

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ÁREA DE INFLUENCIA  
DE LAS AGUAS DEL RÍO FLORES, ALDEA BUENA VISTA,  
SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A.**

ANA SILVIA BALSELLS ORELLANA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ÁREA DE INFLUENCIA  
DE LAS AGUAS DEL RÍO FLORES, ALDEA BUENA VISTA,  
SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A.**

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

**POR**

**ANA SILVIA BALSELLS ORELLANA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING. M.SC. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

|               |   |
|---------------|---|
| DECANO        | Ing. Agr. MARIO ANTONIO GODÍNEZ LÓPEZ             |
| VOCAL PRIMERO | Dr. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA                 |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. M.A. CÉSAR LINNEO GARCÍA CONTRERAS      |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. M.A. JORGE MARIO CABRERA MADRID         |
| VOCAL CUARTO  | P. en Electrónica CARLOS WALDEMAR DE LEÓN SAMAYOA |
| VOCAL QUINTO  | P. Agr. MARVIN ORLANDO SICAJAÚ PEC                |
| SECRETARIO    | Ing. Agr. JUAN ALBERTO HERRERA ARDÓN              |

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

Guatemala, noviembre 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 **MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS AGUAS DEL RÍO FLORES, ALDEA BUENA VISTA, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C. A.** como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Gestión Ambiental Local, 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”

Ana Silvia Balsells Orellana

## ACTO QUE DEDICO

**A Dios y a La Virgen María.** Por permitirme estar aquí hoy de pie, alcanzando una meta muy especial y añorada durante mucho tiempo, por estar conmigo siempre y darme una vida llena de retos y bendiciones.

**A mis padres.** Mis pilares, que con sus acciones y palabras me siguen ayudando a marcar el camino para alcanzar mis objetivos. Hoy podría adornar con muchos adjetivos lo que representan en mi vida, pero no me alcanzan las palabras para expresar lo agradecida y orgullosa que estoy de tenerlos en mi vida. Gracias Pa y Ma porque lejos de consentir mis dudas en momentos de flaqueza sus palabras han sido suficientes para potenciar mi espíritu.

**A mi esposo.** Mi compañero de vida, por ser el hombre que me ha mostrado una vida llena de amor y plenitud, por tu entrega y apoyo incondicional, gracias cielo por estar siempre a mi lado. Te amo muchísimo.

**A mis hijos.** Andrés y Valentina, por inundar de luz mi vida. Por ser ese caos tan dulce que me inspira a seguir adelante y saber que existo para ustedes. Los amo, aprendan todo lo que puedan y nunca pierdan la Fe. Siempre estaré a su lado.

**A mis Sobrinos.** Natalia y Sebastián, por hacer de mí la tía más afortunada y llenarme de experiencias maravillosas. Los adoro.

**A mis hermanos.** Melba, Esperanza, Jorge, Luis y Mariela, por ser mis compañeros, confidentes y mejores amigos. De todo corazón, gracias.

**A mis amigos.** Por su solidaridad, apoyo y cariño que me mantuvieron fuerte en la lucha por conseguir este sueño.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

**A Dios y a la Virgen María.** Por iluminar mi camino y mis pensamientos y guiarme hacia las personas correctas para concretar este trabajo.

**A mi familia.** Por el apoyo incondicional que prevalece y nos mantiene unidos.

**A mis Asesores Consultores y Docentes.** En especial al Ingeniero Alfredo Itzep, Ingeniero Ricardo Catalán e Ingeniero Kelder Ortiz, por todo el conocimiento que compartieron conmigo y por su valioso tiempo dedicado a este trabajo.

**A la Facultad de Agronomía.** La que tan calurosamente me abrió las puertas nuevamente, cuando decidí retomar mis estudios.

**A la Universidad de San Carlos de Guatemala.** Por el regalo invaluable de la educación y conciencia social, que me abre los ojos a una realidad y las puertas a un universo de posibilidades.

**A la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez.** En especial al Doctor Rodrigo Buch, Alcalde del municipio de San Pedro Sacatepéquez, por recibirme tan amablemente y depositar en mí su confianza.

**A la Dirección Regional Metropolitana DRM – CONAP.** Por el apoyo para realizar la investigación necesaria para realizar este trabajo. En especial al Ingeniero Agrónomo David Illescas y a los guarda recursos de la reserva, José Félix Chuquiej Quiyuch y Alberto Guadalupe Vásquez Oxcal, quienes me acompañaron y apoyaron en el transcurso de distintas actividades de mi Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-.

## ÍNDICE GENERAL

| Contenido  | Página |
|--|--------|
| <b>CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.</b> |        |
| RESUMEN  | xvii   |
| 1.1. PRESENTACIÓN.....   | 2      |
| 1.2. MARCO REFERENCIAL.....  | 4      |
| 1.2.1. Ubicación geográfica.....   | 4      |
| 1.2.2. Localización, extensión y límite.....   | 4      |
| 1.2.3. Geología del municipio.....   | 4      |
| 1.2.4. Pendientes.....   | 6      |
| 1.2.5. Zonificaciones.....   | 6      |
| 1.2.6. Vialidad urbana.....  | 7      |
| 1.2.7. Vías de comunicación.....   | 8      |
| 1.2.8. Traza urbana.....   | 9      |
| 1.2.9. Aldeas del municipio de San Pedro Sacatepéquez.....   | 10     |
| A. Aldea Vista Hermosa.....  | 10     |
| B. Aldea Buena Vista.....  | 11     |
| 1.2.10. Funcionamiento del gobierno municipal.....   | 13     |
| 1.2.11. Demografía:.....   | 14     |
| 1.2.12. Integración social.....  | 14     |
| 1.2.13. Vivienda.....  | 15     |
| 1.2.14. Niveles de pobreza.....  | 16     |
| 1.2.15. Educación.....   | 16     |
| 1.2.16. Alfabetización.....  | 18     |
| A. Inscripción escolar para el año 2017.....   | 18     |
| B. Tasa de repitencia para el año 2017.....  | 19     |
| 1.2.17. Salubridad.....  | 20     |

|  | Página |
|--|--------|
| 1.2.18. Economía .....   | 22     |
| 1.2.19. Servicios públicos .....   | 24     |
| A. Servicio de agua .....  | 24     |
| B. Servicio de luz eléctrica .....   | 24     |
| C. Servicio recolector de desechos sólidos .....   | 24     |
| D. Servicio de drenajes .....  | 24     |
| E. Servicio de transporte .....  | 25     |
| F. Turismo .....   | 25     |
| 1.2.20. Caracterización biofísica.....   | 25     |
| A. Zonas de vida.....  | 25     |
| B. Condiciones climáticas.....   | 26     |
| C. Suelos .....  | 26     |
| 1.2.21. Zona de avance urbano .....  | 28     |
| 1.2.22. Zona de avance de la frontera agrícola.....  | 28     |
| 1.2.23. Hidrología .....   | 29     |
| 1.2.24. Flora y fauna .....  | 30     |
| 1.2.25. Organización comunitaria .....   | 31     |
| 1.3. OBJETIVOS .....   | 33     |
| 1.3.1. Objetivo General:.....  | 33     |
| 1.3.2. Objetivos Específicos:.....   | 33     |
| 1.4. METODOLOGÍA .....   | 34     |
| 1.4.1. Fases de la metodología:.....   | 34     |
| A. Fase de campo: .....  | 34     |
| B. Fase de gabinete .....  | 34     |
| C. Desarrollo: .....   | 34     |
| D. Etapa de Investigación:.....  | 36     |
| 1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 38     |
| 1.5.1. Interacción de actores involucrados con el municipio de San Pedro<br>Sacatepéquez ..... | 38     |



|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.5.2. | Magnitud de problemas encontrados en el municipio de San Pedro Sacatepéquez..... | 41 |
| 1.5.3. | Evaluación de intervenciones .....   | 42 |
| 1.5.4. | Asociación entre actores comunitarios .....                                      | 45 |
| 1.5.5. | Análisis de la información.....  | 47 |
| 1.6.   | CONCLUSIONES .....   | 50 |
| 1.7.   | RECOMENDACIONES .....  | 51 |
| 1.8.   | BIBLIOGRAFÍA .....   | 53 |

**CAPÍTULO II. MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL RÍO FLORES, ALDEA BUENA VISTA, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.1.   | PRESENTACIÓN.....  | 56 |
| 2.2.   | MARCO TEÓRICO .....  | 59 |
| 2.2.1. | Marco Conceptual.....  | 59 |
| A.     | Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux (RFPMCA) .....  | 59 |
| B.     | Vertedero clandestino.....   | 60 |
| C.     | Tren de aseo .....   | 60 |
| D.     | Contaminación del agua.....  | 60 |
| E.     | Aguas servidas o residuales .....  | 61 |
| F.     | Calidad del agua .....   | 61 |
| G.     | Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 “Reglamento de las descargas y reuso de las aguas residuales y la disposición de lodos” ..... | 62 |
| H.     | Caracterización del agua.....  | 67 |
| I.     | Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).....  | 70 |
| 2.2.2. | Marco Referencial.....   | 71 |
| A.     | Ubicación geográfica .....   | 71 |
| B.     | Servicios.....   | 74 |
| C.     | Servicio de tratamiento de aguas residuales .....  | 74 |
| D.     | Acceso.....  | 77 |
| E.     | Economía .....   | 78 |

|   | Página |
|---|--------|
| F. Idioma .....   | 78     |
| G. Colindancias.....  | 79     |
| H. Vías de comunicación .....   | 79     |
| I. Fiestas del pueblo y celebraciones.....  | 79     |
| J. Clima .....  | 79     |
| 2.3. OBJETIVOS .....  | 80     |
| 2.3.1. Objetivo General.....  | 80     |
| 2.3.2. Objetivos Específicos .....  | 80     |
| 2.4. METODOLOGÍA .....  | 81     |
| 2.4.1. Análisis de contaminación por descargas.....   | 81     |
| A. Análisis de criterios de evaluación sobre áreas vulnerables a problemas<br>de contaminación..... | 82     |
| B. Aplicación de los sistemas de información geográfica en la ubicación<br>de vertederos .....      | 83     |
| 2.4.2. Análisis de la calidad del agua .....  | 83     |
| A. Selección de puntos de muestreo.....   | 83     |
| B. Toma y transporte de muestras .....  | 85     |
| C. Análisis de muestras .....   | 86     |
| D. Análisis de la información .....   | 86     |
| E. Cálculo de la eficiencia de la planta de tratamiento.....  | 87     |
| 2.4.3. Formulación de modelo de gestión.....  | 88     |
| 2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 89     |
| 2.5.1. Análisis de la contaminación por descargas.....  | 89     |
| A. Análisis de criterios de evaluación sobre áreas vulnerables a problemas<br>de contaminación..... | 89     |
| B. Aplicación de sistemas de información geográfica en la ubicación de<br>vertederos.....           | 94     |
| 2.5.2. Análisis de la calidad del agua .....  | 96     |
| A. Planta de tratamiento Los Buch .....   | 96     |
| B. Planta de tratamiento municipal.....   | 108    |

|   | Página |
|---|--------|
| C. Planta de tratamiento Los Ortiz .....  | 120    |
| D. Comparación de parámetros en plantas de tratamiento de aguas<br>residuales en estudio.....                         | 133    |
| 2.5.3. Cálculo de eficiencia.....   | 149    |
| A. Planta de tratamiento Los Buch .....   | 149    |
| B. Planta de tratamiento municipal .....  | 150    |
| C. Planta de tratamiento Los Ortiz .....  | 152    |
| D. Comparación de eficiencia en plantas de tratamiento en estudio.....  | 154    |
| 2.5.4. Modelo de gestión.....   | 156    |
| A. Actores involucrados .....   | 158    |
| B. Base política .....  | 161    |
| C. Plan de mejoramiento para gestión del recurso hídrico.....   | 164    |
| D. Plan de manejo para la gestión de desechos .....   | 166    |
| 2.6. CONCLUSIONES .....   | 168    |
| 2.7. RECOMENDACIONES .....  | 171    |
| 2.8. BIBLIOGRAFÍA .....   | 174    |
| 2.9. ANEXOS .....   | 177    |
| 2.9.1. Puntos de observación vulnerables a la contaminación por descargas.....  | 177    |
| 2.9.2. Fotografías de los puntos de observación tomadas durante el desarrollo<br>de la investigación.....             | 179    |
| 2.9.3. Estimación de nivel de significancia de impacto ambiental en puntos<br>de vulnerables a la contaminación ..... | 185    |
| 2.9.4. Encuesta sobre disposición final de residuos sólidos urbanos .....   | 200    |
| 2.9.5. Resultados análisis de muestras de agua residual .....   | 201    |
| A. Época lluviosa .....   | 201    |
| B. Época Seca .....   | 213    |
| 2.9.6. Croquis plantas de tratamiento en estudio .....  | 225    |
| 2.9.7. Cálculo de eficiencia de PTARS.....  | 228    |
| A. Planta de tratamiento Los Buch .....   | 228    |
| B. Planta de tratamiento municipal .....  | 229    |

|    |                                      |     |
|----|--------------------------------------|-----|
| C. | Planta de tratamiento Los Ortiz..... | 231 |
|----|--------------------------------------|-----|

**CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN DIRECCIÓN REGIONAL METROPOLITANA DEL CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS -DRM CONAP- Y MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.1.   | PRESENTACIÓN .....  | 234 |
| 3.2.   | FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS .....  | 235 |
| 3.2.1. | PROBLEMA .....  | 235 |
| 3.2.2. | OBJETIVOS .....   | 235 |
| A.     | Objetivo General .....  | 235 |
| B.     | Objetivos Específicos .....   | 235 |
| 3.2.3. | METODOLOGÍA .....   | 236 |
| A.     | Primera Etapa .....   | 236 |
| B.     | Segunda Etapa .....   | 237 |
| C.     | Tercera Etapa .....   | 238 |
| 3.2.4. | RESULTADOS.....   | 239 |
| 3.2.5. | EVALUACIÓN .....  | 241 |
| 3.3.   | MONITOREO DE INSTRUMENTOS AMBIENTALES APROBADOS DENTRO DE LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE MANANTIALES CORDILLERA ALUX ..... | 242 |
| 3.3.1. | PROBLEMA .....  | 242 |
| 3.3.2. | OBJETIVOS .....   | 242 |
| A.     | Objetivo General:.....  | 242 |
| B.     | Objetivos Específicos:.....   | 242 |
| 3.3.3. | METODOLOGÍA: .....  | 243 |
| A.     | Monitoreo:.....   | 243 |
| B.     | Apoyo a capacitaciones sobre uso de Instrumentos Ambientales: .....   | 243 |
| 3.3.4. | RESULTADOS:.....  | 244 |
| 3.3.5. | CONCLUSIONES .....  | 245 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.4.   | REFORESTACIÓN EN ÁREAS COMPRENDIDAS DENTRO DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.....       | 246 |
| 3.4.1. | PROBLEMA:.....   | 246 |
| 3.4.2. | OBJETIVOS:.....  | 246 |
| A.     | Objetivo General: .....  | 246 |
| B.     | Objetivos Específicos: .....   | 246 |
| 3.4.3. | METODOLOGÍA: .....   | 247 |
| 3.4.3. | RESULTADOS: .....  | 247 |
| 3.4.4. | CONCLUSIONES .....   | 248 |
| 3.5.   | ANEXOS .....   | 249 |
| 3.5.1. | Fotografías tomadas en el transcurso del servicio de concientización. ....                               | 249 |
| 3.5.2. | Fotografías tomadas en el transcurso del servicio de monitoreo de instrumentos ambientales. ....         | 253 |
| 3.5.3. | Fotografías tomadas durante el servicio de reforestación en el municipio de San Pedro Sacatepéquez. .... | 256 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Ubicación del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. ....   | 5      |
| Figura 2. Mapa catastral de cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez. ....   | 7      |
| Figura 3. Mapa catastral, aldea Vista Hermosa, municipio de San Pedro<br>Sacatepéquez. ....  | 10     |
| Figura 4. Mapa catastral, aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez. ....  | 12     |
| Figura 5. Mapa catastral, caserío Los Ortiz, aldea Buena Vista, municipio de<br>San Pedro Sacatepéquez. ....                       | 13     |
| Figura 6. Análisis de los problemas más relevantes que afectan al municipio de<br>San Pedro Sacatepéquez. ....                     | 48     |
| Figura 7. Ubicación municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. ....   | 72     |
| Figura 8. Mapa ubicación de aldea Buena Vista y caserío Los Ortiz. ....  | 73     |
| Figura 9. Mapa ubicación de plantas de tratamiento de aguas residuales en zonas<br>específicas dentro de la reserva forestal. .... | 75     |
| Figura 10. Diagrama de metodología de la investigación. ....   | 81     |
| Figura 11. Etiqueta de muestras para análisis de agua. ....  | 86     |
| Figura 12. Mapa de puntos observados para criterios de evaluación dentro<br>del área de estudio. ....                              | 90     |
| Figura 13. Mapa de áreas vulnerables a la contaminación por DSU. ....  | 95     |
| Figura 14. Comparación de pH con LMP durante épocas de estudio<br>en planta de tratamiento Los Buch. ....                          | 97     |
| Figura 15. Comparación de conductividad con LMP durante épocas de estudio<br>en planta de tratamiento Los Buch. ....               | 98     |
| Figura 16. Comparación de sólidos en suspensión con LMP durante épocas<br>de estudio en planta de tratamiento Los Buch. ....       | 99     |
| Figura 17. Comparación de DBO con LMP durante épocas<br>de estudio en planta de tratamiento Los Buch. ....                         | 100    |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 18. Comparación de DQO con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.....                                      | 101 |
| Figura 19. Comparación de concentración de Nitrógeno total con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch. ....        | 103 |
| Figura 20. Comparación de concentración de Fósforo total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch. ....       | 104 |
| Figura 21. Comparación de color con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.....                                 | 105 |
| Figura 22. Comparación de concentración de grasas y aceites con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch. ....    | 106 |
| Figura 23. Comparación de coliformes fecales presentes con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.....          | 108 |
| Figura 24. Comparación de concentración de pH con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal. ....                 | 110 |
| Figura 25. Comparación de la conductividad con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal. ....                    | 111 |
| Figura 26. Comparación de concentración de sólidos suspendidos con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal..... | 112 |
| Figura 27. Comparación de DBO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal. ....                                 | 113 |
| Figura 28. Comparación de DQO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal. ....                                 | 114 |
| Figura 29. Comparación de concentración de Nitrógeno total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.....     | 115 |
| Figura 30. Comparación de concentración de Fósforo total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.....       | 116 |
| Figura 31. Comparación de color con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.....                                | 117 |
| Figura 32. Comparación de concentración de aceites y grasas con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.....    | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 33. Comparación de coliformes fecales presentes, con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.....         | 120 |
| Figura 34. Comparación de pH con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.....                                    | 121 |
| Figura 35. Comparación de la conductividad con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.....                      | 122 |
| Figura 36. Comparación de concentración de sólidos suspendidos con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz. .... | 124 |
| Figura 37. Comparación de DBO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.....                                   | 125 |
| Figura 38. Comparación de DQO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.....                                   | 126 |
| Figura 39. Comparación de concentración de Nitrógeno total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz. ....     | 127 |
| Figura 40. Comparación de concentración de Fósforo total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz. ....       | 129 |
| Figura 41. Comparación de concentración de color con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz. ....               | 130 |
| Figura 42. Comparación de concentración de aceites y grasas con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz. ....    | 131 |
| Figura 43. Comparación de coliformes fecales presentes, con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz. ....        | 133 |
| Figura 44. Comportamiento del pH de plantas en tratamiento en estudio.....   | 135 |
| Figura 45. Comportamiento de la conductividad en plantas de tratamiento en estudio. ....   | 136 |
| Figura 46. Comportamiento de sólidos sedimentables en plantas de tratamiento en estudio.....   | 138 |
| Figura 47. Comportamiento de la DBO en plantas de tratamiento en estudio. ....   | 140 |
| Figura 48. Comportamiento de la DQO en plantas de tratamiento en estudio.....  | 141 |
| Figura 49. Comportamiento del Nitrógeno total en plantas de tratamiento en estudio. ....   | 142 |



|  |     |
|--|-----|
| Figura 50. Comportamiento del Fósforo total en plantas de tratamiento en estudio. ....                 | 144 |
| Figura 51. Comportamiento del color en plantas de tratamiento en estudio. ....                         | 145 |
| Figura 52. Comportamiento de los aceites y grasas en plantas de tratamiento<br>en estudio. ....        | 146 |
| Figura 53. Comportamiento de las coliformes fecales en plantas de tratamiento<br>en estudio. ....      | 148 |
| Figura 54. Croquis del modelo de gestión sostenible para el área<br>de influencia del río Flores. .... | 157 |
| Figura 55. Actores involucrados en la implementación del modelo de gestión. ....                       | 158 |
| Figura 56. Bases políticas en la implementación del modelo de gestión. ....                            | 162 |
| Figura 57. Plan del recurso hídrico en la implementación del modelo de gestión. ....                   | 164 |
| Figura 58. Plan de manejo para los RSU en la implementación del modelo<br>de gestión. ....             | 167 |
| Figura 59A. Punto de observación 1, ZUE. ....  | 179 |
| Figura 60A. Punto de observación 2, ZUE. ....  | 179 |
| Figura 61A. Punto de observación 4, PTAR Los Buch, ZPCFA. ....   | 180 |
| Figura 62A. Punto de observación 8, ZPCFA. ....  | 180 |
| Figura 63A. Punto de observación 12, ZPCFA. ....   | 181 |
| Figura 64A. Punto de observación 18, ZPCFA. ....   | 181 |
| Figura 65 A. Punto de observación 21, ZUE. ....  | 182 |
| Figura 66A. Punto de observación 23, PTAR Los Ortiz, ZUE. ....   | 182 |
| Figura 67A. Punto 25, la presa, ZDU. ....  | 183 |
| Figura 68A. Punto de observación 31, ZPCFA. ....   | 183 |
| Figura 69A. Punto de observación 35, PTAR municipal, ZDU. ....   | 184 |
| Figura 70A. Puntos 38, 40 y 41, ZDU. ....  | 184 |
| Figura 71A. Punto de observación 44, nacimiento, ZPCFA. ....   | 185 |
| Figura 72A. Encuesta, acciones de la población ante los RSU. ....                                      | 200 |
| Figura 73A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Buch, época lluviosa. ....                          | 201 |
| Figura 74A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Buch, época lluviosa. ....                         | 202 |
| Figura 75A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR municipal, época lluviosa. ....                         | 203 |

