta con un puesto de salud, una escuela de educación primaria, una capilla católica. Las principales actividades productivas son la agricultura y ganadería. Coordenadas 14° 26.06' 05.94" N y 90° 22' 14.54" O, con una altura de 1,238 m s.n.m.
- Aldea Primera Sabana: presenta establecimientos a nivel pre-primario, primario y básicos. Cuenta con un salón comunal, una iglesia católica y evangélica. Tres nacimientos de agua aproximadamente de esta aldea abastecen partes de la aldea Amberes, los miembros de la comunidad comúnmente en verano llegan a traer agua al río. Presenta coordenadas 14° 24' 47.64" N y 90° 20' 58.13" O, a 1,139 m s.n.m.
- Aldea Amberes: es la aldea con más población del municipio y cercana al caso urbano, contamina al río La Plata con basura y drenajes pertenecientes de la colonia San Germán, la cual no cuenta con un puesto de salud, más que el de la aldea, pero no es suficiente para satisfacer las necesidades. Existen centros educativos de nivel

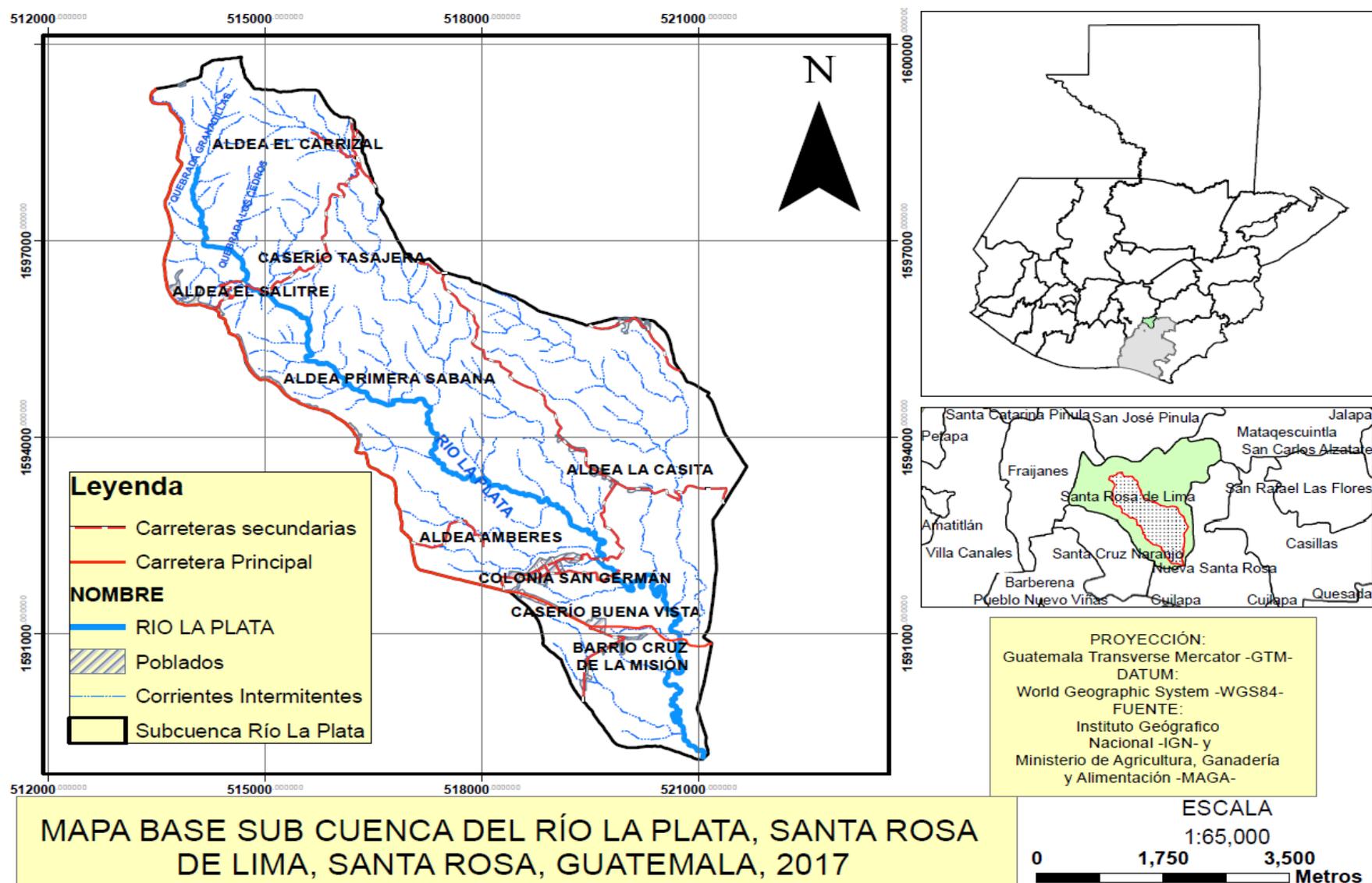
pre-primario y primario. Presenta coordenadas 14° 24' 00.51" N y 90° 19 '58.60" O, a 1,055 m s.n.m.

- Casco urbano: forma parte de la sub cuenca por parte del Barrio Cruz de la Misión en el cual se encuentra el basurero municipal que no está autorizado, donde los residuos solidos caen al río por escorrentia. Presenta coordenadas 14° 23' 08.88" N y 90° 18' 02.49" O, a 977 m s.n.m.
- Aldea La Casita: cuenta con un puesto de salud, forma parte de la sub cuenca ya que sus zanjones (El Negrillo y La Garrapata) y la quebrada manzanales desembocan al río La Plata, con coordenadas 14° 24' 28.79" N y 90° 18' 27.93" O, a 987 m s.n.m., contamina al río a través de basureros clandestinos.

El río La Plata se forma a partir de las Quebradas Granadillas y Los Cedros de la aldea Carrizal (cerro vivo) con coordenadas 14° 26' 13.01" N y 90° 21' 49.84" O, a 1,147 m s.n.m., pasando por las aldeas El Salitre, Primera Sabana, Amberes y desemboca en el casco urbano al río Los Esclavos con coordenadas 14° 22' 15.29" N y 90° 18' 17.25"O, a 926 m s.n.m.

El acceso a la sub cuenca puede realizarse de dos vías; una es vía Fraijanes o ruta Tecolote como es llamada por los pobladores, o por la carretera que conduce de Barberena a la aldea Amberes del municipio de Santa Rosa de Lima. El estado para dirigirse al caserío Tasajera debe ser con vehículo de doble tracción.

El área de estudio tiene una extensión de 36.92 km² aproximadamente (figura 7)



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 7. Mapa base de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Caracterizar y proponer lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata, de la cuenca del río Los Esclavos, ubicada en el municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

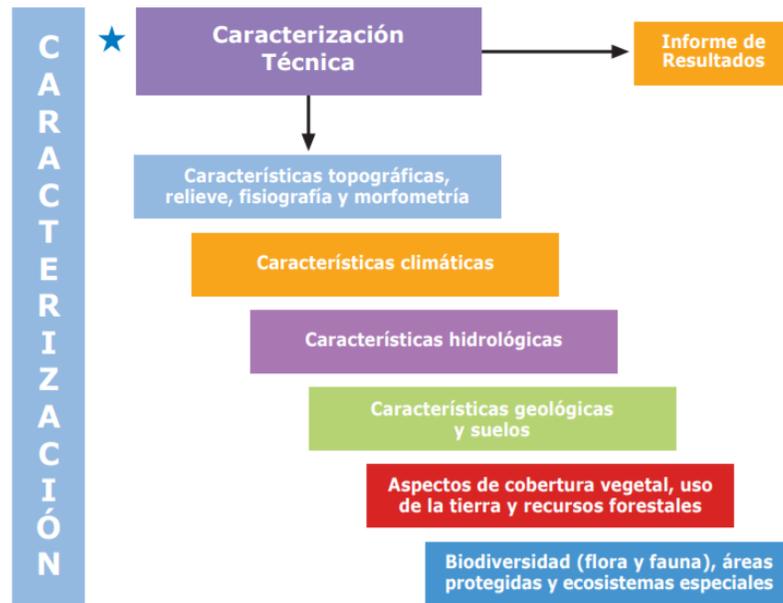
2.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar las características morfométricas de la sub cuenca del río La Plata, de la cuenca del río Los Esclavos.
2. Caracterizar los recursos suelo, agua y bosque de la sub cuenca del río La Plata.
3. Evaluar la calidad físico-química y bacteriológica del agua del río La Plata.
4. Proponer lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Fase de gabinete preliminar

En esta fase se incluyó la recolección de información primaria y secundaria para la caracterización de la zona de estudio, analizando la situación actual de los aspectos, social, demográfico, económico, ambiental y de los recursos naturales, para luego integrar el diagnóstico de la sub cuenca del río La Plata, tomando como guía el documento de UICN, 2009 (figura 8).



Fuente: UICN, 2009.

Figura 8. Flujograma para caracterización de una cuenca desde la parte técnica

A. Ubicación de actores de la sub cuenca del río La Plata

Esta etapa se realizó mediante entrevistas y asistencia a reuniones que me llevaron a conocer a los diferentes actores (cuadro 6).

Cuadro 6. Actores institucionales dentro de la sub cuenca del río La Plata

Actores sociales identificados	Funciones
COCODES del Barrio Cruz de la Misión, caserío Tasajera, cantón Buena Vista, colonia San Germán, aldea Primera Sabana, aldea Carrizal, aldea El Salitre, aldea La Casita	Realizan trabajos de mediación entre las instituciones y la población, además de promover la participación de la comunidad en procesos de desarrollo.
Guardianes de la Naturaleza	Conservación del recurso natural y humano por medio de formaciones y organización comunitaria
Municipalidad de Santa Rosa de Lima	Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y el manejo sostenible de los Recursos Naturales Renovables del municipio
Cooperativa El Recuerdo	Contribuyen al desarrollo del municipio por medio de donaciones y capacitaciones. Además de jornadas de reciclaje
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-	Cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-	Fomentar el desarrollo rural integral a través de la transformación y modernización del sector agropecuario, forestal e hidrobiológico.

Fuente: elaboración propia, 2017.

B. Localización

Esta actividad se realizó mediante el análisis de la hoja cartográfica correspondiente a Nueva Santa Rosa (2159 III) y datos digitales utilizando la herramienta Arc Gis, donde se generaron los mapas de ubicación y delimitación de la sub cuenca del río La Plata.

C. Caracterización

Se realizó la caracterización socio-económica y biofísica del área de estudio, mediante la búsqueda de información de origen primario y secundario. Se consultaron datos estadísticos, información en la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, centro y puestos de Salud, así como información perteneciente a otras instituciones como el Instituto Nacional de Estadística –INE-, Ministerio de Educación –MINEDUC-, Guardianes de la Naturaleza,

miembros de Consejos Comunitarios de Desarrollo –COCODE- de las aldeas: El Salitre, Amberes, Carrizal, Primera Sabana, La Casita y el caso urbano.

A través de la información generada de la caracterización se procedió al respectivo análisis de los recursos naturales, ambientales y climáticos de la sub cuenca, así como la generación de mapas temáticos. La información recabada se detalla a continuación:

- **Clima:** se consultó los registros climáticos de estaciones meteorológicas de la base de datos de la Asociación Nacional del Café –ANACAFÉ- disponibles en su sitio web y se empleó la clasificación según Thornthwaite.
- **Hidrología:** se realizó el análisis superficial de la morfometría de la sub cuenca. De igual manera se hizo un análisis de la calidad de agua del río La Plata, ubicación de las zonas de contaminación, nacimientos de agua y los usos del agua (esta información se completó en la fase de campo).
- **Zona de vida:** se obtuvo a través del análisis de sistemas de información geográfica con la ayuda de la versión de Arc Gis 10.3 usando la metodología propuesta por Holdridge.
- **Suelos y tierras:** se investigó a través de estudios realizados, la taxonomía de los suelos existentes en la sub cuenca y se describieron de acuerdo a Simmons (1959). También se realizó el mapa del uso actual, capacidad (traslape de mapa de profundidad y pendientes) e intensidad de la tierra con ayuda del software Arc Gis 10.3. El de capacidad de uso de la tierra se realizó bajo la metodología del Instituto Nacional de Bosques -INAB- y la Geomorfología en base a la memoria técnica “Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la república de Guatemala a escala 1:250,000”.

2.4.2 Fase de campo

En esta fase se hizo una recolección de datos que permitieron completar la caracterización y el diagnóstico de la sub cuenca.

A. Obtención de características biofísicas

- Hidrología

Se obtuvo en la fase de gabinete la morfología de la sub cuenca tomando los elementos: área, perímetro, longitud. Luego se realizaron aforos por el método de sección-velocidad en los meses de septiembre 2016, noviembre 2016 y abril 2017, esto con el fin de calcular el caudal superficial. Se realizó análisis físico-químico y bacteriológico del agua del río La Plata, en las partes baja, media y alta con apoyo de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima (Alvarado, 2007).

B. Determinación de fuentes contaminantes

Se llevó a cabo a través de visitas de campo, ya que se considera de suma importancia debido a que, están contribuyendo al deterioro de la sub cuenca del río La Plata, por lo que fue necesario, realizar un sondeo de basureros clandestinos, rastros y drenajes que están ubicados de forma paralela al río y que son factor de contaminación.

Se efectuaron visitas de campo a las fuentes de agua, donde se registraron datos de ubicación, latitud, longitud, altitud, usos, contaminantes y cobertura vegetal.

Se entrevistó a personas clave como encargados del tren de aseo de las comunidades, habitantes, miembros de los distintos COCODES y comités de agua (Raymundo, 2005).

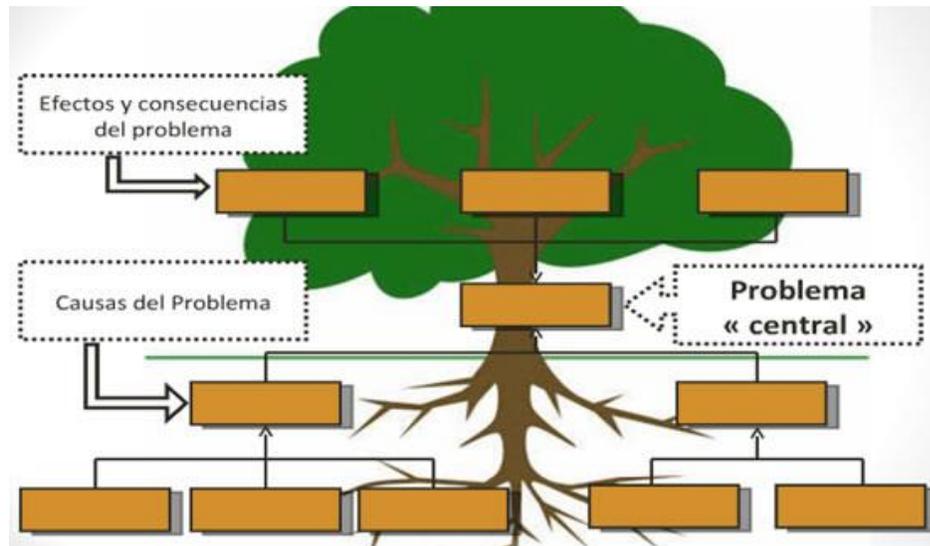
2.4.3 Fase de gabinete final

Esta fase en su mayoría fue extraída del manual de Ortégón, Pacheco y Prieto (2005) como se describe a continuación.

A. Síntesis del diagnóstico de la sub cuenca

Se realizó una síntesis de toda la información obtenida con el fin de evidenciar la problemática que más afecta a la sub cuenca, con la ayuda de un Diagnóstico Rural Participativo, posteriormente se elaboró el árbol de problemas (figura 9).

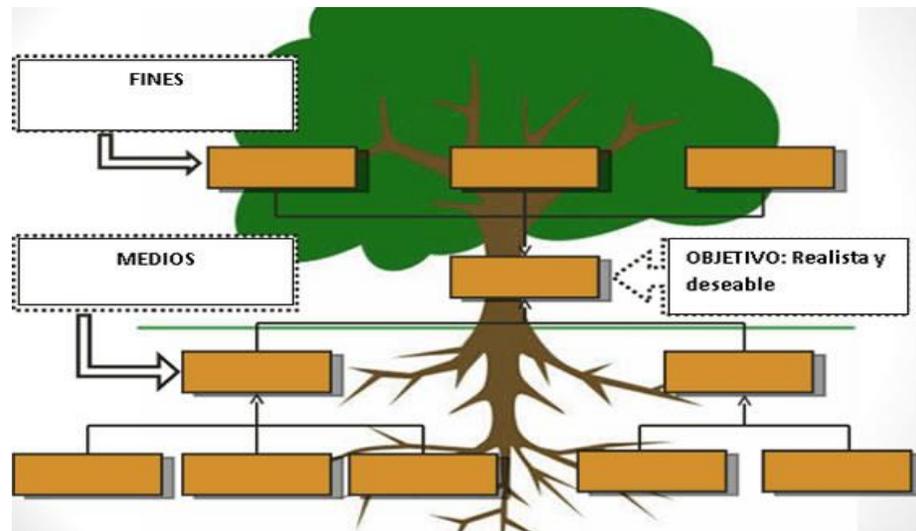
- Construcción de matriz de causa-efecto (árbol de problemas), (figura 9).



Fuente: Ortegón, Pacheco y Prieto, 2005.

Figura 9. Esquema de ejemplo de árbol de problemas

- Construcción de matriz de medios-fines (árbol de medios-fines), (figura 10).



Fuente: Ortegón, Pacheco y Prieto, 2005.

Figura 10. Esquema de ejemplo de árbol de medios-fines

B. Plan estratégico para uso de la tierra

En base al análisis del diagnóstico realizado, se desarrollaron propuestas a través de una matriz sobre los lineamientos generales de manejo de la sub cuenca utilizando un marco lógico, (cuadro 8).

a. Matriz de priorización de acciones

Para esto, se evaluaron cuatro ámbitos (ambiental, económico, tecnológico y social), (cuadro 7).

Cuadro 7. Ejemplo de matriz de priorización de acciones

Proyectos	Ámbito Social				Ámbito Ambiental				Ámbito Financiero			Ámbito Tecnológico			TOTAL		
	Beneficio comunitario	Inclusión de la población	Organización comunitaria	Total (ámbito social)	Explotación de recursos naturales	Impacto al recurso hídrico	Grado de contaminación	Total (ámbito ambiental)	Presupuesto para inversión inicial	Facilidad de acceso a financiamiento	Rentabilidad del proyecto	Total (ámbito financiero)	Capacitación para uso de la tecnología	Tecnología Disponible		Aplicación de la tecnología	Total (ámbito tecnológico)

Fuente: elaboración propia, 2017.

Con una valoración de 1 a 3:

- 1 correspondiente al valor más bajo
- 2 correspondiente al valor intermedio
- 3 correspondiente al valor más alto

b. Matriz de marco lógico para cada Proyecto

En el cuadro 8 se presenta un ejemplo de la matriz de marco lógico para realizarse con cada proyecto planteado.

Cuadro 8. Ejemplo de matriz de marco lógico

	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin				
Propósito				
Componentes				
Acciones				

Fuente: elaboración propia, 2017.

C. Informe final de la sub cuenca

Se realizó la selección de una propuesta de manejo, la cual fue discutida con los representantes de los COCODES pertenecientes a las aldeas Amberes, El Salitre, Primera Sabana, La Casita, Carrizal y casco urbano (Alvarado, 2007).

D. Lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata

En base a todo lo analizado y discutido anteriormente se pudo proponer un mejor uso de la tierra (mapa de intensidad) para la sub cuenca, así se espera beneficiar no solo a los recursos suelo, agua y bosque sino también a los pobladores del área (Alvarado, 2007).

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 Características socioeconómicas

A. Demografía

La sub cuenca del río La Plata se encuentra ubicada únicamente en el municipio de Santa Rosa de Lima, en el departamento de Santa Rosa.

a. Población urbana y rural

Las microrregiones más densamente pobladas que pertenecen a la sub cuenca del río La Plata son aldea La Casita, El Carrizal y Colonia San Germán, perteneciente a la aldea Amberes.

La población predominante es masculina con 957 y población femenina con 893 (cuadro 9).

Cuadro 9. Población de las aldeas pertenecientes a la sub cuenca del río La Plata

Nombre Del Lugar	Categoría	Población Total	Sexo		Grupo de edades (en años cumplidos)													
			H	M	0 a 4 años	5 a 9 años	10 a 14 años	15 a 19 años	20 a 24 años	25 a 29 años	30 a 34 años	35 a 39 años	40 a 44 años	45 a 49 años	50 a 54 años	55 a 59 años	60 a 64 años	65 y más años
El Carrizal	Aldea	682	345	337	143	95	77	60	73	53	44	23	23	15	28	13	12	23
El Salitre	Aldea	535	288	247	69	80	83	67	38	25	30	33	28	22	18	9	8	25
Primera Sabana	Aldea	633	324	309	109	90	83	66	56	42	43	24	20	15	25	23	9	28
	TOTAL	1850	957	893	321	265	243	193	167	120	117	80	71	52	71	45	29	76

Se observa en el cuadro 10 que el sexo femenino predomina en la población de la sub cuenca del río La Plata, con un total de 927 abarcando solamente el Barrio Cruz de la Misión, caseríos Tasajera, Las Bolsitas y Buena Vista, la colonia San Germán y aldea La Casita.

Cuadro 10. Población de barrios, aldeas, caseríos y colonias pertenecientes a la sub cuenca del río La Plata

Nombre del Lugar	Categoría	Población total	Grupo de hijos por edades							
			Adultos		Hijos de 0 a 5 años		Hijos de 6 a 15 años		Hijos de 16 a 22 años	
			H	M	H	M	H	M	H	M
Cruz de La Misión (casco urbano)	Barrio	441	77	120	42	35	66	49	31	21
Tasajera	Caserío	48	6	8	2	4	4	2	13	9
Buena Vista	Caserío	325	74	93	24	26	35	37	15	21
San Germán	Colonia	1388	259	358	138	116	185	167	86	79
La Casita	Aldea	881	107	300	60	51	99	74	80	110
Las Bolsitas	Caserío	176	21	48	19	16	28	18	19	7
	TOTAL	3259	544	927	285	248	417	347	244	247

Se presenta en el cuadro número 11, un resumen de los datos poblacionales de la sub cuenca del río La Plata.

Cuadro 11. Resumen de población total de la sub cuenca del río La Plata

Nombre del lugar	Categoría	Población total
El Carrizal	Aldea	682
El Salitre	Aldea	535
Primera Sabana	Aldea	633
Cruz de La Misión (casco urbano)	Barrio	441
Tasajera	Caserío	48
Buena Vista	Cantón	325
San Germán	Colonia	1388
La Casita	Aldea	881
Las Bolsitas	Caserío	176
	TOTAL	5109

La población proyectada para el 2017, utilizando la fórmula del Instituto Nacional de Estadística (INE) y con una tasa del 2.5 % Anual se estimó una población de 6020 habitantes para el área que abarca la sub cuenca en estudio.

En el cuadro 12 está representada la población por género de la sub cuenca del río La Plata, prevaleciendo el género femenino con 1,820 y con 1,501 el género masculino.

Cuadro 12. Población de la sub cuenca del río La Plata por género

Nombre del lugar	Género	
	Masculino	Femenino
Aldea El Carrizal	345	337
Aldea El Salitre	288	247
Aldea Primera Sabana	324	309
Barrio Cruz de La Misión (casco urbano)	77	120
Caserío Tasajera	6	8
Buena Vista	74	93
Colonia San Germán	259	358
Aldea La Casita	107	300
Caserío Las Bolsitas	21	48
TOTAL	1,501	1,820

b. Población económicamente activa (PEA)

La mayor parte de la población de la sub cuenca del río La Plata, trabaja en la agricultura, siendo la producción de café y granos básicos las más importantes.

SEGEPLAN (2009) señala que en la industria y el comercio trabaja el 17 %, siendo las microrregiones económicamente más activas la del casco urbano y la aldea Amberes.

El mayor porcentaje de mujeres que generan ingresos propios se encuentran en el casco urbano, donde las mujeres se encuentran empleadas en actividades comerciales, de servicios, agrícolas y domésticas como lo indica SEGEPLAN (2010).

B. Educación

La infraestructura de los centros educativos que abarcan la sub cuenca es deficiente en cuanto a condiciones y espacio para albergar a toda la población estudiantil ya que algunos establecimientos son multigrado, y otros centros de estudios comparten la misma infraestructura.

Según datos del MINEDUC (2017) en la sub cuenca existen seis establecimientos que imparten educación preprimaria, ocho establecimientos que imparten educación primaria, para educación básica hay cuatro establecimientos y para diversificado no existe ningún establecimiento, los pobladores deben dirigirse al caso urbano del municipio donde se encuentra el centro educativo público o bien a la aldea Laguna de Pereira donde existe un centro educativo privado; este último atiende a la mayoría de alumnos inscritos.

En la sub cuenca se presenta un índice de escolaridad bajo, no toda la población tiene acceso a educación superior por lo que únicamente poseen educación a nivel primario y un pequeño porcentaje a diversificado.

a. Inscripción escolar, nivel pre-primario

La educación preprimaria en la sub cuenca del río La Plata se imparte en siete establecimientos, teniendo inscritos 250 estudiantes menores de seis años de edad durante el ciclo 2017, contando en su mayoría hombres (136), como se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Inscripción escolar a nivel pre primario en la sub cuenca del río La Plata ciclo 2017

No.	Lugar del centro educativo	Nivel Preprimaria														Total Hombres	Total Mujeres	Gran total
		Etapa 0		Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4		Etapa 5		Etapa 6				
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M			
1	Colonia San Germán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	11	12	18	17	35
2	Cantón Buena Vista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	3	5	7	12
3	Aldea Amberes	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	9	5	23	12	34	18	52
4	Aldea El Salitre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	6	11	20	17	27	44
5	Aldea Primera Sabana	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	5	6	8	12	15	27
6	Aldea El Carrizal	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	11	7	15	7	32	19	51
7	Aldea La Casita	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	8	1	6	10	18	11	29
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	14	9	48	33	74	72	136	114	250

b. Inscripción escolar, nivel primario

La educación primaria en la sub cuenca se imparte en 09 establecimientos, teniendo un total de 1,051 alumnos inscritos en el ciclo 2017, predominando la presencia de hombres en las aulas con 567, como se observa en el cuadro 14.