|  | Página |
|--|--------|
| Figura 76A. Resultados fisicoquímicos post PTAR municipal, época lluviosa.....   | 204    |
| Figura 77A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Ortiz, época lluviosa.....  | 205    |
| Figura 78A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Ortiz, época lluviosa.....   | 206    |
| Figura 79A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Buch, época lluviosa.....  | 207    |
| Figura 80A. Resultados microbiológicos post PTAR Los Buch, época lluviosa.....   | 208    |
| Figura 81A. Resultados microbiológicos pre PTAR municipal, época lluviosa. ....  | 209    |
| Figura 82A. Resultados microbiológicos post PTAR municipal, época lluviosa.....  | 210    |
| Figura 83A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Ortiz, época lluviosa. ....  | 211    |
| Figura 84A. Resultados microbiológicos post PTAR Los Ortiz, época lluviosa. ....   | 212    |
| Figura 85A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Buch, época seca.....   | 213    |
| Figura 86A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Buch, época seca.....  | 214    |
| Figura 87A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR municipal, época seca. ....   | 215    |
| Figura 88A. Resultados fisicoquímicos post PTAR municipal, época seca.....   | 216    |
| Figura 89A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Ortiz, época seca. ....   | 217    |
| Figura 90A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Ortiz, época seca. ....  | 218    |
| Figura 91A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Buch, época seca. ....   | 219    |
| Figura 92A. Resultados microbiológicos post PTAR Los Buch, época seca.....   | 220    |
| Figura 93A. Resultados microbiológicos pre PTAR municipal, época seca.....   | 221    |
| Figura 94A. Resultados microbiológicos post PTAR municipal, época seca. ....   | 222    |
| Figura 95A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Ortiz, época seca.....   | 223    |
| Figura 96A. Resultados microbiológicos PTAR Los Ortiz, época seca.....   | 224    |
| Figura 97A. Croquis PTAR sector Los Buch.....  | 225    |
| Figura 98A. Croquis PTAR municipal. ....   | 226    |
| Figura 99A. Croquis PTAR sector Los Ortiz. ....  | 227    |
| Figura 100A. Concientización en Escuela Oficial Rural Mixta, aldea<br>Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.....  | 249    |
| Figura 101A. Concientización en Escuela Oficial Rural Mixta aldea<br>Vista Hermosa, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala..... | 249    |
| Figura 102A. Concientización en Instituto por Cooperativa Vista Hermosa,<br>San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. ....        | 250    |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 103A. Premiación de mural de Escuela Oficial Rural Mixta aldea Buena Vista,<br>San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.....  | 250 |
| Figura 104A. Premiación de mural en Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Cruz de<br>Piedra, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.....   | 251 |
| Figura 105A. Premiación mural de Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Los Ortiz,<br>San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.....   | 251 |
| Figura 106A. Formato para presentar dibujos de mural “Cuidemos nuestro ambiente”....  | 252 |
| Figura 107A. Formato para diplomas de premiación en establecimientos educativos.....  | 252 |
| Figura 108A. Monitoreo de “Vivienda integral: Laura María Velásquez Orellana”. .....  | 253 |
| Figura 109A. Charla sobre mantenimiento de plantas de tratamiento y uso de<br>Herramientas Ambientales COCODE aldea Buena Vista, San Pedro<br>Sacatepéquez, Guatemala. ....                     | 253 |
| Figura 110A. Charla sobre mantenimiento de plantas de tratamiento y uso de<br>Herramientas Ambientales COCODE aldea Buena Vista, San Pedro<br>Sacatepéquez, Guatemala. ....                     | 254 |
| Figura 111A. Capacitación sobre uso de Herramientas Ambientales en División<br>Municipal de Planificación, municipalidad de Santiago Sacatepéquez,<br>Sacatepéquez.....                         | 254 |
| Figura 112A. Boletas de campo utilizadas internamente en DRM-CONAP,<br>para el monitoreo de proyectos aprobados dentro de la Reserva Forestal<br>Protectora de Manantiales Cordillera Alux..... | 255 |
| Figura 113A. Reforestación municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. ....   | 256 |
| Figura 114A. Comunitarios voluntarios para la reforestación, municipio<br>de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. ....  | 256 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1. Perfil socioeconómico de San Pedro Sacatepéquez. ....  | 17     |
| Cuadro 2. Categorías de personas alfabetizadas por CONALFA en el municipio de<br>San Pedro Sacatepéquez.....                           | 19     |
| Cuadro 3. Indicadores de salud - morbilidad 2004 - 2008, San Pedro Sacatepéquez.....   | 21     |
| Cuadro 4. Causas de mortandad, municipio de San Pedro Sacatepéquez. ....   | 22     |
| Cuadro 5. Uso de suelos cordillera Alux. ....  | 27     |
| Cuadro 6. Jerarquización municipal del municipio de San Pedro Sacatepéquez.....  | 31     |
| Cuadro 7. Organización del COCODE, municipio de San Pedro Sacatepéquez. ....   | 32     |
| Cuadro 8. Organización COCODE aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez. ....  | 32     |
| Cuadro 9. Matriz de actores comunitarios.....  | 38     |
| Cuadro 10. Tabla de magnitud de problemas por línea,<br>municipio de San Pedro Sacatepéquez.....                                       | 41     |
| Cuadro 11. Matriz de evaluación de intervenciones. ....  | 42     |
| Cuadro 12. Matriz de asociación de actores comunitarios.....   | 45     |
| Cuadro 13. Límites máximos permisibles de características fisicoquímicas de<br>descargas de aguas residuales a cuerpos receptores..... | 68     |
| Cuadro 14. Límite máximo permisible de descargas de aguas residuales a cuerpos<br>receptores. ....                                     | 70     |
| Cuadro 15. Matriz de análisis de criterios de evaluación. ....   | 82     |
| Cuadro 16. Matriz de análisis para criterios de evaluación sobre impacto ambiental. ....   | 84     |
| Cuadro 17. Nivel de significancia en área de influencia del río Flores.....  | 91     |
| Cuadro 18. Acciones de la población ante los RSU.....  | 92     |
| Cuadro 19. Cantidad estimada de RSU en zona de desarrollo urbano del área<br>de influencia del río Flores. ....                        | 94     |
| Cuadro 20. Resultados fisicoquímicos, época lluviosa y época seca de<br>planta de tratamiento Los Buch. ....                           | 97     |
| Cuadro 21. Resultados microbiológicos, época lluviosa y época seca<br>de planta de tratamiento Los Buch.....                           | 107    |

|   |     |
|---|-----|
| Cuadro 22. Resultados Fisicoquímicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento municipal. ....  | 109 |
| Cuadro 23. Resultados microbiológicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento municipal. .... | 119 |
| Cuadro 24. Resultados fisicoquímicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento Los Ortiz. ....  | 121 |
| Cuadro 25. Resultados microbiológicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento Los Ortiz. .... | 132 |
| Cuadro 26. Tabla de cumplimiento de parámetros con el LMP del .....   | 134 |
| Cuadro 27. DBO y DQO PTAR sector Los Buch. ....   | 149 |
| Cuadro 28. Resultados mediciones de caudal PTAR Los Buch. ....  | 149 |
| Cuadro 29. Resultados carga contaminante PTAR Los Buch. ....  | 150 |
| Cuadro 30. Eficiencia DBO, PTAR Los Buch. ....  | 150 |
| Cuadro 31. Eficiencia DQO, PTAR Los Buch. ....  | 150 |
| Cuadro 32. DBO y DQO PTAR municipal. ....   | 151 |
| Cuadro 33. Resultados mediciones de caudal PTAR municipal. ....   | 151 |
| Cuadro 34. Resultados carga contaminante PTAR municipal. ....   | 151 |
| Cuadro 35. Eficiencia DBO, PTAR municipal. ....   | 151 |
| Cuadro 36. Eficiencia DQO, PTAR municipal. ....   | 152 |
| Cuadro 37. DBO y DQO PTAR Los Ortiz. ....   | 152 |
| Cuadro 38. Resultados mediciones de caudal PTAR Los Ortiz. ....   | 152 |
| Cuadro 39. Resultados carga contaminante PTAR Los Ortiz. ....   | 152 |
| Cuadro 40. Eficiencia DBO, PTAR Los Ortiz. ....   | 153 |
| Cuadro 41. Eficiencia DQO, PTAR Los Ortiz. ....   | 153 |
| Cuadro 42. Resumen de caudal por época en PTARS en estudio. ....  | 155 |
| Cuadro 43. Resumen eficiencia plantas de tratamiento durante las épocas de estudio. ....                    | 155 |
| Cuadro 44A. Puntos de referencia del área de influencia para criterios de evaluación. ....                  | 177 |

Cuadro 45A. Estimación de nivel de significancia para puntos vulnerables a contaminación. .... 185

Cuadro 46. Indicadores de desempeños proyectados en el servicio de concientización ambiental, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. .... 239

Cuadro 47. Tabla de participación alcanzada del servicio de concientización en establecimientos educativos, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. .... 240

**MODELO DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LAS AGUAS  
DEL RÍO FLORES, ALDEA BUENA VISTA, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,  
GUATEMALA, C. A.**

**RESUMEN**

El río Flores se ubica en la aldea Buena Vista en el municipio de San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala, se encuentra un 31.55 % dentro del área protegida conocida como Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux –RFBMCA-, la cual fue declarada como tal, según Decreto No. 41-97 de la Constitución Política de la República de Guatemala y se encuentra bajo la jurisdicción de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán –AMSA-.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, realizado en el período de agosto 2017 a mayo 2018, se diagnosticó la situación del municipio de San Pedro Sacatepéquez con la finalidad de conocer la situación con respecto a la contaminación.

En dicho diagnóstico se evidenció que para proteger y manejar la diversidad biológica del territorio, la RFBMCA, no debe permitir el surgimiento de nuevos basureros ni el depósito de cualquier tipo de desechos. Sin embargo, la evacuación de aguas servidas sin tratamiento previo y la proliferación de vertederos no controlados, son actualmente el mayor causante de contaminación de las aguas del río Flores. Esta situación es producto de la presión urbana que existe en la zona y de las actividades de los pobladores.

Para mejorar el desempeño del municipio con respecto a algunos criterios ambientales, se realizaron servicios basados en acciones de mejora, enfocados a corregir prácticas ambientales deficientes.

Se desarrolló la investigación con el objetivo de establecer un modelo de gestión sostenible sobre el área de influencia de las aguas del río Flores en la aldea Buena Vista, donde se evaluó la contaminación provocada por la proliferación de vertederos no controlados y por

la evacuación de las aguas servidas de tres plantas de tratamiento de aguas residuales, evaluando la calidad del agua en época lluviosa y época seca, principalmente de los parámetros siguientes: potencial de Hidrógeno (pH), conductividad, sólidos en suspensión, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitrógeno total, Fósforo total, color, aceites y grasas y coliformes fecales; los cuales se compararon con el Límite Máximo Permisible –LMP-, establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Se determinó el estado del área mediante indicadores o criterios de evaluación, que permitieron exponer el estado real del territorio y dar una visión holística de la situación en que se encuentra, identificando las causas y las fuerzas motrices que ejercen presión alterando su estado natural.

Se evaluaron 44 puntos de observación para obtener el nivel de significancia de impacto ambiental. En la Zona de Uso Extensivo (ZUE) y en la Zona de Protección de Caudales (ZPC) se determinó un nivel de significancia de bajo impacto, mientras que en la Zona de Desarrollo Urbano (ZDU) se determinó un nivel de significancia de impacto medio. Se realizó el monitoreo del área con el fin de generar una capa de información geográfica de referencia para la aplicación de programas y campañas ambientales.

Las plantas de tratamiento evaluadas, mejoran algunos de los parámetros de la calidad de agua en época lluviosa, principalmente los sólidos en suspensión. Sin embargo, el cumplimiento de los objetivos del tratamiento de las aguas residuales es parcial ya que algunos parámetros no llegan a ser removidos de manera eficiente. Del mismo modo se hace evidente el manejo inadecuado e inactivación de los lodos resultantes de las plantas.

Mediante el reconocimiento del uso actual de suelo del área influida por el río y los análisis del recurso hídrico realizados en las plantas de tratamiento de aguas residuales, se desarrolló un “**Modelo de gestión sostenible del área de influencia del río Flores**”, para profundizar en las interrelaciones de las dinámicas urbanas y ambientales que repercuten en la gestión de los recursos naturales de este sector.





**CAPÍTULO I.**

**DIAGNÓSTICO DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,  
GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.**

## 1.1. PRESENTACIÓN

El presente diagnóstico detalla información recabada en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, situado en la parte oeste del departamento de Guatemala, entre las subcuencas de captación pluvial de Amatitlán y del Río Motagua. Su territorio se encuentra ubicado un 31.55 % dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, declarada como área protegida en el año 1997 por medio del Decreto Número 41-91 del Congreso de la República de Guatemala. Entró en vigencia el 1 de julio de 1997, lo cual resalta en el proceso investigativo y es uno de los ejes más importantes que norma la cotidianidad de la población.

La metodología utilizada inició en este proceso desde la asignación de comunidad, por parte de la Dirección Regional Metropolitana- CONAP-, en la etapa de inserción en la institución. La recaudación de datos se realizó por medio de técnicas e instrumentos guías de observación, entrevista semiestructuradas e investigaciones estadísticas del municipio.

Los pobladores del municipio se dedican a diferentes actividades económicas como, siembras de hortalizas y flores. San Pedro Sacatepéquez se caracteriza con la actividad económica de la industria textil, por lo que se ha denominado la cuna de la maquila. Los indicadores de pobreza son altos, lo cual desde el punto de vista estructural demuestra la existencia de más de una necesidad básica insatisfecha.

Al recorrer el municipio de San Pedro Sacatepéquez, se observó que el problema de la contaminación se incrementa de forma gradual todos los días, la cual se ha originado como consecuencia del crecimiento y desarrollo incontrolado de los centros de población, los cuales explotan los recursos naturales y contaminan las fuentes de agua cercanas.

El municipio posee importantes afluentes hídricos, los cuales no son manejados ni regulados de manera sostenible.

Las prácticas humanas producen diariamente una serie de desechos, no procesados y libremente vertidos, que se convierten en contaminantes y deterioran seriamente la calidad ambiental del territorio. Este es el caso de las aguas residuales y los vertidos sólidos urbanos. Ambos constituyen claros problemas actuales en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, puesto que se desconoce si el caudal de las aguas residuales producido es depurado adecuadamente antes de su vertido a los cursos de agua naturales por las plantas de tratamiento existentes. Asimismo, gran parte de los residuos sólidos producidos no solo no son tratados sino vertidos incontroladamente en lugares aislados, barrancos, orillas de carretera y orillas de ríos.

Se continuó con el reconocimiento del municipio, para la obtención de datos relevantes, fuentes de información primaria y secundaria, visitando oficinas municipales, centros de salud, supervisión educativa, Comité Nacional de Alfabetización –CONALFA-, juzgado de paz, iglesias, mercado, biblioteca municipal etc.

Seguidamente se realizó el ordenamiento, estudio y análisis de datos e información, ya que estos permitieron conocer mejor la realidad del municipio de San Pedro Sacatepéquez, para determinar el estado en el que se encuentra y dar respuestas a los problemas.

## **1.2. MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1. Ubicación geográfica**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, se encuentra situado en la parte oeste del Departamento de Guatemala en la Región I o Región Metropolitana (figura 1). Desde la cabecera departamental de Guatemala hasta este municipio hay una distancia de 25 Km. Está ubicado a una latitud de 14 ° 41 ' 06 " y una longitud de 90 ° 30 ' 32 " (Municipalidad, 2013).

### **1.2.2. Localización, extensión y límite**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, pertenece al departamento de Guatemala y se encuentra localizado al noroeste del departamento. Su nombre Geográfico oficial es "San Pedro Sacatepéquez" siendo su cabecera municipal San Pedro Sacatepéquez; y su extensión territorial es de 48 km<sup>2</sup> (Municipalidad, 2013).

Sus límites y colindancia son, al Norte con San Juan Sacatepéquez y San Raymundo; al Sur con el municipio de Mixco; al Este con Chinautla; y al Oeste con Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez (Municipalidad, 2013).

### **1.2.3. Geología del municipio**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, está conformado por dos materiales básicamente: pómez y roca.

La mayoría de las aldeas y caseríos del municipio, así como el casco urbano del mismo, se encuentra sobre conformaciones de pómez; siendo este material poco coherente, muy suave con demasiado asentamiento diferencial.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 1. Ubicación del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

El municipio está no solo expuesto a desplazamiento de la triple unión de placas tectónicas por la cercanía con el departamento de Chimaltenango, sino que también a eventos de grandes fallas, como: Chixoy, Polochic, Motagua, Jalpatagua y pequeñas como: Mixco, Amatitlan, Parque Naciones Unidad, capaces de generar sismos magnitud 5, con aceleraciones de 50 g. Además de cualquier sismo generado por cualquier volcán de la cadena volcánica mayor o igual a magnitud 5 de la escala modificación de Mercalli.

Por tanto, de producirse un sismo en cualquiera de las fallas cercanas, San Pedro Sacatepéquez, estaría dentro del área de epicentro, por lo que tendrá la misma magnitud e intensidad que en el origen. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

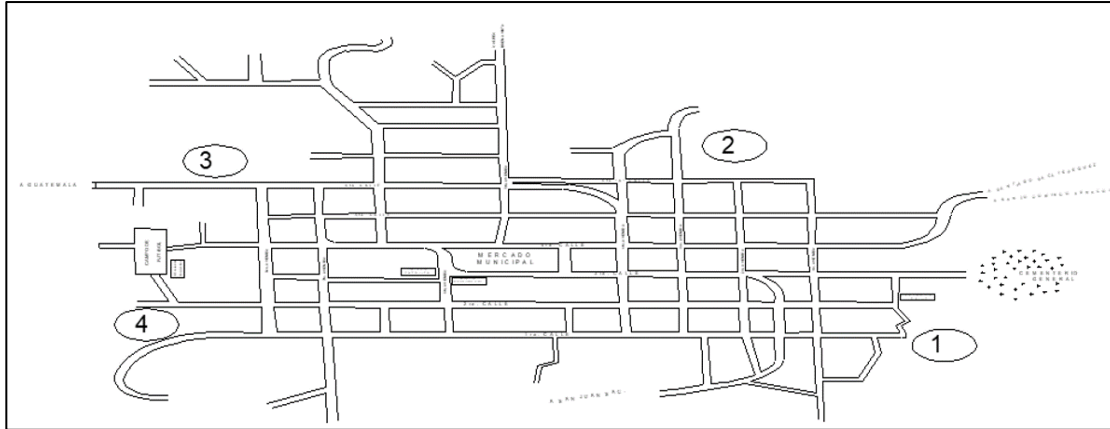
#### **1.2.4. Pendientes**

En el área de estudio se identifican predominantemente pendientes entre el 10% y 25%; pendientes que prevalecen en el área que ocupa el casco urbano. Estos porcentajes son aptos para el desarrollo urbano de un pueblo en su uso más común (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

El deslinde de San Juan Sacatepéquez, se aprobó en el acuerdo del 9 de noviembre de 1,932. Por el acuerdo del 7 de abril de 1,937, la aldea de Buena Vista, segrego de San Raymundo y se anexo a San Pedro Sacatepéquez (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

#### **1.2.5. Zonificaciones**

La cabecera municipal está dividida en las siguientes zonas: Zona 1, Morazán; Zona 2, San José; Zona 3, Ermita y Zona 4, Barrios (figura 2).



*Fuente: municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, 2017.*

*Figura 2. Mapa catastral de cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez.*

Esta división obedece a que según el trazo original está dividido en cuatro cantones, por lo que se respetó dicho esquema. Las zonas en las que se divide el asentamiento urbano guardan cierta proporción entre sí, aunque la zona 2 es la más grande.

Los ejes divisorios son prácticamente dos. Uno de Este a Oeste y otro de Norte a Sur, siguiendo una línea recta, salvo donde las condiciones topográficas han afectado la traza urbana. En la intersección de los ejes se ha asentado el centro urbano, generando actividades de tipo económico e ideológico.

Esto nos indica que el radio de crecimiento del casco urbano, crecerá en esta proporción. Por los límites físicos que existen dentro de la superficie del Radio de Crecimiento, el casco urbano no podrá crecer en esa forma (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **1.2.6. Vialidad urbana**

La red vial actual se reduce principalmente a dos penetraciones al asentamiento urbano, al Este y al Norte por la carretera CA-5, la cual al atravesarlo, además de conformar el trazado vial como un sistema cerrado, se convierte en una arteria mixta. Ya que por un lado cumple

con su función primordial de vía de tráfico interdepartamental, y por el otro, presta un servicio de carácter urbano al nivel de calle; ambas situaciones hacen que la misma sea transitada en forma continua, tanto por vehículos livianos como pesados. Si bien la existencia no deja de ser beneficiosa, también es problemática para los transeúntes, especialmente para la población escolar.

Las calles y avenidas del asentamiento urbano, generalmente se encuentran pavimentadas, adoquinadas, empedradas y algunas otras todavía de terracería, sin embargo su estado ha cambiado para no crear problemas a los pobladores, principalmente en invierno.

Para solventar las deficiencias anteriormente señaladas, a partir del año 1,983, la Municipalidad dio inicio a una serie de proyectos de adoquinamiento en las principales vías del área urbana. Actualmente el 85% de las calles se encuentran pavimentadas, el 10% adoquinada, el 2% empedrada y el 3% de terracería. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **1.2.7. Vías de comunicación**

Desde la ciudad capital por la carretera asfaltada CA-5, rumbo noroeste hay unos 25 km. a la cabecera a San Pedro Sacatepéquez y de allí al norte aprox. 5 km. a la de San Juan Sacatepéquez. Cuenta también con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

El reglamento de rutas de buses y microbuses urbanos se aprobó en punto 3, acta 21, sesión municipal del 2 julio 1974, publicado el 22 de ese mes. En la tabla para elección de diputados a la Asamblea Constituyente, decreto 225 del 9 noviembre 1878, aparece dentro del círculo Xenacoj, 2º distrito. Ahora pertenece al primer distrito electoral. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).



### 1.2.8. Traza urbana

Partiendo del concepto de que la estructura urbana es la forma en que se da la organización social de un territorio determinado en el tiempo y el espacio, se describirán las características principales del asentamiento urbano del municipio.

El asentamiento es de origen pre-colonial (lo redujeron los españoles en el año de 1,525), lo cual es confirmado por su tipo de trazado ortogonal un modelo común bien conocido: una cuadrícula formada por elementos iguales ocasionalmente rectangulares, uno de los cuales no era construido y servía de plaza, alrededor del cual se garuaban la catedral o iglesia mayor, el ayuntamiento y la Gobernación o el Palacio Virreinal, según la importancia de la ciudad, plazuelas menores eran dejadas frente a las iglesias y servían como atrios abiertos; la plaza debía estar rodeada de portales así como las calles principales que eran las que partían de los cuatro ángulos de la plaza.

Como condicionantes secundarias para su conformación se podrían citar: la topografía del lugar y el nivel superestructura de la sociedad (o estructura ideológica), es decir, el uso de caminamientos por costumbres o por influencia jurídica. La cabecera municipal, lo más visible del municipio, presentaba antes del terremoto de 1,976, un aspecto fundamentalmente tradicionalista; una iglesia de aspecto colonial reconstruida después del terremoto de 1,917, rodeada de callejuelas de tierra en la cima del cerro.

Actualmente, el asentamiento urbano ha cambiado su aspecto formal y sirve como medio de trabajo, es decir, se hace necesario para la comercialización y el intercambio de la producción, tanto nivel interno como externo. Esta función como de trabajo, le da características muy particulares como lo es la formación de la plaza el día de mercado. También funciona como medio de trabajo, al contener en su área las instituciones jurídicas y administrativas, así como los soportes materiales necesarios a esta función (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

## 1.2.9. Aldeas del municipio de San Pedro Sacatepéquez

### A. Aldea Vista Hermosa

Se encuentra en el kilómetro 20 en la ruta que conduce de Guatemala a San Pedro Sacatepéquez sobre la carretera denominada CA-5, es la aldea más grande que tiene el municipio.

La aldea de Vista Hermosa actualmente está sectorizada en varias áreas las cuales se enumera a continuación: Zona Central, Las Limas, Cruz de Piedra, San Martín, El Aguacate, San Francisco I y II y Sector El Escudero (figura 3).



Fuente: municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, 2017.

Figura 3. Mapa catastral, aldea Vista Hermosa, municipio de San Pedro Sacatepéquez.