Cuadro 14. Inscripción escolar a nivel primario en la sub cuenca del río La Plata ciclo 2017

No	Lugar del centro educativo	Nivel Primaria												Total Hombres	Total Mujeres	Gran total
		Primero		Segundo		Tercero		Cuarto		Quinto		Sexto				
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M			
1	Cantón Buena Vista	6	4	3	2	7	3	1	4	3	4	1	5	21	22	43
2	Colonia San Germán	23	13	13	12	13	12	25	14	9	10	10	11	93	72	165
3	Barrio Cruz de la Misión	4	4	8	6	5	2	2	8	1	3	6	2	26	25	51
4	Caserío Tasajera	5	1	1	1	3	2	2	2	2	0	1	5	14	11	25
5	Aldea Amberes	23	17	16	26	32	28	22	11	22	15	19	13	134	110	244
6	Aldea El Salitre	14	18	10	9	19	13	10	8	9	6	14	14	76	68	144
7	Aldea El Carrizal	14	14	14	14	28	17	13	15	15	18	13	16	97	94	191
8	Aldea Primera Sabana	12	8	5	6	10	3	12	7	7	9	5	11	51	44	95
9	Aldea La Casita	10	8	9	11	5	5	9	5	12	5	10	4	55	38	93
TOTAL		111	87	79	87	122	85	96	74	80	70	79	81	567	484	1,051

c. Inscripción escolar, nivel secundario

04 establecimientos de nivel secundario están presentes en la sub cuenca, con un total de 286 alumnos inscritos en el ciclo 2017, contando con 158 mujeres y 128 hombres, (cuadro 15).

Cuadro 15. Inscripción escolar a nivel secundario en la sub cuenca del río La Plata ciclo 2017

No.	Lugar del centro educativo	Nivel Básico						Total Hombres	Total Mujeres	Gran total	
		Primero		Segundo		Tercero					
		H	M	H	M	H	M				
1	Aldea El Salitre		10	8	6	7	6	10	22	25	47
2	Aldea Primera Sabana		5	7	9	14	11	4	25	25	50
3	Aldea El Carrizal		10	10	3	11	4	5	17	26	43
4	Aldea Amberes		27	28	23	30	14	24	64	82	146
TOTAL			52	53	41	62	35	43	128	158	286

d. Inscripción escolar, nivel diversificado

Para estudios de diversificado en la sub cuenca no existe ningún establecimiento cercano, los estudiantes deben dirigirse a 2 centros educativos presentes en el municipio de Santa Rosa de Lima o bien en Nueva Santa Rosa. En Santa Rosa de Lima, hay 1 establecimiento público con 97 alumnos inscritos y un establecimiento privado con 156 alumnos inscritos, haciendo un total de 253 alumnos inscritos en diversificado entre las edades de 15 a 20 años de edad.

La población de la sub cuenca opta por no estudiar por la falta de acceso a la educación, o bien dirigirse a otros municipios.

Con respecto a la educación superior, funcionan sedes en Nueva Santa Rosa, Cuilapa, Barberena o ciudad capital, de las Universidades San Carlos, Mariano Gálvez y Rural, sobre todo para las carreras de humanidades, auditoría, psicología, agronomía, trabajo social, administración de empresas, ingeniería ambiental, industrial, en sistemas, y ciencias jurídicas y sociales; ya que no cuentan con un centro universitario.

En el cuadro 16 se presenta el resumen del nivel de escolaridad de las comunidades que abarcan la sub cuenca del río La Plata, obteniendo notablemente que a nivel primario hay una mayor cantidad de alumnos (993) debido a que en todas las comunidades existe un establecimiento que imparte este nivel. A nivel diversificado deben acudir al casco urbano o aldea Laguna de Pereira.

Cuadro 16. Resumen de nivel de escolaridad de las comunidades que abarcan la sub cuenca del río La Plata

Lugar del centro educativo	Nivel de escolaridad			Total de alumnos por Aldea
	Pre primaria (0-6 años)	Primaria (7-16 años)	Básicos (12-28 años)	
Colonia San Germán	25	169	0	194
Aldea Amberes	51	229	129	409
Aldea El Salitre	31	140	39	210
Aldea Primera Sabana	15	83	52	150
Aldea Carrizal	51	210	47	308
Barrio Cruz de la Misión	0	48	0	48
Caserío Tasajera	0	21	0	21
Aldea La Casita	29	93	0	122
Total de alumnos por escolaridad	202	993	267	1,462

C. Idiomas

SEGEPLAN (2010) indica que, dado que la mayoría de su población es mestiza, el idioma que predomina es el español.

D. Migraciones

Según SEGEPLAN (2010) la falta de empleo y las malas condiciones laborales, se manifiestan sobre todo en las zonas rurales, donde la estacionalidad de las labores agrícolas obliga a importantes grupos de campesinos a migrar dentro del departamento y a la costa sur. En el casco urbano de la sub cuenca donde se encuentra el Barrio Cruz de la Misión, la migración se da más entre jóvenes con educación básica y diversificada, que no encuentran trabajo en el sector no agrícola, migrando principalmente hacia la ciudad capital y los Estados Unidos.

La migración de pobladores de la sub cuenca hacia la capital se observa más en las aldeas de Amberes y el casco urbano donde forma parte el Barrio Cruz de la Misión.

E. Organización social

La representación de organizaciones campesinas es casi nula en la sub cuenca, ya que solamente se encuentra la asociación guardianes de la naturaleza que vela por mitigar los problemas ambientales de la misma con la participación de los pobladores del área y el alcalde municipal.

Todas las comunidades presentes en la sub cuenca cuentan con un Consejo comunitario de desarrollo –CODODE-.

F. Mercados

No existe ningún mercado que fomente el comercio y ayude a la economía de las familias de la sub cuenca, los comunitarios tienen que ir al municipio vecino (Nueva Santa Rosa) para acceder a productos a más bajo costo.

G. Acceso e información de salud pública en la sub cuenca del río La Plata

Las principales causas de mortalidad en la niñez son las infecciones respiratorias (neumonías, bronconeumonías) y en algunos casos cuerpos extraños en vías respiratorias por lo que se deben fortalecer los servicios de primer nivel de atención sobre todo en los aspectos educativos y preventivos a nivel de auto cuidado familiar.

Las comunidades que pertenecen a la sub cuenca tienen una gran deficiencia en cuanto al acceso de la salud, ninguna extensión del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social - IGSS- se encuentra presente dentro de las comunidades que abarcan la sub cuenca.

La aldea El Carrizal cuenta con un centro de convergencia en muy mal estado y en total abandono por lo que los pobladores deben viajar a la ciudad capital para tener atención médica. Las comunidades Barrio Cruz de la Misión, Buena Vista, colonia San Germán, tampoco cuentan con el servicio de salud pública, por lo que acuden al casco urbano del municipio de Santa Rosa de Lima donde se encuentra el centro de salud u otra opción el Puesto de Salud presente en la aldea Amberes (cuadro 17).

Cuadro 17. Acceso a la salud en la sub cuenca del río La Plata, por comunidad

Nombre del lugar	Acceso a servicios de salud	Estado
Aldea El Carrizal	Ninguno	
Aldea El Salitre		
Barrio Cruz de La Misión (casco urbano)		
Caserío Tasajera		
Buena Vista		
Colonia San Germán		
Aldea Amberes	Puesto de Salud	Activo
Aldea Primera Sabana	Centro de Convergencia	Inactivo temporalmente
Aldea La Casita	Puesto de Salud	Activo

H. Tenencia de la tierra de la sub cuenca del río La Plata

Según SEGEPLAN (2010) el coeficiente de Gini con respecto a la tenencia de tierra a nivel municipal es de 0.832 (PNUD, 2005), siendo uno de los más altos de Santa Rosa e indica desigualdad, habiendo 83 % de terrenos en manos de pocas familias que poseen grandes extensiones y un 17 % que en su mayoría son campesinos que poseen muy poca tierra o son obligados a arrendar un terreno para poder cultivar maíz y frijol, que forma parte del sustento de las familias, existiendo una gran demanda para el programa de crédito para arrendamiento de FONTIERRAS.

La desigualdad de tenencia de tierras es un obstáculo para el desarrollo agrícola de la sub cuenca.

I. Actividades productivas en la sub cuenca del río La Plata

En la sub cuenca, la población se dedica a la producción de banano, flor de izote, manía, pacaya, plátano, pero principalmente de granos básicos y café; y en menor grado a la industria o comercio.

La falta de empleo es notoria en todo el municipio y está agravado por la falta de tierras para producir. Esto es generalizado en todo el municipio, se acentúa en las aldeas Amberes y El Salitre que pertenecen a la sub cuenca. Siendo éstas donde se encuentra la mayor concentración de población. Por lo que, los agricultores se ven en la necesidad de arrendar un terreno para cultivar maíz y frijol según señala SEGEPLAN (2010).

El principal motor de desarrollo son los granos básicos en la microrregión de Amberes; por lo que se debe aprovechar la infraestructura vial que posee el municipio como la carretera que conduce de la aldea Amberes hacia la ciudad capital para la comercialización de los productos y mejorar precios.

Se describe en el cuadro 18 los principales cultivos de desarrollo económico de la sub cuenca.

Cuadro 18. Principales cultivos que determinan el potencial económico de la sub cuenca del río La Plata

Productos	Actividades secundarias que generan	Condiciones necesarias para su desarrollo	Ubicación geográfica	Potencial productivo	Mercado
Café	Mano de obra, beneficiado húmedo, abono orgánico.	Asistencia técnica y mercados	Barrio Cruz de la Misión, aldea El Carrizal, aldea Primera Sabana, colonia San Germán, aldea El Salitre, aldea La Casita	Actual	Local y departamental
Maíz blanco	Tortillerías, molinos y comercio	Asistencia técnica, fertilizantes, semillas mejoradas y créditos	Aldea Primera Sabana, Barrio Cruz de la Misión, aldea La Casita colonia San Germán.	Actual	Local, departamental y nacional
Frijol	Comercio	Asistencia técnica, fertilizantes, semillas mejoradas y créditos	Barrio Cruz de la Misión, aldea Primera Sabana, colonia San Germán, aldea El Salitre, aldea La Casita.	Actual	Local, departamental y nacional
Cacahuate	Mano de obra	Asistencia técnica, fertilizantes, semillas	Aldea Primera Sabana	Emergente	Local

2.5.2 Características biofísicas

A. Morfometría de la sub cuenca del río La Plata

Los parámetros morfométricos calculados en la sub cuenca del río La Plata, son los siguientes.

- Forma de la Sub cuenca

Horton es uno de los métodos para determinar la forma de la cuenca como se expresa con la siguiente ecuación:

$$Rf = \frac{Ak}{Lc^2}$$

Donde:

Ak = Área de la sub cuenca en km^2

Lc = Longitud del cauce principal en km

$$Rf = \frac{36.916145km^2}{(17.674109km)^2}$$

$$Rf = \frac{36.916145}{312.37412894}$$

$$Rf = 0.118179$$

La interpretación de los valores de la forma de Horton según Gálvez (2011), se pueden observar en el cuadro 19.

Cuadro 19. Valores interpretativos del factor de forma

Valores	Forma de la cuenca hidrográfica
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.3	Alargada
0.3 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.6	Ligeramente ensanchada
0.6 - 0.8	Ensanchada
0.8 - 1.2	Muy ensanchada
> 1.2	Rodeando el desagüe

Según los datos obtenidos y el cuadro 19, la sub cuenca del río La Plata tiene una forma muy alargada ya que su índice fue de 0.12. Con esto nos confirma que la forma de la sub cuenca tiene fundamental importancia en la cantidad de escorrentía para una misma área y una misma intensidad de lluvia.

El factor de forma que se obtuvo (0.12) por ser un valor bajo tiene menos tendencia a concentrar intensidades de lluvia, ya que el tiempo de viaje del agua es mucho más largo, contribuyendo a que los picos de crecidas sean menos súbitos en caso de lluvias concentradas o tormentas.

- Orden de corrientes

Es una clasificación que determina el grado de bifurcación dentro de la cuenca, en donde se utilizó el método de Horton, los datos de la sub cuenca del río La Plata se presentan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Orden de corrientes de la sub cuenca del río La Plata

Orden de corriente (u)	No. De corrientes (Nu)	Longitud de corrientes (km)
1	118	62.8
2	46	41.8
3	13	24.7
	N TOTAL=177	La= 129.3

La sub cuenca del río La Plata, es de orden 3, por lo tanto, es bastante pequeña, con 177 corrientes y una longitud total acumulada de 129.3 km.

En la figura 11 se observa que el orden de corrientes de la sub cuenca del río La Plata, es indirectamente proporcional al número de corrientes, ya que las de orden 1 son las más representativas con 118 corrientes; este orden se refiere a las corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. Así mismo, se presentan 46 de orden 2 y 13 de orden 3.



Figura 11. Gráfica de orden de corrientes y número de corrientes de la sub cuenca del río La Plata

En la figura 12 se presenta la gráfica del logaritmo del número de corrientes (Nu) en relación indirecta con el orden de corrientes (U), ya que al aumentar el orden disminuye el Log del número de corrientes.

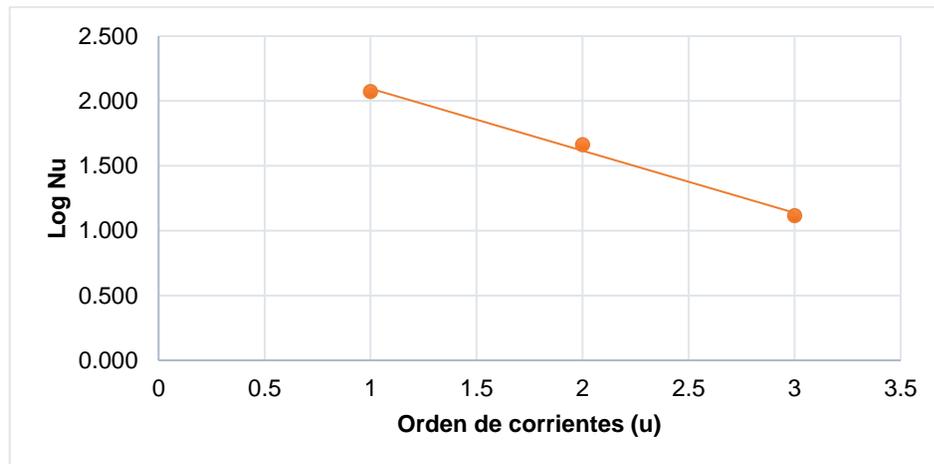


Figura 12. Gráfica Log Nu vrs U de la sub cuenca del río La Plata

- Densidad de drenaje

Relacionando la longitud de corrientes y el área de la cuenca se determina el valor de densidad de drenaje como se presenta en la siguiente ecuación.

$$D = \frac{La}{Ak}$$

Donde:

La = Longitud acumulada o total de corrientes en *km*

Ak = Área de la cuenca en *km²*

$$D = \frac{129.3\text{km}}{36.916145\text{Km}^2}$$

$$D = 3.5$$

La interpretación de los valores de densidad de drenaje se puede observar en el cuadro 21, según Delgadillo Santander & Moreno Barrios, 2008.

Cuadro 21. Valores interpretativos de densidad de drenaje

Densidad de drenaje (km/km ²)	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
> 3	Muy alta

Se obtiene que la sub cuenca del río La Plata presenta una densidad de drenaje muy alta con 3.5 km/km².

Según Delgadillo y Moreno (2008) generalmente, una densidad de drenaje alta se asocia con “materiales impermeables a nivel subsuperficial, vegetación dispersa y relieves montañosos”, además de ello indica que la cuenca posee suficiente drenaje para cuando se presentan las tormentas. Una cuenca bien drenada generaría poca oportunidad de darle tiempo a la escorrentía superficial de infiltrarse y percolar a nivel subterráneo, de allí que en los acuíferos de esta región son de bajos rendimientos o el volumen de recarga es muy pobre.

- Perímetro

Calculo a través del Software Arc Gis, después de haber delimitado la sub cuenca del río La Plata se obtuvo un perímetro de 32.064 kilómetros.

Se presenta en el cuadro 22, el resumen de las características morfométricas presentes en la sub cuenca del río La Plata, para su fácil comprensión.

Cuadro 22. Parámetros morfométricos de la sub cuenca del río La Plata

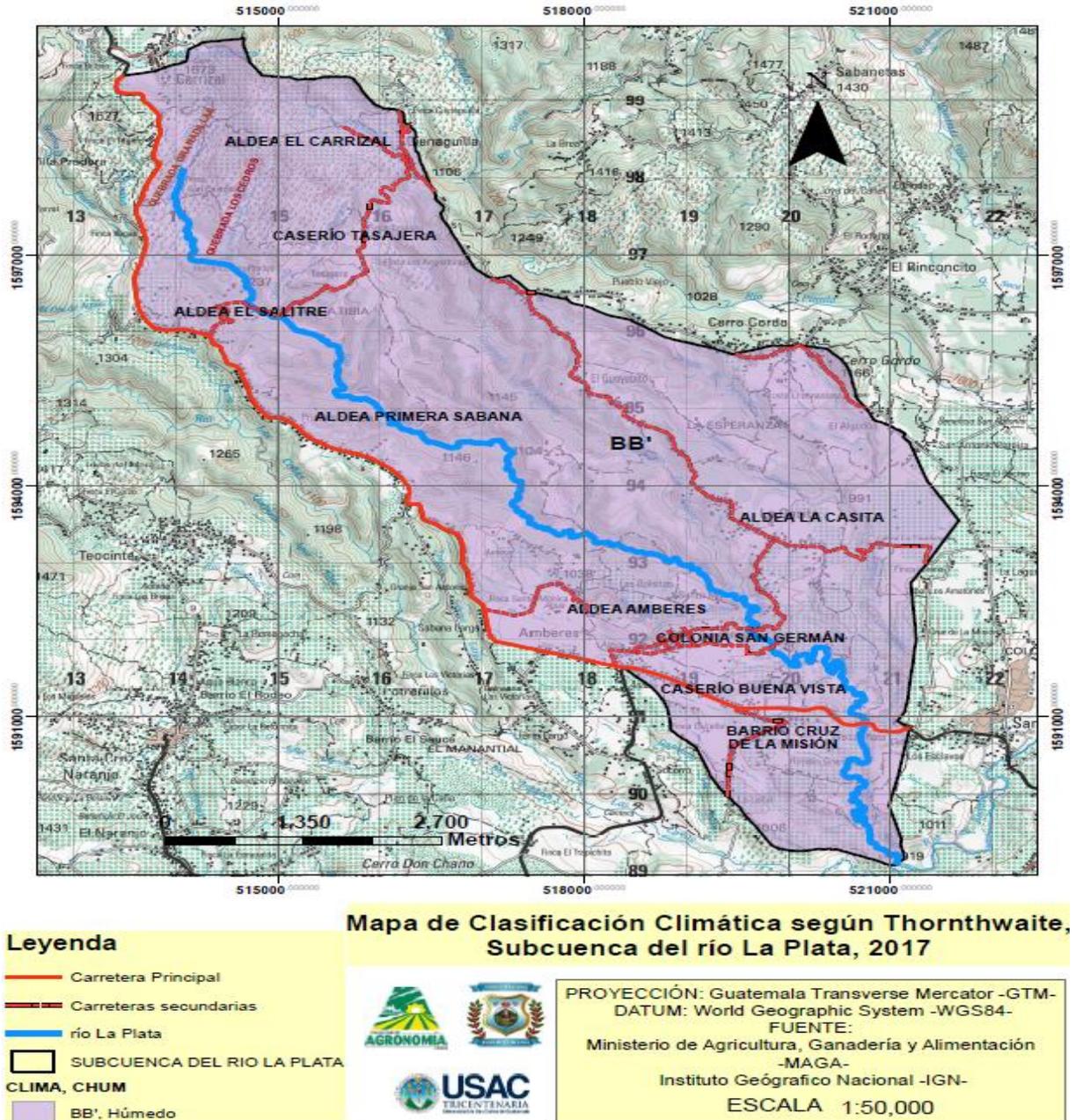
Parámetro	Resultado	Característica
Índice de forma (Horton)	0.118	Muy alargada
Orden de corrientes	3	
Numero de corrientes	177	
Longitud total de corrientes (km)	129.3	
Densidad de drenaje (km/km²)	3.5	Muy alto
Perímetro de la sub cuenca (km)	32.064	
Radio de bifurcación media	3.05	
Longitud media de corrientes, Lu (km)	1.105	Pendiente
Radio de longitud media (km)	1.90	
Radio de elongación (Re)	0.387	
Frecuencia o densidad de drenajes (cauces/km²)	3.2	
Área de la sub cuenca (km²)	36.916	
Longitud del río La Plata (km)	17.67	

Se obtuvo un radio de bifurcación de 3.05 lo que nos indica que las cuencas cuya relación de bifurcación permanece constante, indican homogeneidad en las características geocológicas anteriores. La relación de bifurcación generalmente es entre 3 y 5 en cuencas con variaciones considerables en sus características geocológicas, como la sub cuenca del río La Plata. Por otra parte, la sub cuenca presenta una longitud media de corrientes de 1.105 km, este parámetro es indicador de pendientes.

Además de presentar un patrón de drenaje dendrítico. La densidad de corrientes o frecuencia es de 3.2 cauces/km² lo cual indica la eficiencia hidrológica de una cuenca, a mayor número de corrientes, mayor frecuencia y mayor eficiencia de drenaje, en el caso de esta sub cuenca presenta 177 corrientes y su eficiencia de drenaje es muy alta con 3.5 km/km².

B. Clima

De acuerdo con la clasificación de Thornthwaite, el clima de la sub cuenca se denomina BB' (100 %) que simboliza un carácter del clima tipo “Húmedo”, temperatura tipo semi cálida, con una vegetación natural de bosque, como se observa en la figura 13.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 13. Mapa de clasificación climática según Thornthwaite, sub cuenca del río La Plata, 2017

Para la determinación de los diferentes parámetros climáticos como temperatura, humedad relativa, precipitación media, entre otros de la de sub cuenca, se consultó la estación El Recreo (activa) de ANACAFÉ, como se describe en el cuadro 23.

Cuadro 23. Datos de ubicación geográfica de la estación meteorológica de ANACAFÉ en la sub cuenca del río La Plata

Estación	Ubicación	Coordenadas		Altitud (m s.n.m.)	Categoría
		N	O		
El Recreo	Aldea Laguna de Pereira, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa	14° 24' 06.12"	91° 17' 45.75"	1014	A

A continuación, se describen las variables climáticas de la sub cuenca del río La Plata.

a. Precipitación

Se presenta en el cuadro 24 el comportamiento de la precipitación con registros de 1980 al 1988.

Cuadro 24. Datos de precipitación de la estación El Recreo con registros de 1980 a 1988

Mes	Precipitación (mm)
Enero	28.4
Febrero	28.8
Marzo	29.8
Abril	29.7
Mayo	29.3
Junio	259
Julio	167
Agosto	161
Septiembre	222
Octubre	137
Noviembre	25
Diciembre	7

Se observa que en los meses de Junio y Septiembre se obtiene una mayor precipitación ya que la sub cuenca se encuentra en la época lluviosa (junio a octubre), mientras que a partir del mes noviembre a mayo disminuye considerablemente la precipitación correspondiente a la época seca. Siendo diciembre el mes más seco, con 7 mm de precipitación (figura 14).

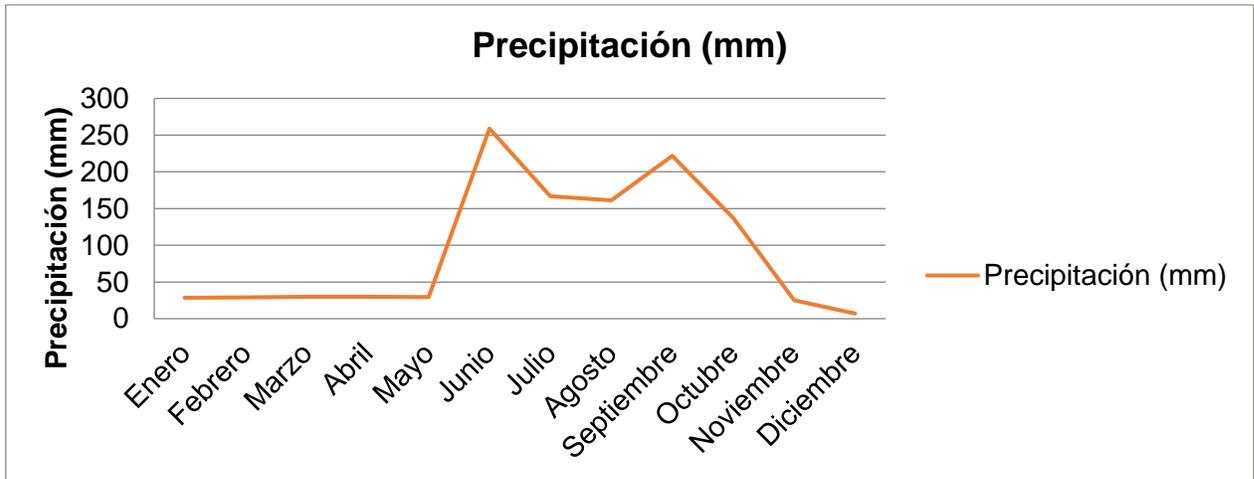


Figura 14. Gráfica de precipitación de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, con registros de 1980 a 1988

b. Temperatura media anual

En el año 2016 se presenta el mayor grado de temperatura media anual con 22.11 °C siguiéndole el año 2017 con 22.05 °C, según cuadro 25.

Cuadro 25. Datos de temperatura media anual de la estación El Recreo durante el año 2010-2017

Año	Temperatura media anual (°C)
2010	21.37
2011	20.48
2012	21.24
2013	21.25
2014	21.05
2015	21.37
2016	22.11
2017	22.05

En figura 15 se puede observar el comportamiento de la temperatura media anual en ocho años, con aumentos y disminuciones que van desde los 20.48°C hasta los 22.11°C.