En varios sectores de los más alejados viven personas de escasos recursos económicos que no cuentan con todos los servicios necesarios como en la zona central, entre ellos se encuentran: sector Las Limas en la parte donde colinda con la aldea de Buena Vista, las comunidades de San Francisco I y II, sector El Escudero, donde sus calles son de terracería, no cuentan con el servicio de transporte público, algunas familias cuentan con el servicio de

drenaje sanitario y muchas familias no tienen el servicio de agua potable. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017)

#### a. Cantones y caseríos de aldea Vista Hermosa

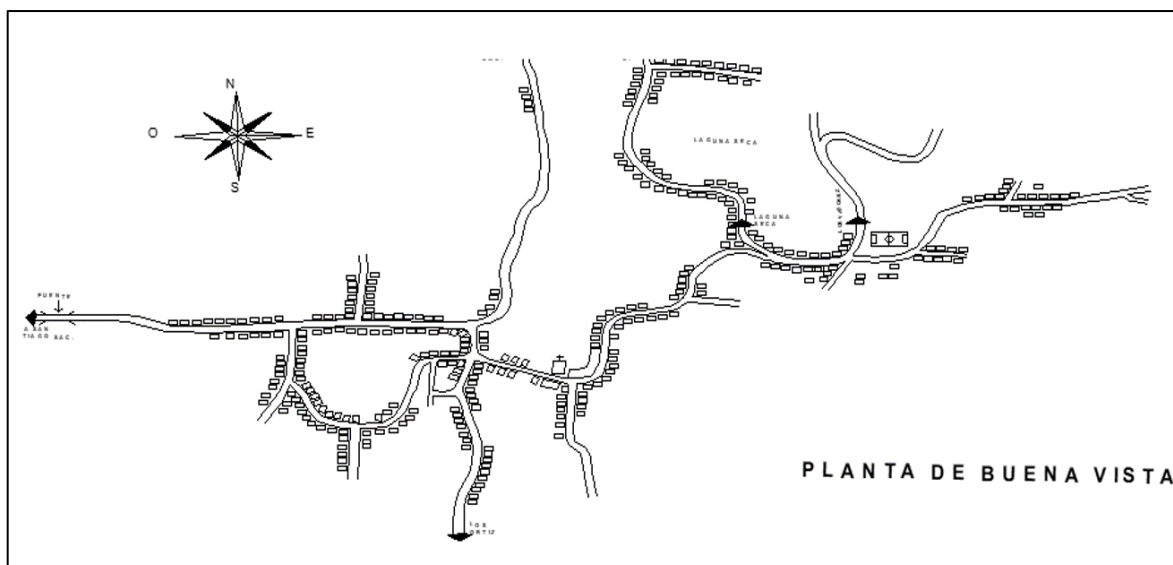
- Las Limas                      4 km
- San Francisco I              4 km
- San Francisco II              4 km
- San Martín                    5.5 km
- Los Reyes                    5 km
- Cruz de Piedra              3 km
- El Aguacate.                2 km
- La Pascua                    5.5 km

#### B. Aldea Buena Vista

Por acuerdo Gubernativo del 2 de mayo de 1,902 da autorización a la Municipalidad para que se llame aldea Buena Vista (figura 4).

#### a. Cantones y caseríos de aldea Buena Vista

- Caserío “Los Vásquez o Nacoch”
- Caserío “Los Ortiz              1.5 km
- Cantón La Presa.              2 km
- Tres Cruces                    5 km
- Puente Viejo                    2.1 km
- Joya los Pitos                2.3 km
- Uno de Junio                 1.8 km



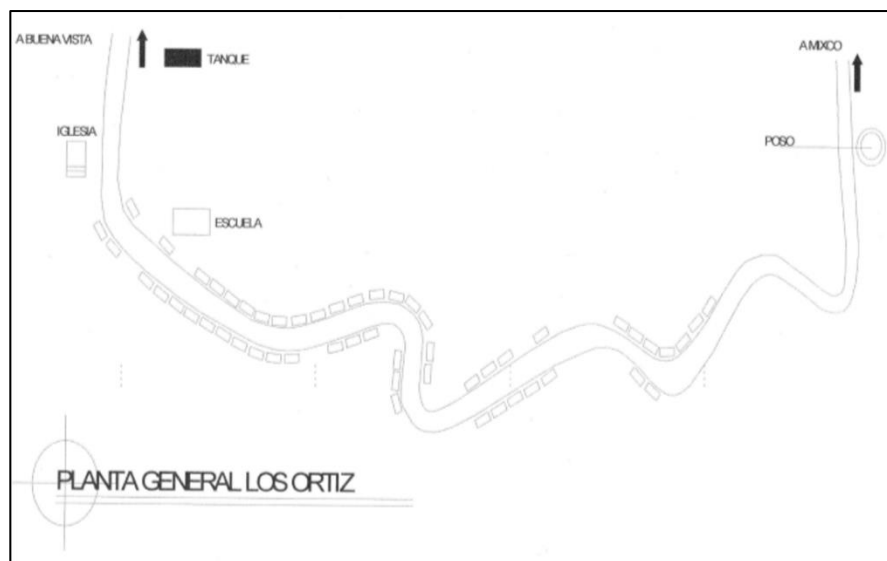
*Fuente: municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, 2017.*

*Figura 4. Mapa catastral, aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez.*

La aldea Buena Vista en la zona central cuenta con los servicios básicos, como los son: servicio de agua potable, drenaje sanitario, infraestructura vial, energía eléctrica, escuela primaria pública, teléfono.

El caserío Los Ortiz y cantón la Presa (figura 5), se encuentran a 1.5 km de la zona central de la aldea, el camino que conduce al lugar es de terracería, el caserío Los Ortiz es el primero y a 500 metros se encuentra el cantón La Presa, contando actualmente con una escuela primaria para las 2 comunidades, tienen energía eléctrica, no cuenta con servicio de agua potable ni de drenaje, para llegar al lugar las personas lo realizan caminando porque no existe transporte público.

La mayoría de las personas son de escasos recursos económicos, un gran porcentaje de los hombres se dedican a la agricultura y la otra parte incluyendo jóvenes se tienen que trasladar, al centro de la aldea, y a la cabecera municipal para trabajar en las fábricas, las mujeres se dedican a tejer güipiles y servilletas para venderlas en el mercado. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).



*Fuente: municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, 2017.*

*Figura 5. Mapa catastral, caserío Los Ortiz, aldea Buena Vista, municipio de San Pedro Sacatepéquez.*

### **1.2.10. Funcionamiento del gobierno municipal**

Actualmente la municipalidad cuenta con una Dirección Municipal de Planificación –DMP-, Administración Financiera, Oficina del Alcalde municipal, Vice-Alcaldía, Alcaldías Auxiliares, Secretaria Municipal, Departamento de Contabilidad y Compras, Departamento de Agua Potable y Concejo Municipal

Actualmente está en funciones hasta el año 2020, el cual ha logrado que se conforme un buen y honorable Concejo Municipal de Desarrollo COMUDE y a la vez es necesario con el apoyo de entidades gubernamentales.

Esta comprendido por el Alcalde Municipal, 2 Sindico Primero y 5 Concejales. Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural Actualmente existen 9 Consejos Comunitarios de Desarrollo COCODE, los cuales representan el 70% de la población y están trabajando para el mejoramiento del territorio, además están dentro de la ley del Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural. Esta comisión vela porque cada COCODE cuente con una

estructura de funcionamiento para lograr el mejor desarrollo social económico, ambiental y político-institucional del municipio de San Pedro Sacatepéquez. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

#### **1.2.11. Demografía:**

Hasta el año 2002 se tenían calculados 33,054 habitantes distribuidos en grupos etarios del municipio de San Pedro Sacatepéquez, para el año 2010 se estimaron 40,058 habitantes. (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2002).

La población del municipio está distribuida en un 59.8% en el área rural, y un 40.2% en el área urbana, un promedio de 82.7% es indígena perteneciente al grupo Kaqchikel y un 17.3% es ladina.

Es importante mencionar la tasa de natalidad que es de un 29.9% y una tasa de fecundidad de 115 nacimientos vivos, por cada 1000 mujeres comprendidas entre las edades de 15 a 49 años de edad fértil, esto indica que continuara en crecimiento y por lo tanto, la demanda de los servicios básico como el agua potable, caminos, seguridad, educación y salud. (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2002).

#### **1.2.12. Integración social**

La mayoría de habitantes de este municipio son indígenas (94.98%). Este aspecto es merecedor de especial atención, pues en San Pedro Sacatepéquez, a diferencia de los municipio y los departamentos que conforman su área de influencia (ladinos en su mayoría), es el único que ha mantenido su estructura indígena a lo largo de su transcurrir histórico, a pesar de que existe un cierto grado de transculturación. Conserva las costumbres de la raza Kaqchikel a la que pertenecen sus habitantes principalmente en lo que es indumentaria e idioma (Municipalidad, 2013).

La población del municipio, tanto urbana como rural, ha tenido durante el periodo comprendido del año 1,950 al 2,000, una tasa de crecimiento de 3.60% anual.

Durante el periodo comprendido entre los de 1,976 a 1,983, el casco urbano del municipio de San Pedro Sacatepéquez, tuvo un incremento de 11.48% con personas provenientes de otros municipios del interior de la república, lo que refleja la afluencia a nivel inmigraciones.

Este movimiento migratorio de tipo social, ya que se debe a la demanda de mano de obra que requiere el municipio, dada su vocación industrial, las personas que emigran, generalmente después de ser contratadas, buscan el lugar donde rescindir y tiempo después contraen matrimonio con moradores del lugar, hasta que piden su avecindamiento (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **1.2.13. Vivienda**

Las variantes censales utilizadas para el estudio de las condiciones en que vive cada persona son muy importantes, ya que se logra establecer si las familias cubren dicha necesidad, “puesto que la vivienda es el lugar de protección contra diversos factores ambientales, aislamiento de medio natural, privacidad y comodidad para llevar a cabo ciertas actividades biológicas y sociales, y no generar sentimientos de privación relativa en sus habitantes”

Para evaluar las capacidades de las viviendas, los indicadores son: el tipo de material utilizado para la construcción; como lo son las paredes, el techo y el piso, con estos indicadores se logra determinar si la vivienda cumple el nivel mínimo de vivienda digna, al no cumplir con los parámetros adecuados, cuando se dice que en la familia se tiene una necesidad básica insatisfecha cuando los materiales con que se construyó la vivienda son de desechos, cartones, materiales usados y deteriorados, la vivienda no se encuentra en condiciones adecuadas de construcción.

Se podría decir que el desarrollo en las viviendas hace algunos años se reflejaba de las remesas, de las personas del municipio de San Pedro Sacatepéquez que emigran a otros países, las cuales fueron mejorando el tipo de viviendas, cambiando de loza, lepa y caña.

Para el año 2010 que representa un 45%, las viviendas informales representan un 27% construidas con materiales improvisados, solamente el 1% son construidas con madera, lepa o caña.

En la actualidad la economía ha sido influenciada también por la producción textil, (producción local) lo cual ha generado desarrollo en construcciones de viviendas, con materiales como block, cemento, lámina etc. (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2002).

#### **1.2.14. Niveles de pobreza**

Referente a la pobreza general el 38.76% de la población lo que parece contrastante referente al Índice de Desarrollo Humano IDH, pues el municipio se ubica en el cuarto lugar a nivel departamental, siendo superado por el municipio de Chuarrancho. Así mismo, la pobreza extrema es del 8.64%, no es considerado un nivel crítico por encontrarse dentro de la línea de pobreza extrema, se refleja que la atención de las necesidades de la población es baja, especialmente en área rural. (Banco Mundial, 2010).

En el cuadro 1 se describe el perfil socioeconómico del municipio de San Pedro Sacatepéquez, producto del taller participativo en la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN- para los años 2009 - 2010.

#### **1.2.15. Educación**

Los establecimientos educativos del municipio en estudio están bajo la inspección de la Supervisión Educativa 01-09-02 Dirección Departamental de Educación de Guatemala.



Cuadro 1. Perfil socioeconómico de San Pedro Sacatepéquez.

| Descripción | Unidad   |
|-------------|--|
| Extensión   | 48 km <sup>2</sup> de extensión territorial<br>15.30% de montaña                                       |
| Población   | 33054 habitantes en el año 2002  |
|             | 1.84% del crecimiento de la población del 2002-2009  |
|             | 40.2% urbano 59.8% rural   |
|             | 82.7% indígena 17.03% no indígena  |
|             | Densidad poblacional 1102 habitantes por km <sup>2</sup>   |
|             | PEA 38.54% de población total, 25.33% hombres y 13.20% mujeres<br>Pobreza 38.76% pobreza extrema 8.04% |
| Producción  | 8.35% agrícola (maíz, frijol)<br>31.02% bosque, 22.49% centros poblados, 22.84% arbustos y matorrales  |

Fuente: taller participativo, SEGEPAN 2009-2010, 2017.

La supervisión educativa, e encuentra situada en las oficinas de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez que cuenta con 62 establecimientos educativos públicos y privados distribuidos de la siguiente manera: (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017)

- 3 establecimientos básico oficial.
- 4 básico privado
- 2 diversificado privado

- 1 diversificado oficial
- 15 párvulos oficial
- 5 párvulos privado
- 4 preprimaria Bilingüe
- 21 primaria oficial
- 5 primaria privado
- 2 por cooperativa

Según la Supervisión Educativa de San Pedro Sacatepéquez, el total de alumnos para el año 2010 es de 10516. Sin contar los alumnos inscritos en establecimientos nocturnos y plan fin de semana que están a cargo de la Supervisión Educativa con oficina en la ciudad capital.

Se cuentan con 27 docentes contratados directamente por la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, también 7 proyectos de educación en ejecución con el fondo de desarrollo y municipal. (Garcia, 2017)

#### **1.2.16. Alfabetización**

En el municipio de San Pedro Sacatepéquez, se establecen programas de aprendizaje y alfabetización por medio del Comité Nacional de Alfabetización –CONALFA-, la meta para el año 2017 establecida es de 576 personas mayores de edad, como se aprecia en el cuadro 2.

##### **A. Inscripción escolar para el año 2017**

Para finales del año 2017 se prevé las siguientes cifras de personas alfabetizadas de todas las edades (Garcia, 2017):

*Cuadro 2. Categorías de personas alfabetizadas por CONALFA en el municipio de San Pedro Sacatepéquez.*

| <b>Categoría/<br/>Fase</b> | <b>Inicial</b>              | <b>Resultados</b> | <b>Post<br/>alfabetización</b> | <b>Resultados</b> | <b>II Etapa</b>               | <b>Resultados</b> |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| <b>Español</b>             | 25 grupos de<br>12 personas | 15 personas       | 12 grupos de 12<br>personas    | 46 personas       | 9 grupos de<br>10<br>personas | 9 personas        |
| <b>Bilingüe</b>            | 10 grupos de<br>12 personas | 30 personas       | 2 grupos de 25<br>personas     | 46 personas       | 9 grupos de<br>24<br>personas | 10 personas       |

*Fuente: Comité Nacional de alfabetización –CONALFA-, 2017.*

**a. Inscritos: Plan diario regular**

- 8,283 Sector oficial (Todos los niveles de escolaridad)
- 2,359 Sector privado (Todos los niveles de escolaridad)
- 954 Cooperativa (Básicos)
- 989 Adultos (Por madurez)

**b. Proporción alumnos – Docente:**

El promedio de estudiantes por catedrático es entre 25-35

**B. Tasa de repitencia para el año 2017**

- a. No promovido sin derecho a recuperación
  - 35 estudiantes
- b. Con derecho a recuperación
  - 130 estudiantes

### **1.2.17. Salubridad**

En el tema salud el porcentaje de incidencia de enfermedades respiratorias alcanza el 93% y 7 % de enfermedades Intestinales lo cual es un problema muy serio, dados los altos riesgos de salud a los que está expuesta esta población, el centro de salud en años anteriores se mantenía abastecido de medicamentos pero en la actualidad solo hay en existencia Acetaminofén en tabletas y ampollas inyectables de Penicilina Gentamicina y Procaína.

El centro de salud ofrece atención de primeros auxilios, los antibióticos mencionados anteriormente y métodos de planificación tales como: inyección que se aplica cada tres meses, preservativos de látex y píldoras anticonceptivas. La falta de acceso a servicios de salud es una de las necesidades insatisfechas más importantes, el sistema de salud no resuelve el problema para la gran mayoría de las patologías que sufre la población, es más la comunidad no cuenta con ambulancias o un medio para transportar enfermos en casos especiales, el servicio recibido tiende a ser de menor cobertura y calidad por las limitaciones presupuestales del sector público. (Ministerio de salud pública y asistencia social., 2010).

El municipio de San Pedro Sacatepéquez cuenta con centro asistente en la cabecera municipal, un puesto de salud en la aldea Chillaní, los cuales prestan en casos de enfermedad común y emergencias, siendo estos servicios en forma gratuita. Además en la comunidad existen clínicas médicas y odontológicas para que lo habitantes cuenten con los servicios médicos.

El personal de estos centros atiende de lunes a sábado en horarios establecidos. Los miembros que lo conforman son:

- Director del centro
- Medico de turno
- Enfermeras
- Laboratoristas

- Inspectores
- Trabajadora social
- Otros que conforman las actividades de salubridad

Los centros también orientan a madres y mujeres en general en el buen uso de los recursos alimenticios con que cuenta el municipio, realizan programas de capacitación en las comunidades y establecimientos educativos en temas importantes como hábitos de higiene, nutrición, planificación familiar, violencia intrafamiliar, educación sexual, desparasitación, despiojización.

El área de salud lleva programas a diferentes comunidades con el objetivo de dar educación permanentemente sobre técnicas de prevención. Coordinados con organizaciones, comités, iglesias, promotores de salud. **(Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2016).**

Una de las causas más comunes de la morbilidad, según el cuadro 3 en San Pedro Sacatepéquez son las enfermedades del sistema respiratorio, seguido por las infecciosas y parasitario, es importante observar que se ha ido reduciendo este tipo de enfermedades.

*Cuadro 3. Indicadores de salud - morbilidad 2004 - 2008, San Pedro Sacatepéquez.*

| No. | Morbilidad total según grupos de diagnóstico | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|-----|--|------|------|------|------|------|
| 1   | Enfermedades del sistema respiratorio        | 6457 | 5172 | 5576 | 5744 | 9186 |
| 2   | Enfermedades infecciosas y parasitarias      | 3116 | 2434 | 2409 | 2411 | 3478 |
| 3   | Enfermedades de la sangre                    | 1177 | 1231 | 1181 | 1099 | 1808 |
| 4   | No clasificado                               | 403  | 470  | 459  | 288  | 806  |

*Fuente: Centro de Salud Pública, municipio de San Pedro Sacatepéquez, 2017.*

Como indica el cuadro 4, las causas de las enfermedades comunes son problemas del sistema circulatorio; se debe a que las personas están propensas por una buena alimentación o hereditario, la segunda causa se debe a que el agua no es potable en su totalidad y causa varios signos de anomalías que pueden causar la muerte.

*Cuadro 4. Causas de mortandad, municipio de San Pedro Sacatepéquez.*

| <b>Enfermedades</b>                                   | <b>Cantidad<br/>2007</b> | <b>Cantidad<br/>2008</b> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Enfermedades del sistema circulatorio                 | 17                       | 1                        |
| Sistema respiratorio                                  | 16                       | 5                        |
| Síntomas, signos, hallazgos clínicos y de laboratorio | 19                       | 8                        |

*Fuente: centro de salud pública, municipio de San Pedro Sacatepéquez, 2017.*

### **1.2.18. Economía**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez con actividad económica activa (Población Económicamente Activa PEA que se considera a las personas entre 7 a 64 años de edad que trabajan o buscan de forma activa ocuparse, según el censo poblacional del 2002. Ya que las personas se dedican a diferentes tipos de actividades para generar ingresos en su familia, entre estas actividades están la siembra de hortalizas, flores, elaboración de candelas y veladoras. Estos productos son vendidos en el mercado local y en algunas partes de la capital.

Otros tipos de negocios existentes son las tiendas de productos básicos existentes alrededor del pueblo, venta de muebles ubicados en la carretera que dirige a San Juan Sacatepéquez que son elaborados ahí mismo, venta de productos de beneficencia para el pueblo.

Este municipio se ha caracterizado por la confección de prendas de vestir, con talleres existentes en la mayoría de hogares donde se trabaja desde la niñez y adolescencia. (Banco Mundial, 2010).

Unas de las principales fuentes de trabajo lo constituye la ventas de muebles de madera, la venta de gallinas ponedoras, venta de carne porcina, producción de güipiles y servilletas, siembra de frijol y maíz de subsistencia para que sean vendidos en el mercado local, nacional e internacional.

San Pedro Sacatepéquez se caracteriza con la actividad económica de la industria textil, por lo que se ha denominad la cuna de la maquila.

Actualmente existe una Asociación Gremial de Productos de Exportación de Sampedranos –AGREPEXSA-. Tiene como objetivo adquirir contratos de trabajo a nivel nacional e internacional para las personas que tienen talleres de confección.

Entre otras actividades laborales se encuentran la elaboración de candelas, calzado, tejidos típicos y en menor medida la agricultura como la siembra de maíz y flores ornamentales. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

Como es de esperarse, los indicadores de pobreza son altos, este porcentaje es el resultado del análisis de hogares se encuentra en condiciones de extrema pobreza, lo cual desde el punto de vista estructural se define como porcentaje de hogares en miseria (más de una necesidad básica insatisfecha) y desde el punto de vista de pobreza por ingresos se define como porcentaje de hogares bajo la línea de indigencia (el ingreso familiar no alcanza para comprar la canasta básica de alimentos). (Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE), 2002).

## **1.2.19. Servicios públicos**

### **A. Servicio de agua**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez cuenta con un abastecimiento de agua del 12.04%. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **B. Servicio de luz eléctrica**

En cobertura de alumbrado público y electrificación, se cuenta con un servicio por cada 8 habitantes en vivienda y comercio. Ha ido aumentando en un 20% hasta la fecha; aun así hay áreas donde no hay cobertura y la demanda va creciendo diariamente. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **C. Servicio recolector de desechos sólidos**

Es importante fortalecer este aspecto, ya que la mayor parte de la población tiende a quemarla o enterrarla y es un 24% aproximadamente, esto provoca contaminación ambiental fuerte a nivel natural y social que contribuye al aumento de enfermedades respiratorias e infecciosas. Solo el 14% de la población paga por servicios del tren de aseo municipal o privado. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **D. Servicio de drenajes**

Cuenta con servicio de drenaje y alcantarillado de las aguas servidas de tipo mixto, algunos sectores tienen deficiencias en el servicio de alcantarillado alcanzando un 30% de viviendas y la demanda crece anualmente, esto incrementa la contaminación ambiental, social y de la salud para el municipio en general. Existen 2 plantas de tratamiento, pero no funcionan por falta de mantenimiento. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).



## **E. Servicio de transporte**

Cuentan con 20 unidades extraurbanos, pero es insuficiente ya que no cubre la demanda creciente de la población, la cual necesita movilidad interna y externa. Este servicio esta agrupado con un consorcio varias unidades de transporte extraurbano, no cuenta con infraestructura para una terminal.