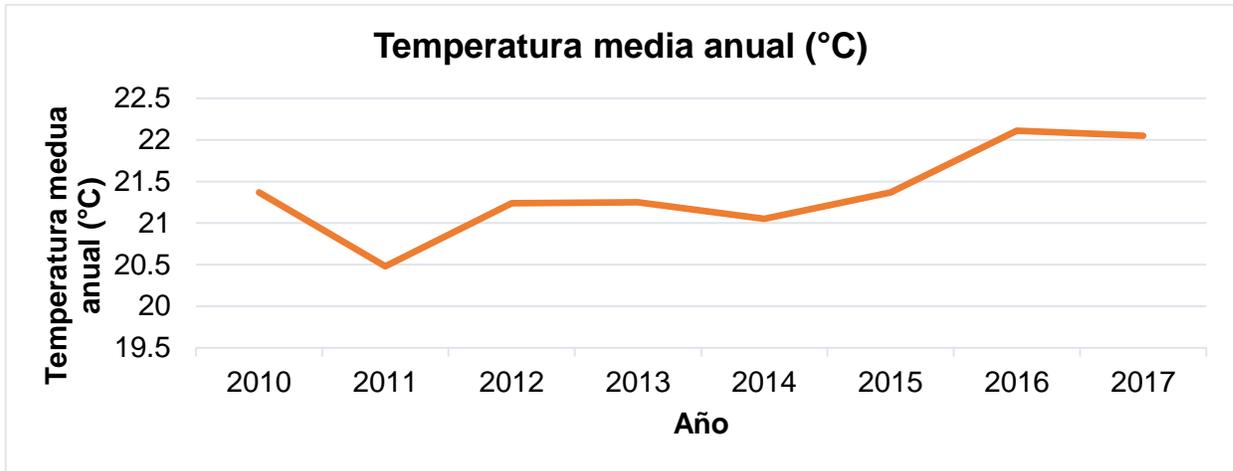


Figura 15. Gráfica de temperatura media anual de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017

c. Humedad relativa

La mayor cantidad de humedad relativa que se observa en el cuadro 26 es en el año 2011 con 78.11 % mientras que en el año 2015 presenta la menor cantidad con 21.56 %.

Cuadro 26. Datos de humedad relativa de la estación El Recreo durante el año 2010-2017

Año	Humedad relativa (%)
2010	77.54
2011	78.11
2012	77.55
2013	77.79
2014	77.59
2015	21.56
2016	73.58
2017	72.87

Se observa en la figura 16 que en el año 2015 disminuyó notablemente la humedad relativa en el municipio de Santa Rosa de Lima.

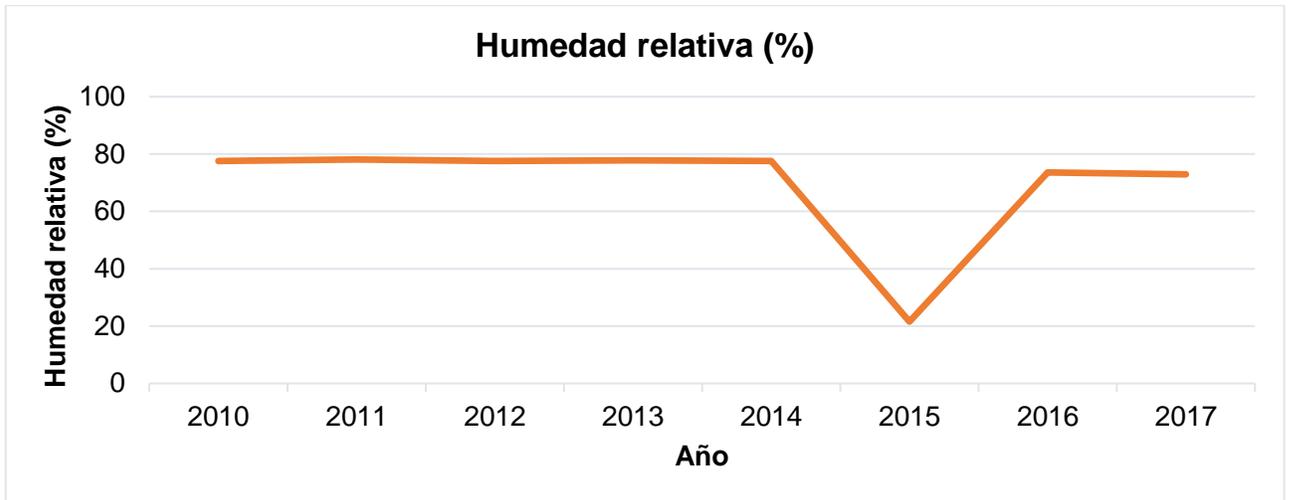


Figura 16. Gráfica de humedad relativa de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017

d. Radiación solar

A partir de los datos del cuadro 27 se observa que la mayor radiación solar se presenta en el año 2014 y la menor en el año 2010.

Cuadro 27. Datos de radiación solar de la estación El Recreo durante el año 2010-2017

Año	Radiación Solar
2010	212.71
2011	220.41
2012	550.94
2013	733.18
2014	756.2
2015	729.1
2016	257.56
2017	222.46

Se observa en la figura 17 que la radiación solar no ha sido constante, siendo mayor de los años 2013 a 2015, disminuyendo considerablemente en 2017.

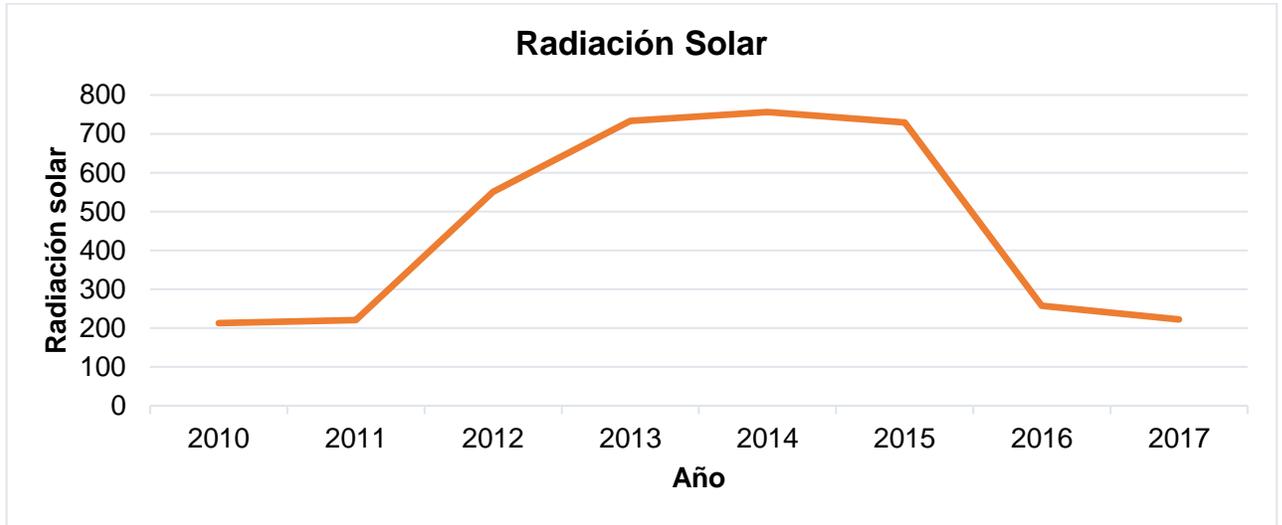


Figura 17. Gráfica de la radiación solar de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017

e. Velocidad del viento

Según cuadro 28, el 2011 presenta la mayor velocidad del viento con 0.86 m/s, mientras que el menor (0.06 m/s) lo presentan los años 2014 y 2015.

Cuadro 28. Datos de la velocidad del viento de la estación El Recreo durante el año 2010-2017

Año	Velocidad del viento (m/s)
2010	0.13
2011	0.86
2012	0.13
2013	0.21
2014	0.06
2015	0.06
2016	0.22
2017	0.15

El cambio de velocidad del viento más notorio fue en 2011, mientras que en los demás años no presenta un cambio tan notable según figura 18.

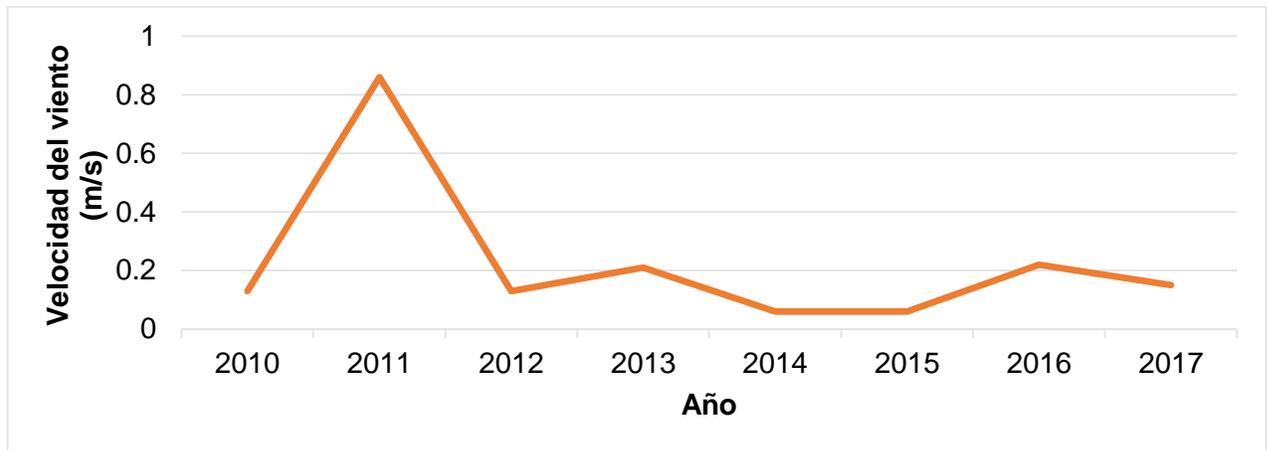


Figura 18. Gráfica de la velocidad del viento de la estación El Recreo del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa del año 2010-2017

C. Geología

Cuando el magma es muy rico en gases, la actividad volcánica adquiere un carácter explosivo. De esta manera, durante las explosiones el magma es pulverizado y expulsado, enfriándose al menos parcialmente, durante su transporte aéreo, por lo que se les ha llamado piroclastos a los materiales de piedra pómez, arenas y arcillas con fragmentos de rocas, que han cubierto los antiguos relieves y presentan una topografía de pendientes suaves. Al depositarse, pueden o no consolidarse secundariamente (Herrera Ibañez, 2016).

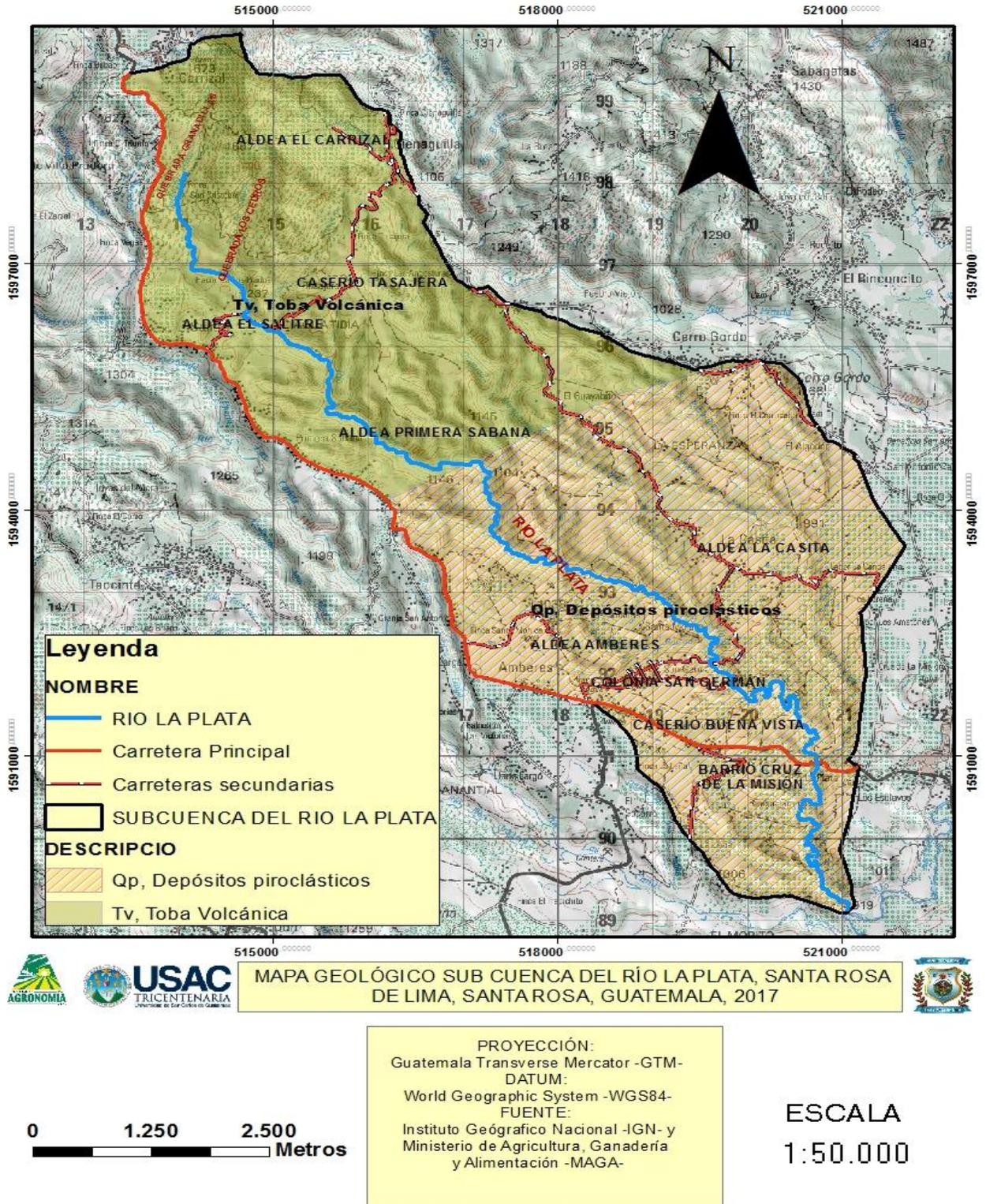
La toba es una roca piroclástica muy común en Guatemala, según su granulometría puede ser cinerítica, lapillica o blocosa. A veces se llama tephra o depósito de caída (materiales transportados directamente por el aire, incluyendo ceniza, polvo volcánico, lapilli, escoria, pómez, bombas y bloques) (Herrera Ibañez, 2016).

En el cuadro 29 se presenta la descripción de las formaciones geológicas presentes en la sub cuenca del río La Plata, prevaleciendo los depósitos piroclásticos con un 57 % y la toba volcánica con un 43 %.

Cuadro 29. Descripción de las formaciones geológicas de la sub cuenca

Formación geológica	Tipo de roca	Período	Característica	Área (km²)	% Área
Tv (Toba volcánica)	Rocas ígneas y metamórficas	Terciario	Rocas volcánicas sin dividir. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos.	16.02	43
Qp (Depósitos piroclásticos)		Cuaternario	Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso.	20.90	57

En la figura 19 se observa el mapa geológico de la sub cuenca del río La Plata, prevaleciendo el material piroclástico, (Qp) con 20.90 km² sobre la toba volcánica (Tv) con 16.02 km².



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 19. Mapa geológico de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

D. Geomorfología

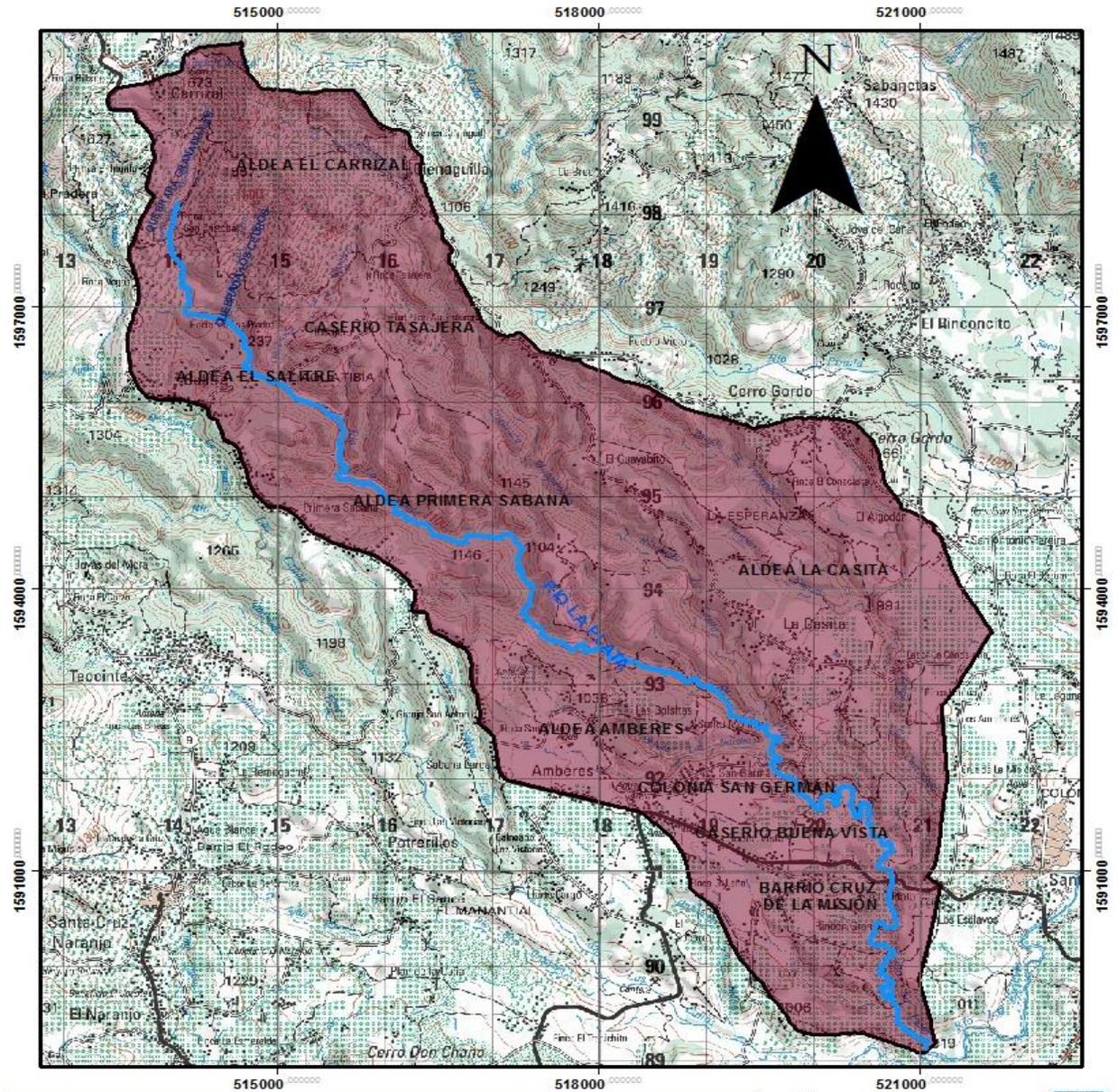
Según el MAGA (2001), Guatemala se divide en 11 regiones fisiográficas-geomorfológicas; el orden cronológico identificado (de mayor a menor antigüedad), es el siguiente: Tierras Altas Cristalinas; Montañas Mayas; Tierras Altas Sedimentarias; Cinturón Plegado del Lacandón; Plataforma de Yucatán; Tierras Altas Volcánicas; Pendiente Volcánica Reciente; Llanura Costera del Pacífico; Planicie Interior de Petén; Depresión de Izabal y Depresión del Motagua.

Según el MAGA (2001), en Guatemala se distinguen cuatro provincias geológicas que, desde el sur del país hacia el norte, se denominan como Planicie Costera del Pacífico; Tierras Volcánicas; Cordillera Central y Tierras Bajas de Petén.

La sub cuenca del río La Plata se ubica dentro de la región fisiográfica-geomorfológica Tierras Altas Volcánicas y dentro de la provincia geológica Tierras Volcánicas, como se observa en el cuadro 30 y figura 20.

Cuadro 30. Descripción de fisiografía de la sub cuenca del río La Plata

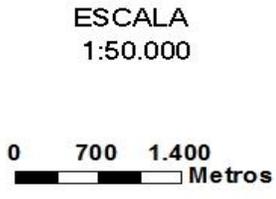
Región Fisiográfica	Subregión Fisiográfica	Gran Paisaje	Patrón de drenaje	Tipo de rocas
Tierras Altas Volcánicas	Zona Montañosa y Planicie Central (Tecpán-Jalpatagua)	Montañas volcánicas del centro del país	Dendrítico	Rocas volcánicas como andesitas y basaltos en su mayor parte, flujos riolíticos, piroclastos, aglomerados, tobas e ignimbritas
		Relleno piroclástico de Santa Rosa	Subdendrítico	Compuesta por piroclastos de pómez, de tamaño lapilli



MAPA FISIOGRAFICO SUB CUENCA DEL RIO LA PLATA, SANTA ROSA DE LIMA, SANTA ROSA, GUATEMALA, 2017



PROYECCIÓN:
Guatemala Transverse Mercator -GTM-
DATUM:
World Geographic System -WGS84-
FUENTE:
Instituto Geográfico Nacional -IGN- y
Ministerio de Agricultura, Ganadería
y Alimentación -MAGA-



Leyenda

NOMBRE

— RIO LA PLATA

NOMR

■ Tierras Altas Volcánicas

■ SUBCUENCA DEL RIO LA PLATA

Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 20. Mapa fisiográfico de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

La sub cuenca del río La Plata se encuentra localizada dentro de la región fisiográfica, tierras altas volcánicas, la cual ha sido llenada parcialmente o cubierta con piroclastos de pómez cuaternaria, lo que proporciona un paisaje muy contrastante con las áreas volcánicas escabrosas que la rodean.

En Guatemala, según MAGA (2001) ha existido actividad volcánica desde el Paleozoico, la que se intensificó durante el Terciario. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material, principalmente basalto y riolitas, que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte. La formación de esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por la tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie.

Y la subregion fisiográfica: zona montañosa y planicie central (Tecpán-Jalpatagua), la cual se ubica y localiza al norte de los Departamentos de Santa Rosa, Jutiapa y parte de Jalapa. Es un relieve muy complejo con alturas de 500 a 2500 m s.n.m. Hay presencia de drenaje del tipo dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo, trellis y trenzado. Es un ambiente volcánico, los materiales geológicos que se observan son rocas volcánicas, andesitas y basaltos, flujos riolíticos (obsidianas y perlitas); materiales aluviales, sedimentos fluvio-lacustres, lahares y ceniza volcánica. La edad de esos materiales corresponde al Plioceno, Pleistoceno, Cuaternario Antiguo, Cuaternario.

a. Gran Paisaje (Unidad Geomorfológica): montañas volcánicas del centro del país

Ubicación y localización: Por razones de forma, se ha limitado esta unidad de Chichicastenango en el departamento de El Quiché (al Oeste), hasta Mataquescuintla al Suroeste de Jalapa.

Morfografía: Es una gran franja de terreno que se extiende de Noroeste a Sureste. El relieve está caracterizado por valles con laderas de pendientes muy fuerte y en algunos lugares escarpadas. Las divisorias suelen ser angostas. Un rasgo volcánico que caracteriza esta unidad es que, dentro de esta, se encuentran las calderas de Atitlán, Amatitlán, Ayarza y un intenso fallamiento volcánico que ha formado horsts y grabens. Otro aspecto que caracteriza esta geofoma, es también el afloramiento de pequeñas masas intrusivas y carbonatos del basamento Cretácico.

Tipo de roca: Las rocas típicas de esta unidad son de tipo volcánico, como andesitas y basaltos en su mayor parte. Además, se encuentran flujos riolíticos (obsidianas y perlitas), piroclastos, aglomerados, tobas e ignimbritas (figura 21).



Figura 21. Fotografía de rocas presentes en la parte alta de la sub cuenca del río La Plata

Morfogénesis: Las actividades iniciales principalmente en el mioceno, lanzaron grandes cantidades de tobas dacíticas y lavas basálticas a andesíticas; mientras que las actividades secundarias ocurridas en el plioceno, lanzaron volúmenes importantes de flujos andesíticos y riolíticos con flujos piroclásticos de pómez. Supuestamente los centros de estas erupciones volcánicas se localizaban dentro de las cuencas intermontañas actuales en focos ya inactivos. Después hubo un período relativamente calmado que duró hasta el pleistoceno temprano, durante el cual las superficies de las cuencas ínter montañosas fueron ampliándose a través de los efectos de erosión.

Luego empezaron los movimientos de bloques, levantamientos, fallas y subsidencia de las áreas locales. Durante el pleistoceno medio, ocurrieron grandes erupciones que arrojaron materiales volcánicos ácidos (pómez) a lo largo de la zona volcánica los que cubrieron la topografía terciaria y originaron zonas con relieve suave.

Morfocronología: La edad de esta geoforma es compleja, ya que comprende desde finales del Terciario hasta principios del Cuaternario.

La parte media alta de la sub cuenca del río La Plata, se localiza en esta genesis, en donde hay presencia de material geológico como lo es toba volcánica (Tv), (figura 22).



Figura 22. Fotografía de la toba volcánica presente en la parte media alta de la sub cuenca del río La Plata

b. Gran Paisaje (Unidad Geomorfológica): relleno piroclástico de Santa Rosa

Ubicación y localización: Se extiende desde Casillas y la parte Norte de Santa Rosa de Lima hasta llegar a la parte Sur de Nueva Santa Rosa.

Morfografía: La forma es la de un abanico invertido, que tiene su origen en los ríos: Las Cañas y parte del río Los Esclavos, se extiende en sentido N-S con pendientes de 8 % a 18 % de forma cóncava. El patrón de drenaje es de forma subdendrítica.

Tipo de roca: La unidad está compuesta por piroclastos de pómez (Qp), con un grosor de varios metros que en algunos lugares llega a más de 50 metros.

Morfogénesis: El origen de esta unidad está en la caída de fragmentos piroclásticos en una matriz de arena pómez, producto del colapso de la caldera del lago de Atitlán.

Morfocronología: Esta geofoma es del cuaternario.

La parte baja de la subcuenca del río La Plata se localiza en este gran paisaje, en donde hay predominancia del material geológico Qp (piroclástico) del cuaternario como se observa en la figura 23, fotografías tomadas en la colonia San Germán (superior) y en el Barrio Cruz de la Misión (inferior).

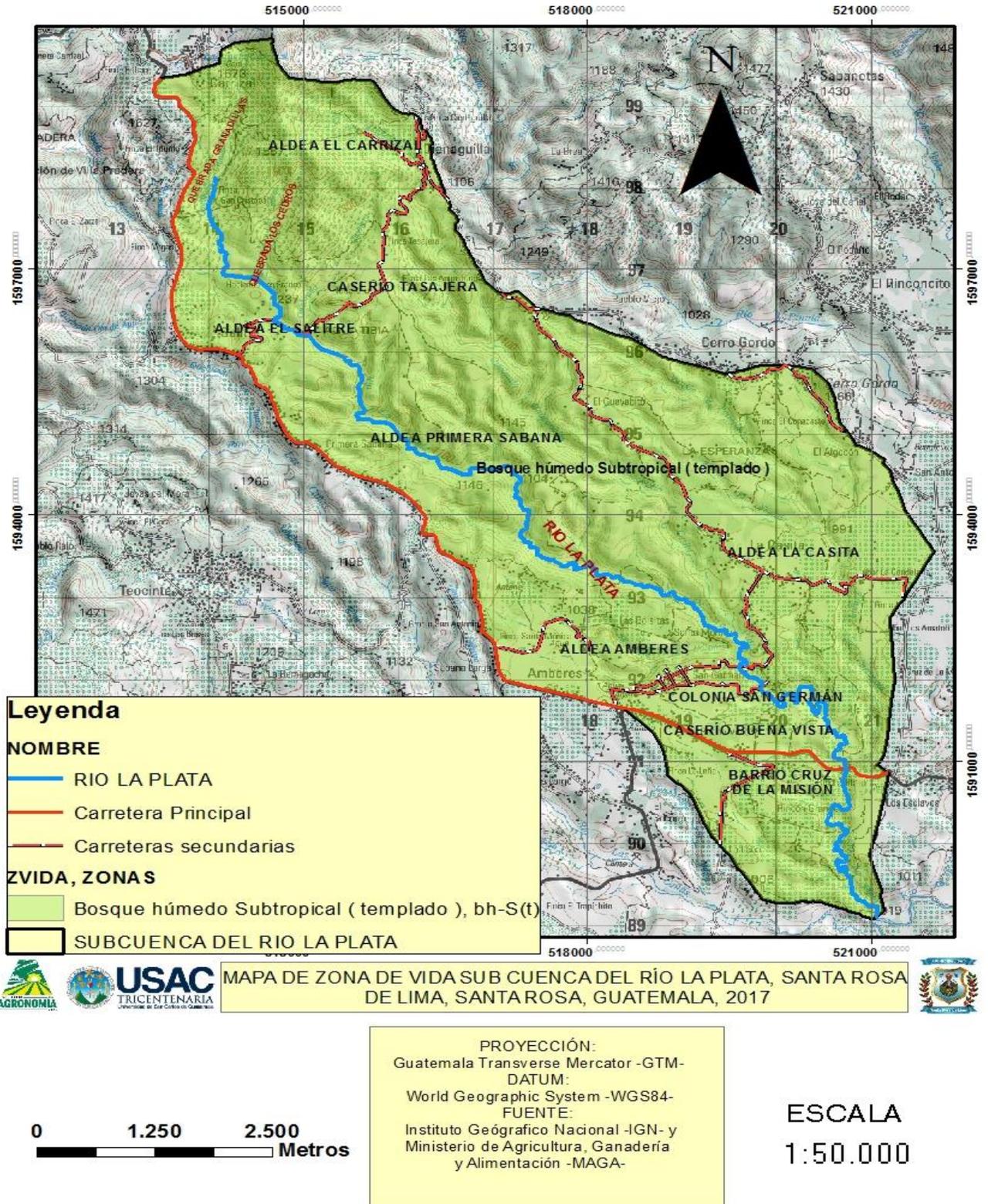


Figura 23. Fotografías del relleno piroclástico presente en la sub cuenca del río La Plata

E. Zona de vida

La zona de vida con la metodología de Holdridge, que presenta la sub cuenca del río La Plata es Bh-S (t) Bosque húmedo Subtropical templado, la cual nos indica las siguientes características según Cruz (1982).

- El período en que las lluvias son más frecuentes corresponde a los meses de mayo a noviembre, variando en intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona.
- La precipitación oscila: 1,100 mm a 1,949 mm, como promedio total anual. Siendo el promedio total anual para la sub cuenca del río La Plata de 1,194 mm.
- La biotemperatura media anual varía entre 20 °C y 26 °C.
- Los terrenos correspondientes a esta zona son de relieve ondulado a accidentado y escarpado.
- La vegetación natural está constituida especialmente por *Pinus oocarpa*, *Curatella americana*, *Quercus sp*, *Byrsonimia crassifolia*, que son las más indicadoras de esta zona.
- El uso apropiado para estos terrenos es netamente de manejo forestal, ya que la especie que predomina es el *Pinnus oocarpa*, y donde los suelos son muy pobres predomina el *Quercus sp*, por lo que estos suelos deben ser cuidadosamente manejados, ya que donde la topografía es escarpada, el uso tendrá que ser de protección propiamente (figura 24).



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 24. Mapa de la zona de vida de la sub cuenca del río La Plata, Clasificación Holdridge.

F. Suelos

Para describir los suelos de la sub cuenca del río La Plata se utilizó la metodología de Charles Simmons.

a. Serie de suelos según Simmons

De acuerdo a la clasificación de suelos de Simmons (1959), los suelos de la sub cuenca fueron divididos como se describen a continuación, obtenida de acuerdo a figura 25.

- Fraijanes (Fr): este tipo de suelos poseen drenaje interno bueno en relieve escarpado. La roca madre de origen es toba volcánica de color claro. El suelo superficial es de color café muy oscuro, su textura arcillosa a franco arcillosa friable con espesor de 20 cm a 30 cm. El subsuelo de color café a café amarillento es de consistencia friable y textura arcillosa con espesor aproximado de 40 cm a 50 cm. Los suelos presentan declives de 40 % a 60%, con drenaje rápido y abastecimiento de humedad moderado. El peligro de erosión es muy alto, fertilidad regular.
- Jalapa (Jl): son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro, en un clima seco a húmedo-seco y cálido. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas. Subsuelo de color amarillo grisáceo, con textura francoarcillo arenosa fina y de consistencia friable.
- Morán (Mr): estos suelos presentan buen drenaje, se encuentran en relieves fuertemente ondulados a inclinados y se originan de ceniza volcánica pomácea. El suelo superficial tiene profundidad de 40 cm a 50 cm y color café oscuro. El subsuelo es de color café rojizo, de consistencia friable y textura arcillosa con un espesor que varía de 50 cm a 60 cm.

Presentan declives de 8 % a 15 %, su drenaje es regular y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto y los problemas de manejo asociados incluyen el combate de erosión y mantenimiento de materia orgánica.

- Salamá (Sl): está serie de suelos es la que representa mayormente a la sub cuenca del río La Plata. Estos suelos provienen de ceniza volcánica cementada de color claro en relieve casi plano a fuertemente ondulado y drenaje interno bueno.

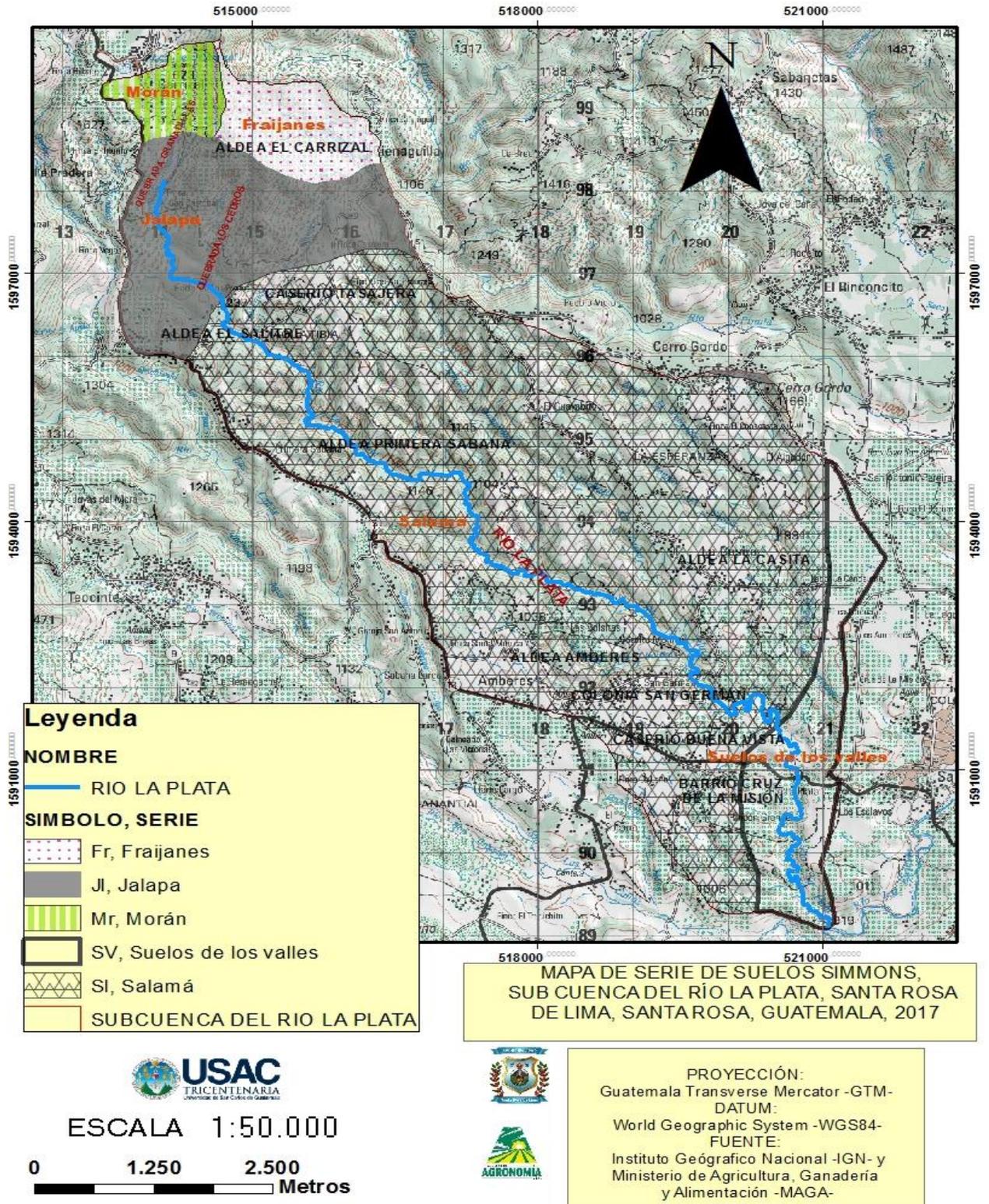
Poseen un declive de 0 % a 5 %, su drenaje es muy rápido y la capacidad de abastecimiento de humedad es muy baja. El peligro de erosión es alto y su fertilidad regular; siendo el principal problema que enfrenta su manejo, la sequía.

- Suelos de los valles (SV): son una clase de suelos que por sus características no se encuentran en la calificación de los suelos.

A continuación, en el cuadro 31 se describe el área, símbolo y materia orgánica perteneciente a cada serie de suelos de la sub cuenca del río La Plata, con datos obtenidos según figura 25.

Cuadro 31. Descripción de áreas pertenecientes a las series de suelos Simmons en la sub cuenca del río La Plata

Serie	Símbolo	Área (km²)	% Área	Material geológico
Morán	Mr	0.9744	2.64	Ceniza volcánica pomácea
Fraijanes	Fr	1.5671	4.25	Toba Volcánica
Jalapa	Jl	4.6973	12.72	Ceniza volcánica o toba
Suelos de los valles	SV	3.1578	8.55	Aluviones
Salamá	Sl	26.5195	71.84	Ceniza volcánica pomácea

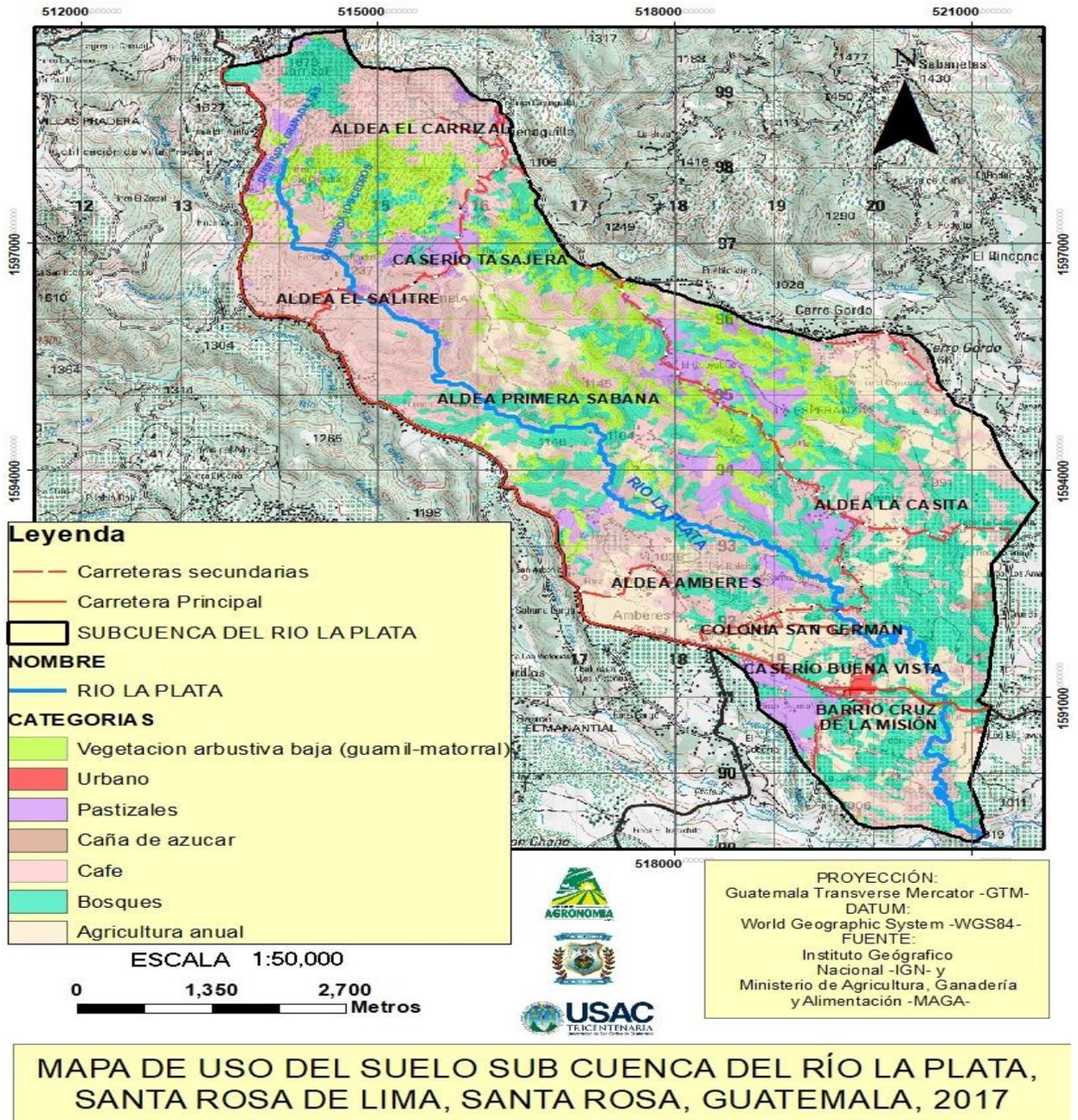


Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 25. Mapa de series de suelos Simmons de la sub cuenca del río La Plata

b. Uso actual del suelo

En la figura 26 se observan los principales usos del suelo presentes en la sub cuenca del río La Plata.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 26. Mapa de uso del suelo de la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

Según cuadro 32 el área de café cubre a la sub cuenca con un 37.6 % ya que es una de las principales actividades productivas de los pobladores, siguiendo el área de coníferas (bosque) con 26.5 %, agricultura anual (maíz y frijol principalmente) con 14.4 % y el centro urbano representa el segundo dato más bajo con 0.3 %.

Cuadro 32. Porcentaje de uso del suelo de la sub cuenca del río La Plata

CATEGORIA	% Área
Vegetación arbustiva	13.5
Urbano	0.3
Pastizales	7.6
Caña de azúcar	0.2
Café	37.6
Bosques	26.5
Agricultura anual	14.4

c. Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de la tierra se refiere a la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo.

A continuación (cuadro 33) se presentan los datos de la sub cuenca para obtener el mapa de capacidad de uso de la tierra, adoptando la metodología de INAB (1999), donde se traslapa el mapa de pendientes y el de profundidad efectiva pertenecientes a la sub cuenca del río La Plata.

Cuadro 33. Datos de pendientes y profundidad efectiva de la sub cuenca del río La Plata.

Rango de pendiente	Profundidad efectiva (cm)	Clasificación (INAB)	Descripción
< 12	100	A	Agricultura sin limitaciones
< 12	50 o 60	A/Am	Agricultura sin limitaciones/Agricultura con mejoras
< 12	30	Am/Aa	Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales
< 12	20-50	Am/Aa	Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales
< 12	20-50	Am/Aa	Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales
>55	100	F/Fp	Tierras Forestales para producción/Tierras Forestales de protección
>55	50 o 60	F/Fp	Tierras Forestales para producción/Tierras Forestales de protección
12-26	100	Am/Aa	Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales
12-26	50 o 60	Am/Aa	Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales
12-26	30	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
12-26	20-50	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
12-26	50	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
26-36	100	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
26-36	50 o 60	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
26-36	30	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
26-36	20-50	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
26-36	50	Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes
36-55	100	Ap/F	Agroforestería con cultivos permanentes/Tierras Forestales para producción
36-55	50 o 60	Ap/F	Agroforestería con cultivos permanentes/Tierras Forestales para producción
36-55	30	Ap/F	Agroforestería con cultivos permanentes/Tierras Forestales para producción
36-55	50	Ap/F	Agroforestería con cultivos permanentes/Tierras Forestales para producción

Las categorías que se obtuvieron para la sub cuenca del río La Plata utilizando la metodología del Instituto Nacional de Bosques (1999), se describen a continuación.

- Agricultura sin limitaciones (A)

Áreas con aptitud para cultivos agrícolas sin mayores limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva y no requieren o, demandan muy pocas, prácticas intensivas de conservación de suelos. Pueden ser objeto de mecanización.

- Agricultura con mejoras (Am)

Áreas que presentan limitaciones de uso moderadas con respecto a la pendiente, profundidad, pedregosidad y/o drenaje. Para su cultivo se requieren prácticas de manejo y conservación de suelos, así como medidas agronómicas relativamente intensas y acordes al tipo de cultivo establecido.

- Agroforestería con cultivos anuales (Aa)

Áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad efectiva del suelo, donde se permite la siembra de cultivos agrícolas asociados con árboles y/o con obras de conservación de suelos y prácticas o técnicas agronómicas de cultivo.

- Agroforestería con cultivos permanentes (Ap)

Áreas con limitaciones de pendiente y profundidad, aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos permanentes asociados con árboles (aislados, en bloques o plantaciones, ya sean especies frutales y otras con fines de producción de madera y otros productos forestales).

- Sistemas Silvopastoriles (Ss)

Áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad, drenaje interno que tienen limitaciones permanentes o transitorias de pedregosidad y/o drenaje. Permiten el desarrollo de pastos naturales o cultivados y/o asociados con especies arbóreas.

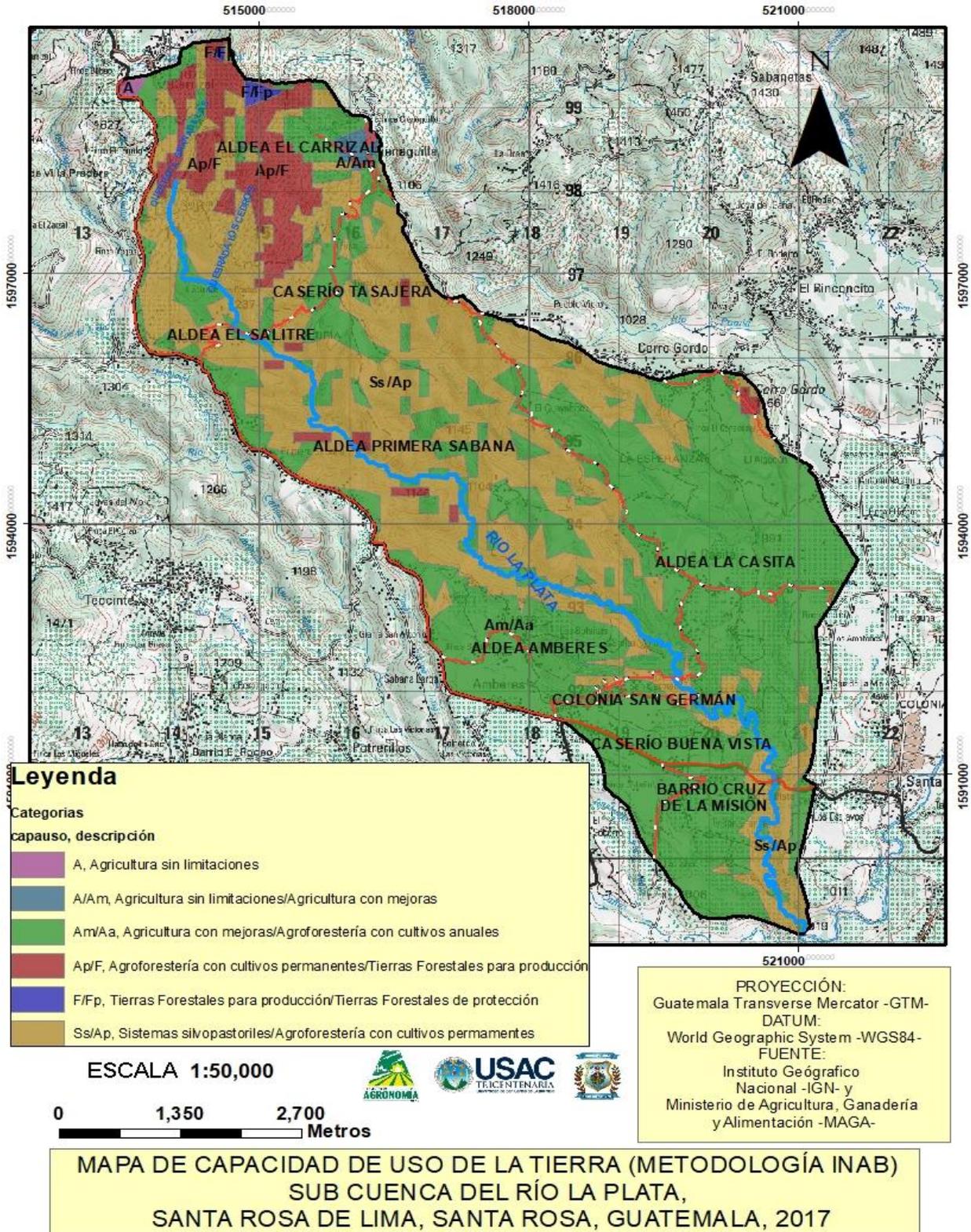
- Tierras forestales para producción (F)

Áreas con limitaciones para usos agropecuarios; de pendiente o pedregosidad, con aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro de otros recursos naturales. La sustitución del bosque por otros sistemas conllevaría a la degradación productiva de los suelos.

En el cuadro 34 se presenta el resumen de los datos de capacidad de uso de la tierra de la sub cuenca del río La Plata, obtenidos según figura 27, predominando la clasificación de INAB, Am/Aa con 53.06 %, siendo lo menos apto de la sub cuenca agricultura sin limitaciones (A) con 0.17 %.

Cuadro 34. Datos de clasificación de tierras por capacidad de uso (metodología INAB) de la sub cuenca del río La Plata.

Simbología	Descripción	% Área
A	Agricultura sin limitaciones	0.17
A/Am	Agricultura sin limitaciones/Agricultura con mejoras	0.49
Am/Aa	Agricultura con mejoras/Agroforestería con cultivos anuales	53.06
Ap/F	Agroforestería con cultivos permanentes/Tierras Forestales para producción	6.35
F/Fp	Tierras Forestales para producción/Tierras Forestales de protección	0.25
Ss/Ap	Sistemas silvopastoriles/Agroforestería con cultivos permanentes	39.68

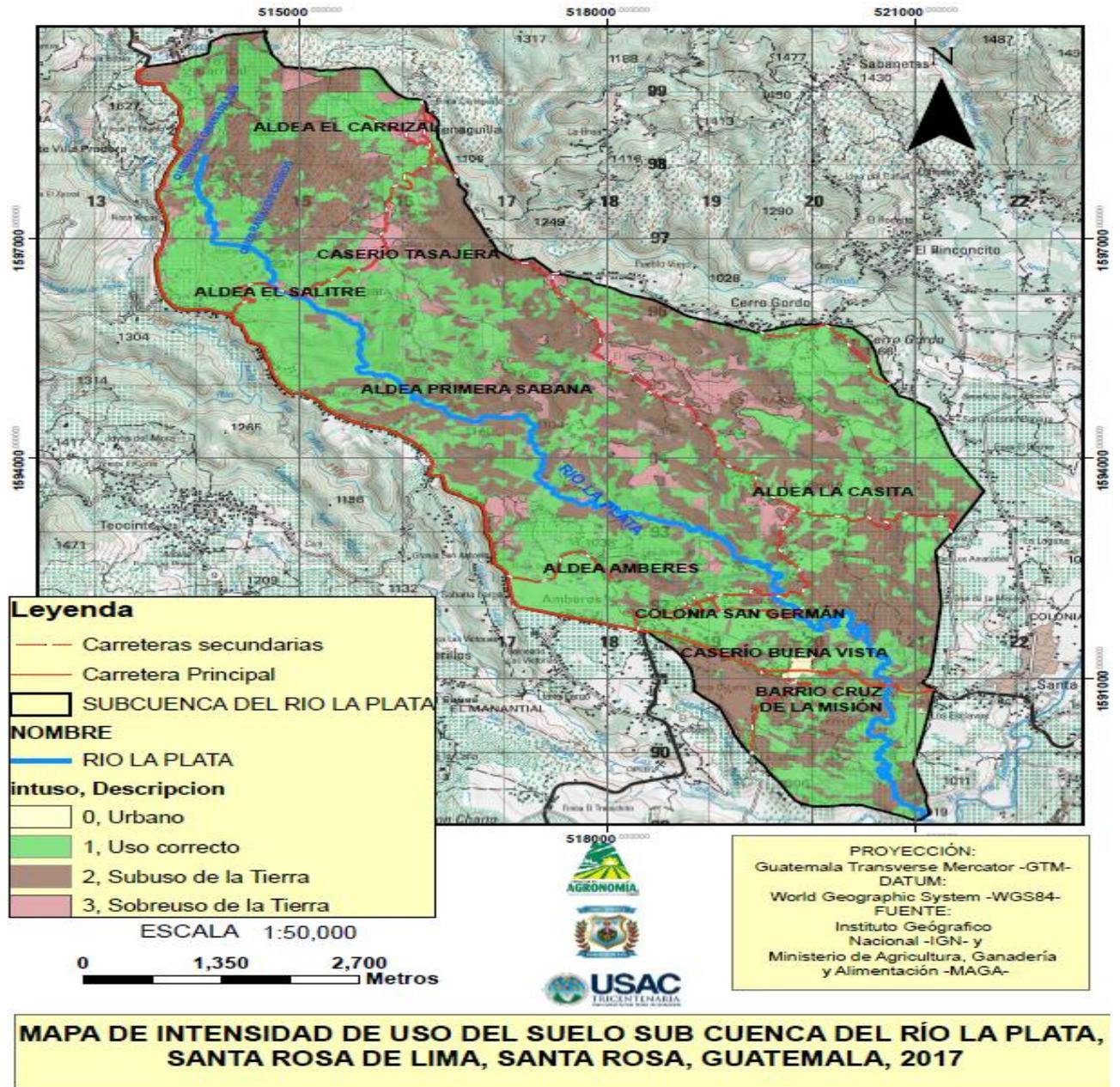


Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 27. Mapa de capacidad de uso de la tierra (Metodología INAB) de la sub cuenca del río La Plata

d. Intensidad de uso de la Tierra

Según figura 28 la mayor parte del área de la sub cuenca del río La Plata está siendo usada correctamente con un 53 %, mientras que el sub uso con 39.3 % que se refiere a que la tierra se está usando a una intensidad menor de la que es capaz de soportar en términos físicos, y es sobre utilizada en un 7.4 % lo que quiere decir que la tierra se usa a una mayor intensidad de la que es capaz de soportar.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 28. Mapa de intensidad de uso en la sub cuenca del río la Plata

En el cuadro 35 se muestra el resultado del análisis de datos comparando el uso del suelo y la capacidad de uso de la tierra de la sub cuenca del río La Plata, empleando la metodología de INAB (1999).