Otros servicios de transporte con él cuenta el municipio de San Pedro Sacatepéquez son microbuses, pick up, taxis, moto-taxis. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

## **F. Turismo**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez cuenta con algunos sitios para formular proyectos de turismo y ecoturismo, es un área llamada San Francisco donde la mayoría de la población realiza ritos ceremoniales mayas, a la vez cuenta con dos áreas arqueológicas las cuales son Castillo y la Zanja, actualmente no están en buen estado de conservación ya que es un potencial económico y además forma parte de un eje para el desarrollo creando conciencia de las creencias y la pertinencia cultural. (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

### **1.2.20. Caracterización biofísica**

#### **A. Zonas de vida**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez no ha escapado al deterioro ambiental, ya que hasta hace unas décadas era privilegiado por sus recursos naturales. Se ubica entre las

subcuencas de captación pluvial de Amatitlán y del río Motagua que los han convertido en tiradero de basura y evacuación de aguas servidas sin tratamiento.

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA, está compuesto por dos zonas de vida: (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia de la República, Guatemala (SEGEPLAN), 2016).

- Bosque Húmedo Montañoso Bajo Subtropical.
- Bosque Húmedo Sub-tropical (templado-frío).

## **B. Condiciones climáticas**

El clima es generalmente frío. Está a una altura de 1200 msnm según el Instituto de Sismología, Vulcanología y Meteorología INSIVUMEH, el promedio de temperatura anual es de 18°C a 25°C con temperaturas máximas de 22°C y una mínima de 5-10°C. el régimen de lluvias presenta precipitaciones que fluctúan entre 2000 a 2500 mm durante el año. La época seca se comprende entre los meses de noviembre a abril. La época lluviosa empieza en mayo y finaliza en octubre. Estos datos han ido variando con los años lo cual ha colocado al municipio como zona de amenaza por sequía (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2017).

## **C. Suelos**

El uso actual de la tierra de la cordillera Alux es la colindancia a la ciudad de Guatemala, que se ve influenciada por la dinámica del crecimiento urbano, siendo este más evidente en los municipios de Mixco, San Lucas y San Pedro Sacatepéquez. Este avance de la frontera urbana y agrícola, representa una amenaza para la conservación de los recursos naturales con que cuenta la reserva forestal y sus procesos ecológicos y biológicos, están seriamente amenazados. Es por ello, importante analizar la tendencia y velocidad con que están ocurriendo dichos cambios, para diseñar políticas y medidas que tiendan a darle sostenibilidad a estos procesos ecológicos y biológicos y reducir las amenazas.

Otro elemento que contribuye con esta problemática, es el minifundismo imperante en los municipios de Santiago, San Pedro y San Juan Sacatepéquez. El minifundismo se da en menor proporción en los municipios de Mixco y San Lucas Sacatepéquez. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2008)

De acuerdo al uso actual del suelo, las clases agrologicas que existen dentro del territorio son IV, VII y VIII. Son tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, permanentes, no aptas para el riego, salvo en condiciones especiales, con topografía plana, ondulada o inclinada, apta para pastos y cultivos perennes, requieren prácticas intensivas de manejo, productividad mediana a baja.

En el municipio la mayoría del territorio es utilizado sin ningún criterio de uso de suelo de acuerdo a su capacidad. El uso actual de la tierra es predominantemente agrícola, las zonas urbanas presentan un crecimiento espontáneo y sin planificación, las zonas de reservas naturales están en constante proceso de degradación y hay una sistemática contaminación de las cuencas hidrográficas (cuadro 5).

*Cuadro 5. Uso de suelos cordillera Alux.*

| <b>Uso Actual</b> | <b>Área de la Cordillera Alux</b> |            |
|-------------------|-----------------------------------|------------|
|                   | <b>Hectáreas</b>                  | <b>%</b>   |
| Bosque            | 2111.14                           | 45.93      |
| Urbano            | 1228.94                           | 26.74      |
| Cultivos          | 973.64                            | 21.18      |
| Guamil            | 262.40                            | 5.71       |
| Pastos            | 20.37                             | 0.44       |
| <b>Totales</b>    | <b>4596.49</b>                    | <b>100</b> |

*Fuente: Plan maestro cordillera Alux, CONAP, 2017.*

Los suelos de San Pedro Sacatepéquez se han utilizado para la producción de granos básicos y hortalizas no tecnificados, sin prácticas de conservación de suelos, lo que ha ido aumentando la erosión.

El incremento de la erosión debido a tala inmoderada de árboles, han incidido en la conservación del suelo y agua, reduciendo los mantos freáticos.

La topografía que forma parte de las tierras altas del altiplano central y la cadena volcánica con montañas, cuenta con dos regiones: una superficie plana y otra con superficie alta entre las que están el cerro San Francisco, con pendientes del 5-12%, esto es el 3.91% de la superficie aproximadamente, del 32-45% es el 20.17% de la superficie y más de 45% con 4.8% que en total es un 28.88% del lugar poblado. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2008).

#### **1.2.21. Zona de avance urbano**

Casco urbano de San Pedro, Laguna Seca, Buena Vista y Vista Hermosa dentro de la cordillera Alux. Esta área de expansión urbana que abarca parte del casco urbano del municipio de San Pedro Sacatepéquez y las aldeas de Buena Vista, Laguna Seca y Vista Hermosa, dividen la ZPCFA y unen dos áreas urbanas. El casco urbano se caracteriza por presentar alta concentración de viviendas, siguiendo el orden establecido por las calles y avenidas. Las aldeas se caracterizan por ser viviendas dispersas, sin seguir patrón alguno. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2008).

#### **1.2.22. Zona de avance de la frontera agrícola**

La zona de avance de la frontera agrícola está estrechamente relacionada con la ubicación de las áreas urbanas, correspondiente a las áreas de expansión: cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, Laguna Seca y Buena Vista, San José Pacul, La Presa, El

Carrizal, Chicamen y el Manzanillo, dentro del Área Protegida Reserva Forestal Protectora de Manantiales “Cordillera Alux”.

En el área de influencia del casco urbano de San Pedro Sacatepéquez, Laguna Seca y Buena Vista. Esta área de expansión urbana, el avance de la frontera agrícola ha cambiado el uso de una extensión significativa de la ZPCFA y amenaza con modificar su uso actual. En esta área aparecen algunos parches de bosques remanentes, los cuales se deben proteger.

### **1.2.23. Hidrología**

San Pedro Sacatepéquez posee importantes recursos hídricos, los cuales no son utilizados a su pleno potencial ni manejado y regulado de manera sostenible. El manejo insostenible está relacionado a la deforestación y la contaminación por desechos sólidos y líquidos. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2008)

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, presenta 30 nacimientos (46.15%) y la contaminación del agua es del 70% en los mantos superficiales (ríos y lagunas), esto las hace no aptas para consumo humano. Los generales contaminantes son consecuencia de la descarga de aguas servida, encontrándose las aguas subterráneas de las mismas condiciones.

De acuerdo al estudio de aguas subterráneas del valle de Guatemala (INSIVUMEH, PNUD, IGM. 1978), el nivel freático de las aguas subterráneas en la cordillera Alux, va de 6 a 100 metros. Las menores profundidades se localizan en la aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2008).

#### **1.2.24. Flora y fauna**

Los usos del bosque, son principalmente para la extracción de madera para consumo de leña y construcciones de viviendas. Así también, se dan significativas extracciones ilícitas, las cuales son imposibles cuantificarlas, especialmente en el municipio de San Pedro Sacatepéquez.

El municipio de San Pedro Sacatepéquez contaba con una amplia gama de coníferas, pero se ha reducido hasta un 50% drásticamente por la tala inmoderada e incontrolada. Cuentan con un área protegida ubicada en Vista Hermosa I, propiedad municipal.

Los consumos familiares son una herramienta adecuada de control y regulación de los aprovechamientos de los recursos forestales, presentes en la cordillera Alux. Estos credenciales de consumo familiar, los extiende la Unidad Técnica Cordillera Alux -UTCA-.

El procedimiento consiste en que el propietario de la tierra interesado en realizar un aprovechamiento de los bosques, se acerca a la oficina de la Unidad Técnica de la Cordillera Alux, presentando la papelería correspondiente. Se recibe la papelería y se envía al guarda recursos asignados con el apoyo del técnico forestal, al área en donde se realizará el aprovechamiento, donde se miden los árboles potenciales a ser autorizados. (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2008).

Los consumos de madera para construcciones son menores a los consumos familiares para leña, lo cual refleja la importancia de la permanencia del bosque, como fuente energética. Se reconoce que con los niveles actuales de minifundismo en los municipios de Santiago, San Pedro y San Juan Sacatepéquez, los consumos familiares propician el avance de la frontera agrícola, ya que cuando los propietarios realizan los aprovechamientos forestales, observan nuevos espacios para practicar la agricultura, lo cual no estimula la siembra de árboles en estos nuevos espacios.

El manejo forestal de forma sostenible en el Área Protegida Reserva Forestal Protectora de Manantiales “Cordillera Alux”, es una práctica poco común y los propietarios y propietarias ven al bosque, como un banco natural, al cual se recurre cuando existen emergencias familiares, a consecuencia de enfermedades o de otras necesidades. Se debe destacar, que a pesar que se tiene control sobre las cantidades utilizadas de madera, las implicaciones de estas autorizaciones a largo plazo, son la alteración de la estructura y composición de estos bosques de coníferas, mixtos y de latifoliadas.

### 1.2.25. Organización comunitaria

El consejo municipal es el órgano colegiado superior de deliberación y decisión, le corresponde el Gobierno Municipal (cuadro 6), está formado por el señor Alcalde Municipal, Síndicos, Concejales (Art. 9 del Código Municipal). (Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, Guatemala, 2017).

*Cuadro 6. Jerarquización municipal del municipio de San Pedro Sacatepéquez.*

| NOMBRE                                 | CARGO                |
|--|----------------------|
| Dr. Rodrigo Buch Granados              | Alcalde Municipal    |
| Rigoberto Quiyuch de León              | Primer sindico       |
| Domingo Monroy Sinay                   | Segundo sindico      |
| Alejo Boror Tunche                     | Primer concejal      |
| Ambrosio Palma Vásquez                 | Segundo concejal     |
| Tomas López Ajcuc                      | Tercer concejal      |
| Sandra Aracely Mutz de Gutiérrez       | Cuarto concejal      |
| Erick Humberto Ajcip Pocón             | Quinto concejal      |
| Lic. Héctor Rolando Pocón<br>Guacamaya | Secretario municipal |

*Fuente: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, 2017.*

La organización del Consejo Comunitario de Desarrollo del municipio de San Pedro Sacatepéquez se muestra en el cuadro 7.

En el cuadro 8 se muestra la organización del consejo comunitario de desarrollo de la aldea Buena Vista del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

*Cuadro 7. Organización del COCODE, municipio de San Pedro Sacatepéquez.*

| NOMBRE                   | CARGO          |
|--------------------------|----------------|
| Cruz Peinado Tunchez     | Presidente     |
| Esteban Pris             | Vicepresidente |
| Guadalupe Sian Patzan    | Secretario     |
| Geovanny López Patzan    | Pro-secretario |
| Gabriel Pocón Cotzajay   | Tesorero       |
| Vicente Chávez Noj       | Pro-tesorero   |
| Fermin Culajay Chávez    | Vocal 1        |
| Eulogio Tocay            | Vocal 2        |
| Jaime Rene Tocay Subuyuj | Vocal 3        |
| Francisco Cos            | Vocal 4        |

*Fuente: Sr. Esteban Pris, Vicepresidente de COCODE, San Pedro Sacatepéquez.*

*Cuadro 8. Organización COCODE aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez.*

| NOMBRE                              | CARGO           |
|-------------------------------------|-----------------|
| Sr. Marcial Saban                   | Presidente      |
| Marta Turoc Tun                     | Vice-Presidente |
| Timoteo Asquin                      | Secretario      |
| Rosa Choc (Suplente, dos funciones) | Tesorero        |
| Jose Cupertino                      | Vocal 1         |
| Rosa Choc                           | Vocal 2         |
| David Oxcal                         | Vocal 3         |

*Fuente: Sr. Esteban Pris, Vicepresidente de COCODE, San Pedro Sacatepéquez.*



### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Identificar las potencialidades y debilidades del contexto del municipio de San Pedro Sacatepéquez, con el fin de dar respuesta a las necesidades y por ende contribuir a generar desarrollo humano.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

1. Identificar los impactos sociales y ambientales generados en el municipio de San Pedro Sacatepéquez.
2. Analizar y evaluar las relaciones entre los grupos de interés en la prevención y manejo de los impactos sociales y ambientales.
3. Evaluar los diferentes aspectos sociales en torno a los recursos naturales y como estos actúan como un eje de desarrollo rural.

## 1.4. METODOLOGÍA

### 1.4.1. Fases de la metodología:

#### A. Fase de campo:

- a. Proceso de inserción e inmersión institucional a la Dirección Regional Metropolitana -DRM CONAP-.
- b. Organización en el área de trabajo.
- c. Reconocimiento de campo del área bajo estudio.
- d. Reconocimiento de problemática que afecta el área protegida.

#### B. Fase de gabinete

- a. Interpretación de datos a través de información recolectada por método de investigación
- b. Identificación de problemas principales a través del recorrido de campo
- c. Definición de matriz de actores que intervienen dentro del área bajo estudio.
- d. Integración completa de información para realizar el diagnóstico del área y poder determinar la investigación a través de la definición de problemas.

#### C. Desarrollo:

Para la elaboración del diagnóstico se utilizó una metodología elaborada por el epesista, de modo que se evaluarán todos los aspectos pertenecientes al municipio, siendo estos los siguientes:

- a. Revisión del documento Plan Maestro 2016-2017. (Documento de CONAP)

- b. Revisión de memoria de labores 2016. Municipalidad de San Pedro, Sacatepéquez.
- c. Revisión del Plan Operativo Anual –POA- 2017. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez.
- d. Revisión del Plan Operativo Multianual –POM- 2017-2020. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez.
- e. Revisión del Plan Estratégico Institucional –PEI-. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez.
- f. Observación y recorrido por el municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.
- g. Análisis de sitio en donde se obtuvo información como: clima, vegetación existente, dirección del viento, tipos de vivienda, tipo de suelo, características socio-culturales de la población, etc.
- h. Revisión de documentos como: Plan Desarrollo Municipal (PDM) y perfiles elaborados por proyectos fuera del casco urbano de modo que pudieran conocerse ciertas características pertenecientes al municipio, estos documentos fueron proporcionados por la oficina de la DMP.
- i. Se realiza recorrido por San Pedro Sacatepéquez, y las aldeas Buena Vista y Vista Hermosa, realizando guía de observación, así como entrevistas para identificar líderes comunitarios, organizaciones locales, instituciones gubernamentales y no gubernamentales.
- j. Con la colaboración de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), la corporación municipal específicamente oficina de ambiente, así como CONAP,

fue posible llegar a determinar cuáles eran los problemas prioritarios detectados en el municipio de modo que el equipo multidisciplinario fuera dar posibles soluciones a estas y determinar con cuál se trabajaría y daría solución inmediata.

Por último se realizó el documento de diagnóstico comunitario, para establecer el estado actual en cuanto a servicios, educación, salud y otros de la de dicho municipio.

#### **D. Etapa de Investigación:**

La investigación diagnóstica fue realizada en el municipio de San Pedro Sacatepéquez. Permitió tener una mayor percepción de la organización de la comunidad, brindando varios elementos de carácter demográfico, histórico, socioeconómico, ambiental, cultural etc.

Las técnicas e instrumentos utilizados durante el proceso de investigación fueron:

- a. Entrevista
- b. Observación
- c. Visita domiciliaria
- d. Reunión

Los instrumentos utilizados para la realización del diagnóstico fueron:

- a. Guías de entrevistas (Verbales)
- b. Guía de observación
- c. Guía de reunión
- d. Cuaderno de campo

La metodología utilizada fue la participativa, debido a que por medio de ella el se interactuó con líderes comunitarios e informantes claves, esta interacción permitió recabar información relevante de la comunidad.

Los aspectos que se necesitaban conocer durante la investigación diagnostica fueron:

- a. Ubicación
- b. Antecedentes históricos
- c. Población
- d. Salud
- e. Educación
- f. Cultura
- g. Organización comunitaria
- h. Economía
- i. Ambiente

## 1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.5.1. Interacción de actores involucrados con el municipio de San Pedro Sacatepéquez

En el cuadro 9 se presentan los objetivos y la interacción de los actores comunitarios involucrados con el municipio de San Pedro Sacatepéquez.

*Cuadro 9. Matriz de actores comunitarios.*

| ACTORES  | CLASIFICACION | OBJETIVO  | INTERES   |
|--|---------------|---|---|
| <b>Fondo para la conservación de los bosques tropicales</b>                      | PRIVADO       | La conservación, ecológicos, científicos, educativos, tecnológicos y culturales,                          | Conservación de la biodiversidad.   |
| <b>IDESAC - Instituto para el Desarrollo Económico Social de América Central</b> | PRIVADO       | Encausar y acompañar a través de mecanismos incluyentes y participativos, a las organizaciones comunales. | La concreción de los derechos de los pueblos originarios, de las especificidades de género, la protección de los recursos naturales y el medio ambiente     |
| <b>FUNDAECO – Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación</b>              | PRIVADO       | Impulsando y respaldando procesos de desarrollo comunitario y de beneficio social en áreas precarias      | Dar acompañamiento a la Organización, Formación, Capacitación, y Gestión ambiental, buscando la participación de campesinos, pobladores, mujeres y jóvenes. |

|  |         |  |  |
|--|---------|--|--|
|  |         | urbanas y rurales del país   |  |
| <b>INAB – Instituto Nacional de Bosques</b>                      | ESTATAL | Dirigir el Sector Público Agrícola en materia Forestal.  | Promover y fomentar el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenible de los bosques, reducir la deforestación de tierras de vocación forestal           |
| <b>CONAP – Consejo Nacional de Áreas Protegidas</b>              | ESTATAL | Asegurar la conservación y el uso sostenible de las áreas protegidas y la diversidad biológica de Guatemala.                             | Realiza actividades de capacitación, formación y gestión ambiental, que impacten en la conservación de medio ambiente.   |
| <b>MARN – Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales</b>        | ESTATAL | Proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones                      | Fomentando una cultura de respeto y armonía con la cual desarrolla actividades con diferentes grupos que integran la comunidad.                                      |
| <b>MAGA – Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación</b> | ESTATAL | Atender asuntos concernientes a régimen agrícola, pecuario e hidrobiológica.   | Mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional.   |
| <b>AMSA – Autoridad para el Manejo Sustentable de Amatitlán</b>  | ESTATAL | Planificar, coordinar y ejecutar todas las acciones y medidas que sean necesarias para recuperar el ecosistema de la cuenca y mejorar la | Unir esfuerzos con otras instituciones, para mejorar el medio ambiente; esta coordina con las municipalidades de las distintas localidades el manejo de desechos que |

|                              |         |   |  |
|------------------------------|---------|---|--|
|                              |         | calidad de vida de sus habitantes.  | desembocan el Lago de Amatitlán.   |
| <b>COOPERATIVA ECOSABA</b>   | PRIVADA | Facilitar servicios y productos financieros.  | Crear desarrollo a través de créditos y ahorros  |
| <b>MUNICIPALIDAD</b>         | ESTATAL | Satisfacer las necesidades de la comunidad local.   | Asegurar la participación en el progreso económico, social y cultural de las comunidades.            |
| <b>Supervisión educativa</b> | ESTATAL | Proponer las prácticas pedagógicas.   | Orientar logros basados en objetivos y metas educativas  |
| <b>Escuelas primarias</b>    | ESTATAL | El desarrollo de habilidades en los menores, a través de metodologías y técnicas pedagógicas. | La formación educativa de la niñez guatemalteca  |
| <b>COCODE</b>                | PRIVADO | Promover el desarrollo económico, social y cultural de su comunidad                           | Promover la participación efectiva de la población en la identificación y solución de sus problemas. |
| <b>COMITES</b>               | PRIVADO | Fijar el rumbo organizativo local, en las actividades asignadas.                              | Dar asistencia integral a las metas planteadas.  |
| <b>Pastorales Sociales</b>   | ESTATAL | Realizar acciones diversas por las cuales la iglesia se hace presente en la sociedad.         | Promover el desarrollo integral del hombre de acuerdo a sus principios evangélicos.                  |



### 1.5.2. Magnitud de problemas encontrados en el municipio de San Pedro Sacatepéquez

El cuadro 10 presenta los problemas de mayor relevancia encontrados en el municipio de San Pedro Sacatepéquez.

*Cuadro 10. Tabla de magnitud de problemas por línea, municipio de San Pedro Sacatepéquez.*

|  | MAGNITUD                        | GRAVEDAD                       | CAPACIDAD  | BENEFICIO                     |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|
| CRITERIOS  | Cantidad de personas afectadas. | Intensidad del daño ocasionado | Capacidad de dar intervención (Solución de problema) | Cuanto beneficia la solución. |
| <b>PROBLEMAS</b>   |                                 |                                |  |                               |
| <b>Establecimientos Educativos colindantes con basureros clandestinos.</b> | Hasta el 100%                   | Grave                          | Alta   | Beneficio alto                |
| <b>Desechos sólidos urbanos sin control alguno.</b>                        | Hasta el 100%                   | Grave                          | Alta   | Beneficio alto                |
| <b>Contaminación a afluentes de agua.</b>                                  | Hasta el 100%                   | Grave                          | Media baja   | Beneficio alto                |
| <b>Abandono a plantas de tratamiento de aguas.</b>                         | Hasta el 100%                   | Grave                          | Alta   | Beneficio medio               |
| <b>Sin tren de aseo.</b>   | Hasta el 75%                    | Grave                          | Media  | Beneficio alto                |

### 1.5.3. Evaluación de intervenciones

El cuadro 11 presenta la matriz de evaluación de intervenciones según los aportes hechos al municipio de San Pedro Sacatepéquez por los actores y grupos sociales involucrados.

*Cuadro 11. Matriz de evaluación de intervenciones.*

| ACTORES INVOLUCRADOS  | INTERES   | APORTE FAVORABLE |
|---|---|------------------|
| <b>Fondo para la conservación de los Bosques Tropicales</b> | Conservación de la biodiversidad.   | 25%              |
| <b>IDESAC</b>   | La concreción de los derechos de los pueblos originarios, de las especificidades de género, la protección de los recursos naturales y el medio ambiente | 25%              |
| <b>FUNDAECO</b>   | Dar acompañamiento a la Organización, Formación, Capacitación, y Gestión ambiental, buscando la participación de campesinos,                            | 60%              |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
|              | pobladores,<br>mujeres y jóvenes.  |     |
| <b>INAB</b>  | Promover y fomentar el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenible de los bosques, reducir la deforestación de tierras de vocación forestal | 75% |
| <b>CONAP</b> | Realiza actividades de capacitación, formación y gestión ambiental, que impacten en la conservación de medio ambiente.                                     | 75% |
| <b>MARN</b>  | Fomentando una cultura de respeto y armonía con la cual desarrolla actividades con diferentes grupos que integran la comunidad.                            | 60% |
| <b>MAGA</b>  | Mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el   | 60% |

|                              |   |     |
|------------------------------|---|-----|
|                              | desarrollo productivo nacional.   |     |
| <b>AMSA</b>                  | Unir esfuerzos con otras instituciones, para mejorar el medio ambiente; esta coordina con las municipalidades de las distintas localidades el manejo de desechos que desembocan el Lago de Amatitlán. | 40% |
| <b>COOPERATIVA ECOSABA</b>   | Crear desarrollo a través de créditos y ahorros   | 40% |
| <b>MUNICIPALIDAD</b>         | Asegurar la participación en el progreso económico, social y cultural de las comunidades.   | 75% |
| <b>Supervisión educativa</b> | Orientar logros basados en objetivos y metas educativas   | 60% |
| <b>Escuelas primarias</b>    | La formación educativa de la niñez guatemalteca   | 60% |
| <b>COCODE</b>                | Promover la participación efectiva de la  | 75% |

|                            |   |     |
|----------------------------|---|-----|
|                            | población en la identificación y solución de sus problemas.                         |     |
| <b>COMITES</b>             | Dar asistencia integral a las metas planteadas.                                     | 40% |
| <b>Pastorales Sociales</b> | Promover el desarrollo integral del hombre de acuerdo a sus principios evangélicos. | 30% |

#### 1.5.4. Asociación entre actores comunitarios

El cuadro 12 presenta la matriz de asociación de actores que interactúan en el municipio.