Cuadro 35. Datos de intensidad de uso de la tierra de la sub cuenca del río La Plata

Código	Descripción	Área (km)	Área (%)
0	Casco urbano	0.10381393	0.3
1	Uso correcto	19.5525466	53.0
2	Sub uso	14.5010814	39.3
3	Sobre uso	2.7494161	7.4
Área total		36.9068581	100.0

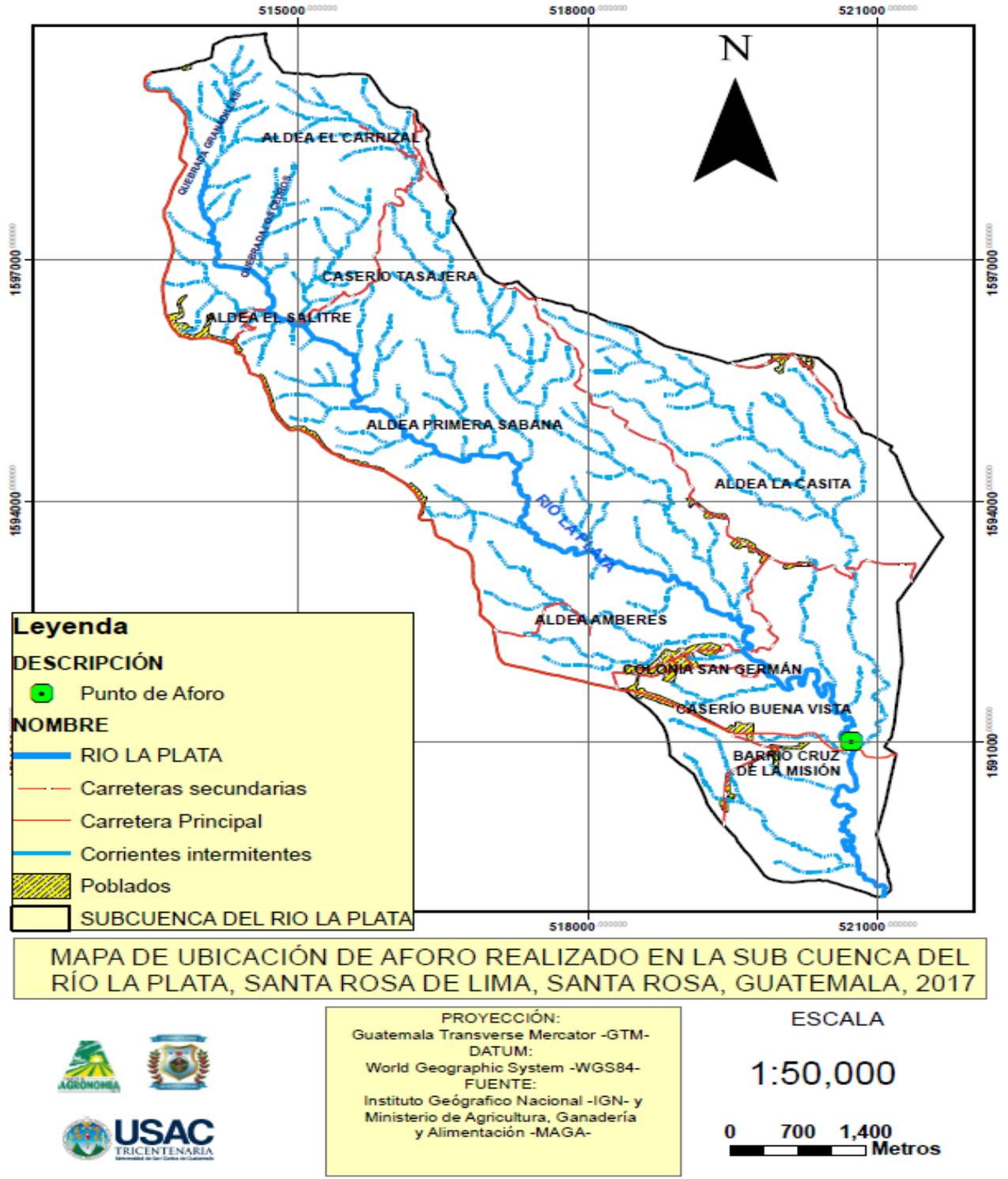
G. Hidrología

La hidrología de la sub cuenca se describe a través de la realización de tres aforos para la determinación de los caudales en la época seca y lluviosa; además de la obtención de muestras de agua en la época seca, del río La Plata para conocer la calidad físico químico y bacteriológico del mismo.

Su importancia radica en el uso correcto del agua, para el desarrollo sostenible de los recursos hídricos de la sub cuenca, ya sea para consumo humano, agrícola e industrial. Además, tiene aplicación directa en la solución de problemas relacionados al manejo y conservación de suelos, drenaje y aprovechamiento de los recursos naturales.

- Aforos

Se realizaron 3 aforos en el río La Plata, uno de ellos en época lluviosa y dos en época seca. Los aforos se llevaron a cabo una vez en los meses de Septiembre (2016), Noviembre (2016) y Abril (2017) para conocer el potencial y/o disponibilidad de agua en la sub cuenca, así como el caudal del río La Plata, el mismo se realizó en la parte baja de la sub cuenca (figura 29).



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 29. Mapa de ubicación de aforo realizado en la sub cuenca del río La Plata, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

a. Caudal

El caudal corresponde a un volumen de agua por unidad de tiempo.

Se realizó la medición de caudal a través del método del flotador. Para desarrollarlo, se elige un tramo del cauce del río que sea recto y de sección transversal uniforme, de alrededor de 30 metros de largo, donde el agua escurra libremente.

Para el mes de Septiembre del año 2016 (época lluviosa) el río La Plata tuvo un caudal de 0.5346 m³/s, para el mes de Noviembre del año 2016 se obtuvo un caudal de 0.169 m³/s, y para el mes de Abril 2017 (época seca) presentó un caudal de 0.118 m³/s, como se presenta en el cuadro 36.

Cuadro 36. Resumen del comportamiento del caudal del río La Plata durante el verano e invierno.

Mes	Ancho (m)	Profundidad media (m)	Velocidad (m/s)	Área (m²)	Caudal (m³/s)
Septiembre de 2016 (época lluviosa)	6.17	0.655	0.399	1.34	0.535
Noviembre de 2016	5.38	0.55	0.286	0.59	0.169
Abril 2017 (época seca)	5.90	0.537	0.269	0.44	0.118

En la figura 30 se presenta la dinámica del caudal del río La Plata tomando como referencia tres meses, donde el mayor caudal se obtuvo en septiembre debido a las lluvias que se presentan, en el mes de noviembre disminuyó en 0.366 (m³/s) y en abril por ser la época seca se obtuvo un caudal de 0.118 (m³/s).

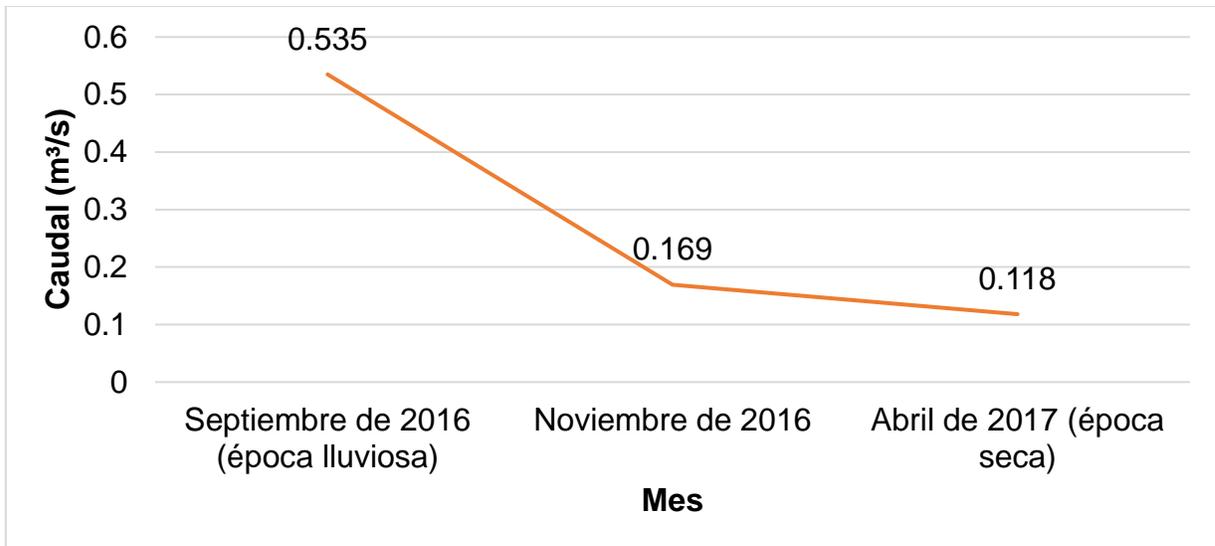


Figura 30. Gráfica de la dinámica del caudal de la sub cuenca del río La Plata

b. Calidad físico-química y bacteriológica del agua del río La Plata

Para evaluar la calidad del agua se tomaron cuatro muestras de agua del río La Plata durante el mes de marzo (época seca), dos a las que se les realizaron análisis físico-químicos y dos a las que se les practicó análisis bacteriológicos. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (2017), de la Universidad de San Carlos de Guatemala y discutidas según normas COGUANOR 29001 (1985).

i. Calidad físico-química del agua del río La Plata

Se presentan los resultados de los análisis físico-químicos del río La Plata, coloreados de la siguiente manera.

1. Sin sombreado, los que están por debajo del LMA (no contaminados).
2. Amarillo, para los que se encuentran entre el LMA y el LMP
3. Naranja, para los que se encuentran por encima del LMP

Según cuadro 37, el agua presenta un aspecto ligeramente turbio, y por tanto rechazable para el consumo humano. Se observan pocas diferencias en cuanto a la calidad física del agua, antes y después del basurero municipal que a pesar de no estar autorizado aún no contamina de manera drástica el río La Plata.

Cuadro 37. Evaluación de análisis físico de la sub cuenca del río La Plata

Puntos de Muestreo	Época de muestreo	Aspecto	Color (unidades)	Turbiedad (unidades nefelométricas)	Olor	Conductividad eléctrica (μ hos/cm)	Sólidos disueltos (mg/L)
Barrio Cruz de la Misión *	Seca	Ligeramente Turbio	25.00	03.11	Inodora	167.90	82.00
Barrio Cruz de la Misión después de basurero municipal *	Seca	Ligeramente Turbio	30.00	03.49	Inodora	173.80	85.00
Nacimiento de agua de aldea El Salitre **	Seca	Ligeramente Turbio	No aplica	No aplica	Inodoro	No aplica	No hay
Tanque del Nacimiento de agua de aldea El Salitre **	Seca	Claro	No aplica	No aplica	Inodoro	No aplica	No hay
Normas	LMA	No rechazable	5	5	No rechazable	-----	500
COGUANOR	LMP	No rechazable	35	15	No rechazable	< de 1500	1000

*Resultados de examen físico químico sanitario

**Resultados de examen bacteriológico

El color tiene una cantidad de 25 unidades y 30 unidades, la conductividad eléctrica de 167.90 $\mu\text{mhos/cm}$ y 173.80 $\mu\text{mhos/cm}$ por lo que estos parámetros se encuentran entre los LMA y LMP, la turbiedad antes del basurero fue de 03.11 unidades nefelométricas y después de 03.49 unidades nefelométricas, estando ambos resultados debajo del límite máximo admisible (LMA) el cual no implica un daño a la salud del consumidor, al igual que los sólidos disueltos.

Los sólidos disueltos aumentaron de 82 mg/L a 85 mg/L atribuyéndolo a que este último dato se tomó después del basurero municipal, así como la conductividad eléctrica (depende de la cantidad de sales disueltas) aumenta en 5.9 $\mu\text{mhos/cm}$ después del basurero.

Con respecto a la muestra tomada en el tanque del nacimiento de agua de la aldea El Salitre (figura 31) el aspecto del agua es claro por lo que es apta para consumo humano, probablemente por encontrarse cubierta no está contaminada. Mientras que el aspecto del agua del nacimiento de agua de aldea El Salitre (ligeramente turbio) no es apta para el consumo humano. Comparando estas muestras se encuentran debajo de LMA.



Figura 31. Fotografía del tanque del nacimiento de agua de aldea El Salitre, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

Los resultados químicos obtenidos en el Barrio Cruz de la Misión, según cuadro 38 nos revelan que la mayoría de parámetros se encuentran por Debajo del Límite Máximo Admisible (LMA), exceptuando el manganeso que se encuentra entre el LMA y LMP con 00.051 mg/L.

Cuadro 38. Evaluación de los indicadores químicos de la sub cuenca del río La Plata

Puntos de muestreo	Época de muestreo	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	Dureza total	Fe ²⁺ (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Bicarbonatos (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	pH
Barrio Cruz de La Misión	Seca	09.20	0.023	00.051	80.00	00.12	90.00	90.00	01.00	10.50	20.04	07.29	07.52
Barrio Cruz de La Misión después de basurero municipal	Seca	05.50	0.024	00.033	64.00	00.12	98.00	98.00	01.00	09.50	15.23	06.32	07.24
Normas	LMA	Nr	Nr	0.050	100	0.100	500	Nr	100	100	75	50	7 -7.5
Coguanor	LMP	10	1	0.500	500	1.000	Nr	500	250	250	150	100	6.5-8.5

Nr (no reportado)

En el Barrio Cruz de la Misión hay más dureza (80 mg/L) debido a que es la parte baja de la sub cuenca, por lo que se han ido disolviendo minerales carbonatados como rocas calizas de la parte alta, además de la lixiviación del vertedero que conlleva al aumento de los iones de calcio y magnesio, esto antes de desembocar al río Los Esclavos.

Señala Herrera (2014) que el pH o potencial de hidrógeno tiene una escala de 0 a 14, con 7 como neutralidad, siendo ácido por debajo de 7 y alcalino por arriba de 7; además de las aguas muy ácidas o muy alcalinas son indeseables debido a que son corrosivas o presentan dificultades en su tratamiento. Por lo que nos indica que el río presenta un pH alcalino ya que se obtuvieron valores de 7.52 y 7.24. El pH óptimo para suelos agrícolas según Medina y otros (2016) es de 6.5 y 7.5 para mejores rendimientos y mayor productividad.

Con respecto a la alcalinidad, es útil en el agua natural y en las aguas residuales porque proporciona un amortiguamiento para resistir a los cambios en el pH. La mayoría de veces la causa el bicarbonato producido por la acción del agua subterránea en piedra caliza o yeso, como se muestra en cuadro 35, la alcalinidad total y bicarbonatos tienen los mismos valores en ambos puntos de muestreo.

Según señala Herrera (2014) en su escala para determinar la dureza del agua, la subcuenca es moderadamente dura con valores de 64 mg/L y 80 mg/L. Influyendo en esta propiedad el calcio y el magnesio.

ii. Calidad bacteriológica del agua del río La Plata

En los cuadros 39 y 40 se presentan los resultados del análisis bacteriológico de las muestras tomadas en el tanque y nacimiento de agua de la aldea El Salitre, del cual se abastecen pobladores del caserío Buena Vista perteneciente al municipio de Santa Rosa de Lima.

Cuadro 39. Resultados de análisis bacteriológico del río La Plata, muestra tomada en nacimiento de agua de aldea El Salitre el 28 de marzo de 2017.

Muestra recolectada en: Nacimiento de agua de aldea El Salitre, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa			
INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)			
Pruebas Normales	Prueba Presuntiva	Prueba Confirmativa	
Cantidad sembrada	Formación de gas -35°C	Formación de gas	
		Total	Fecal 44.5°C
10.00cm ³	+++++	+++++	+++++
01.00cm ³	+++++	+++++	+++++
00.10cm ³	+++++	+++++	+++++
Resultado: número más probable de gérmenes coliformes/100cm ³		>1600	>1600

Según resultados del Centro de Investigaciones de Ingeniería (2017) de las cantidades sembradas, analizaron desde 00.10 hasta 10.00 cm³ y no encontraron coliformes (grupo coli-aerogenes) por lo que es más probable encontrar gérmenes coliformes en 100 cm³.

Cuadro 40. Resultados de análisis bacteriológico del río La Plata, muestra tomada en el tanque del nacimiento de agua de aldea El Salitre el 28 de marzo de 2017.

Muestra recolectada en: Tanque de nacimiento de agua de aldea El Salitre, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa			
INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)			
Pruebas Normales	Prueba Presuntiva	Prueba Confirmativa	
Cantidad sembrada	Formación de gas -35°C	Formación de gas	
		Total	Fecal 44.5°C
10.00cm ³	+++++	+++++	+++++
01.00cm ³	+++++	+++++	+++++
00.10cm ³	+++++	+++++	+++++
Resultado: número más probable de gérmenes coliformes/100cm ³		>1600	>1600

Para su mejor comprensión en el cuadro 41 se muestra un resumen de los resultados de las muestras de la sub cuenca del río La Plata.

Cuadro 41. Resumen del análisis del agua de la sub cuenca (época seca)

No	Punto	Características		
		Físicas	Químicas	Bacteriológicas
1	Barrio Cruz de La Misión	Aspecto ligeramente turbio (rechazable)	Manganeso no cumple con la norma	No aplica
2	Barrio Cruz de La Misión después del basurero municipal	Aspecto ligeramente turbio (rechazable)	Cumple con las Normas	No aplica
3	Nacimiento de agua de aldea El Salitre	Aspecto ligeramente turbio (rechazable)	No aplica	Clasificación II. Se precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (filtración, sedimentación, coagulación, desinfección).
4	Tanque del nacimiento de aldea El Salitre	Cumple con las Normas	No aplica	Clasificación II. Se precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (filtración, sedimentación, coagulación, desinfección).

H. Problemas ambientales

La sub cuenca del río La Plata presenta varios problemas ambientales, los principales se describen a continuación.

a. Degradación ambiental

Los residuos sólidos y líquidos (como rastros) generados por la población del municipio carecen de manejo, por lo cual se ha incrementado la contaminación del recurso hídrico y la belleza natural. Las áreas deforestadas cada vez incrementan debido al avance de la frontera agrícola y el uso de leña como combustible energético.

b. Mal manejo de desechos sólidos

El municipio no cuenta con un basurero municipal autorizado, sin tratamiento ni control, convirtiendo el lugar en foco de plagas y contaminación. Por otra parte, en la Unidad de Gestión Ambiental Municipal -UGAM-, no existe un manual o reglamento para el manejo de desechos sólidos, por ende, no se clasifica la basura y no todas las comunidades tienen acceso al tren de aseo.

c. Contaminación de los recursos hídricos

A causa de la aplicación de fertilizantes en los cultivos y esto drena al río La Plata. Además, que en la parte que abarca la sub cuenca, no presenta ninguna planta de tratamiento de aguas residuales, y la inexistencia de un relleno sanitario.

2.5.3 Propuesta de lineamientos de manejo de la sub cuenca del río La Plata

A. Fuentes contaminantes

Dentro de la sub cuenca el servicio de tren de aseo es privado; los desechos que recolectan son llevados a Lo de Diéguez (comunidad que pertenece al municipio de Fraijanes), por ser un servicio privado se debe pagar una mayor tarifa (35 quetzales), aunado a la falta de acceso a las comunidades, por lo que las personas optan por quemar la basura o bien convertir terrenos en basureros clandestinos. Agregando que no existe un relleno sanitario

autorizado, el basurero “municipal” como es llamado comúnmente, se encuentra en el Barrio Cruz de la Misión donde los desechos caen directamente al río La Plata, sin ningún tratamiento previo, además de encontrarse en el mismo lugar, el cementerio general.

A continuación, se presenta en el cuadro 42, las principales fuentes contaminantes encontradas en la sub cuenca del río La Plata según recorridos de campo con miembros de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE), donde destacan los basureros clandestinos.

Cuadro 42. Datos de fuentes contaminantes de la sub cuenca del río La Plata

No.	Longitud	Latitud	Altitud (m s.n.m.)	Descripción de fuente contaminante
1	513964	1596216	1212	Drenajes
2	513948	1596163	1220	Drenajes
3	513932	1596151	1220	Drenajes
4	513928	1596091	1230	Drenajes
5	515219	1596023	1090	Basura
6	515056	1596216	1113	Basura
7	520686	1593157	1025	Basura y botellas de vidrio
8	520919	1590560	994	Basurero Municipal no autorizado
9	518258	1591869	1021	Basurero clandestino
10	518537	1591926	1024	Basurero clandestino
11	518574	1591923	1023	Basurero clandestino
12	518639	1591919	1023	Basurero clandestino
13	518697	1591981	1022	Basurero clandestino
14	519236	1592313	1004	Rastro
15	519105	1592235	1031	Basurero clandestino
16	521054	1589081	893	Unión de río La Plata con río Los Esclavos
17	520757	1590560	899	Caída de desechos al río La Plata por Basurero Municipal
18	514489	1596172	1136	Basurero clandestino
19	514492	1596178	1147	Basurero clandestino
20	514363	1596061	1242	Basurero clandestino
21	516860	1593489	1131	Basurero clandestino
22	516868	1593494	1130	Basurero clandestino
23	520743	1590920	949	Basurero clandestino
24	520394	1591073	975	Basurero clandestino
25	518281	1591963	1035	Basurero clandestino
26	516875	1592569	1085	Basurero clandestino
27	515236	1594660	1187	Basurero clandestino
28	514064	1596011	1236	Basurero clandestino
29	514006	1596008	1234	Basurero clandestino
30	513859	1598180	1404	Basurero clandestino
31	513484	1599107	1591	Basurero clandestino
32	520701	1593118	986	Basurero clandestino
33	520320	1595547	1086	Basurero clandestino
34	513760	1598498	1476	Granja avícola
35	515561	1596555	1214	Granja avícola
36	520243	1594723	1005	Granja porcina
37	513660	1596547	1282	Granja avícola
38	520839	1591679	984	Granja de postura
39	518429	1591647	1042	Gasolinera y Car wash
40	519731	1591130	1003	Gasolinera

Otra de las fuentes contaminantes es el agua residual que ha aumentado gradualmente por el crecimiento poblacional, lo que influye que el agua sea utilizada para actividades domésticas y de aseo personal, pero la falta de drenajes, la falta de consciencia ambiental, el abandono de las plantas de tratamiento son algunas causas de la contaminación de la sub cuenca y como tal del río Los Esclavos.

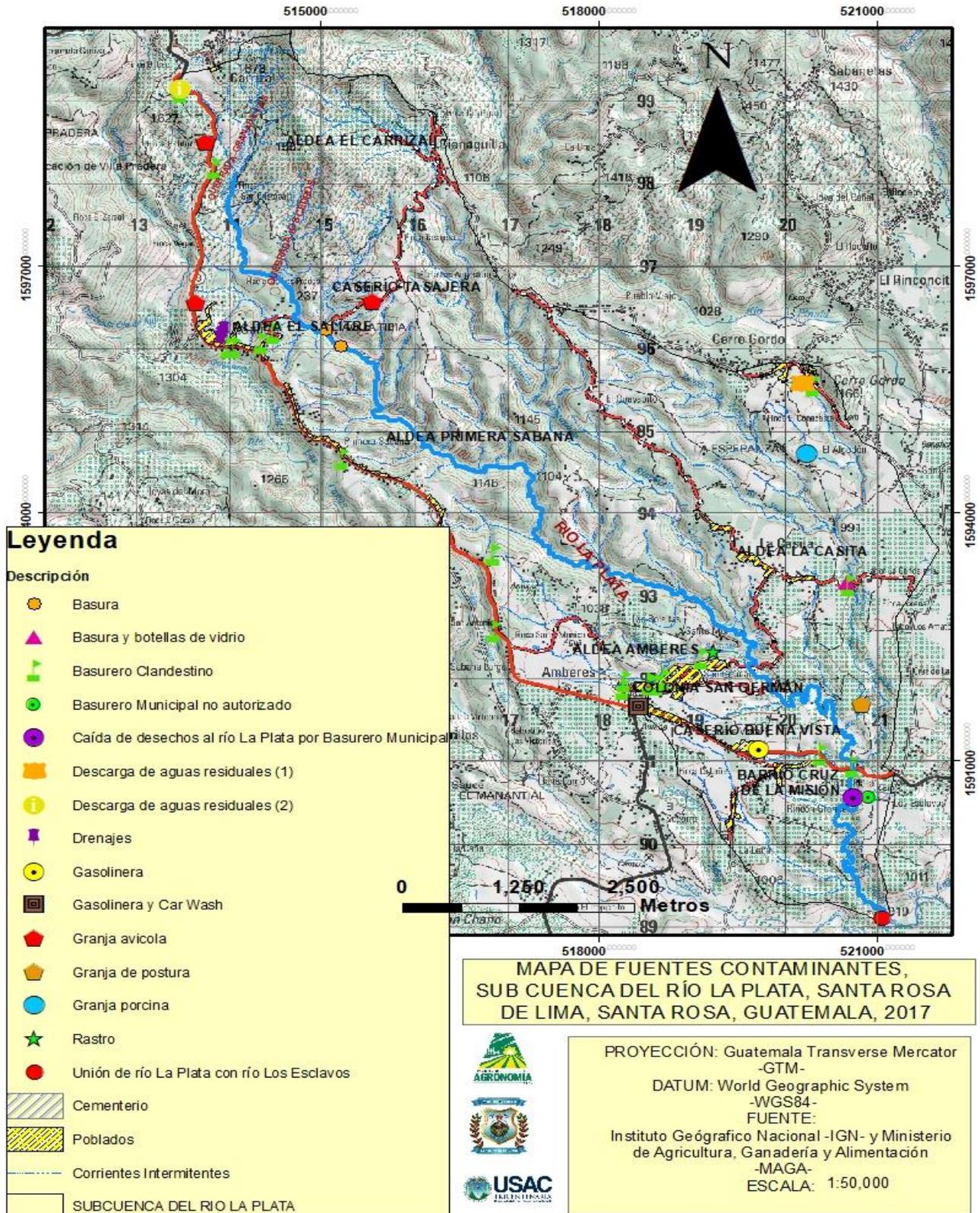
Según Duarte (2017), los horarios de descarga de aguas residuales se efectúan constantemente, aumentando en los siguientes horarios: de 06:00 am. a 09:30 am.; de 12:30 pm. a 02:00 pm. y de 06:00 pm. a 08:00 pm.

El municipio de Santa Rosa de Lima cuenta con 6 descargas, de las cuales 2 están dentro de la sub cuenca. Una descarga es conducida hacia la planta de tratamiento totalmente colapsada (Aldea Cerro Gordo) y la otra descarga (Aldea Carrizal) es vertida por medio de tubería de drenaje hacia el zanjón que conduce a la quebrada granadillas (lugar donde emerge el río), (cuadro 43).

Cuadro 43. Puntos de descargas de aguas residuales en la sub cuenca del río La Plata

Punto No.	Nombre del efluente	Longitud	Latitud	Altitud (m s.n.m.)	Cuerpo receptor	Descripción
1	Planta de tratamiento (Aldea Cerro Gordo)	520193.8	1595562.2	1068	Zanjón	Planta de tratamiento colapsada por falta de mantenimiento. Consiste en un sistema de filtros percoladores (prefabricados) en serie.
2	Tubería drenaje (Aldea Carrizal) El	513486.12	1599146.1	1590	Zanjón	No cuenta con planta de tratamiento

Las descargas de aguas residuales caen al río La Plata a través de zanjones como se observa en la figura 32.



Fuente: elaboración propia, 2017.

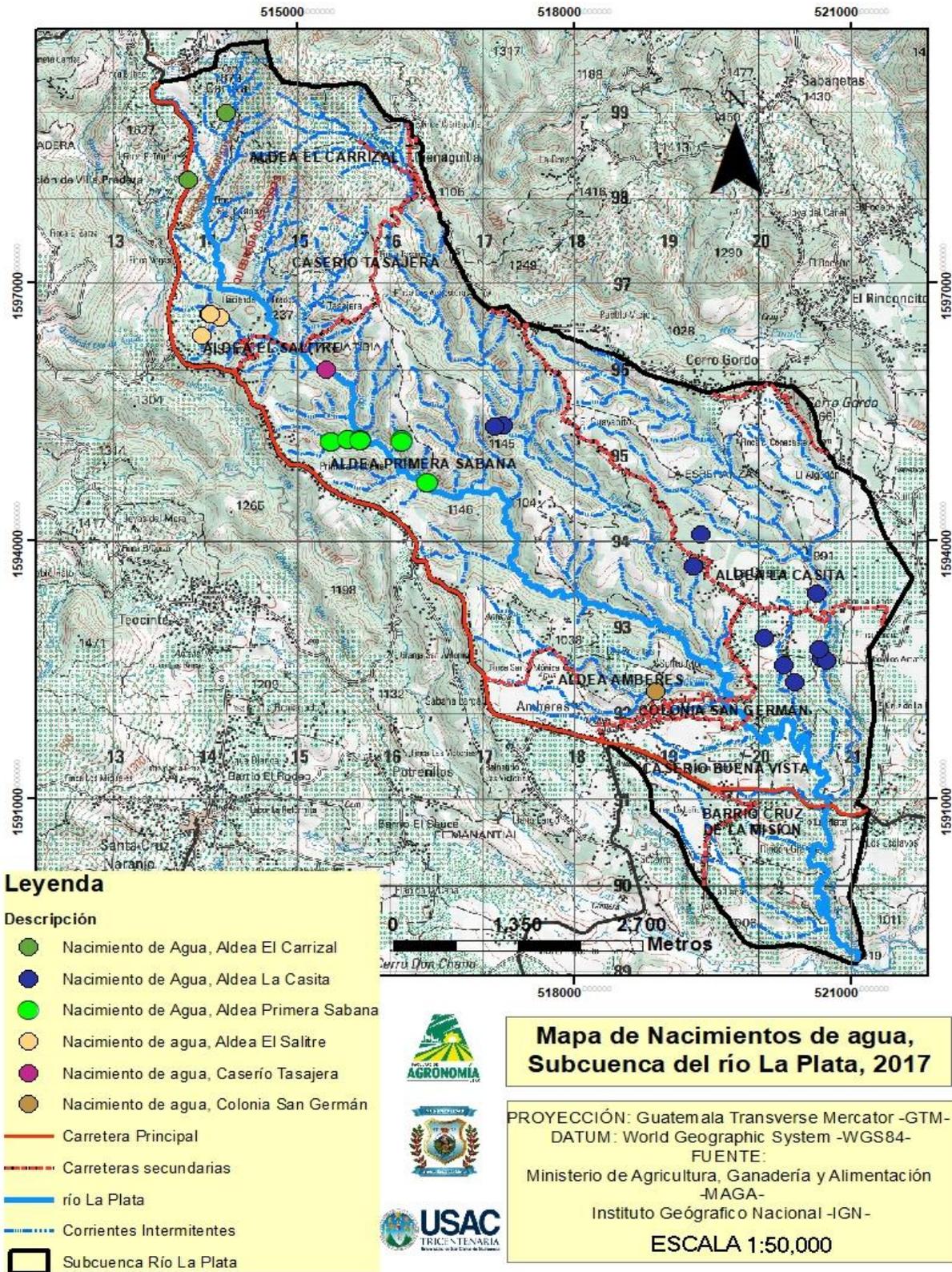
Figura 32. Mapa de fuentes contaminantes de la sub cuenca del río La Plata

B. Fuentes de agua de la sub cuenca del río La Plata

Fuentes de agua encontradas en la sub cuenca del río La Plata, según recorridos de campo realizados (cuadro 44 y figura 33).

Cuadro 44. Datos de las fuentes de agua de la sub cuenca del río La Plata

Ubicación	Latitud	Longitud	Altitud (m s.n.m.)	Uso	Cobertura vegetal	Contaminantes
Aldea El Salitre	1596595	514159	1165	Lavar	Mediana	Jabón
Aldea El Salitre	1596374	513962	1203	Lavar	Bastante, cubierto de Bambú y árbol de Sauce	Jabón
Caserío Tasajera	1595985	515311	1098	Ninguno	Escasa	Ninguno
Colonia San Germán	1592230	518883	989	No uso. Raramente para beber	Regular	Desechos sólidos de escuela
Aldea El Salitre	1596627	514047	1097	Consumo Humano para caserío Buena Vista	Alrededor hay plantación de café y flor de izote	Desechos sólidos
Aldea El Salitre	1596623	514050	1097	Consumo Humano para caserío Buena Vista	Alrededor hay plantación de café y flor de izote	Material Orgánico
Aldea Primera Sabana	1595149	515360	1085	Consumo Humano para aldea Amberes	Regular	Recipientes plásticos
Aldea Primera Sabana	1595176	515554	1084	Ninguno	Abundante	Recipientes plásticos y fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595167	515683	1071	Ninguno	Escasa	Agroquímicos y fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595161	515686	1071	Ninguno	Abundante	Agroquímicos y fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595174	516132	1073	Ninguno	Abundante	Ninguno
Aldea Primera Sabana	1594673	516411	1028	Consumo Humano para la aldea Primera Sabana	Regular	Ninguno
Aldea El Carrizal	1598972	514228	1467	Ninguno	Regular	Ninguno
Aldea El Carrizal	1598183	513812	1404		Regular	Fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595149	515360	1118		Regular	Recipientes plásticos y fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595177	515555	1091		Abundante	Recipientes plásticos y fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595168	515683	1087		Abundante	Fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595162	515686	1087		Regular	Recipientes plásticos y fertilizantes
Aldea Primera Sabana	1595143	516133	1137		Regular	Desechos sólidos
Aldea Primera Sabana	1594673	516411	1065		Regular	Desechos sólidos
Aldea La Casita	1595336	517237	1063		Escasa	Fertilizantes
Aldea La Casita	1595317	517140	1081		Abundante	Desechos sólidos
Aldea La Casita	1593698	519291	1044		Regular	Desechos sólidos
Aldea La Casita	1592858	520069	1007		Abundante	Fertilizantes
Aldea La Casita	1592344	520396	998		Regular	Recipientes plásticos y fertilizantes
Aldea La Casita	1592543	520278	995		Escasa	Desechos sólidos
Aldea La Casita	1592615	520690	986		Abundante	Ninguno
Aldea La Casita	1592593	520741	983		Abundante	Ninguno
Aldea La Casita	1592722	520654	991		Abundante	Ninguno
Aldea La Casita	1593377	520632	999		Abundante	Ninguno
Aldea La Casita	1594064	519371	1050		Regular	Material Orgánico



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 33. Mapa de nacimientos de agua de la sub cuenca del río La Plata

C. Diagnóstico rural participativo

Esta etapa fue muy importante en el proceso de recolección de información donde se visitaron las siguientes comunidades.

Barrio Cruz de la Misión (COCODE)
Colonia San Germán (COCODE)
Aldea Primera Sabana (COCODE)
Aldea El Carrizal (COCODE)
Aldea El Salitre (COCODE)
Caserío Buena Vista (COCODE)
Aldea La Casita (COCODE)

Se utilizó la herramienta: matriz de priorización de problemas

Tema: herramienta que permite de manera fácil priorizar los problemas identificados durante el diagnóstico según su importancia y/o urgencia.

Propósito: establecer una jerarquía de los problemas identificados que permita a la comunidad concentrarse en los que considera más importantes.

Tiempo: 2 h a 3 h

Material: papel y marcadores

Cómo se hace: formar un grupo y explicar la herramienta. Anotar los problemas identificados durante la primera fase del diagnóstico y discutir soluciones.

a. Árbol de problemas

Se presenta en el cuadro 45 un matriz de causas y efectos elaborada a partir de problemáticas encontradas en la sub cuenca del río La Plata.

Cuadro 45. Matriz de causas y efectos

Problema Raíz	Problemas	Causas	Efectos
Contaminación ambiental en la sub cuenca	Desorganización social	Poca participación comunitaria integrada	Poco desarrollo de comunidades
		Desintegración de COCODES	Conflictos Sociales
		Desconocimiento de funciones por parte de COCODES	Desarrollo humano en letargo
	Manejo Inadecuado de desechos sólidos	Falta de educación ambiental	Contaminación del recurso Hídrico
		Vertedero municipal no autorizado	Contaminación de agua, suelo y aire
		Inexistencia de un plan de manejo de desechos sólidos en el municipio	Contaminación de recursos naturales
	Degradación ambiental	Falta de control de rastros en el municipio	Contaminación del recurso Hídrico
		Falta de red de drenaje	Contaminación de agua y suelo
		Bajo nivel educativo	Poca educación ambiental
		Tala inmoderada e ilegal	Aprovechamiento no sostenible de los recursos Naturales
		Quema de Basura	Contaminación atmosférica
		Avance de Frontera Agrícola	Disminución de potencialidad de los suelos
		Incendios Forestales	Pérdida de productividad de los suelos
	Tren de aseo sectorizado	Caminos Inaccesibles	Poco desarrollo vial
		Tarifas altas del tren de aseo	Quema de basura

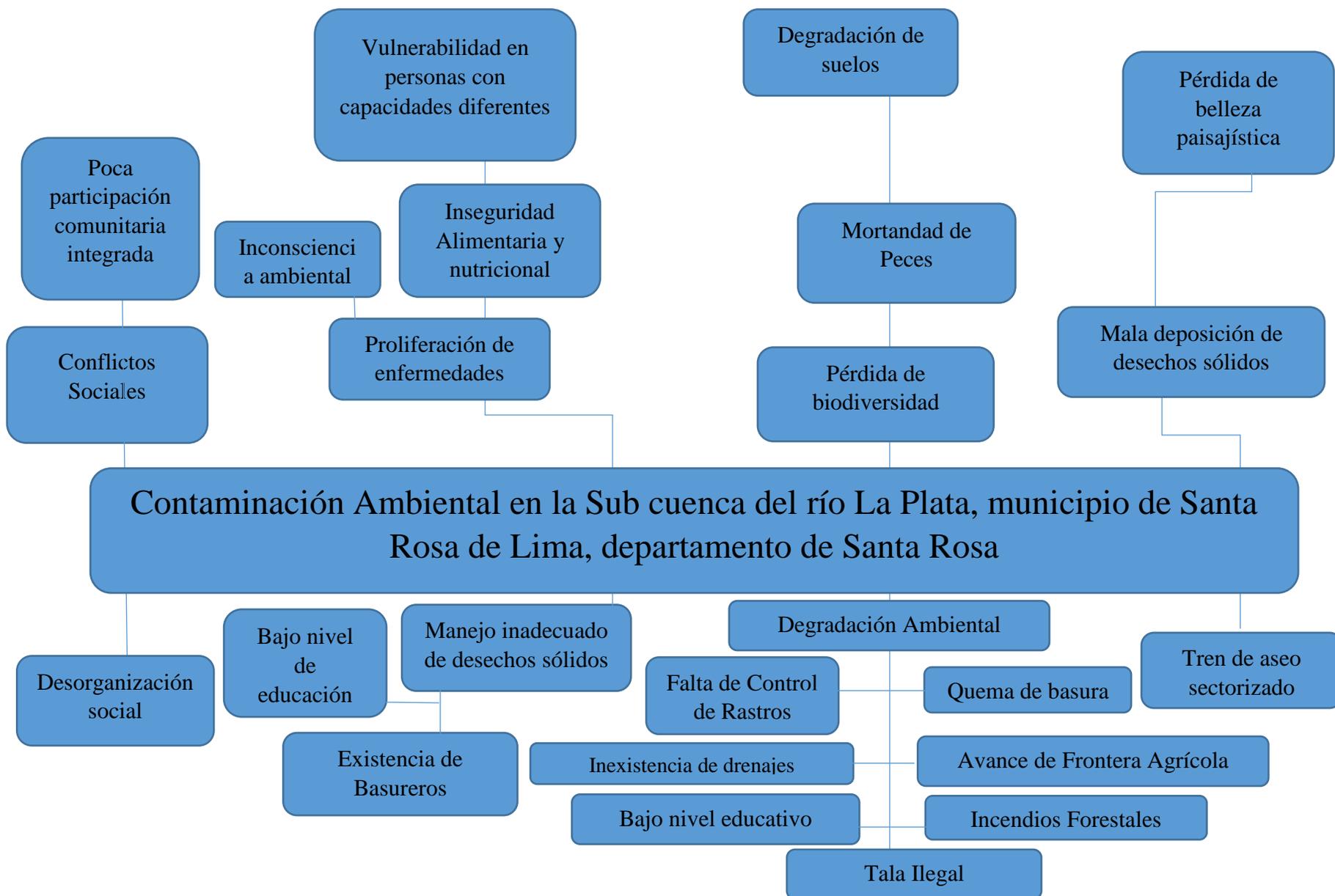


Figura 34. Diagrama del árbol de problemas sobre la contaminación ambiental en la sub cuenca del río La Plata

b. Árbol de medios-fines

Se presenta una matriz de medios-fines en el cuadro 46, con acciones propuestas para el manejo de la sub cuenca del río La Plata, así como actores involucrados.

Cuadro 46. Matriz medios y fines

Medio Fundamental	Acciones	Soluciones o Proyectos	Actores
Organización comunitaria	Convivencias comunitarias	Formar un comité de convivencias comunitarias	COCODES de cada una de las Aldeas
Alto nivel de educación ambiental	Talleres de educación ambiental	Creación de un programa de educación ambiental en iglesias y escuelas	Iglesias, centros educativos, Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Cooperativa el Recuerdo, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Ausencia de Basureros clandestinos	Realizar un inventario de basureros clandestinos en las comunidades	Programa de control de basureros clandestinos	Municipalidad de Santa Rosa de Lima, COCODES, Ministerio de Salud Pública, Centros de Salud
Control de rastros	Capacitaciones sobre rastros	Capacitaciones de control de rastros a dueños y vecinos de las comunidades	COCODES especialmente de colonia San Germán, Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Ministerio de Salud Pública, Centros de Salud
Existencia de red de alcantarillado	Diseño de red de alcantarillado	Implementación de red de alcantarillado	Municipalidad de Santa Rosa de Lima, COCODES
Alto nivel educativo	Aumentar en número y calidad de centros educativos	Creación de un comité promotor de educación, encargado de buscar la inversión para construir más centros educativos y el personal calificado.	COCODES, Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Ministerio de Educación
Reforestación	Conocer las áreas afectadas por la tala ilegal	Programa "Reforestando mí Guate"	Municipalidad de Santa Rosa de Lima, INDE, Centros educativos, COCODES
Reciclaje	Involucrar a instituciones como escuelas, Cooperativa El Recuerdo, MARN, municipalidad, iglesias para que apoyen la iniciativa	Talleres de reciclaje en escuelas e iglesias	Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Cooperativa el Recuerdo, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, centros educativos e iglesias
Protección Forestal	Mapear el uso actual de la sub cuenca del río La Plata	Capacitaciones sobre la importancia de la protección forestal a las comunidades	Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Instituto Nacional de Bosques
Regeneración ecológica	Mapear las áreas afectadas por incendios forestales	Talleres a las comunidades sobre regeneración ecológica en las áreas más afectadas	Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Instituto Nacional de Bosques

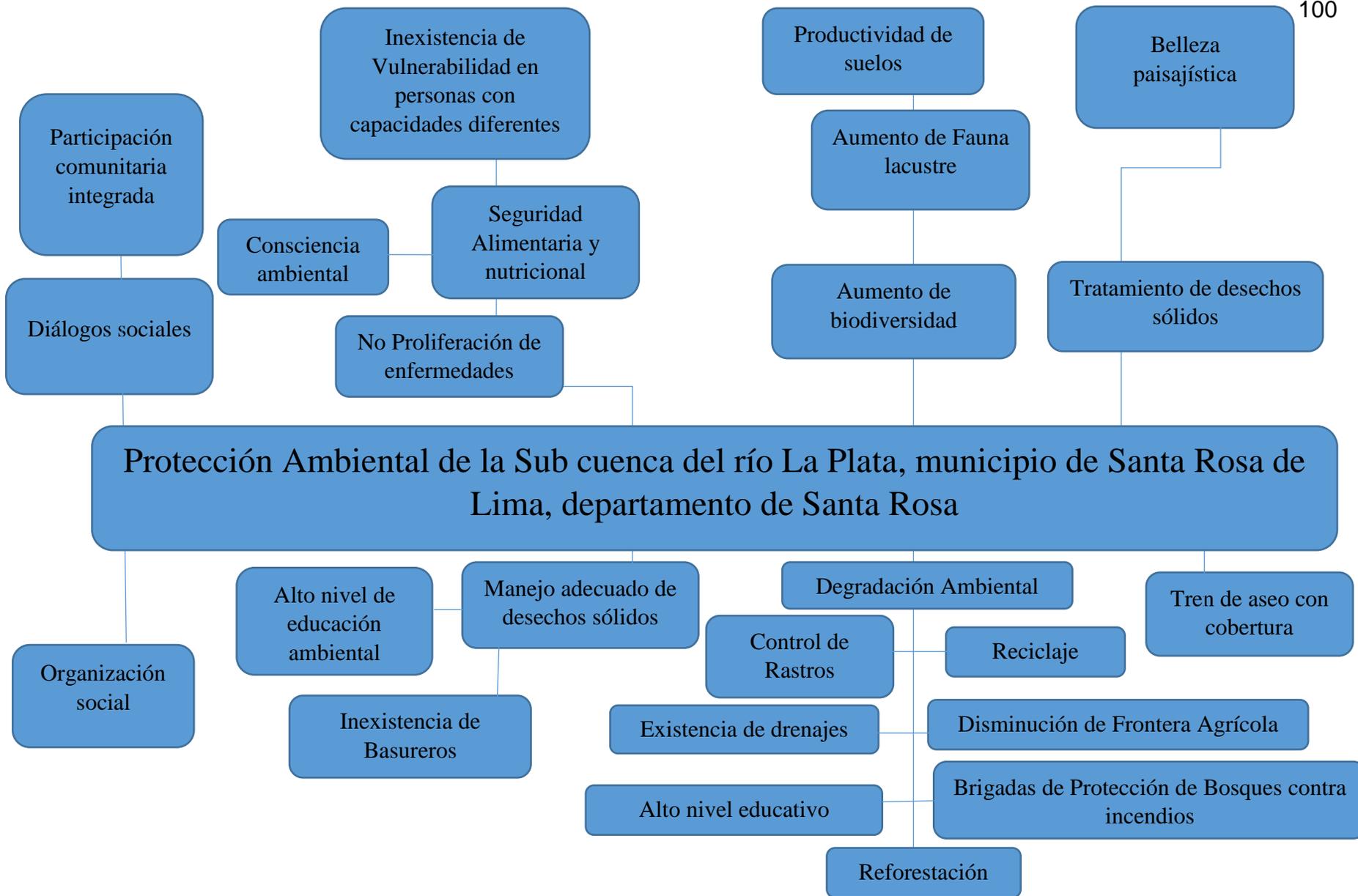


Figura 35. Diagrama del árbol de medios-fines sobre la protección ambiental en la sub cuenca del río La Plata

D. Priorización de acciones

En el cuadro 47 se presentan los diferentes proyectos planteados y priorizados de acuerdo a evaluación de cuatro ámbitos.

Cuadro 47. Cuadro de priorización de acciones en la sub cuenca del río La Plata según evaluación de ámbitos

Proyectos	Ámbito Social				Ámbito Ambiental				Ámbito Financiero				Ámbito Tecnológico				TOTAL
	Beneficio comunitario	Inclusión de la población	Organización comunitaria	Total (ámbito social)	Explotación de recursos naturales	Impacto al recurso hídrico	Grado de contaminación	Total (ámbito ambiental)	Presupuesto para inversión inicial	Facilidad de acceso a financiamiento	Rentabilidad del proyecto	Total (ámbito financiero)	Capacitación para uso de la tecnología	Tecnología Disponible	Aplicación de la tecnología	Total (ámbito tecnológico)	
Formar un comité de convivencias comunitarias	3	2	1	6	1	0	2	3	1	1	1	3	0	1	1	2	14
Creación de un programa de educación ambiental en iglesias y escuelas	3	3	3	9	0	3	1	4	1	2	3	6	3	2	3	8	27
Programa de control de basureros clandestinos	3	3	3	9	0	3	2	5	2	2	3	7	3	1	3	7	28
Capacitaciones de control de rastros a dueños y vecinos de las comunidades	2	2	1	5	0	2	2	4	1	1	2	4	1	0	1	2	15
Implementación de red de alcantarillado	3	3	3	9	1	3	1	5	3	2	3	8	2	1	2	5	27
Creación de un comité promotor de educación, encargado de buscar la inversión para construir más centros educativos y el personal calificado.	3	3	3	9	2	2	1	5	1	2	2	5	1	1	2	4	23
Programa "Reforestando mí comunidad"	3	3	3	9	0	3	0	3	2	3	3	8	2	2	3	7	27
Talleres de reciclaje en escuelas e iglesias	2	2	2	6	1	3	1	5	1	2	2	5	1	2	2	5	21
Capacitaciones sobre la importancia de la protección forestal a las comunidades	2	1	1	4	0	3	0	3	1	1	2	4	2	1	3	6	17
Talleres a las comunidades sobre regeneración ecológica en las áreas más afectadas	1	1	1	3	0	3	0	3	1	1	2	4	3	1	2	6	16

E. Matriz de marco lógico de cada proyecto

En los cuadros 48 al 57 se presentan las matrices de marco lógico de cada proyecto propuesto a implementarse según necesidades encontradas en la sub cuenca del río La Plata.

Cuadro 48. Formar un comité de convivencias comunitarias

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Promover la participación ciudadana para el desarrollo de las comunidades	Número de participantes	Registro de personas interesadas	Comunidades más desarrolladas en los aspectos sociales, económicos y culturales.
Propósito	1. Mejora en la organización social de las comunidades	Aumento de la participación de los pobladores en las actividades	Listado de comités integrados sobre aspectos sociales, económicos y culturales de las comunidades.	Aumento de la participación ciudadana por parte de los pobladores.
Componentes	1. Convivencias intrafamiliares	Número de familias beneficiadas	Fotografías de convivencias realizadas.	Disminución de familias desintegradas.
	2. Conformación de comités	Número de personas en comités	Listado de comités organizados	Facilidad en la toma de decisiones
	3. Establecimiento de proyectos en pro de las comunidades	Porcentaje de familias interesadas en los proyectos	Acta de reuniones comunales donde se planteen las necesidades de la población. Así como de listados de asistencia	La población realiza gestiones para la implementación de los proyectos.
Acciones	1. Reuniones mensuales para conocer necesidades de las comunidades	Número de reuniones anuales	Libro de actas a cargo del secretario de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES)	Los pobladores asisten a las reuniones comunitarias mensualmente.
	2. Planificación de actividades	Número de actividades logradas	Cronograma de actividades de los Consejos Comunitario de Desarrollo (COCODES)	Se cumplen todas las actividades como lo estipula el cronograma
	3. Elaborar plan para mejorar el desarrollo de las comunidades	Costo del presupuesto de las actividades planteadas	Diagnósticos comunitarios	Se satisfacen las necesidades planteadas por los pobladores.