*Cuadro 12. Matriz de asociación de actores comunitarios.*

| Actores Involucrados                                 | Fondo para la conservación de los Bosques Tropicales | IDESAC | FUNDAECO | INAB | CONAP | MARN | MAGA | AMSA | COOPERATIVA | MUNICIPALIDAD | Supervisión educativa | Escuelas primarias | COCODE | Comités | Pastorales Sociales |
|--|--|--------|----------|------|-------|------|------|------|-------------|---------------|-----------------------|--------------------|--------|---------|---------------------|
| Fondo para la conservación de los Bosques Tropicales |  | A      | A        | C    | C     | C    | C    | C    | C           | C             | C                     | C                  | A      | C       | C                   |
| IDESAC   | A  |        | A        | C    | C     | C    | C    | C    | C           | A             | C                     | C                  | C      | C       | C                   |

|                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <b>FUNDAECO</b>              | CP | A  |    | A  | A  | CP | CP | CP | C  | A  | A  | CP | A  | A  | C  |
| <b>INAB</b>                  | A  | A  | C  |    | A  | A  | A  | C  | C  | A  | A  | A  | A  | C  | C  |
| <b>CONAP</b>                 | A  | A  | A  | C  |    | A  | A  | A  | C  | A  | A  | CP | CP | C  | C  |
| <b>MARN</b>                  | CP | A  | A  | A  | CP |    | A  | C  | C  | A  | CP | CP | C  | C  | C  |
| <b>MAGA</b>                  | CP | CP | A  | A  | A  | A  |    | CP | C  | A  | CP | C  | A  | A  | A  |
| <b>AMSA</b>                  | CP | CP | CP | A  | CP | A  | CP |    | C  | A  | CP | CP | A  | A  | C  |
| <b>COOPERATIVA ECOSABA</b>   | C  | C  | C  | C  | C  | C  | A  | C  |    | A  | C  | C  | C  | C  | C  |
| <b>MUNICIPALIDAD</b>         | CP | CP | A  | A  | A  | A  | A  | CP | C  |    | A  | A  | CP | CP | C  |
| <b>Supervisión educativa</b> | A  | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | C  | CP |    | A  | CP | CP | C  |
| <b>Escuelas primarias</b>    | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP |    | A  | A  | CP |
| <b>COCODE</b>                | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP |    | CP | CP |
| <b>COMITES</b>               | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | CP | A  |    | CP |
| <b>Pastorales Sociales</b>   | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | CP |    |

Donde: CP= cooperan; C= colaboran; A= asocian

### **1.5.5. Análisis de la información**

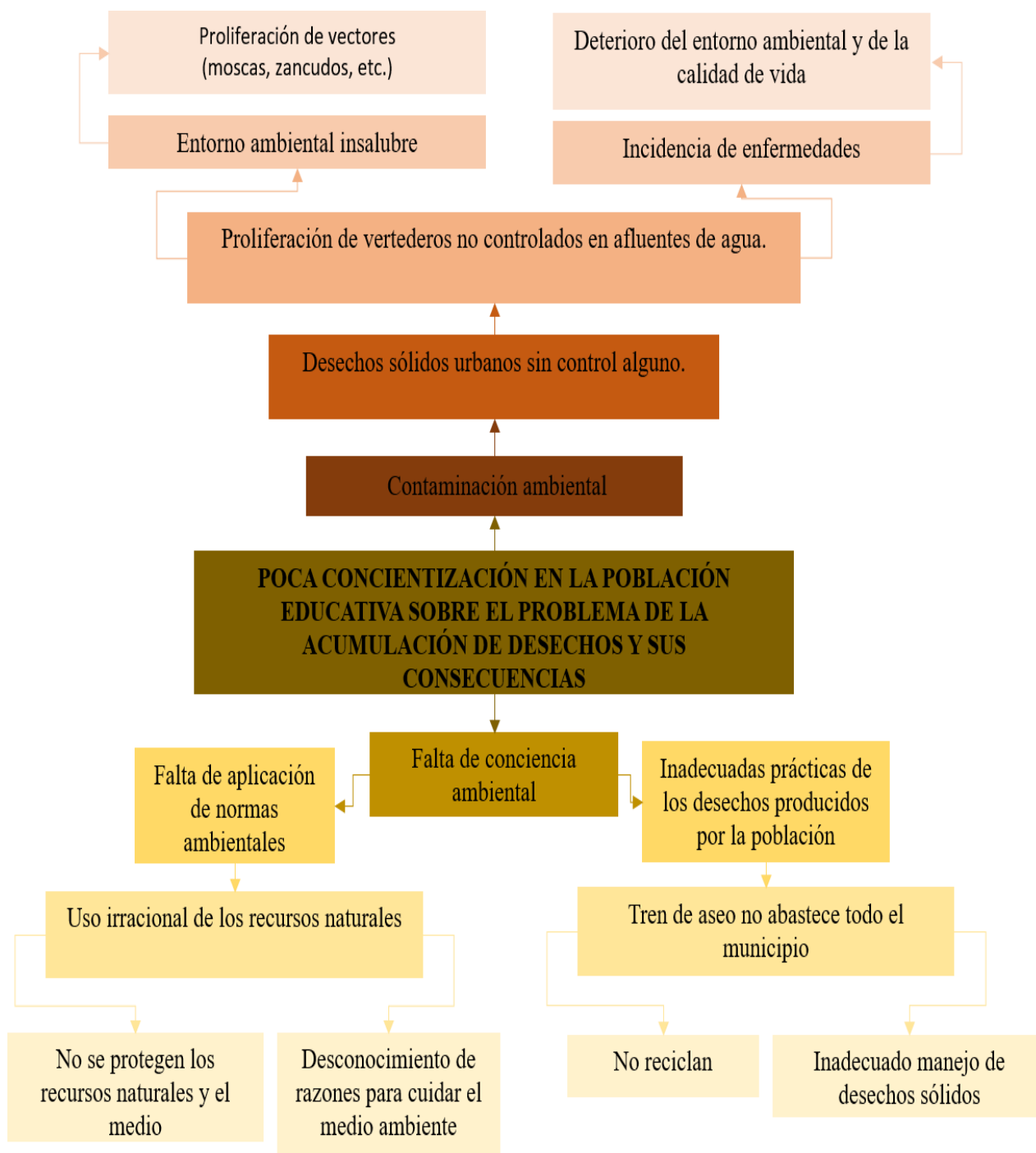
La figura 13 muestra la esencia de la problemática encontrada en el municipio de San Pedro Sacatepéquez en un árbol de problemas como análisis de la información

La congruencia de los resultados del estudio en la comunidad, es asertiva conforme a lo que los diferentes actores y la comunidad identificaron como mayor impacto que afecta al municipio de San Pedro Sacatepéquez. Sin embargo la comunidad no desconoce el reconocimiento de impactos ambientales específicos (caso de contaminación de suelo y agua) sino la prioridad de que sus percepciones tienen como proyecto principal la generación de empleos y beneficios económicos de la región, ya que es una zona altamente influenciada por industrias maquileras. La ventaja es que conjunto con la participación de los líderes, se dio a la comunidad procesos de comunicación asertiva especialmente en el área social y las comunidades.

El aval a este estudio lo dan los actores claves entrevistados desde sus diferentes perspectivas y reconociendo los diferentes inconvenientes presentados por el manejo social y ambiental, donde, la separación social y ambiental no es permitida al reconocerse que el ambiente es un sistema complejo que no solo involucra fauna, flora y recursos físicos, el ser humano como integral y en constante interacción con los otros elementos que permiten construir una cultura ambiental social adecuada.

Los procedimientos establecidos durante la identificación de los diferentes problemas planteados en el diagnóstico intentan cumplir con las políticas de responsabilidad social, teniendo como líneas de acción, estrategias clave para cubrir las necesidades de un ambiente libre de contaminación.

El balance social a pesar de ser positivo, opinión en la cual coinciden los diferentes actores entrevistados, no ha sido suficiente desde el enfoque de mejoramiento continuo en el cumplimiento de las políticas de responsabilidad social del municipio y de las medidas de prevención y manejo de los impactos ya generados.



*Figura 6. Análisis de los problemas más relevantes que afectan al municipio de San Pedro Sacatepéquez.*



Si se desea la gestión conjunta en el marco de la responsabilidad social, la gestión ambiental entra como una estrategia permanente de acción como un compromiso individual, profesional y comunitario, el cual puede fortalecerse con el emprendimiento y capacidad organizativa de las comunidades y el apoyo municipal con sentido de responsabilidad social.

Cabe destacar que se logró reconocer la interdependencia entre la gestión social y ambiental para la implementación de estrategias en el sector, sin embargo no se realiza un trabajo a conciencia para el mejoramiento de los mecanismos actualmente utilizados.

## 1.6. CONCLUSIONES

1. En dicho diagnóstico concluimos que es importante la investigación para conocer el estado en el que se encuentra la comunidad estudiada durante el ejercicio profesional supervisado, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual sirve como fuente para determinar su pasado, el presente y los problemas que atraviesa y generar herramientas que permitan a los futuros participantes identificar las potencialidades y debilidades del contexto en el cual se desempeñan.
2. San Pedro Sacatepéquez pertenece a la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, declarada como área protegida el 29 de mayo de 1,997, existe una diversidad de flora y fauna, así como de recurso hídrico, el cual mantiene a dicho municipio en trabajo conjunto de instituciones gubernamentales como no gubernamentales.
3. Pese al trabajo dirigido en mayor parte al cuidado del medio ambiente, la mayoría de problemas que atraviesa San Pedro Sacatepéquez son ambientales, los cuales radican en: basureros clandestinos, los cuales según diagnóstico, están ubicados a cercanías de establecimientos educativos. También se potencializa la contaminación a ríos, caudales o nacimientos de agua, esto derivado de un consumismo y crecimiento poblacional.
4. La tala ilegal de árboles pese al reglamento existente, también se da en menor medida en dicho municipio, por lo cual se considera que existe una baja conciencia ambiental y escasos conocimientos sobre el manejo de desechos.
5. Se comprueba la utilidad de esta herramienta diagnóstica como un recurso para mejorar el rendimiento y trabajo en distintas comunidades guatemaltecas.

## 1.7. RECOMENDACIONES

En el marco del tema de responsabilidad ambiental, el estudio mostró diferentes aspectos a tener en cuenta para mejorar y potenciar, por lo que se propone:

1. El mejoramiento en los procesos de sensibilización ambiental hacia las comunidades, exige una medida de manejo más eficiente como mecanismo educativo para el fortalecimiento comunitario y cuidado del ambiente. La concientización ambiental en escuelas puede ser una estrategia de manejo de muchos aspectos que se presentan en proyectos comunitarios, dando lugar a encontrar debilidades que puedan convertirse en oportunidades de mejora con la participación conjunta de los actores comunitarios.
2. Las políticas de responsabilidad social se deben construir bajo principios de moral con los diferentes actores relacionados en el municipio. Sin embargo, existe un vacío donde no se logra asumir las políticas ambientales como prioridad del municipio, especialmente en temas relacionados con el ambiente. Este es un factor repetitivo no solo para San Pedro Sacatepéquez sino para los municipios que entran en la cordillera Alux, por lo cual se considera un gran reto comprometer a los actores involucrados en el ejercicio de la responsabilidad social, con conciencia social y ambiental.
3. El compromiso ambiental por parte de cada actor se reconoce como fundamental en cualquier proyecto. Este es el primer paso para el empoderamiento de las funciones y compromisos sociales y ambientales. Es por ello que desde la gestión conjunta se habla de un sentido de compromiso individual y la disposición para compartirlo en toda la comunidad como apoyo para la gestión de recursos.

4. Es necesario canalizar los esfuerzos realizados por diferentes grupos existentes en el municipio hacia la integración de conceptos de gestión ambiental, para lo cual se requiere la participación de los diferentes actores de todos los ámbitos.

## 1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Banco Mundial. (2010). *Guatemala*. Obtenido de Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/pais/guatemala?view=chart>
2. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP). (2008). *Reserva forestal protectora de manantiales Cordillera Alux*. Guatemala: CONAP.
3. Garcia, M. (2017). Niveles de educacion en San Pedro Sacatepequez, Guatemala (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, Supervisión Educativa). (A. Balsells, & S. Ventura, Entrevistadores)
4. Instituto Nacional de Estadística, Guatemala (INE). (2002). *Estadísticas de población, habitación y vivienda del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala*. Obtenido de INE: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>
5. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS). (2006). *Acuerdo Gubernativo 236-2006: Reglamento de las descargas y reuso de las aguas residuales y de la disposición de lodos*. Obtenido de MSPAS: <http://vestex.com.gt/wp-content/uploads/2015/04/Reglamento-descargas-de-aguas-residuales-AG236-2006.pdf>
6. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS). (2009). *Acuerdo gubernativo no. 113-2009: Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano*. Obtenido de MSPAS: <http://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/AcuerdoGubernativo113-2009.pdf>
7. Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS). (2016). *Diagnóstico Nacional de salud*. Obtenido de MSPAS: <http://www.mspas.gob.gt/images/files/cuentasnacionales/publicaciones/DiagnosticoNacionaldeSaludGuatemalaDIC2016.pdf>

8. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. (2013). *Caracterización y marco histórico del municipio de San Pedro Sacatepéquez*. (F. Guacamaya Ajcuc, Ed.) Guatemala: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Unidad de Información Pública Municipal.
9. Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, Guatemala. (2017). *Historia, censos, mapas temáticos del municipio de San Pedro Sacatepéquez*. Guatemala: Municipalidad de San Pedro Sacatepequez. Obtenido de Municipalidad de San Pedro Sacatepequez: [munisanpedro.com](http://munisanpedro.com)
10. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. (2017). Monografías. San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. Obtenido de [munisanpedro.com](http://munisanpedro.com).
11. Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia de la República, Guatemala (SEGEPLAN). (2016). *Estructura plan de desarrollo municipal PDM..* Obtenido de SEGEPLAN: [www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/.../50-guatemala?...san-pedro-sacatepequez](http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/.../50-guatemala?...san-pedro-sacatepequez)



## 2.1. PRESENTACIÓN

El río Flores se ubica en la aldea Buena Vista en el municipio de San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala, se encuentra un 31.55 % dentro del área protegida conocida como reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux –RFBMCA-. Fue declarada como reserva forestal según Decreto No. 41-97 de la Constitución Política de la República de Guatemala y se encuentra bajo la jurisdicción de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán –AMSA-, ya que pertenece a la cuenca del mismo y afronta actualmente un alto nivel de contaminación.

El río Flores tiene sus nacimientos en la aldea Buena Vista del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Se extiende hacia el municipio de Mixco, donde se conoce como río Pancochá. Posteriormente dentro del área protegida se une a otro afluente conocido como río Pansalic. Ambos abastecen y forman el río Molino que se encuentra 30 m dentro de área protegida dentro de la finca Pansalic y finca Nueva San Carlos, en zona de protección de caudales de la reserva forestal. El río Molino se une al río Villa Lobos y desemboca en el lago de Amatitlán. Al desembocar en el lago de Amatitlán, sigue el afluente del río Michatoya en el departamento de Escuintla, Guatemala y busca el río María Linda para finalmente llegar al Océano Pacífico (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010).

Según los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-, se debe mitigar la escasez de agua para ello es fundamental proteger y recuperar los ecosistemas relacionados con este recurso, como los bosques, montañas, humedales y ríos. También se requiere más cooperación para estimular la eficiencia hídrica y apoyar tecnologías de tratamiento en los países en desarrollo (PNUD, 2018).

La implantación de un modelo de gestión considera las oportunidades para mejorar el área de influencia del río Flores, así ejecutar las acciones necesarias para corregir las falencias provocadas por actividades humanas.



El área influenciada demanda una serie de análisis propuestos en la metodología utilizada en la investigación tales como: análisis de la contaminación por descargas y análisis de la calidad del agua, para incorporar la sostenibilidad en el modelo de gestión.

Se presentan resultados del análisis de la contaminación por descargas donde se estudiaron 44 puntos de observación para la identificación de áreas vulnerables en las tres zonas dentro de la reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux. Tanto en la zona de uso extensivo como en la zona de protección de caudales se consideró un nivel de significancia tipo C (bajo impacto). En la zona de desarrollo urbano, se considera un nivel de significancia tipo B (impacto medio), ocasionado por la alta presión ejercida por la población y la vulnerabilidad del área a problemas de contaminación. De igual manera se realizó el monitoreo dentro del área de estudio con el fin de generar una capa de información geográfica de referencia para posteriores programas ambientales.

Para el análisis de la calidad del agua requerida de las tres plantas de tratamiento de aguas residuales se cuenta con el respaldo de los laboratorios especializados en el análisis fisicoquímico y microbiológico: Unidad de Análisis Instrumental –UAI- y Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR- respectivamente, ambos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los resultados de los análisis obtenidos de los laboratorios se compararon con el Límite Máximo Permisible –LMP- establecido para cada parámetro en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, tanto en época lluviosa durante el mes de noviembre, como en la época seca durante el mes de marzo.

Con los resultados obtenidos se realizó el cálculo de eficiencia de cada planta de tratamiento en cuanto a la Demanda Química de Oxígeno –DQO- y la Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO- para ambas épocas, para evaluar la capacidad de rendimiento de los procesos. Se concluyó que el trabajo de las plantas de tratamiento no es eficiente en ninguna época, ya que la remoción de DBO y DQO se encuentra por debajo del 50 % de eficiencia, para lo cual

se recomendó realizar mejoras en el diseño de las PTARS y así mejorar la calidad de las descargas al cuerpo receptor.

Finalmente, el modelo de gestión expuesto se establece con el fin de mejorar el área influenciada por el río Flores, donde se considera la intervención de todas las entidades involucradas para su desarrollo sostenible, con una base política sólida donde se respeten las buenas prácticas para el manejo de los desechos sólidos urbanos y el manejo del recurso hídrico.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Marco Conceptual

#### A. Reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux (RFPMCA)

La cordillera Alux se declara como área protegida el 29 de mayo de 1997 (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010), siendo ésta un área definida, reconocida, dedicada y gestionada mediante medios legales para conseguir la conservación de manantiales y de los recursos naturales (UICN, 2018).

Dentro de la cordillera Alux existen tres zonas específicas:

##### a. Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua –ZPCFA-

Tiene como objetivo principal, proteger los manantiales o fuentes de agua, contiene elevaciones superiores a los 2,200 m s.n.m. En general tiene pendientes altas y medias, rodeando a la mayoría de los ríos en sus cuencas medias dentro de la zona. La mayor parte de la zona presenta susceptibilidad a la erosión y deberá ser objeto de un manejo especial, orientado en principio al mantenimiento e incremento de la cobertura arbórea para mejorar la captación de agua y desaceleración de la erosión (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010).

##### b. Zona de Uso Extensivo –ZUE-

Está compuesta de zonas aptas para la actividad agrícola, con suelos de pendientes suaves, y con posibilidades de desarrollo urbano de baja intensidad y carga (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010).

### **c. Zona de Desarrollo Urbano –ZDU-**

Área considerada de expansión urbana, deberán contar con servicios básicos de saneamiento ambiental (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010).

### **B. Vertedero clandestino**

A lo largo del río Flores, existe gran cantidad de basureros clandestinos (vertederos no controlados), siendo estos lugares en el que sin consideraciones medioambientales, han sido elegidos por pobladores como disposición final para sus desechos, los cuales se han multiplicado sin control y consecuentemente producen contaminación (En Buenas Manos, España (EBM), 2012).

### **C. Tren de aseo**

Para evitar la proliferación de los basureros clandestinos en algunos lugares se implementa un tren de aseo, que es la recolección de los desechos sólidos urbanos por medio de un transporte adecuado, reduciendo grandemente la necesidad de las personas de depositar sus desechos en cualquier lugar (Soto Raxón, 2003).

### **D. Contaminación del agua**

Se refiere a todo aquel proceso de modificar de manera nociva las características naturales del agua y suelen ser provocadas por el hombre (Aguas Residuales, España, 2018).

## **E. Aguas servidas o residuales**

Parte de la población carece de desagües y vierten las aguas servidas directas al río, siendo estas aguas limpias que han sido degradadas y utilizadas por una población. Toda agua servida o residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente y no alterar la calidad del agua (Aguas Residuales, España, 2018).

## **F. Calidad del agua**

La calidad del agua se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación de los requisitos de cualquier necesidad humana (OMS, 2017).

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas, químicas y microbiológicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable y de este modo, proteger la salud de las personas.

Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos (OMS, 2018).

Según el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006, el agua debe acatarse lo contenido en el reglamento y establecer los requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006). Para proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana, recuperar los cuerpos receptores de agua y promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

## **G. Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 “Reglamento de las descargas y reuso de las aguas residuales y la disposición de lodos”**

El Guatemala se encuentra tabulados los límites máximos permisibles de compuestos químicos, características sensoriales, biosidas y límites bacteriológicos en el ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006. Dicho reglamento es el cumplimiento nacional de comparación para los parámetros de las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos. Para los efectos de la aplicación e interpretación de este reglamento, e entenderá por:

### **a. Afluente**

El agua captada por un ente generador (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

### **b. Aguas residuales**

Las aguas que han recibido uso y cuyas cualidades han sido modificadas (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

### **c. Aguas residuales de tipo especial**

Las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**d. Aguas residuales de tipo ordinario**

Las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**e. Alcantarillado público**

El conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**f. Caracterización de una muestra**

La determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reuso de lodos (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**g. Caracterización de un efluente o un afluente**

La determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo caudal, de los parámetros requeridos en el Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

#### **h. Caudal**

El volumen de agua por unidad de tiempo (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

#### **i. Cuerpo receptor**

Embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

#### **j. Dilución**

Es proceso que consiste en agregar un volumen de agua con el propósito de disminuir la concentración en un efluente de aguas residuales (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

#### **k. Efluente de aguas residuales**

Las aguas residuales descargadas por un ente generador (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

#### **l. Entes generadores**

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final de



descarga sea un cuerpo receptor (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**m. Eutrofización**

El proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**n. límite máximo permisible –LMP-**

El valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales, aguas de reuso y lodos (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**o. Lodos**

Los sólidos con un contenido variable de humedad provenientes del tratamiento de aguas residuales (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**p. Monitoreo**

El proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes, aguas para reuso y lodos (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**q. Muestra**

La parte representativa a analizar, de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**r. Muestra simple**

La muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos en el momento de la toma (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**s. Parámetro**

La variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos, asignándole un valor numérico (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**t. Reuso**

El aprovechamiento de un efluente, tratado o no (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

**u. Tratamiento de aguas residuales**

Cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

## **H. Caracterización del agua**

Antes de tratar las aguas debemos conocer su composición, esto es lo que se llama caracterización del agua, lo que permite conocer que elementos químicos y biológicos están presentes y dan la información necesaria para diseñar una planta de tratamiento apropiada al agua servida que se está produciendo (Condorchem Envitech, 2017).