Cuadro 49. Creación de un programa de educación ambiental en iglesias y escuelas

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Contribuir con la conservación de la cuenca del río Los Esclavos, a través del programa de educación ambiental	Disminución del 35 % de contaminación de la cuenca del río Los Esclavos en el primer año de establecido el proyecto.	Evaluación del impacto a través de pruebas de sedimentos y muestras de agua de la cuenca del río los Esclavos.	Pobladores comprometidos con la conservación de la cuenca del río los Esclavos, a través de la educación ambiental
Propósito	1. Promover la educación ambiental en escuelas e iglesias	Implementación de 5 proyectos para escuelas e iglesias durante el primer año de ejecución del programa	Fotografías del avance de los proyectos en las escuelas e iglesias	Finalización de proyectos en escuelas e iglesias en su totalidad.
Componentes	1. Manejo de desechos sólidos	Disminución del 40 % de desechos sólidos presentes en las sub cuencas que desembocan a la cuenca del río los Esclavos.	Estadísticas de autoridades municipales	Pobladores interesados en el cuidado y protección del medio ambiente
	2. Pobladores con conciencia ambiental	En los primeros 6 meses, los pobladores clasifican la basura de sus casas	Encuestas a familias	
	3. Reducción de desechos sólidos.	Reducción del volumen de basura en un 30 % en el primer año de establecido el proyecto.	Estadísticas de autoridades municipales	
Acciones	1. Instalación de contenedores en las comunidades para separar la basura	Compra de 300 contenedores a un costo de Q55 por unidad.	Facturas de los gastos realizados	Los pobladores depositan la basura en los contenedores, por separado.
	2. Establecer una ruta de tren de aseo que abarque todas las comunidades	Croquis de la ruta del tren de aseo elaborado por las autoridades municipales en los primeros tres meses de iniciado el proyecto	Presentación de la ruta del tren de aseo a autoridades municipales, así como el dibujo en forma física.	Total cobertura del tren de aseo a las comunidades
	3. Contar con un relleno sanitario autorizado	Resultados del estudio de impacto ambiental de un terreno donado, para usarlo como relleno sanitario	Entrega por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) el estudio de impacto ambiental a autoridades municipales	Autoridades municipales y Ministerio de Salud Pública preocupados por la implementación de un relleno sanitario autorizado.
	4. Capacitaciones a escuelas e iglesias sobre educación ambiental	80 % de escuelas e iglesias capacitadas en educación ambiental	Lista de asistencia de las personas beneficiadas por las capacitaciones y fotografías de diplomas entregados	Pobladores asisten a las capacitaciones mensualmente.

Cuadro 50. Programa de control de basureros clandestinos

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Controlar los basureros clandestinos en las comunidades	Se reduce el impacto de la basura en las reposaderas en un 30 %	Inventario mensual de basureros clandestinos presentes en las comunidades	Conciencia sobre el manejo de desechos sólidos por parte de los pobladores
Propósito	1. Disminuir los basureros clandestinos en las comunidades	Disminuir los basureros clandestinos en las comunidades en un 40 % durante el primer año de ejecución	Supervisiones semanales por miembros de la oficina de servicios públicos de la municipalidad	Participación de la municipalidad y Cooperativa el Recuerdo
Componentes	1. Facilitar el servicio de recolección de basura a través del tren de aseo	El 70 % de la población paga su tarifa municipal de recolección de basura	Recibos de personas que pagan el servicio de recolección de basura	No contar con suficiente presupuesto para cubrir con el servicio del tren de aseo en todas las comunidades. No tener fácil acceso a las comunidades
Acciones	1. Multas monetarias a pobladores que contribuyan a la generación de basureros clandestinos	Se asignan montos que van desde los Q100-5000 para multar a pobladores que infrinjan la ley	Instalación de cámaras en los lugares donde se encuentren basureros clandestinos	Desinterés por parte de las autoridades en sancionar a los pobladores que infrinjan la ley.
	2. Protección de áreas verdes	Compra de malla de alambre con un costo Q500	Fotografías de la instalación de malla de alambre en áreas donde había basureros clandestinos	Dstrucción de malla de alambre de forma inmediata.
	3. Jornadas de limpieza comunitaria	60 % de la población participa en las jornadas de limpieza	Listado de asistencia por parte de pobladores en las jornadas de limpieza	Participación de pobladores en las jornadas de limpieza mensualmente.

Cuadro 51. Capacitaciones de control de rastros a dueños y vecinos de las comunidades

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Control de rastros de las comunidades	Actualización semestral del número de rastros en las comunidades	Inventario de los rastros presentes en las comunidades	Monitoreo constante de los rastros presentes en las comunidades
Propósito	1. Disminuir el impacto ambiental de los rastros en las comunidades	Disminución en un 30 % de la contaminación a ríos aledaños.	Efectuar análisis de agua en donde desemboca el material de los rastros. Observación	Pobladores toman conciencia del impacto de los rastros
Componentes	1. Pobladores con conciencia ambiental	El 50 % de los dueños y pobladores conocen las consecuencias de la implementación de rastros	Entrevistas a dueños de rastros y pobladores	Los pobladores conocen la importancia del control de rastros y protegen sus fuentes de agua.
Acciones	1. Capacitaciones a dueños de rastros y a los pobladores de las comunidades	Capacitaciones a 100 personas (Q30 por persona).	Listados de asistencia	Desinterés por parte de dueños de los rastros y pobladores
	2. Instalación de plantas de tratamiento para rastros y residuos sólidos	Establecimiento de 5 plantas de tratamiento con un costo de Q25000 cada una	Observación, monitoreo y Gastos municipales realizados para el establecimiento de las plantas de tratamiento	Presupuesto insuficiente para su instalación y mantenimiento
	3. Elaboración de estudio técnico para rastros y residuos sólidos	Elaboración de estudio técnico en el primer año de establecimiento del proyecto	Entrega a autoridades municipales el informe técnico final de rastros presentes en las comunidades.	Autoridades municipales toman acciones inmediatas sobre el control de rastros y residuos sólidos

Cuadro 52. Implementación de red de alcantarillado

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Mejorar la calidad de vida de las comunidades	Reducción del 50 % de escorrentía de aguas negras	Análisis químico de agua de río	Los pobladores reconocen la importancia del manejo de las aguas residuales para protección del recurso hídrico
Propósito	1. Disminuir la proliferación de enfermedades en las comunidades	En los primeros ocho meses ha aumentado la situación sanitaria en las comunidades	Observación y fotografías	Disminución de enfermedades en las comunidades
Componentes	1. Realizar un censo poblacional	En el primer año de planificación del proyecto ya se cuenta con censo poblacional de todas las comunidades	Datos estadísticos de población y servicios poblacionales	Poco presupuesto e interés de autoridades municipales en la agilización de obtención del censo poblacional
	2. Levantamiento Topográfico	Se cuenta con un 50 % de avance en el levantamiento topográfico en las comunidades beneficiadas	Planos de los levantamientos topográficos y fotografías	Presupuesto insuficiente para el levantamiento topográfico
	3. Croquis de los lugares donde se establecerá	En los primeros seis meses se cuenta con un avance del 60 % correspondiente a los lugares donde se establecerá la red de alcantarillado.	Planos con el diseño de la red de alcantarillado	Presupuesto insuficiente para su ejecución.
Acciones	1. Diseñar la red de drenaje o saneamiento	Elaboración del estudio del proyecto con todas sus fases (Planificación y ejecución). Se han contratado 150 personas para la ejecución del proyecto	Presentación del estudio del proyecto a autoridades Municipales. Facturas de las primeras inversiones realizadas.	Autoridades municipales toman acciones inmediatas para la construcción de la red de alcantarillado

Cuadro 53. Creación de un comité promotor de educación, encargado de buscar la inversión para construir más centros educativos y el personal calificado.

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Promover la educación	50 personas conforman el comité promotor de educación	Entrega de informe de logros al Ministerio de Educación. Registro de personas que integran el comité junto con su escolaridad	Comité realiza gestiones para la construcción de centros educativos y la contratación de personal calificado
Propósito	1. Reducir el analfabetismo en las comunidades	El 70 % de la población asiste a centros educativos	Listados de personas inscritas en las escuelas anualmente	Pobladores tienen como mínimo nivel diversificado de preparación
Componentes	1. Construcción de centros educativos	Construcción de dos centros educativos de nivel básico en el primer año de iniciado el proyecto	Inauguración de los 2 centros educativos, Fotografías	Daño a la infraestructura de los centros educativos Fondos insuficientes para completar la construcción
	2. Contratación de maestros calificados	El 85 % de los maestros son competentes para su puesto	Hojas de vida de cada maestro, Contratos	Los maestros cuentan con el nivel educativo necesario para impartir sus clases
	3. Insumos necesarios en los centros educativos	Compra de 100 computadoras. 50 % de los centros educativos cuenta con una mejor infraestructura.	Laboratorios de computación, aulas equipadas, material didáctico, sanitarios en buen estado, áreas de recreación para los alumnos. Fotografías	Centros educativos totalmente equipados con computadoras, instrumentos musicales, útiles escolares. Presupuesto innecesario para cubrir con las necesidades.
Acciones	Crear un programa de educación	Se imparten 10 talleres a promotores de educación	Fotografías y asistencia a talleres	Promotores de educación muestran interés en los talleres cumpliendo con la asistencia de forma semanal
	Capacitar a los maestros	Entrega de 1000 folletos a maestros con material didáctico	Material didáctico, test de evaluación a maestros	Maestros de los centros educativos están dispuestos a brindar educación de calidad

Cuadro 54. Programa "Reforestando mí comunidad"

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Promover la reforestación en las comunidades	Se reforestan anualmente 70 hectáreas de bosque	Fotografías, facturas de compra de pilones, donaciones	Permanecen las 70 hectáreas durante 10 años, sin ninguna tala ilegal.
Propósito	1. Reducir la tala ilegal en las comunidades	En el primer año, se reduce en 20 % la tala ilegal de bosques en las comunidades	Estadísticas	Los pobladores protegen sus bosques y no realizan talas ilegales.
Componentes	1. Conservación de suelos	Disminución de erosión en los suelos. 50 % de los Pobladores emplean prácticas de conservación de suelos	Observación, caminatas en bosques	No existen problemas de deterioro de los suelos
	2. Control estricto del aprovechamiento del bosque	Se contratan 300 guardabosques para todas las comunidades	Caminatas en bosques, presentación de problemáticas por parte de los guardabosques a autoridades municipales de forma mensual	Los guardabosques protegen el bosque
Acciones	1. Establecimiento de viveros forestales municipales	Compra de terreno, 1000 semillas de latifoliadas y coníferas, herramientas de campo. Contratación de 30 empleados	Facturas de compras y recibos de pagos, contratos de empleados	Presupuesto innecesario para cubrir con gastos del vivero forestal municipal. Hurto en el vivero forestal
	2. Jornadas de reforestación	El 70 % de la población participa en las jornadas de reforestación	Fotografías, recorridos en campo	Los pobladores organizan de forma voluntaria las jornadas de reforestación cada inicio de invierno
	3. Capacitaciones sobre "Reforestaciones" a escuelas e iglesias	Cobertura de capacitaciones del 80 % en escuelas e iglesias	Fotografías, listados de asistencia	Los pobladores conocen la importancia de reforestar sus comunidades

Cuadro 55. Talleres de reciclaje en escuelas e iglesias

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Promover la cultura de reciclaje en escuelas e iglesias	Se reducen en un 35 % el volumen de los desechos domiciliarios	Estadísticas de la municipalidad	Los pobladores adoptan el reciclaje como una forma de vida
Propósito	1. Crear conciencia ambiental en escuelas e iglesias	Se disminuye el 45 % de la contaminación por desechos sólidos	Estadísticas de la municipalidad, Observación en ríos	La contaminación de los ríos es por materia orgánica.
Componentes	1. Reducen el uso de bolsas plásticas	El 40 % de amas de casa lleva su bolsa de tela al mercado	Observación	No se encuentra ninguna bolsa plástica en los ríos
	2. Convenios centros de acopio- recicladoras	El 100 % de centros de acopio tiene convenio con las recicladoras para darle un tratamiento al material	Convenios y seguimiento del proyecto	Las recicladoras muestran interés por continuar prestando el servicio a los centros de acopio.
Acciones	1. Establecimiento de centros de acopio de material reciclable	Todas las comunidades cuentan con al menos un centro de acopio de material reciclable	Observación	Los pobladores están de acuerdo con las tarifas que ponen las recicladoras por el pago de material reciclable.
	2. Capacitaciones sobre "reciclaje" dirigida a iglesias	Distribución de 9000 folletos informativos con un costo total de Q1000. Talleres cada seis meses Exposición y venta	Facturas y recibos de pago, fotografías de las exposiciones de manualidades, Listados de asistencia a los talleres	Centros educativos e iglesias ceden espacios para impartir las capacitaciones
	3. Capacitaciones sobre "reciclaje" dirigida a centros educativos	trimestral de manualidades con materiales reciclables		Las personas reciclan todos los desechos que producen.

Cuadro 56. Capacitaciones sobre la importancia de la protección forestal a las comunidades

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Conservación de bosques	Se encuentran dos puestos de vigilancia por comunidad y hay presencia de al menos 30 guarda recursos por comunidad.	Recorridos de campo, entrevistas a COCODES	La población está consciente de la importancia de conservar sus bosques. Hay presencia de guarda recursos de forma voluntaria
Propósito	1. Protección de tierras forestales	Se ha disminuido en un 30 % el avance de la frontera agrícola	Mapas comparando la cobertura forestal anual	Se actualiza el mapa de uso de la tierra cada año
Componentes	1. Control de extracción de leña	En el primer año de establecimiento del proyecto se tienen datos de personas que usan leña en sus viviendas	Datos estadísticos	Se extraen menores cantidades de leña de los bosques
	2. Protección de fuentes de agua	En el primer año de establecimiento del proyecto se tiene un avance del 80 % del inventario de fuentes de agua	Inventario de fuentes de agua, fotografías de visitas de campo	Se protege el 100 % de fuentes de agua con cobertura vegetal. Los pobladores tienen conciencia del cuidado de sus fuentes de agua
	3. Delimitación de áreas forestales	El 75 % de las áreas forestales se han delimitado, para que no afecte el avance de la frontera agrícola. Se han contratado a 600 guardabosques	Monitoreo con drones, recorridos de campo	Los pobladores respetan las áreas forestales delimitadas, no realizan ninguna tala. Conciencia ambiental por parte de guardabosques
	4. Control de erosión de suelos	Se ha disminuido en un 70 % los derrumbes de montañas en las comunidades	Fotografías	Presencia de bosques naturales sin intervención humana
	5. Establecimiento de fuentes de trabajo	Se ha beneficiado al 45 % de la población con fuentes de empleo.	Estadísticas, censo poblacional que revele el potencial económico de las comunidades	Existencia de fondos para generar fuentes de empleos a los comunitarios. Descentralización de oportunidades
Acciones	1. Creación del programa "trabajo por mí estufa Lorena"	El 60 % de hogares cuentan con una estufa Lorena	Fotografías, visita a casas de pobladores, datos estadísticos	Aprovechamiento sostenible de los bosques para consumo.
	2. Capacitaciones sobre la protección de bosques	Se han capacitado a los pobladores y se han entregado 2000 folletos	Facturas, fotografías, entrevistas a beneficiados	Los pobladores asisten a todas las capacitaciones de forma mensual y conocen la importancia de su protección.
	3. Jornada masiva de reforestación de especies nativas	El 80 % de plantas sembradas son nativas	Fotografías, facturas de pagos, recorridos en áreas reforestadas.	Entidades contribuyen masivamente con donaciones de plántulas para la realización de la jornada de reforestación. Involucramiento de escuelas, iglesias, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, padres de familia.

Cuadro 57. Talleres a las comunidades sobre regeneración ecológica en las áreas más afectadas

Concepto	Resumen de Objetivos	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	1. Regeneración ecológica de los bosques afectados por incendios forestales	En el primer trimestre se conocen las causas de la degradación ecológica	Entrevistas a pobladores, Diagnóstico ecológico	Los pobladores están conscientes de los daños que provocan a los bosques especialmente nativos, por los incendios.
Propósito	1. Disminución de incendios forestales en los bosques	El 60 % de los incendios forestales se ha reducido	Datos estadísticos, fotografías de cobertura forestal, recorridos de campo	Los pobladores no provocan incendios forestales
Componentes	1. Identificación de los bosques nativos de las comunidades	Se tiene identificado el 70 % de bosques que son nativos	Entrevistas a pobladores, recorridos de campo, fotografías	Se tiene un inventario de los bosques nativos con sus especies identificadas, así como de los bosques intervenidos por el hombre en los que ha introducido especies de plantas.
	2. Evitar invasiones de población humana en las áreas de restauración ecológica	En el 90 % de las visitas de campo no se encuentra ninguna casa construida en las áreas afectadas	Recorridos de campo, fotografías	Los pobladores son conscientes del daño del ser humano en los bosques nativos
Acciones	1. Mapeo de las áreas afectadas por incendios forestales	Se conocen las áreas afectadas en un 100 %	Toma de fotografías y videos con drones, elaboración de mapas de áreas afectadas	Se cuenta el presupuesto necesario para realizar el plan de vuelo con drones. Se tienen impresos los mapas de las áreas afectadas
	2. Talleres a comunitarios sobre regeneración ecológica de sus bosques	El 75 % de los pobladores conocen y están de acuerdo con la regeneración ecológica El 90 % de la población asiste a los talleres mensualmente	Asistencia a los talleres, entrevistas, material didáctico entregado a beneficiados	Los pobladores conocen la importancia de conservar los bosques nativos de las comunidades
	3. Taller sobre "bomberos forestales"	Compra de equipo para incendios forestales, herramientas de campo. Se han contratado 30 pobladores por comunidad para realizar brechas	Facturas de pago, recibos, recorridos de campo	Los pobladores están capacitados para atender un incendio forestal de gran magnitud en cuanto a conocimiento y equipo para mitigarlo
	4. Realizar un diagnóstico ecológico de las áreas afectadas	En el primer semestre de iniciado el proyecto se presenta a autoridades y COCODES el estado actual de las áreas afectadas	Informe del Diagnóstico ecológico	Se cuenta con un modelo de restauración ecológica adecuado a las condiciones regionales de las comunidades

Según la matriz de priorización de acciones, se obtuvo una mayor puntuación con el Programa de control de basureros clandestinos ya que es un tema latente en la sub cuenca del río La Plata, donde los análisis de las muestras de agua que se tomaron nos indican que a pesar de que se localiza el basurero municipal no autorizado en las cercanías del río no contamina drásticamente el mismo, pero que a largo plazo sí representa un riesgo de contaminación al agua del río La Plata.

Según lo discutido con COCODES de las distintas aldeas, caseríos, y barrios se propone que se impartan talleres de educación ambiental en todas las escuelas y niveles educativos, presentes en la sub cuenca. Así mismo que la iglesia sea un medio de divulgación de jornadas de reforestación y reciclaje, como también una forma cercana de hacer conciencia en la población de la importancia de proteger el medio ambiente y sus fuentes de agua.

De acuerdo con los resultados y análisis de las características de la sub cuenca del río La Plata que nos revelan el estado de la misma en los recursos agua, suelo y bosque, se determinó que el principal problema ambiental es la presencia de basureros clandestinos, esto aunado que no se cuenta con un control y manejo de desechos sólidos, falta de conocimiento técnico por parte de autoridades municipales, y falta de consciencia ambiental por parte de los pobladores.

Un ejemplo de lo mencionado anteriormente, es el vertedero “municipal” que se encuentra en la sub cuenca el cual provoca que se incorporen lixiviados al agua subterránea como cloro, sulfuro, amoniaco, entre otros. Este tipo de contaminación se presenta en el punto inicial donde se vierten los desechos al río, por lo que se recomienda seleccionar un sitio impermeable y con nivel freático profundo, diseñar el relleno sanitario con capas de arcilla, membranas sintéticas, sistemas de drenaje y salida de gases.

Siendo de mucha importancia la asesoría técnica a las autoridades municipales, involucrando a la Unidad de Gestión Ambiental Local y a la Unidad de Planificación Municipal. Así como el establecimiento de alianzas estratégicas que contribuyan a facilitar la formulación, ejecución y evaluación de planes municipales de desarrollo.

En cuanto al apoyo a la solución de las problemáticas que se presentan en este documento de investigación, la municipalidad considero que daría una respuesta positiva, solamente debe ser guiada en el proceso.

Es necesario que la Unidad de Gestión Ambiental de la municipalidad de Santa Rosa de Lima tenga una visión amplia para darle solución a problemas ambientales, uno de ellos los basureros clandestinos. En el documento se propone crear un programa de control de los mismos, siendo la prioridad para proteger la sub cuenca del río La Plata.

El aporte de este trabajo a la población de la sub cuenca y a la municipalidad resulta ser de importancia para la toma de decisiones en diferentes proyectos ambientales.

2.6 CONCLUSIONES

1. La sub cuenca del río La Plata es de forma muy alargada, con una densidad de drenaje muy alta de 3.5 km/km², presenta una mayor cantidad de corrientes de orden 1 lo que representa que la mayoría del agua es proveniente de agua de nacimientos, pero que al desembocar al río Los Esclavos lleva consigo en su mayoría desechos sólidos.
2. Se caracterizó el recurso suelo y bosque a través de la elaboración mapas de uso, capacidad de la tierra e intensidad; el recurso agua por medio de la toma de muestras de agua de la sub cuenca del río La Plata. Donde la capacidad de uso de la tierra es Agricultura con mejoras/ Agroforestería con cultivos anuales representado con el 53.06 %, lo que se evidencia su uso correcto ya que la mayor parte de la misma es cafetalera y la asocian con otras especies arbóreas, así como la siembra de maíz y frijol. Con respecto al recurso agua el mayor caudal se obtuvo durante septiembre (0.535 m³/s) ya que es parte de la época lluviosa y en la época seca de 0.118 m³/s.
3. Una de las fuentes de contaminación más importantes, son los vertidos de desechos sólidos localizados en el basurero municipal, lo que están impactando en la calidad fisicoquímica y bacteriológica del recurso hídrico en el cauce principal, evidenciado un aumento los iones de calcio y magnesio y por ende la dureza del agua.
4. Se propone como lineamiento general de manejo de la sub cuenca del río La Plata (según el cuadro de priorización de acciones) la implementación del programa de control de basureros clandestinos, seguido por la creación de un programa de educación ambiental en iglesias y escuelas; implementación de red de alcantarillado y programa "Reforestando mí comunidad".

2.7 RECOMENDACIONES

1. Conociendo las características morfométricas de la sub cuenca del río La Plata, se deben realizar jornadas de reforestación periódicamente para aumentar la cobertura vegetal de las sub cuenca y así evitar problemas de erosión o escorrentía.
2. Para caracterizar la sub cuenca en su aspecto suelo, agua y bosque es necesario actualizar periódicamente los mapas temáticos, implementar programas de conservación de suelos, protección del recurso hídrico y bosque.
3. Se recomienda realizar muestreos de la calidad físico-química y bacteriológica del agua del río La Plata semestralmente por parte de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal -UGAM- de Santa Rosa de Lima, así como la instalación de plantas de tratamiento.
4. Es necesario controlar la producción de desechos sólidos en la sub cuenca, iniciar las gestiones para la implementación de un vertedero municipal autorizado, que los integrantes del consejo municipal se preocupen por temas ambientales, y fomentar la educación ambiental en los pobladores.

2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, N. (2007). *Manual para el manejo sustentable de cuencas hidrográficas*. Ecuador: Universidad Nacional de Loja. 116p.
2. Alvarado, O. D. (2007). *Caracterización preliminar y propuesta de lineamientos de Manejo de la cuenca del río Pasaguay, Joyabaj, Quiché. (Tesis Ing. Agr.)*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía.
3. Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). (2017). *Estaciones meteorológicas. ANACAFÉ*. Obtenido de <http://meteorologia.anacafe.org/Clima/>
4. Bello U., M. A., & Pino Q., M. T. (2000). Medición de presión y caudal. *Boletín INIA*, no. 28.
5. Cardona, O. (2016). *Mueren peces en río Los Esclavos*. Recuperado el 08 de Septiembre de 2017, de Prensa Libre, Guatemala, febrero, 2: <http://www.prensalibre.com/guatemala/santa-rosa/mueren-peces-en-rio-los-esclavos>
6. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). (1985). *COGUANOR 29001: Agua potable, especificaciones*. Guatemala: COGUANOR.
7. De la Cruz S., J. R. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal (INAFOR).
8. Delgadillo Santander, A., & Moreno Barrios, A. (2008). *Morfometría de cuencas*. Recuperado el 2017, de DocPlayer: <http://docplayer.es/18160946-Morfometria-de-cuencas.html>
9. Dirección Municipal de la Mujer (DMM). (2016). *Censo Dirección Municipal de la mujer*. Santa Rosa. Guatemala: Municipalidad de Santa Rosa de Lima.
10. Duarte Díaz, J. M. (2017). *Estudio técnico de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. Guatemala: Municipalidad de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. 124 p.
11. Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). *Manejo de cuencas hidrográficas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 35 p.
12. Gálvez, D. N. (2011). *Plan de manejo con enfoque de restauración de paisajes en la subcuenca río Negro, San Pablo, San Marcos, Guatemala. (Tesis Inga. Agr.)*.

Obtenido de USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6699/1/GalvezLopezDelphyNicté.pdf>

13. Herrera Ibañes, I. R. (2014). *Manual de hidrología. (3 ed)*. Guatemala, Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía / Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos (CARA). 281 p.
14. Herrera Ibañes, I. R. (2016). *Hidrogeología práctica (3 ed)*. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía / Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos (CARA). 346 p.
15. Instituto Geográfico Nacional (IGN). (2005). *Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Nueva Santa Rosa, no. 2159-III. Escala 1:50,000*. Guatemala: IGN.
16. Instituto Nacional de Bosques (INAB). (1999). *Clasificación de tierras por capacidad de uso: aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala*. Guatemala: INAB. 96 p.
17. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2002). *XI Censo nacional de población y VI de habitación* . Guatemala. 600 p.: INE.
18. Jiménez, F. (Enero de 2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas: Enfoques y estrategias actuales. *Recursos, Ciencia y Decisión*(2), no. 2, 1-4.
19. López Baéz, W., Castro Mendoza, I., Camas Gómez, R., Villar Sánchez, B., & López Martínez, J. (2003). *El manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales*. Chiapas, México: SAGARPA / INIFAP. 25 p.
20. López, F. (2010). *Reconocimiento económico, al servicio ambiental hídrico como una alternativa para la conservación y restauración de la biodiversidad natural, mediante la protección de bosques naturales productores de agua para la ciudad de Guatemala*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/forestry/19385-0fa247665955f4202747ce3f526a56718.pdf>
21. Manco, J. F. (2014). *Curso: "Manejo integrado de cuencas con énfasis en seguridad alimentaria y nutricional"*. Guatemala: Catholic Relief Services (CRS).
22. Medina, E., Mancilla, O., Larios, M., Guevara, R., Olguín, J., & Barreto, Ó. (2016). Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacueso, Jalisco. *IDESIA*, 34(6), 51-59.

23. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2000). *Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Escala 1:250,000. Capacidad de uso de la tierra*. Guatemala: MAGA.
24. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2000). *Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Escala 1:250,000. Clasificación climática Thornthwaite*. Guatemala: MAGA.
25. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2000). *Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Escala 1:250,000. Geología*. Guatemala: MAGA.
26. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2000). *Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Escala 1:250,000. Zona de vida Holdridge*. Guatemala: MAGA.
27. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2012). *Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Escala 1:250,000. Mosaico de uso del suelo*. Guatemala: MAGA.
28. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala (MAGA). (2001). *Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 - memoria técnica-*. Guatemala: MAGA.
29. Ministerio de Educación (MINEDUC). (2017). *Establecimientos del municipio de Santa Rosa de Lima*. Guatemala: MINEDUC.
30. Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). *¿Qué es una cuenca hidrológica?* Obtenido de Lima, Perú, Sociedad Geográfica de Lima / Foro Peruano del Agua, Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas - Acuíferos: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf
31. Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago, Chile, Chile: Naciones Unidas / CEPAL.
32. Perez de Mata, S. J. (2011). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, municipio de San Juan la Laguna, departamento de Sololá. (Tesis Lic. Cont. Pub. y Audit.)*. Obtenido de USAC, Facultad de Ciencias Económicas: http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0677_v11.pdf
33. Pizarro T., R., Flores V., J., Sangüesa P., C., & Martínez A., E. (2003). *Modulo 3. Curvas de infiltración*. Obtenido de Chile, Sociedad Estándares de Ingeniería

para Aguas y Suelos (EIAS): <http://docplayer.es/9274229-Modulo-3-curvas-de-infiltracion.html>

34. Raymundo, E. R. (2005). *Fuentes y niveles de contaminación del Recurso Hídrico de la Microcuenca del río San Pedro, Cuenca del río Selegua, Huehuetenango. (Tesis MSc.)*. Obtenido de USAC, Facultad de Agronomía, Escuela de Postgrado: <http://postgrado.fausac.gt/wp-content/uploads/2016/09/Elias-Raymundo-Raymundo.pdf>
35. Schosinsky, G., & Losilla, M. (1999). Modelo analítico para determinar la Infiltración con base en la lluvia mensual. *Revista Geológica de América Central*, 23, 43-55.
36. Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia de la República (SEGEPLAN). (2010). *Plan de Desarrollo Santa Rosa de Lima*. Santa Rosa, Guatemala: SEGEPLAN.
37. Simmons, C., Tárano T, J. M., & Pinto Z., J. H. (1959). *Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala: José de Pineda Ibarra.
38. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2009). *Guía para la elaboración de planes de manejo de microcuencas* (Primera ed.). Guatemala, Guatemala: UICN.
39. USAC, Facultad de Ingeniería, Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII). (2017). *Examen bacteriológico/ Análisis físico químico*. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería.
40. Visión Mundial. (2015). *Manual de manejo de cuencas*. Canadá: Vision Mundial.
41. World Vision. (2004). *Manual de manejo de cuencas*. Canadá: World Vision.

2.9 ANEXOS



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 37 204

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

No. 10090 INF. No. 26 924

INTERESADO: EMI GABRIELA PÉREZ OLIVARES, Carné No. 201210659		PROYECTO: Propuesta de manejo de la Subcuenca del Río La Plata, Municipio de Santa Rosa de Lima	
RECOLECTADA POR: Interesada		DEPENDENCIA: EPSUM, USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Barrio Cruz de la Misión		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2017-03-27; 17 h 54 min.	
FUENTE: Río La Plata		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2017-03-28; 11 h 50 min.	
MUNICIPIO: Santa Rosa de Lima		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración	
DEPARTAMENTO: Santa Rosa			

RESULTADOS

1. ASPECTO: Ligeramente turbio	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) --
2. COLOR: 25,00 Unidades	5. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 167,90 µmhos/cm
3. TURBIEDAD: 03,11 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 07,52 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 82,00 mg/L

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	20,04	6. CLORUROS (Cl ⁻)	10,50
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,023	7. MAGNESIO (Mg)	07,29
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	09,20	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	01,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,12
5. MANGANESO (Mn)	00,051	10. DUREZA TOTAL	80,00

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	90,00	90,00

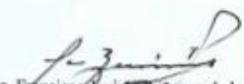
OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde los puntos de vista de la calidad física y química, el agua cumple con la norma, Según normas de calidad para las Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21st EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

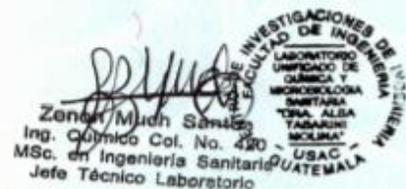
Guatemala, 2017-04-21

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC





Zenón Mudiñ Sánchez
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12.
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura 36A. Fotografía de los resultados del análisis físico químico del Barrio Cruz de la Misión

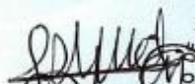
O.T. No. 37 204		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		No. 10088	
INTERESADO: EMI GABRIELA PÉREZ OLIVARES, Carné No. 201210659		PROYECTO: Propuesta de manejo de la Subcuenca del Río La Plata, Municipio de Santa Rosa de Lima			
RECOLECTADA POR: Interesada		DEPENDENCIA: EPSUM, USAC			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Barrio Cruz de la Misión		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2017-03-27; 18 h 17 min.			
FUENTE: Río La Plata después de basurero		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2017-03-28; 11 h 50 min.			
MUNICIPIO: Santa Rosa de Lima		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración			
DEPARTAMENTO: Santa Rosa					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: Ligeramente turbio	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) --			
2. COLOR: 30,00 Unidades	5. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 173,80 µmhos/cm			
3. TURBIEDAD: 03,49 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 07,24 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 85,00 mg/L.			
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS	
1. CALCIO (Ca)		15,23		6. CLORUROS (Cl ⁻)	
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)		0,024		7. MAGNESIO (Mg))	
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)		05,50		8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	
4. CLORO RESIDUAL		--		9. HIERRO TOTAL (Fe)	
5. MANGANESO (Mn)		00,033		10. DUREZA TOTAL	
HIDROXIDOS mg/L.		CARBONATOS mg/L.		BICARBONATOS mg/L.	
00,00		00,00		98,00	
				ALCALINIDAD TOTAL mg/L.	
				98,00	
OTRAS DETERMINACIONES					
OBSERVACIONES: Desde los puntos de vista de la calidad física y química, el agua cumple con la norma. Según normas de calidad para las Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud (OMS).					
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.					
Guatemala, 2017-04-21					
Vo.Bo.  Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz DIRECTOR CII/USAC				 Zenod Mudy Sahtoe Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	
					
FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC— Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt					

Figura 37A. Fotografía de los resultados del análisis físico químico del Barrio Cruz de la Misión después del basurero



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

No. **10091**

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 363276
O.T. No. 37204		
INTERESADO: <u>EMI GABRIELA PÉREZ OLIVARES,</u> <u>CARNÉ No. 201210659</u>	PROYECTO: <u>Propuesta de manejo de la Subcuenca del Río La Plata, Municipio de Santa Rosa de Lima</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>EPSUM, USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea El Salitre</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2017-03-28; 09 h06 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento de agua</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2017-03-28; 11 h50 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Santa Rosa de Lima</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Santa Rosa</u>		
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Ligeramente turbia</u>	COLOR RESIDUAL: _____	
OLOR: <u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 1 600	> 1 600

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II, Calidad bacteriológica, que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección). Según Normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud. (O.M.S.).

Guatemala, 2017-04-21

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR **CIUSAC**



Zenon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 4200
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



Figura 39A. Fotografía de los resultados del examen bacteriológico del nacimiento de agua de la aldea El Salitre



3.1. PRESENTACIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en la Municipalidad de Santa Rosa de Lima, departamento de Santa Rosa durante un período comprendido de 10 meses (agosto 2016 a mayo 2017).

En el presente documento se describen los servicios realizados con base a las necesidades identificadas en la realización del diagnóstico de la municipalidad de Santa Rosa de Lima, además del apoyo brindado a la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) durante cinco meses, y a la Dirección Municipal de Planificación (DMP), por lo cual se desarrollaron actividades como: Gestión de capacitación sobre el manejo de los rellenos sanitarios, elaboración de abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja, y se impartieron tutorías a estudiantes de tercero básico para que se sometieran al proceso de admisión a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

Además se apoyó, en otras actividades que se realizaron con el fin de brindar fortalecimiento a la educación, ambiente y desarrollo del municipio, pero que no se describen en este documento tales como: elaboración del mapa del municipio de Santa Rosa de Lima, el Mapeo de nacimientos de agua de algunas aldeas del municipio de Santa Rosa de Lima, reforestación y charlas a estudiantes del Instituto Nacional de Educación Básica del municipio de Santa Rosa de Lima, gestión de diplomado: Educación ambiental con énfasis en Cambio Climático, impartido por la Licda Vilma Lucrecia Lima del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el cual fue dirigido a mujeres del municipio. Así mismo se gestionó el mejoramiento de las instalaciones de la Escuela Rural Mixta del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

- 3.2. Impartir tutorías a estudiantes de Tercero Básico de las aldeas Primera Sabana, Amberes, Rinconcito, Cerro Gordo y casco urbano para que iniciarán el proceso de admisión a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA)

En el tema educativo, el municipio ha avanzado en lograr el acceso universal a la educación pre primaria y primaria quedando el reto de facilitar el acceso a educación básico y diversificado que está siendo administrada en gran parte por el sector privado, lo que limita el ingreso de la población de escasos recursos a este nivel, por lo que es importante incorporar dentro de la programación, proyectos encaminados a la solución de este problema (SEGEPLAN, 2010).

Existen pocas oportunidades en cuanto al acceso a la educación a alumnos egresados de tercero básico ya que en el municipio de Santa Rosa de Lima solo existen dos establecimientos de educación diversificada, siendo uno público (INED) y otro privado (Liceo Guillermo Jageneau), (cuadro 58).

Cuadro 58. Establecimientos que brindan educación diversificada en el municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

Cantidad de alumnos de diversificado por edades								
NO.	Centro Educativo	Edades (años)						Total por centro
		15	16	17	18	19	20	
1	INED SANTA ROSA DE LIMA	11	21	16	12	11	14	85
2	LICEO GUILLERMO JAGENEAU	28	45	44	40	0	0	157
Total por edad		39	66	60	52	11	14	242

Fuente. MINEDUC, 2017,

Por lo que es de importancia brindar distintas oportunidades como lo es ingresar a la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), en la carrera de Perito Agrónomo o Perito Forestal.

Se impartieron tutorías a ocho alumnos del municipio de Santa Rosa de Lima, de los cuales dos fueron admitidos en la primera etapa (curso propedéutico), así como también obtuvieron la beca para estudiar la carrera de Perito Agrónomo.

3.2.1. Objetivos

- Impartir tutorías a estudiantes de Tercero Básico de las aldeas Primera Sabana, Amberes, Rinconcito, Cerro Gordo, y Casco Urbano para que inicien el proceso de admisión en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

3.2.2. Metodología

Se visitó distintos Institutos de Educación Básica de las aldeas Primera Sabana, Amberes, Rinconcito, Cerro Gordo, y Casco Urbano para invitarlos a la primera reunión informativa del proceso de admisión en la ENCA, así como de las tutorías que se desarrollarían.

Posterior a la reunión informativa, y completar la papelería requerida para la inscripción, se visitó la Escuela Nacional Central de Agricultura ubicada en aldea Bárcenas, municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, para inscribir a los interesados. Dos de los ocho estudiantes, ya estaban inscritos en la sede Chiquimulilla, del departamento Santa Rosa, por lo que no fue necesario este proceso.

Durante las tutorías se les brindó documentos de apoyo de Ciencias Naturales, Lenguaje y Matemática, siendo el énfasis en ésta última, pero durante el proceso consultaron dudas de las otras dos materias (Ciencias Naturales y Lenguaje). Estas clases se impartieron del 17 al 28 de Octubre del 2016.

El señor Alcalde Municipal, Llan Carlos Dávila apoyó a los estudiantes con el transporte de ida y vuelta a la Escuela Nacional Central de Agricultura, el día del examen de admisión (29 de octubre de 2016). Un total de 6 alumnos fueron evaluados en sede Central, Bárcenas, Villa Nueva; dos alumnos en sede Chiquimulilla, Santa Rosa.

3.2.3. Resultados

A. Metas

- Al menos un estudiante sea seleccionado en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

B. Resultados obtenidos

De los ocho alumnos a los que se les impartió Tutorías, dos actualmente se encuentran estudiando en la Escuela Nacional Central de Agricultura en la carrera de Perito Agrónomo.



Figura 40. Fotografía de la reunión informativa de examen de preselección de Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) a estudiantes de distintos establecimientos de Tercero Básico del municipio de Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.



Figura 41. Fotografía de alumnos recibiendo tutorías de matemática

El segundo alumno en la foto izquierda (Juan Manuel Franco Escalante) se encuentra estudiando actualmente, en la carrera de Perito Agrónomo en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).



Figura 42. Fotografía de entrega de diplomas por parte de la Municipalidad de Santa Rosa de Lima a alumnos que fueron examinados en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), sede Central.

La alumna, Berta Guadalupe del Cid se encuentra estudiando actualmente la carrera de Perito Agrónomo en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

3.2.4. Evaluación

Metas

- Se logró tener un grupo de al menos cinco estudiantes para darles tutorías de temas del examen de admisión, ENCA 2017, con base a la guía de admisión.
- Dos estudiantes fueron seleccionados en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

3.3. Gestión de capacitación sobre manejo de rellenos sanitarios, por la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA)

Actualmente el municipio de Santa Rosa de Lima, no cuenta con un relleno sanitario, solamente existe un vertedero que puede ser una fuente de contaminación al río La Plata, tributario del río Los Esclavos.

Con respecto al manejo y recolección de basura se pudo observar que hace falta mejorar la educación ambiental, ya que el 36% de las personas tiran la basura en cualquier lugar (SEGEPLAN, 2010).

El tren de aseo del municipio está sectorizado, el servicio que brinda la municipalidad realiza un cobro de Q15.00 / mes, pero otra parte paga Q35.00 / mes ya que reciben un servicio privado.

3.3.1. Objetivos

- Gestionar una capacitación sobre el manejo del relleno sanitario en la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA).
- Trasladar la información recibida en la capacitación, a personas del consejo municipal.

3.3.2. Metodología

Se realizó la solicitud a la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA) para recibir la capacitación sobre el tema del manejo de rellenos sanitarios, con la previa autorización del alcalde municipal de Santa Rosa de Lima.

Se elaboró la carta de solicitud a AMSA y se entregó en las instalaciones de dicha institución.

Se obtuvo una respuesta positiva por parte de AMSA, y se realizó la invitación a miembros del consejo municipal y al encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal para asistir a la capacitación.

Posterior a ello, se trasladó la información a autoridades municipales.

3.3.3. Resultados

A. Metas

- Al menos antes del mes de recibir la capacitación, trasladarla al Consejo Municipal

B. Resultados obtenidos

Se asistió a la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA) el día 22 de Febrero de 2017 donde fue realizada la capacitación sobre rellenos sanitarios, con la presencia de tres miembros del Consejo Municipal de Santa Rosa de Lima y el encargado de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal.



Figura 43. Fotografía donde se encuentra personal de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA) impartiendo la capacitación sobre el manejo de rellenos sanitarios.



Figura 44. Fotografía de visita al relleno sanitario ubicado en el km. 23 CA-9, ruta al Pacífico donde explican el proceso.

3.3.4. Evaluación

A los 15 días de haber recibido la capacitación, se trasladó la información técnica del proceso empleado por AMSA en el relleno presente en dicho lugar, al consejo municipal, sin obtener una propuesta concreta de las acciones a tomar por contar con un vertedero clandestino. Sin embargo, se considera que si alguna otra institución como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) o la Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala (ANAM) da la orientación técnica, se tomarían acciones concretas al respecto.

3.4. Realizar una abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

Uno de los mayores problemas del Barrio Cruz de la Misión, es la mala deposición de los desechos orgánicos e inorgánicos, la mayor parte de la población los quema o bien son expulsados a terrenos baldíos que provocan contaminación y pérdida de belleza paisajística. Es por ello que se propone elaborar una abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de La Misión, siendo el lugar donde se encuentra el vertedero del municipio.

La lombricultura es la técnica de criar intensivamente lombrices en cautiverio; a través de su proceso digestivo transforman cantidades de desechos orgánicos en humus. La ventaja radica en acelerar el proceso de descomposición de los desechos orgánicos con el fin obtener lombricompost y lombrices (ANACAFÉ, 2012).

En el cuadro 59 se presentan las condiciones para la producción de lombricompost.

Cuadro 59. Condiciones para la producción de Lombricompost

Humedad:	60 % - 80 %
Temperatura:	15 °C - 30 °C
pH del sustrato:	6.5 °C - 8.0 °C
Condiciones de oscuridad:	Oscuridad total
Alimento:	Materia orgánica

Fuente: ANACAFÉ, 2012.

Para producir lombricompost se necesita la Lombriz Coqueta Roja, en el cuadro 60 se presentan las características de la misma.

Cuadro 60. Características generales de la Lombriz Coqueta Roja

Nombre común:	Lombriz coqueta roja
Nombre científico:	<i>Eisenia foetida</i>
Oviposición:	1 a 3 cápsulas cada 7 días
Lombrices por cápsula:	De 3 a 20
Tiempo de incubación:	21 días
Vida de la lombriz:	15 a 16 años

Fuente: ANACAFÉ, 2012.

El cuerpo de la coqueta roja es alargado y segmentado; en una lombriz adulta, el dorso es rojo intenso, en la parte ventral el color es más claro y el cuerpo es ligeramente aplanado. La lombriz adulta posee en el tercio anterior del cuerpo un anillo más grueso llamado clítelo, que durante la reproducción, por medio de sus glándulas, aporta secreciones para formar el cocón o capullo, así como las sustancias que alimentarán a las crías que se desarrollarán en cada uno de éstos. El cuerpo de la lombriz está protegido por una delgada cutícula quitinosa (ANACAFÉ, 2012), como se observa en la figura 45.



Fuente: ANACAFÉ, 2012.

Figura 45. Fotografía de Lombriz Coqueta Roja

No poseen ojos, pero tienen células sensibles a la luz, repartidas por todo el cuerpo, pero particularmente abundantes en la porción frontal de su cuerpo. Estas células están intercaladas entre las epidérmicas, que a su vez poseen células glandulares que contribuyen a mantener húmeda la piel, lo que es imprescindible para la respiración, ya que el oxígeno del aire no difunde hacia la sangre con la cutícula seca (ANACAFÉ, 2012).

Las coquetas rojas no tienen dientes, la boca se acopla a una faringe dilatada que puede funcionar como bomba de vacío para succionar alimentos. Ésta se une al esófago, que se dilata posteriormente dando dos cavidades: el papo o buche y la molleja, provista de musculatura potente para triturar alimentos. Luego, por los dos tercios restantes del cuerpo se extiende el intestino que tiene un pliegue dorsal llamado tiflosolis; el ano se halla en el extremo posterior del cuerpo (ANACAFÉ, 2012).

La lombriz tiene un sistema circulatorio cerrado, con la sangre circulando por vasos; básicamente existe un vaso dorsal y otro ventral que se interconectan en el tercio anterior, formando cinco pares de seudocorazones muy contráctiles. La respiración se cumple por la simple difusión desde el exterior hacia la sangre de la pared del cuerpo. El agua cuando posee suficiente oxígeno disuelto, permite la respiración (ANACAFÉ, 2012).

Las lombrices son hemafroditas, es decir que cada animal posee las gónadas de ambos sexos, un par de ovarios y de uno a cuatro pares de testículos, que desembocan por conductos en anillos anteriores al elitelo. Por delante de ellos se sitúan los receptáculos seminales. Estos últimos, reciben el esperma del consorte en la fecundación cruzada; es decir, cada animal recibe durante la cópula, el esperma del otro para fecundar sus propios óvulos (ANACAFÉ, 2012).

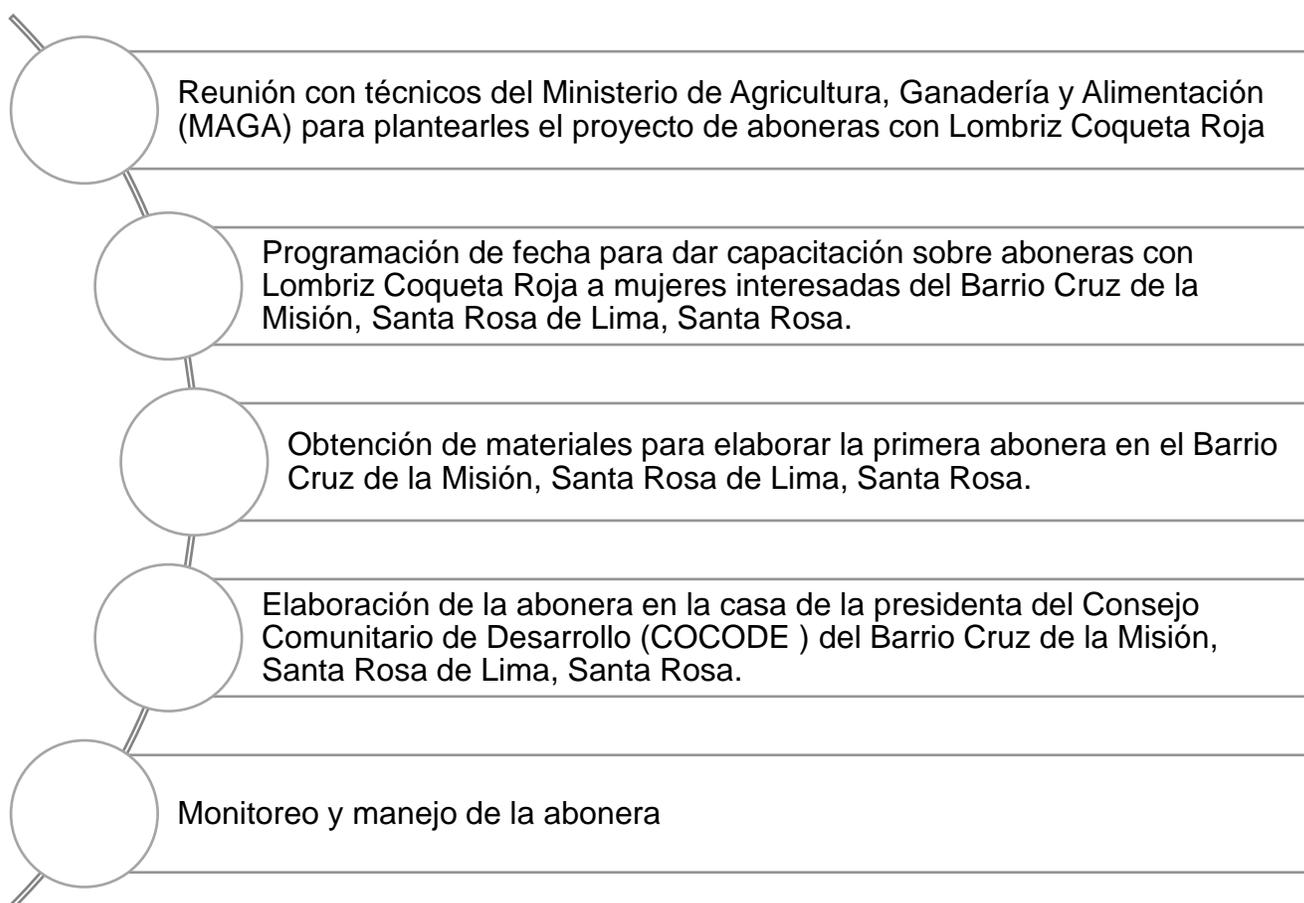
3.4.1. Objetivos

- Aprovechar los desechos orgánicos producidos en las viviendas del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.
- Producir abono orgánico y foliar

3.4.2. Metodología

En la figura 46 se presenta la metodología que se empleó para elaborar una abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión.

Figura 46. Flujograma de metodología empleada para gestionar la capacitación de la abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.



Fuente: elaboración propia, 2017.

3.4.3. Resultados

A. Metas

- Elaborar al menos una abonera, en el Barrio Cruz de la Misión.

B. Resultados obtenidos

En la figura 47 se observa que personal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) apoyan con impartir la capacitación y la entrega de 1 libra de Lombriz Coqueta Roja, para elaborar la primera abonera.



Figura 47. Fotografía de capacitación sobre aboneras con Lombriz Coqueta Roja a personas del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.



Figura 48. Fotografía de preparación de materiales para la elaboración de abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.



Figura 49. Fotografía de trampa presente en la abonera para control de hormigas en el Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

A finales del mes de febrero de 2017 se elaboró una abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja en la casa de la presidenta del COCODE (Clara Luz Galindo) del Barrio Cruz de La Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa; donde asistieron 10 mujeres, con el propósito que la técnica de elaboración de aboneras se multiplique en los hogares de la comunidad.

3.3.4. Evaluación

El 23 de mayo de 2017 se realizó la cuarta reunión con el Ing. Agr. Edgar Rodas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para continuar con el proceso de elaboración de abonera piloto con Lombriz Coqueta Roja, había presencia de 3 libras aproximadamente de Lombriz Coqueta Roja (se inició con 1 libra). El seguimiento y manejo de la misma quedó a cargo del Ing. Edgar Rodas (Figura 50).



Figura 50. Fotografía de reproducción de Lombriz Coqueta Roja en la abonera piloto del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa.

Listado de Actividades realizadas en el municipio de Santa Rosa de Lima:

1. Elaboración del mapa del municipio de Santa Rosa de Lima
2. Mapeo de nacimientos de agua de algunas aldeas del municipio de Santa Rosa de Lima
3. Reforestación y charlas a estudiantes del Instituto Nacional de Educación Básica del municipio de Santa Rosa de Lima
4. Gestión de diplomado: Educación ambiental con énfasis en Cambio Climático, impartido por la Licda Vilma Lucrecia Lima del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
5. Gestión para el mejoramiento de las instalaciones de la Escuela Rural Mixta del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa
6. Mejoramiento del área recreativa de la Escuela de Educación Primaria del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa
7. Charlas de reciclaje a estudiantes de la Escuela de Educación Primaria del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa
8. Elaboración de Diagnóstico comunitario del Barrio Cruz de la Misión, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa

3.5. BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). (2012a). *Características de la coqueta roja*. Guatemala. Obtenido de https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Coqueta_Caracteristicas
2. _____. (2012b). *Efecto de la lombriz coqueta roja para la producción de lombricompost*. Guatemala. Obtenido de <http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Efecto-coqueta-roja-lombricompost>
3. Ministerio de Educación, Guatemala (MINEDUC). (2017). *Establecimientos del municipio de Santa Rosa de Lima*. Guatemala: MINEDUC.
4. Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia de la República (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Santa Rosa de Lima*. Santa Rosa, Guatemala: SEGEPLAN.