### **a. Características físicas y químicas**

Los parámetros evaluados necesarios en los análisis físico-químicos del recurso hídrico se presentan en el cuadro 13 y se definen a continuación:

#### **i. Conductividad**

Se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos, cuanto mayor intensidad pase o mayor potencia se genere, mayor será la conductividad. Se mide por mili Siemens por centímetro (mS/cm) (Dappo Quintero, 2007).

#### **ii. Demanda Bioquímica de Oxígeno -DBO-**

La medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

Cuadro 13. Límites máximos permisibles de características fisicoquímicas de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.

| <b>Parámetros</b>             | <b>Dimensionales</b>      | <b>Valores iniciales</b> | <b>LMP</b>     |
|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|
| <i>Conductividad</i>          | <i>mS/cm</i>              | -                        | 1,500          |
| <i>Grasas y aceites</i>       | <i>mg/L</i>               | 1,500                    | 25             |
| <i>Materia flotante</i>       | <i>Ausencia/Presencia</i> | <i>Presente</i>          | <i>Ausente</i> |
| <i>Sólidos suspendidos</i>    | <i>mg/L</i>               | 3,500                    | 150            |
| <i>Nitrógeno total</i>        | <i>mg/L</i>               | 1,400                    | 25             |
| <i>Fósforo total</i>          | <i>mg/L</i>               | 700                      | 15             |
| <i>Potencial de hidrógeno</i> | -                         | 6 a 9                    | 6 a 9          |
| <i>DBO</i>                    | <i>mg/L</i>               | -                        | 250            |
| <i>DQO</i>                    | <i>mg/L</i>               | -                        | 500            |
| <i>Color</i>                  | <i>U Pt-Co</i>            | 1,500                    | 750            |

LMP= Límite Máximo Permissible.

U Pt-Co= Unidades Platino Cobalto.

Fuente: Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### iii. Demanda Química de Oxígeno –DQO-

La medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

### iv. Fósforo total

Actualmente se consideran como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, se encuentra en aguas residuales y naturales, casi exclusivamente como fosfatos condensados (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, México (DGN), 2000).

#### **v. Nitrógeno total**

Refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada, suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas, ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc) (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, México (DGN), 2000).

#### **vi. Porcentaje Hidrogeniónico (pH)**

El pH del agua proviene de un equilibrio entre la disolución del dióxido de carbono y de rocas básicas (silicatos, aluminosilicatos y carbonatos) en el agua. Responde casi específicamente a la extensión de la disociación del CO<sub>2</sub> disuelto (Rodríguez Medallo & Marín Galvin, 1999).

#### **vii. Sólidos sedimentables**

Son todos los materiales que se detectan en el fondo de un depósito o recipiente por el fenómeno de la sedimentación de estos, debido a la fuerza de la gravedad (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, México (DGN), 2000).

#### **viii. Sólidos en suspensión**

Describe las partículas en suspensión disueltas en la muestra de agua. Altas concentraciones de sólidos en suspensión disminuyen la eficacia de agentes desinfectantes del agua potable (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, México (DGN), 2000).

## b. Características microbiológicas

Los parámetros evaluados necesarios en los análisis microbiológicos del recurso hídrico se presentan en el cuadro 14 y se define a continuación:

*Cuadro 14. Límite máximo permisible de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.*

| <b>Parámetro</b>          | <b>Dimensional</b> | <b>Valor inicial</b> | <b>LMP</b> |
|---------------------------|--------------------|----------------------|------------|
| <i>Coliformes fecales</i> | <i>NMP</i>         | $<1*10E8$            | $<1*10E7$  |

LMP= Límite Máximo Permisible.

NMP= Número más probable en cien mililitros.

*Fuente: Acuerdo Gubernativo 236-2006.*

### i. Coliformes fecales

El parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

Su presencia indica que el agua está contaminada con excrementos o desechos de alcantarillas y tiene el potencial de causar enfermedades (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, México (DGN), 2000).

### I. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

Una planta de tratamiento de aguas servidas o residuales, debe tener el propósito de eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua, que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna, de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente en forma segura. Además el proceso debe ser optimizado para que la planta no produzca olores ofensivos hacia la comunidad en la que está inserta. Una planta de tratamiento de

aguas negras bien operada, debe eliminar un 90 % de materia orgánica y de microorganismos patógenos presentes en ella (N&F Synergy, 2017).

Una forma de mitigar los problemas de la contaminación en regiones afectadas es la concientización ambiental, que son acciones que se llevan a cabo para capacitar e informar a las personas sobre el cuidado que debemos tener con nuestro medio.

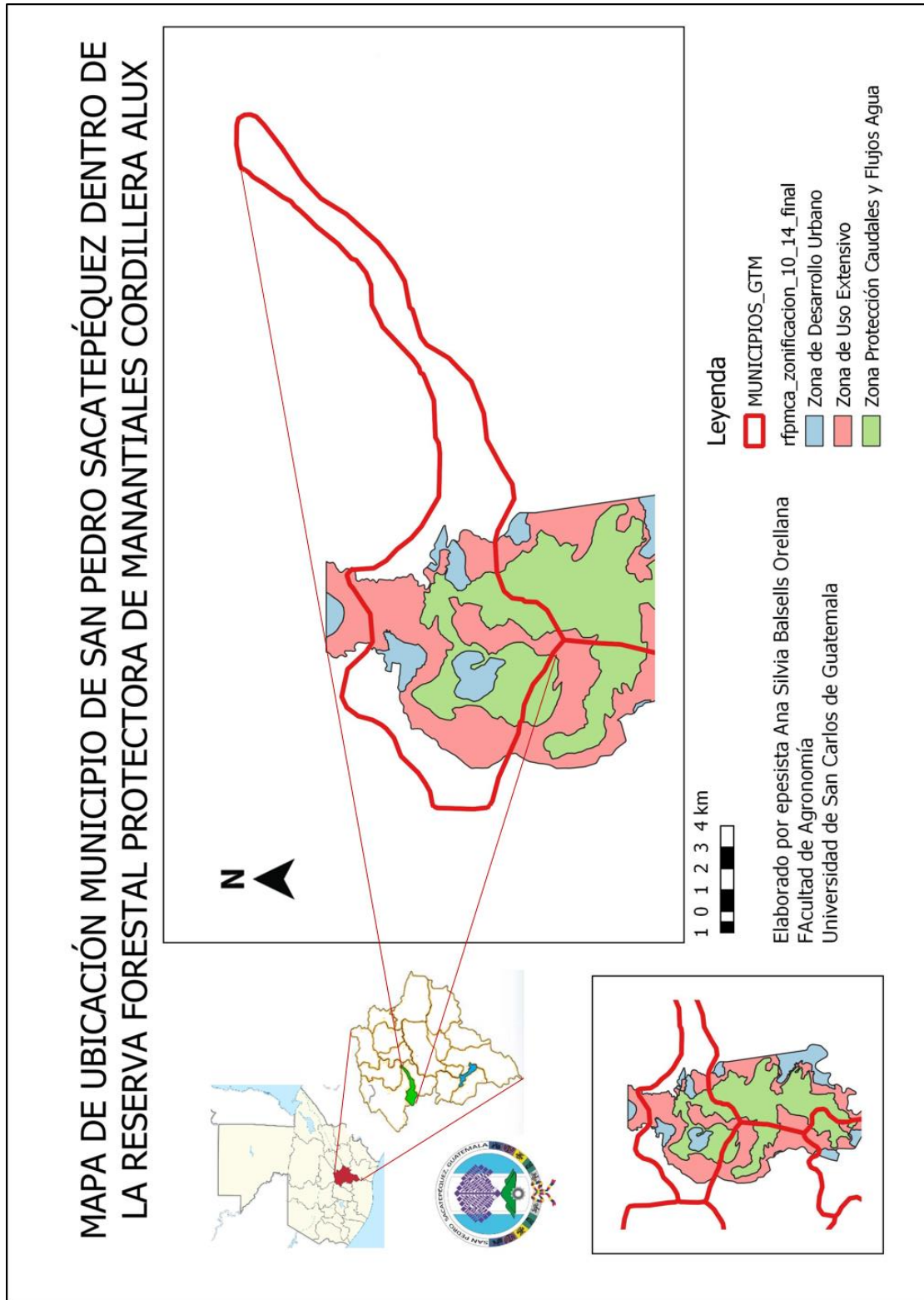
### **2.2.2. Marco Referencial**

Por acuerdo gubernativo el 2 de mayo de 1902, la Municipalidad autoriza nombrar al territorio con el nombre aldea Buena Vista. Actualmente está sectorizada en: caserío Los Vásquez o Nacoch, caserío Los Ortiz y cantón La Presa (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

#### **A. Ubicación geográfica**

En la figura 7, se presenta el municipio de San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala, en la Región I o Región Metropolitana, a 2 km del camino hacia el sur de la cabecera del municipio (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

El caserío Los Ortiz o cantón La Presa, los cuales pertenecen a la aldea Buena Vista, se encuentran a 1.5 km de la zona central de la aldea Buena Vista, con coordenadas longitud  $93^{\circ} 8' 25''$  S y latitud  $14^{\circ} 39' 37''$  W (figura 8). El área cuenta con una población total de 6,860 habitantes, según el censo 2008. Se encuentra a lo largo de 3.8 km sobre la carretera (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 7. Ubicación municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

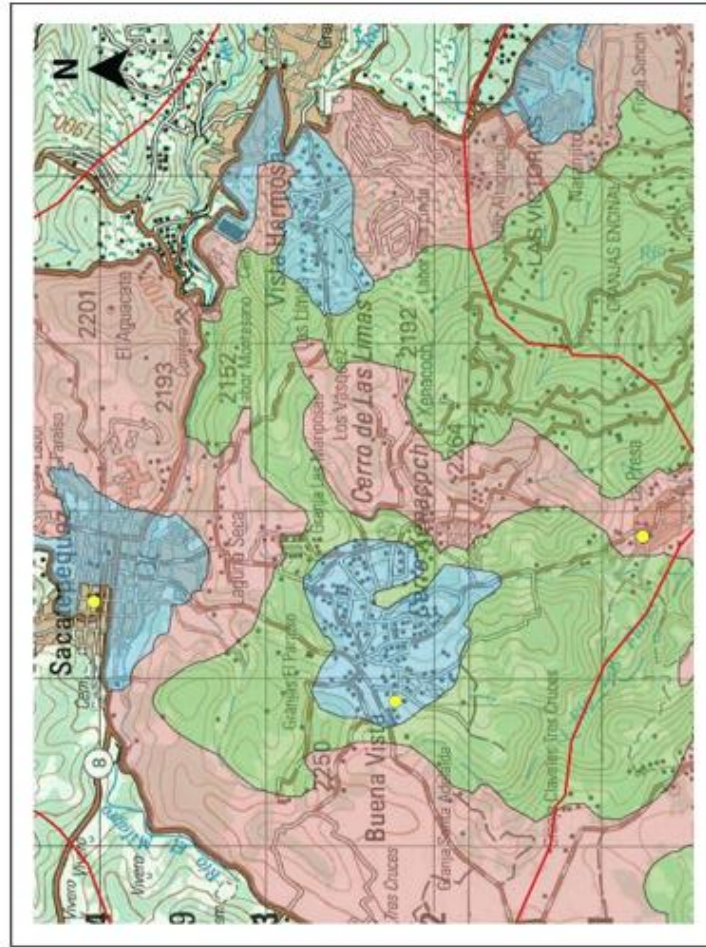


## UBICACIÓN ALDEA BUENA VISTA Y CASERÍO LOS ORTIZ (LA PRESA)



### Leyenda

- Puntos ABV y CLO
- MUNICIPIOS\_GTM
- Puntos ref gis
- rios\_completo\_gtm
- rfrmca\_zonificacion\_10\_14\_final
- Zona de Desarrollo Urbano
- Zona de Uso Extensivo
- Zona Protección Caudales y Flujos Agua
- mapa\_completo\_50000



500 0 500 1000 1500 2000 m

Elaborado por epesista AnaSilvia Baisells Orellana  
 Facultad de Agronomía  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 8. Mapa ubicación de aldea Buena Vista y caserío Los Ortiz.

## **B. Servicios**

La aldea Buena Vista en la zona central cuenta con los servicios básicos, como los son: servicio de agua potable, drenaje sanitario, infraestructura vial, energía eléctrica, escuela primaria publica, teléfono (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

El caserío Los Ortiz cuenta actualmente con una escuela primaria, cuentan con energía eléctrica, sin embargo no cuenta con servicio de agua potable, ni drenaje (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

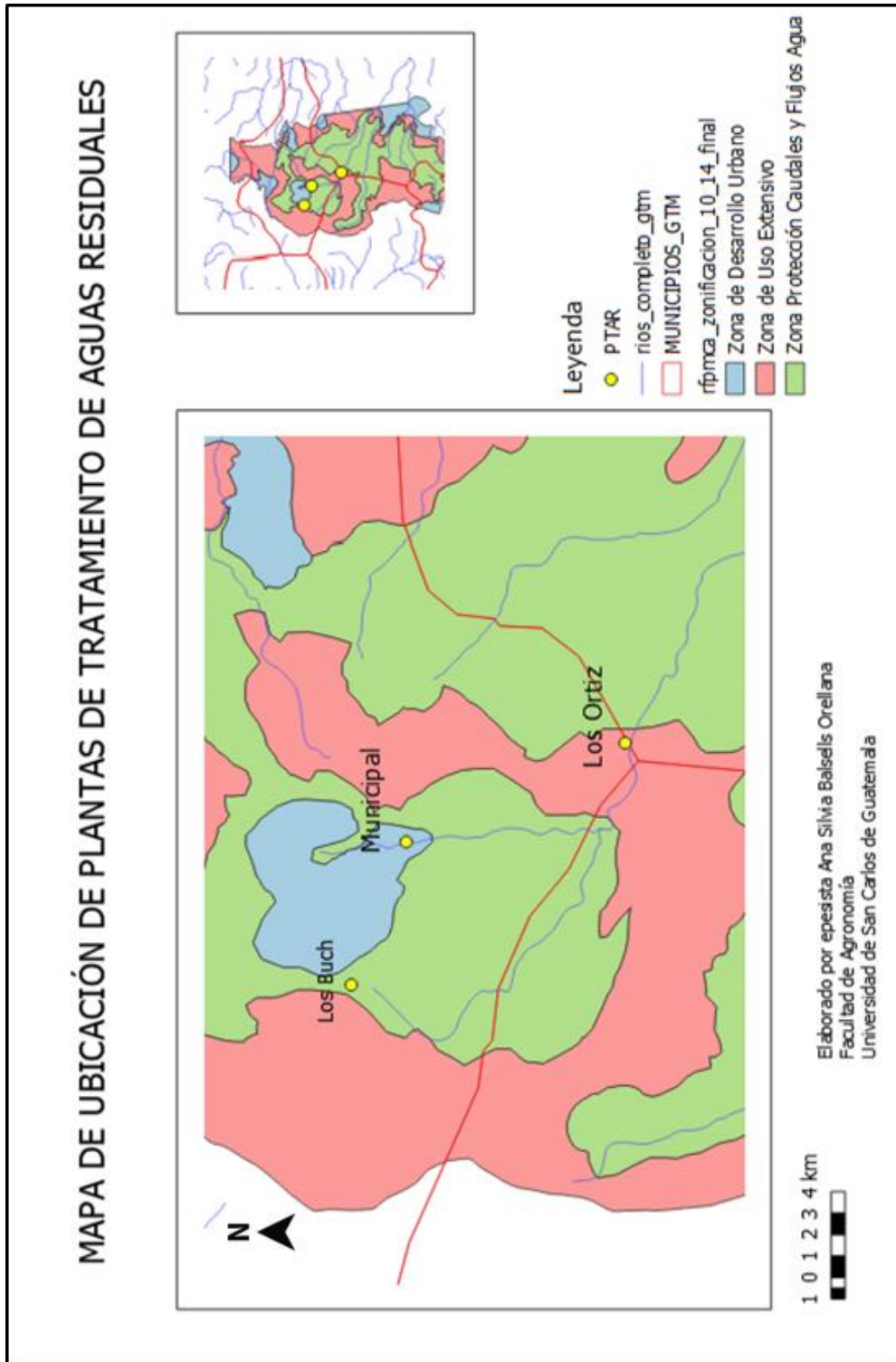
## **C. Servicio de tratamiento de aguas residuales**

Actualmente la aldea Buena Vista cuenta con el servicio de tres plantas de tratamiento, ubicadas a la orilla del río Flores, las cuales se presentan en la figura 9 (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

### **a. Planta de tratamiento Los Buch**

Esta planta de tratamiento se ubica en la aldea Buena Vista, dentro de la zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua de la Reserva protectora de manantiales y Flujos de agua cordillera Alux. Se encuentra rodeada por áreas de cultivo y vegetación. Aunque la planta de tratamiento es de propiedad municipal, actualmente el cuidado y mantenimiento de esta planta está bajo el cargo del COCODE de Buena Vista, específicamente bajo la dirección del Presidente del Comité de drenajes (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

La tecnología utilizada en esta planta es de sistema secundario, es decir, con procesos de naturaleza biológica donde se utilizan microorganismos como bacterias, para llevar a cabo la eliminación de materia orgánica biodegradable (Pacaja, 2017).



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 9. Mapa ubicación de plantas de tratamiento de aguas residuales en zonas específicas dentro de la reserva forestal.

Los elementos que contiene esta planta de tratamiento son: Canal de pre tratamiento con depósito de rejillas y desarenador (tiene dos entradas), sedimentador primario, reactor anaeróbico, filtro percolador con piedra volcánica, un patio de secado y un desfogue a zanjón (efluente) que cae directamente al río Flores (cuerpo receptor), (Pacaja, 2017).

#### **b. Planta de tratamiento municipal**

La planta de tratamiento de aguas residuales municipal, se encuentra ubicada dentro de la aldea Buena Vista, dentro de la zona de Desarrollo Urbano de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. La población que utiliza el servicio de esta planta de tratamiento es aproximadamente de 3,985 habitantes, es la PTAR más grande del lugar.

Se encuentra rodeada una parte de vegetación, camino de terracería y baja concentración de viviendas. Se encuentra en el camino que se dirige de la aldea Buena Vista hacia el caserío Los Ortiz. Esta planta de tratamiento es de propiedad municipal y actualmente se encuentra bajo el cuidado y mantenimiento del COCODE de Buena Vista, especialmente del Presidente del Comité de drenajes de la aldea (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

La tecnología utilizada por esta planta de tratamiento es de sistema secundario, es decir, que su funcionamiento es por medio de bacterias que ayudan a llevar a cabo la eliminación de materia orgánica biodegradable (Pacaja, 2017).

Los elementos que conforman la planta de tratamiento son: canal de pre tratamiento con rejillas para atrapar desechos mayores y desarenador, sedimentador primario, un reactor anaeróbico el cual se encuentra actualmente en mal estado (biodigestor), filtro percolador con rosetas plásticas de PVC, sedimentador secundario, filtro percolador con piedra volcánica, un patio de secado de lodos, un desfogue a zanjón (efluente) que cae directamente al cuerpo de agua del río Flores (Pacaja, 2017).

### **c. Planta de tratamiento Los Ortiz**

Esta planta de tratamiento se encuentra en la parte baja de la aldea Buena Vista, sector perteneciente al caserío Los Ortiz o La Presa, se ubica dentro de la Zona de Uso Extensivo de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales y Flujos de Agua Cordillera Alux. Actualmente abastece los servicios de todo el caserío con un aproximado de 3,864 habitantes. Esta planta está rodeada por vegetación y aproximadamente a cien m arriba se encuentra el poblado Los Ortiz con una concentración media de viviendas. Esta planta de tratamiento es de propiedad municipal, actualmente se encuentra bajo el cuidado y mantenimiento principalmente del Presidente del COCODE de Los Ortiz (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

La tecnología utilizada por esta PTAR es de tratamiento secundario y cuenta con los elementos siguientes: reactor anaeróbico, sedimentador, filtro percolador, patio de secado y un desfogue al río Flores (Pacaja, 2017).

### **D. Acceso**

La única vía de acceso para llegar a la aldea es un camino pavimentado de 2 km., situado hacia el sur de la cabecera municipal. En el centro de la aldea, existe una sub alcaldía municipal, una escuela y una iglesia católica (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

Las calles y callejones de la aldea Buena Vista son generalmente de terracería, adoquinadas, la calle principal está asfaltada y pavimentada, lo que hace que del centro urbano a Buena Vista un camino accesible (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

Para llegar al el caserío los Ortiz, los pobladores deben ingresar caminando, ya que no existe transporte público, lo que dificulta un mejor desarrollo para la comunidad. Las casas son humildes y pequeñas en su mayoría (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

### **E. Economía**

Dentro de la aldea, la mayoría de personas se dedica a trabajar como obreros en pequeñas maquilas ubicadas dentro de la misma zona. También desarrollan el trabajo de la agricultura, cultivando maíz, frijol, chile pimiento, tomate, güisquil y hortalizas. El cultivo de flores es también parte de las actividades principales. En minoría se encuentran personas que desarrollan trabajos de albañilería (actividad realizada principalmente en la ciudad capital), (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

La mayoría de las personas del caserío Los Ortiz, son de escasos recursos económicos, un gran porcentaje de los hombres se dedican a la agricultura y la otra parte incluyendo jóvenes se deben trasladar al centro de la aldea Buena Vista y a la cabecera municipal para trabajar en las fábricas, las mujeres se dedican a tejer güipiles y servilletas para venderlas en el mercado. Su crecimiento poblacional se basa en la agricultura, albañilería, trabajadores textiles. Algunos pobladores trabajan en Mixco por su cercanía y mejor acceso (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

La mayor parte de la población del caserío Los Ortiz, se encuentra con necesidades básicas insatisfechas, bajo la línea de pobreza.

### **F. Idioma**

En toda la aldea Buena Vista existe una población bilingüe, hablan dos idiomas: el castellano y el kaqchikel por ser una población de descendencia indígena (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

## **G. Colindancias**

El caserío Los Ortiz se encuentra en el límite de San Pedro Sacatepéquez, colindando con Mixco y termina en una finca privada de Mixco (donde se encuentra la presa), (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

## **H. Vías de comunicación**

De la ciudad capital por la ruta asfaltada nacional No.5, rumbo noroeste a 26.5 km encontramos la aldea Buena Vista, luego al norte 9 km a San Juan Sacatepéquez encontramos el caserío Los Ortiz. Cuenta también con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

## **I. Fiestas del pueblo y celebraciones**

La fiesta patronal se celebra el 28 de agosto en honor a San Agustín. Se celebra también el 15 de septiembre en honor a las fiestas patrias y el 1 y 2 de noviembre en honor al día de los santos y difuntos (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

## **J. Clima**

El clima es templado y el suelo posee características fértiles apropiadas para el cultivo de maíz, frijol, chile pimiento, tomate, güisquil y hortalizas (Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, 2013).

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. Objetivo General**

Establecer un modelo de gestión sostenible sobre el área de influencia de las aguas del río Flores de la aldea Buena Vista.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

1. Evaluar la contaminación provocada por la proliferación de basureros clandestinos en el río Flores de la aldea Buena Vista.
2. Evaluar la contaminación provocada por la evacuación de las aguas servidas sin tratamiento al río Flores de la aldea Buena Vista.
3. Evaluar y comparar los diferentes parámetros de la calidad del agua tanto en época seca como en época lluviosa con los parámetros establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.



## 2.4. METODOLOGÍA

En la figura 10, se describe de forma detallada la metodología utilizada:



*Fuente: elaboración propia, 2017.*

*Figura 10. Diagrama de metodología de la investigación.*

### 2.4.1. Análisis de contaminación por descargas

La evaluación de contaminantes en la zona de influencia del río Flores, se realizó con la finalidad de identificar y cuantificar las fuentes de contaminación puntual y no puntual para el control de componentes sociales, medioambientales y técnicos que impactan el ambiente.

## A. Análisis de criterios de evaluación sobre áreas vulnerables a problemas de contaminación

Se evaluaron diferentes puntos en el área de influencia del río Flores, para darle significancia a las normas que moderaron el valor del ambiente. Estos estimados cualitativos tuvieron la capacidad de indicar de que manera los contaminantes afectan el ambiente en las tres zonas que operan en la reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux.

Se realizaron recorridos por toda el área en estudio identificando cada punto de observación, tomando 50 m a cada lado de la fuente de agua, según lo establecido en el Artículo 122 de la Constitución Política de la República de Guatemala (Congreso de la República de Guatemala, 1997), con la intención de determinar los ecosistemas que pueden ceder fácilmente a la acción de contaminantes. Los criterios que se evaluaron de cada punto de observación para cada sistema en el área de influencia del río Flores, son los presentes en cuadro 15.

*Cuadro 15. Matriz de análisis de criterios de evaluación.*

| <b>MATRIZ PARA ANÁLISIS DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b> |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
|--|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|
| Impactos asociados                                     | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |
|  | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |
| <b>SISTEMA ABIÓTICO</b>                                |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Aire   |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Agua   |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Suelo  |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| <b>SISTEMA BIÓTICO</b>                                 |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Flora  |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Fauna  |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| <b>SISTEMA SOCIAL</b>                                  |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Urbanismo  |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |
| Paisaje  |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |

*Fuente: elaboración propia, 2017.*

La matriz de análisis de criterios de evaluación del cuadro 16, se realizó a través de calificación de aspectos ambientales, evaluando con criterio propio cada impacto asociado, con la cual se determinó el nivel de significancia dentro del área.

## **B. Aplicación de los sistemas de información geográfica en la ubicación de vertederos**

Se generó una capa de información como referencia cartográfica homogénea, sobre la ubicación de áreas monitoreadas de mayor vulnerabilidad, para aplicarse en la ejecución de programas de vigilancia ambiental.

Los colores aplicados sobre la capa han sido los utilizados en el Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux:

- Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua: verde.
- Zona de Uso Extensivo: rosado.
- Zona de Desarrollo Urbano: celeste.

### **2.4.2. Análisis de la calidad del agua**

Se requirieron análisis físico químico y microbiológico de cada muestra de agua, para conocer la condición y las características del agua del río Flores.

#### **A. Selección de puntos de muestreo**

En el río Flores, existen actualmente tres plantas de tratamiento, por lo tanto se realizó la toma de muestras de agua residual pre y post de cada planta de tratamiento.

Cuadro 16. Matriz de análisis para criterios de evaluación sobre impacto ambiental.

| <b>ADAPTACIÓN DE MATRIZ PARA ANÁLISIS PARA CRITERIOS DE EVALUACIÓN SOBRE IMPACTO AMBIENTAL</b>  |                     |  |
|---|---------------------|--|
| <b>1. Severidad del impacto</b>   |                     |  |
| <b>Tipo</b>   | <b>Calificación</b> | <b>Descripción</b>   |
| Severo (Se)   | 3                   | Impacto superior al 50 % del área  |
| Moderado (Mo)   | 2                   | Impacto entre 25 % y 45 % del área   |
| Leve (Le)   | 1                   | Impacto menor al 25 % del área   |
| Ausente (Au)  | 0                   | --   |
| <b>2. Escala del impacto</b>  |                     |  |
| <b>Tipo</b>   | <b>Calificación</b> | <b>Descripción</b>   |
| Difusa (A)  | 3                   | Su origen no está claramente definido, no tiene foco emisor concreto                 |
| Regional (B)  | 2                   | Se genere transformación en el ambiente desde los exteriores al perímetro de la zona |
| Puntual (C)   | 1                   | Se produce por un foco emisor determinado y afecta una zona concreta                 |
| Nulo (D)  | 0                   | --   |
| <b>3. Legislación ambiental</b>   |                     |  |
| <b>Tipo</b>   | <b>Calificación</b> | <b>Descripción</b>   |
| A   | 5                   | No se cumple   |
| B   | 1                   | Se cumple  |
| C   | 0                   | No existe  |
| <b>4. Frecuencia</b>  |                     |  |
| <b>Tipo</b>   | <b>Calificación</b> | <b>Descripción</b>   |
| Alta (A)  | 3                   | Se presenta continuamente  |
| Media (B)   | 2                   | Se presenta frecuentemente   |
| Baja (C)  | 1                   | Se presenta ocasionalmente   |
| <p>Para cada impacto ambiental; se suman los valores resultantes de severidad del impacto, escala de impacto y legislación nacional, para luego ser multiplicado por el valor de la frecuencia de ocurrencia del impacto.</p>   |                     |  |
| <p>Nivel de significancia del impacto:</p> <p>Teniendo en cuenta que la calificación máxima que puede tener un impacto ambiental es de 33, se le da su valoración según los rangos a continuación señalados</p> <p>(C) Baja: Se considera un impacto con nivel de significancia baja si la calificación se encuentra entre el rango (0-11).</p> <p>(B) Media: Se considera un impacto con nivel de significancia media si la calificación se encuentra entre el rango (12-22).</p> <p>(A) Alta: Se considera un impacto con nivel de significancia alta si la calificación se encuentra entre el rango (23-33).</p> |                     |  |

Fuente: Garzón, Lina. Empresa Beltrán Beltrán, 2018.

La primera toma de muestras se realizó antes de ingresar a cada planta de tratamiento, así se determinó la calidad del agua sin tratar.

La segunda toma de muestras se realizó después de la planta de tratamiento, aquí obtuvo el dato de funcionamiento de la planta.

Se efectuó un total de 12 tomas de muestras, las cuales se tomaron de la siguiente manera: seis (6) en época lluviosa (entre octubre y noviembre) y seis (6) en época seca (entre marzo y abril).

### **B. Toma y transporte de muestras**

Para la toma de muestras de agua, se utilizaron recipientes de plástico (polietileno), de 750ml, según lo establecido en Standard Methods 1975.

Se procedió a sumergir el recipiente en las aguas del río para evitar cualquier tipo de contaminación.

En el caso de la muestra que se utilizó para el análisis microbiológico, fue conservada en una hielera con bolsas de hielo para su traslado, y mantener la misma temperatura hasta la entrega en el laboratorio.

En cuanto a las muestras con fin de estudio fisicoquímico, se conservaron y trasladaron en una caja de cartón, debido a que este no influye el cambio de temperatura ambiente.

Es importante recalcar que todo el procedimiento anterior, se realizó utilizando guantes quirúrgicos, mascarilla para evitar contaminar la muestra y evitando la presencia de terceras personas en el área de muestreo.

Las muestras se hicieron entrega el mismo día de la toma; cada una de las muestras fue debidamente identificada con una etiqueta con los datos que se aprecian en la figura 11.

|   |
|---|
| <p style="text-align: center;">LABORATORIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y<br/>FARMACIA<br/><b><u>Muestra de agua</u></b></p> <p>Lugar:<br/>Fuente:<br/>Día:<br/>Hora:<br/>Condiciones de transporte:<br/>Temperatura:<br/>Examen:<br/>Tomado por:<br/>Municipio:<br/>Departamento:</p> |
|---|

*Fuente: elaboración propia, 2017.*

*Figura 11. Etiqueta de muestras para análisis de agua.*

### **C. Análisis de muestras**

Las muestras de agua Físicoquímicas y Microbiológicas de ambas épocas de estudio, fueron analizadas en los laboratorios de Unidad de análisis Instrumental y Laboratorio Microbiológico de Referencia LAMIR, respectivamente, ubicados en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia del campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En el análisis físico químico se evaluaron los siguientes parámetros: pH, conductividad, sólidos en suspensión, Demanda Bioquímica de Oxígeno -DBO-, Demanda Química de Oxígeno -DQO-, Nitrógeno total, Fósforo total, color, aceites y grasas.

En cuanto al análisis microbiológico, se evaluó la presencia de coliformes fecales.

### **D. Análisis de la información**

Los resultados de los análisis de las muestras de agua, fueron interpretados a partir de un tratamiento analítico, basados en la comparación de los resultados obtenidos en época lluviosa y en época seca con los parámetros que exige el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, en el que se emite el “Reglamento de las descargas y reuso de aguas

residuales y de la disposición de lodos”, (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006), para la calidad de agua potable.

Se emplearon gráficas para la visualización de las tendencias en los niveles de contaminación del agua de cada una de las muestras, comparadas con los límites máximos permisibles para cada parámetro de dicho acuerdo.

### **E. Cálculo de la eficiencia de la planta de tratamiento**

Para obtener la eficiencia de cada planta de tratamiento, fue necesario calcular primero la carga contaminante para los parámetros sanitarios importantes como la DQO y la DBO, se utilizó la siguiente fórmula:

$$CC = [Q] * \text{concentración} = \text{kg/día}$$

Donde:

CC = Carga Contaminante

Q = Caudal

Concentración = Concentración del elemento

Finalmente para evaluar la eficiencia de la planta de tratamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{CC \text{ salida} * 100}{CC \text{ entrada}} - 100$$

### **2.4.3. Formulación de modelo de gestión**

Basados en el análisis de la matriz de impacto ambiental y en la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales se propuso un modelo de gestión sostenible sobre el área de influencia del río Flores en aldea Buena Vista, municipio de San Pedro Sacatepéquez, enfocado en el mantenimiento adecuado del afluente estudiado.



## 2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.5.1. Análisis de la contaminación por descargas

Se ubicaron 44 puntos diferentes de observación para el control de la contaminación por descargas e identificación de fuentes puntuales y no puntuales de contaminación (anexo 1 de este capítulo).

#### A. Análisis de criterios de evaluación sobre áreas vulnerables a problemas de contaminación

Los criterios de evaluación se analizaron según las zonas establecidas en el Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux como se observa en la figura 12.

Se obtuvieron 44 puntos de observación dentro del área estudiada, cada punto se evaluó según la matriz de impacto ambiental (anexo 3 de este capítulo) dando el nivel de significancia del cuadro 17.

La **Zona de Uso Extensivo** (ZUE), ubicada dentro del área de influencia del río Flores representa un 27 % del área de estudio. En esta zona se determinó un nivel de significancia con valor 7, teniendo en cuenta que la calificación máxima que puede tener un impacto es 33, este se encuentra en el rango de 0-11, el cual considera un nivel de significancia de **BAJO IMPACTO**.

Cabe considerar que el caserío Los Ortiz está situado en Zona de Uso Extensivo y no cuentan con servicio de recolección de basura, por lo tanto, las acciones de la población según encuesta realizada en el área de influencia (anexo 4 de este capítulo), cuando no hay recolección de residuos sólidos urbanos son los que se muestran en el cuadro 18.

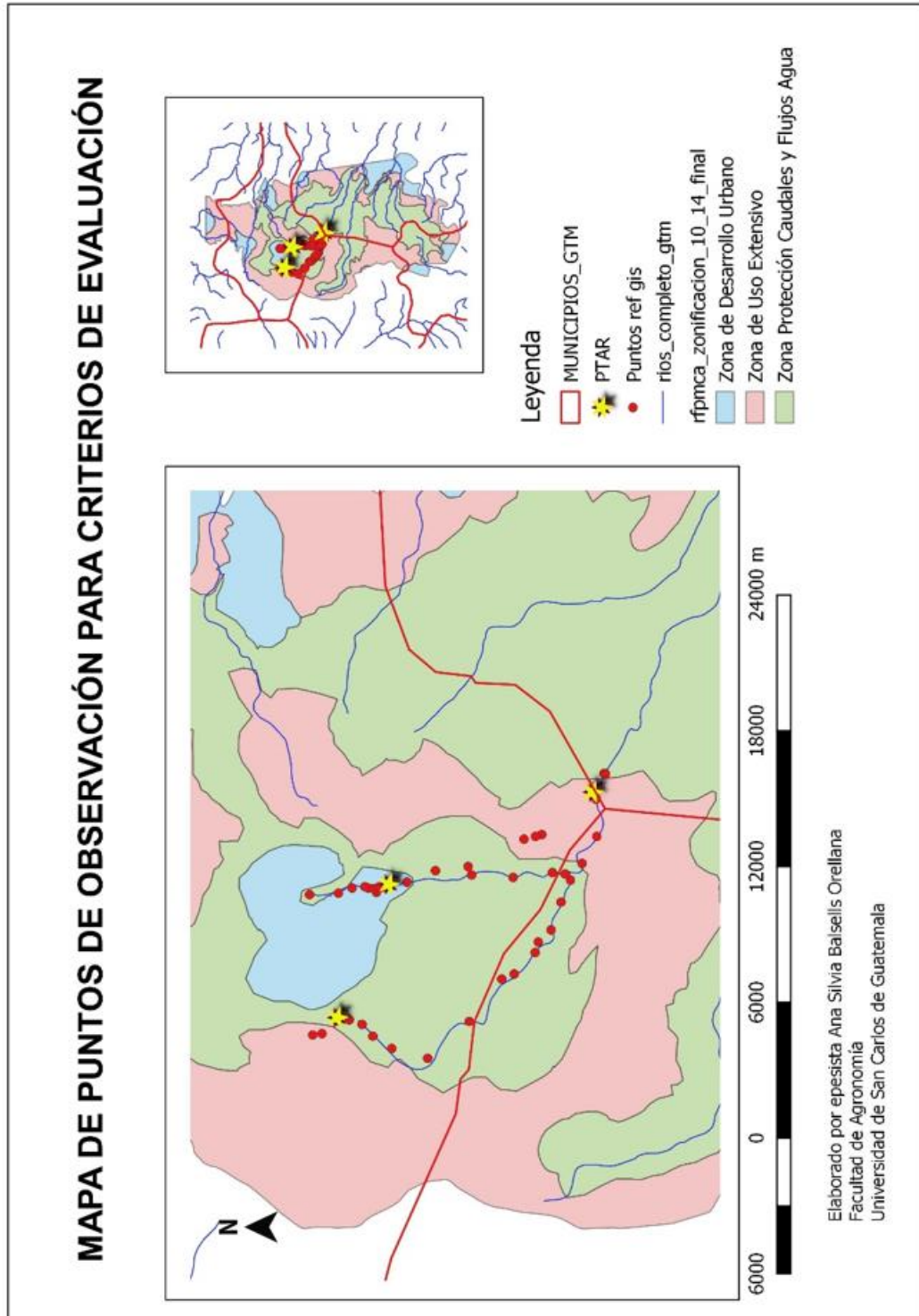


Figura 12. Mapa de puntos observados para criterios de evaluación dentro del área de estudio.

Cuadro 17. Nivel de significancia en área de influencia del río Flores.

| Zona de Uso Extensivo |       |    | Zona de Protección de Caudales |       |    | Zona de Desarrollo Urbano |       |    |
|-----------------------|-------|----|--------------------------------|-------|----|---------------------------|-------|----|
| Punto No.             | Rango | NS | Punto No.                      | Rango | NS | Punto No.                 | Rango | NS |
| 1                     | 4     | C  | 3                              | 3     | C  | 34                        | 9     | C  |
| 2                     | 4     | C  | 4                              | 21    | B  | 35                        | 15    | B  |
| 20                    | 4     | C  | 5                              | 12    | B  | 36                        | 15    | B  |
| 21                    | 4     | C  | 6                              | 17    | B  | 37                        | 10    | C  |
| 22                    | 4     | C  | 7                              | 10    | C  | 38                        | 13    | B  |
| 23                    | 14    | B  | 8                              | 14    | B  | 39                        | 13    | B  |
| 24                    | 12    | B  | 9                              | 16    | B  | 40                        | 13    | B  |
| 25                    | 12    | B  | 10                             | 13    | B  | 41                        | 13    | B  |
| 26                    | 6     | C  | 11                             | 3     | C  | 42                        | 9     | C  |
| 27                    | 6     | C  | 12                             | 2     | C  | 43                        | 12    | C  |
| 28                    | 6     | C  | 13                             | 2     | C  |                           | 12    | B  |
| 29                    | 6     | C  | 14                             | 2     | C  |                           |       |    |
|                       | 7     | C  | 15                             | 2     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 16                             | 2     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 17                             | 2     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 18                             | 2     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 19                             | 2     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 30                             | 4     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 31                             | 11    | B  |                           |       |    |
|                       |       |    | 32                             | 6     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 33                             | 8     | C  |                           |       |    |
|                       |       |    | 44                             | 13    | B  |                           |       |    |
|                       |       |    | 7                              |       | C  |                           |       |    |

(C) baja: se considera un nivel de significancia baja si la calificación se encuentra entre el rango de 0-11.

(B) media: se considera un impacto con nivel de significancia media si la calificación se encuentra entre el rango 12-22.

(A) alta: se considera un impacto con nivel de significancia alta si la calificación se encuentra entre el rango 23-33.

Cuadro 18. Acciones de la población ante los RSU.

| <b>Acciones de la población ante los RSU</b> |          |
|--|----------|
| <b>Destino final</b>                         | <b>%</b> |
| La quema                                     | 26.6     |
| La tira en un lote baldío                    | 12.7     |
| La entierra                                  | 21.2     |
| La lleva a un basurero                       | 2.5      |
| Otro   | 37       |

En esta zona también se encuentra el punto de observación de la planta de tratamiento Los Ortiz el cual, individualmente, obtuvo un nivel de significancia MEDIO.

La **Zona de Protección de Caudales y Flujos de Agua (ZPCFA)**, ubicada dentro del área de influencia del río Flores, representa un 50 % del área de estudio. En esta zona se determinó un nivel de significancia con valor 7, teniendo en cuenta que la calificación máxima que puede tener un impacto es de 33, la calificación de esta zona se encuentra entre el rango 0 - 11 se considera un nivel de significancia de BAJO IMPACTO.

Considerando que esta zona debe ser objeto de un manejo especial, y el uso del suelo debe ser orientado en principio al mantenimiento e incremento de la cobertura arbórea para mejorar la captación de agua, (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010), un 22 % del suelo área de influencia dentro de la zona de protección de caudales y flujos de agua, es utilizada para uso agrícola, lo que incrementa el riesgo con el uso de pesticidas y/o herbicidas y susceptibilidad a la erosión.

Dentro de esta zona se ubica el punto de observación de la planta de tratamiento Los Buch (punto 4), esta fue construida antes del año 2010, año en el que se incorporan las observaciones de las respectivas revisiones de las oficinas técnicas municipales y de los departamentos de manejo forestal, vida silvestre, jurídico, unidades de conservación, planificación, dirección técnica, y la coordinación de regionales del CONAP (Consejo

Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010). Por esa razón se acepta que la infraestructura de la planta de tratamiento funcione sobre esta zona especial.

La planta de tratamiento Los Buch obtuvo una valoración individual de 21, en el nivel de significancia MEDIO del impacto que produce sobre la zona.

El punto de observación de uno de los nacimientos de agua que abastece el río Flores se encuentra en esta zona (punto 44), este se encuentra rodeado por la zona de desarrollo urbano y está siendo afectada por mucha presión con vertederos no controlados.

La **Zona de Desarrollo Urbano (ZDU)**, ubicada dentro del área de influencia del río Flores representa un 23 % del área de estudio. En esta zona se determinó un nivel de significancia con valor 12, teniendo en cuenta que la calificación máxima que puede tener un impacto es 33, este se encuentra en el rango de 12 - 22, el cual considera un nivel de significancia de IMPACTO MEDIO.

Dentro de la ZDU, se encuentra la planta de tratamiento municipal (punto 35), la cual individualmente obtuvo un nivel de significancia MEDIO.

Actualmente esta zona es fuertemente impactada por vertimientos de basura a la orilla del río, siendo esta zona un foco de contaminación producida por falta de control y cultura. En el cuadro 19, se presentan los valores estimados de cantidad de desechos sólidos existentes en el lugar con respecto a los puntos de observación obtenidos en el recorrido de la zona, para criterios de evaluación los cuales presentan actividades inadecuadas sobre el manejo de los residuos sólidos y se han convertido en vertederos no controlados:

A lo largo de todo el recorrido se estima una cantidad promedio de 60 T -100 T aproximadamente, según información proporcionada por los guarda recursos de la reserva forestal en el área de San Pedro Sacatepéquez.

*Cuadro 19. Cantidad estimada de RSU en zona de desarrollo urbano del área de influencia del río Flores.*

| Punto de observación | Época lluviosa         | Época seca |
|----------------------|------------------------|------------|
|                      | Cantidad estimada en T |            |
| 38                   | 10                     | 6          |
| 39                   | 8                      | 4          |
| 40                   | 10                     | 7          |
| 41                   | 8                      | 5          |
| 43                   | 3                      | 5          |

Con la esorrentía toda esta basura es arrastrada hasta la parte baja donde se encuentra la presa y contamina el río en dirección a Mixco.

Nunca se ha realizado campaña de limpieza según encuesta realizada a pobladores del área en estudio.

### **B. Aplicación de sistemas de información geográfica en la ubicación de vertederos**

Se realizó el monitoreo dentro del área de estudio para la identificación de las áreas que son vulnerables a la contaminación por desechos sólidos, con el fin de generar una capa de información geográfica de referencia para la aplicación campañas de limpieza para la eliminación de los vertederos no controlados y posteriormente implementar programas de vigilancia ambiental.

Se localizaron trece puntos vulnerables (figura 13), los cuales se concentran en su mayoría en la Zona de Desarrollo Urbano, la cual constituye el 23 % del área influenciada por el río, que por la presión poblacional que existe en la región y la falta amplitud de un tren de aseo, la orilla del río Flores y los lugares baldíos son ahora utilizados como destino final de los residuos.

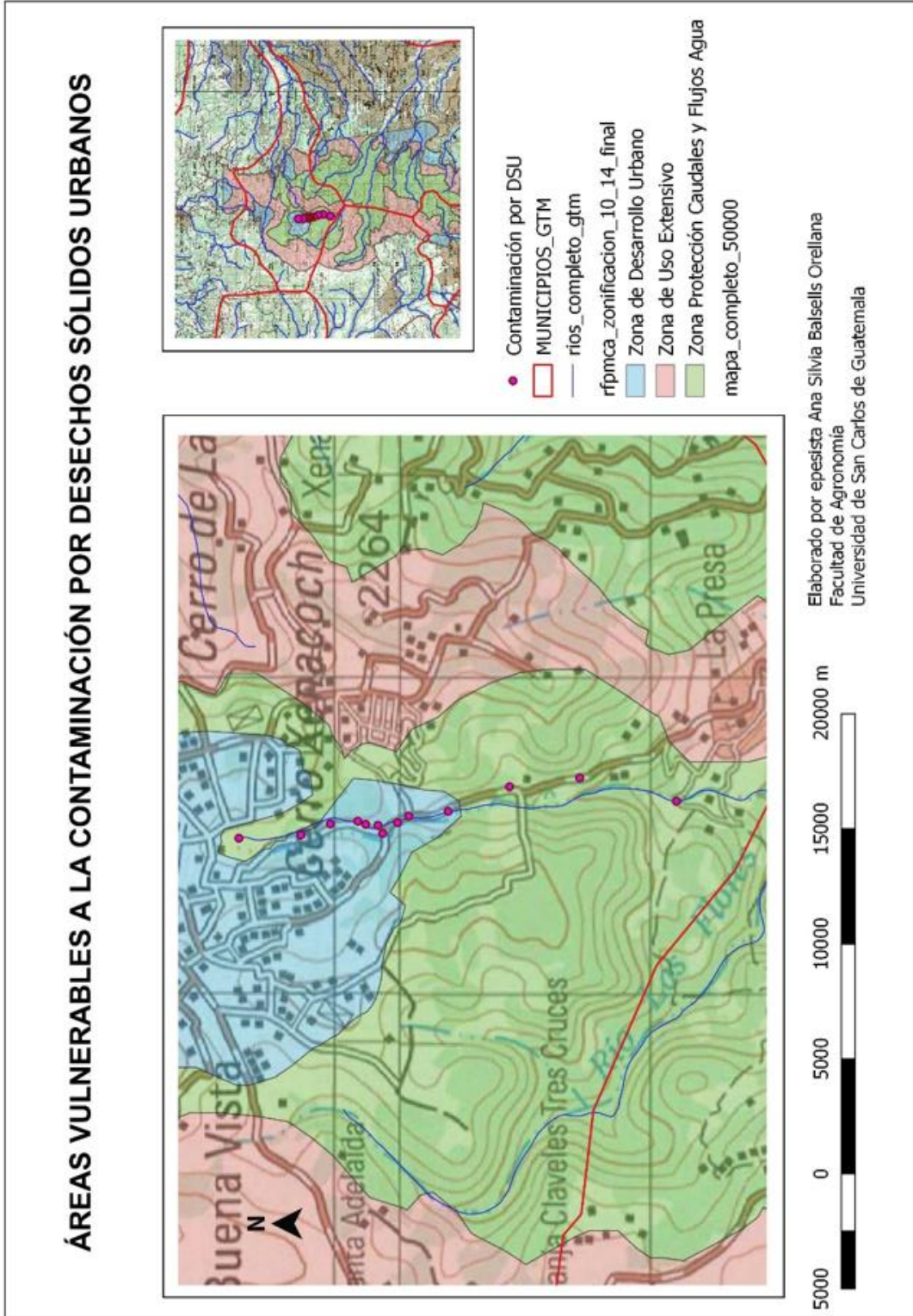


Figura 13. Mapa de áreas vulnerables a la contaminación por DSU.

Actualmente se estimula la existencia de aproximadamente cinco vertederos no autorizados en esta área, todos localizados a la orilla del río, lo cual provoca un serio problema de insalubridad y colabora con el deterioro progresivo de los recursos.

Estos residuos, son arrastrados por la escorrentía del agua superficial causada por las lluvias, extendiéndose hacia la zona de protección de caudales, lo cual lo convierte en un problema altamente alarmante pues es una zona de cuidado especial y actualmente no existe ninguna campaña de limpieza.

### **2.5.2. Análisis de la calidad del agua**

Se requirieron análisis fisicoquímico y microbiológico de cada muestra de agua colectada durante la época lluviosa y época seca de: planta de tratamiento Los Buch, planta de tratamiento municipal y planta de tratamiento Los Ortiz (anexo 5 de este capítulo); que se encuentran actualmente dentro del área de influencia del río Flores, aldea Buena Vista, municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

#### **A. Planta de tratamiento Los Buch**

##### **a. Parámetros físico químicos**

En el cuadro 20 se presenta la comparación de parámetros físico químicos de época seca y época lluviosa, con el límite máximo permisible, según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.

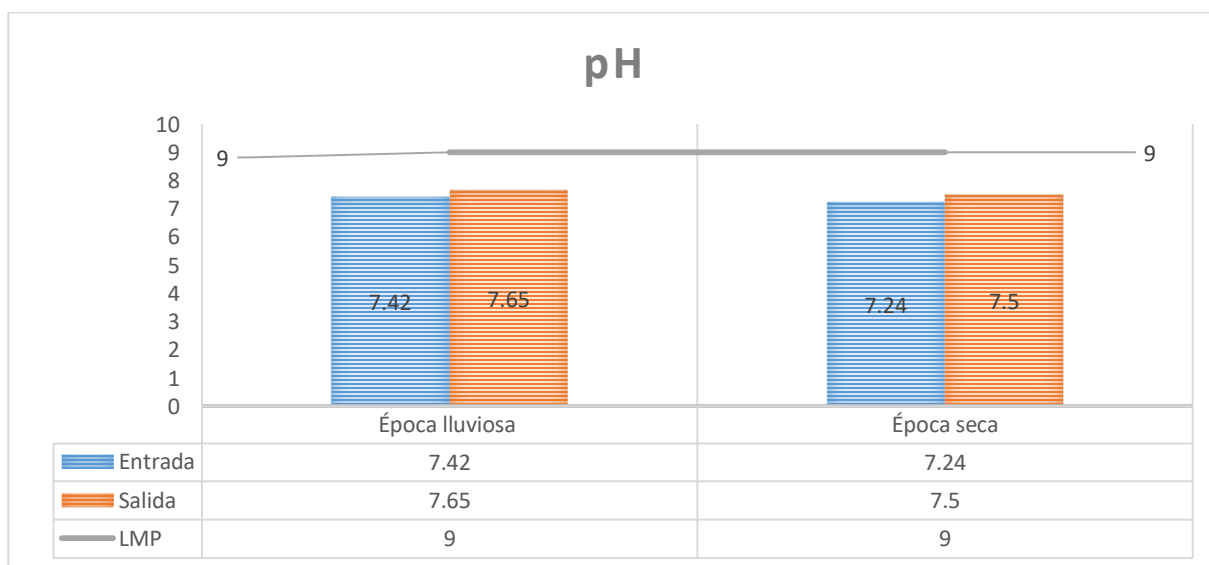
##### **i. pH**

La comparación del pH durante época lluviosa y época seca con el Límite Máximo Permisible –LMP- se muestra en la figura 14.



*Cuadro 20. Resultados fisicoquímicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento Los Buch.*

| Parámetros            | Unidades de medida | Época lluviosa |               | Época seca   |               | LMP       |
|-----------------------|--------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
|                       |                    | Pre - planta   | Post - planta | Pre - planta | Post - planta |           |
| pH                    |                    | 7.42           | 7.65          | 7.24         | 7.5           | 6.00-9.00 |
| Conductividad         | mS/cm              | 920            | 619           | 1642         | 1,430         | 1,500     |
| Sólidos en suspensión | mg/L               | 113            | 44            | 308          | 192           | 150       |
| DBO                   | mg/L               | 44.25          | 28.55         | 17.85        | 11.15         | 250       |
| DQO                   | mg/L               | 668            | 465           | 1440         | 1160          | 500       |
| Nitrógeno total       | mg/L               | 46.8           | 39.6          | 1.4          | 12.6          | 25        |
| Fósforo total         | mg/L               | 12.5           | 7.8           | 3.4          | 0.8           | 15        |
| Color                 | Unidades PT-Co     | 153            | 70            | 310          | 255           | 750       |
| Aceites y grasas      | mg/L               | 430            | 224           | 134          | 2,010         | 25        |



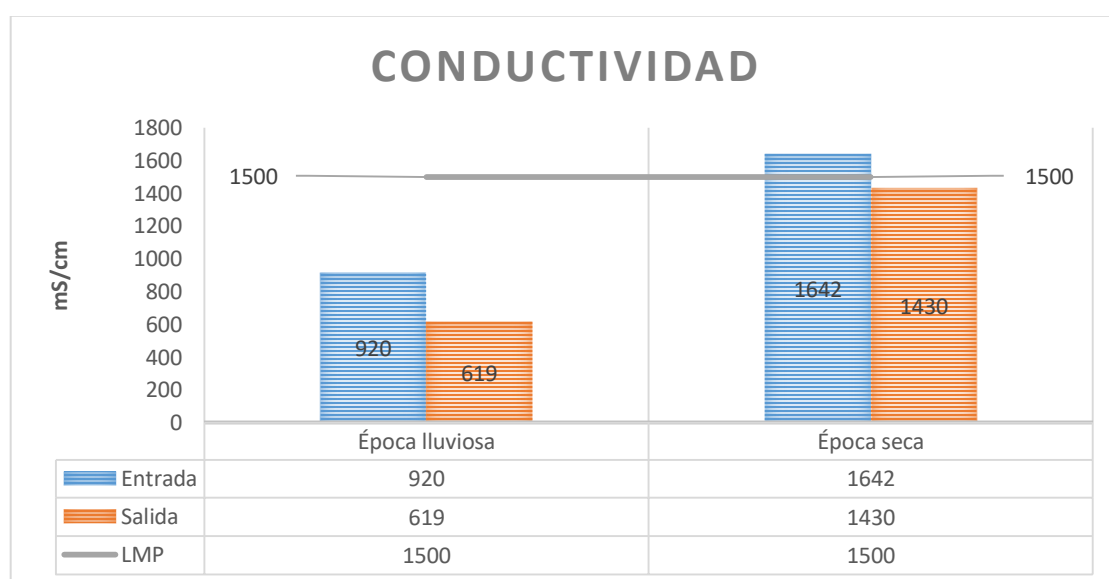
*Figura 14. Comparación de pH con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

En la gráfica comparativa del pH de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja. El nivel de pH en ambas épocas se respeta y cumple con el LMP conforme el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## ii. Conductividad

La comparación de los niveles de conductividad con el LMP para la planta de tratamiento Los Buch, en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 15.

En la gráfica comparativa de conductividad de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

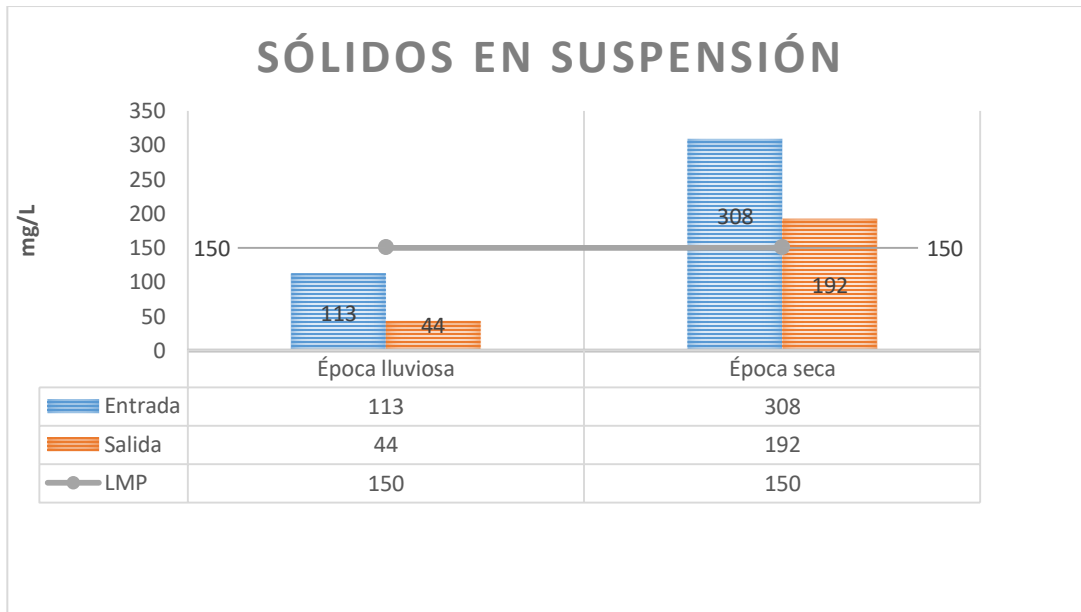


*Figura 15. Comparación de conductividad con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

La concentración de sales disueltas y presencia de iones en las muestras de agua de la planta de tratamiento en época lluviosa es menor que en época seca porque existe mayor disolución de sales. Se observa que por dicha concentración durante época seca, no se cumple con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, ya que el LMP pasa por sobre los 1500 mS/cm establecidos. En época seca las sales se concentran por lo tanto lanzan valores más elevados, sin embargo en la operación de salida de la planta, el LMP de 1500 mS/cm si se cumple.

### iii. Sólidos en suspensión

La comparación de los sólidos en suspensión con el LMP para la planta de tratamiento Los Buch, en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 16.



*Figura 16. Comparación de sólidos en suspensión con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

En la gráfica comparativa de sólidos en suspensión de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

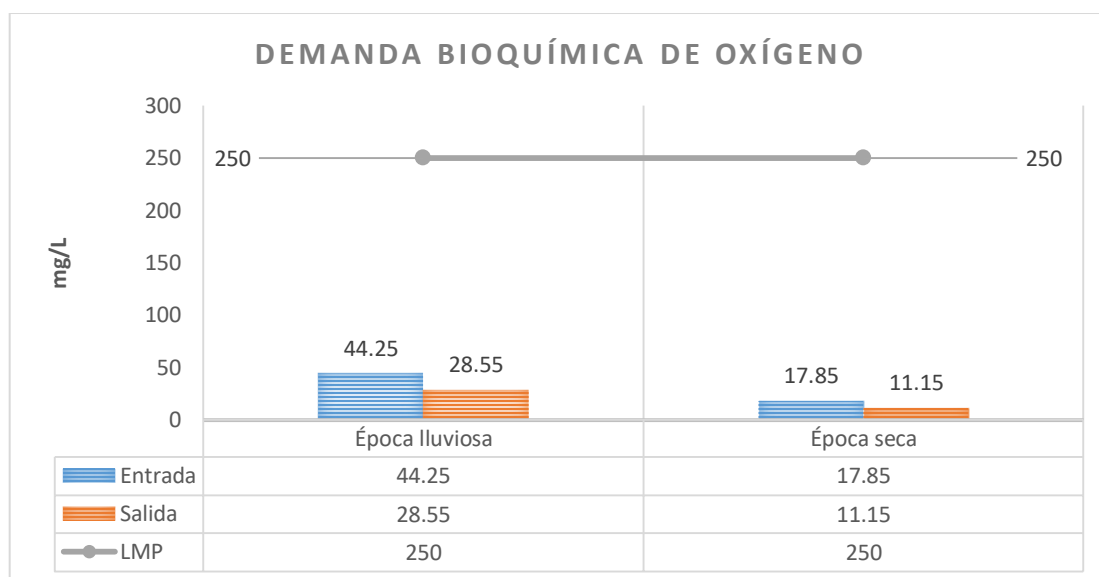
La concentración de sólidos suspendidos en el efluente de la planta de tratamiento durante la época lluviosa se reporta con una concentración de 44 mg/L la cual es menor al observado durante la época seca por la disolución de estos en el agua de lluvia. Por lo tanto la planta de tratamiento durante la época lluviosa cumple con el parámetro establecido.

Sin embargo el LMP de 150 mg/L establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 es superado en el efluente de la planta de tratamiento durante la época seca,

reportando 192 mg/L, lo cual indica que la cantidad de materia flotante en la planta de tratamiento es superior a la aceptable y a la que la planta puede procesar, por tal razón el parámetro de sólidos en suspensión durante la época seca, no cumple.

#### iv. Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO-

La comparación de la demanda bioquímica de oxígeno con el LMP para la planta de tratamiento Los Buch, en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 17.



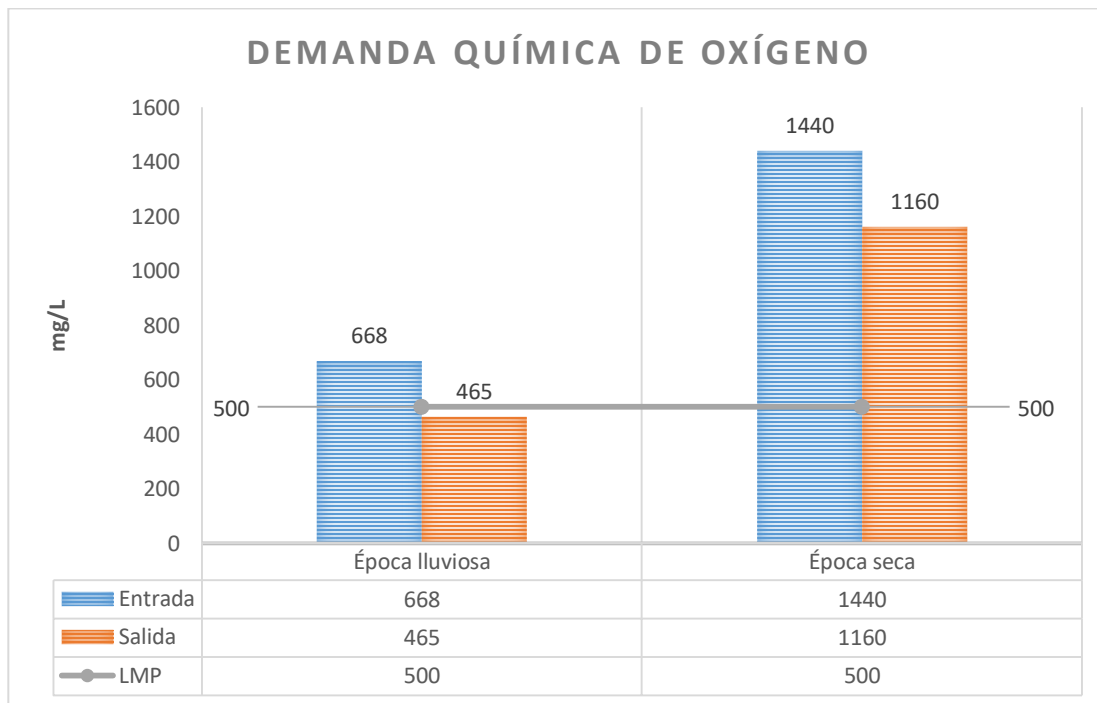
*Figura 17. Comparación de DBO con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

En la gráfica comparativa de DBO de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

La cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica existente en el agua residual, tanto en época lluviosa como en época seca, son aceptables y cumplen con el ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006, ya que se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 250 mg/L.

### v. Demanda Química de Oxígeno –DQO-

La comparación de la DBO con el LMP para la planta de tratamiento Los Buch, en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 18.



*Figura 18. Comparación de DQO con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

En la gráfica comparativa de demanda química de oxígeno de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

El nivel de DQO, representa la susceptibilidad de oxidación que muestra la planta de tratamiento. El LMP de 500 mg/L que establece el Acuerdo Gubernativo 236-2006, no se cumple en ninguna de las dos épocas, ya que sobrepasa su valor en el efluente de la misma, esto puede deberse a la alta concentración de nitrógeno que existe en la planta o a descargas inusuales de grasas o aceites en los drenajes que se conectan a esta planta.

#### **vi. Nitrógeno total**

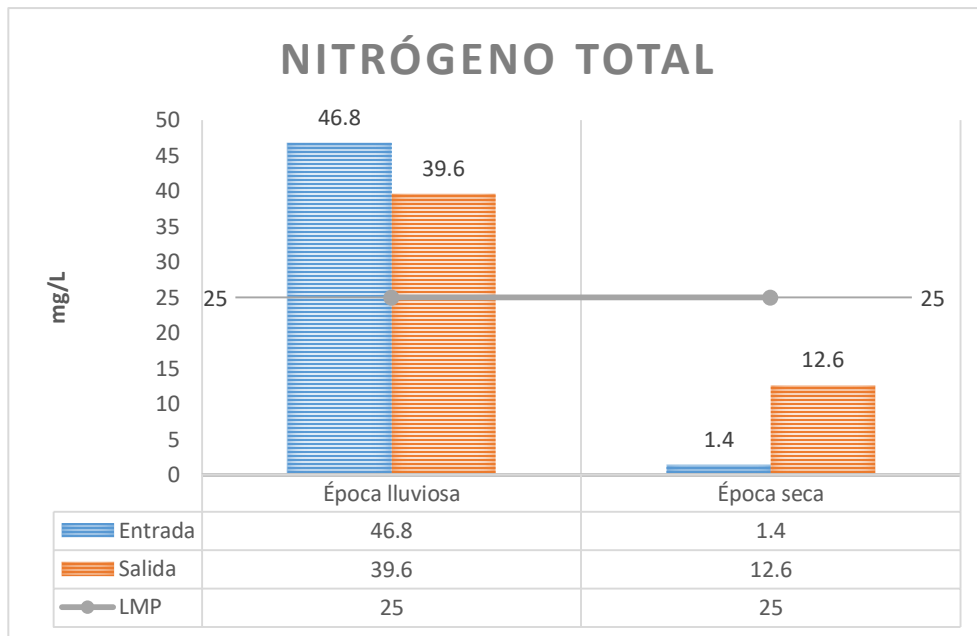
La comparación de Nitrógeno total con el LMP para la planta de tratamiento Los Buch, en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 19.

En la gráfica comparativa de Nitrógeno total de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

La concentración de Nitrógeno en la planta durante la época lluviosa puede deberse a una descarga inusual en los vertidos de origen doméstico la cual reduce el oxígeno disuelto en las aguas superficiales

La concentración de nitrógeno sobrepasa el LMP de 25 mg/L, es por eso que no cumple con lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Durante la época seca la concentración de nitrógeno baja porque el nitrato es reducido a nitrito y posteriormente a nitrógeno gas mediante bacterias facultativas. De esta manera durante esta época, la planta de tratamiento si cumple con el LMP.



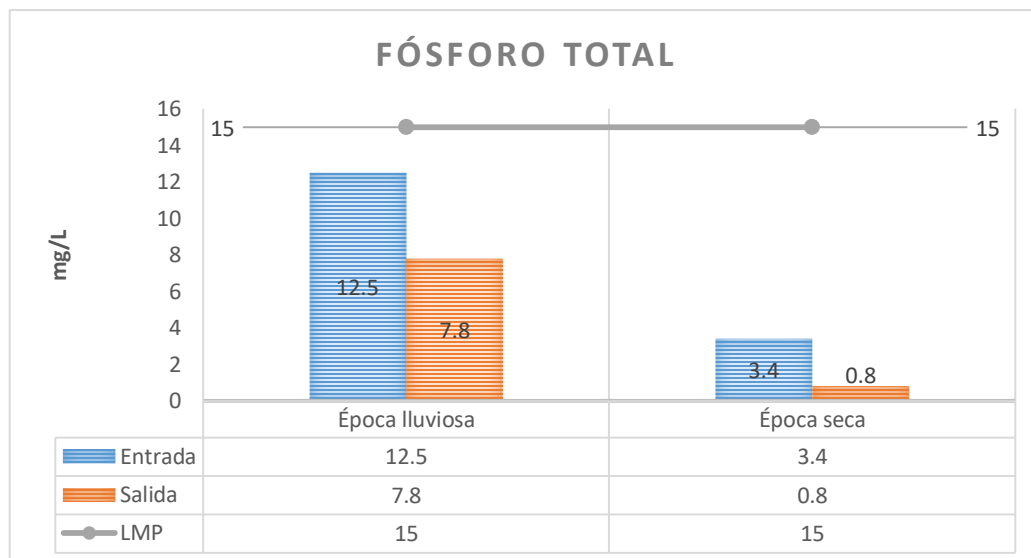
*Figura 19. Comparación de concentración de Nitrógeno total con LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

### vii. Fósforo total

La comparación de Fósforo total con el LMP, para la planta de tratamiento Los Buch en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 20.

En la gráfica comparativa de Fósforo total de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

Se puede observar la concentración de Fósforo total, primero en época lluviosa con un valor de 12.5 mg/L de entrada a la planta, la cual baja 9 mg/L en época seca. De igual manera se obtuvo una concentración de 7.8 mg/L en el efluente y bajó 7 mg/L para la época seca.



*Figura 20. Comparación de concentración de Fósforo total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

El contenido de Fósforo se ve influenciado por la época del año, existe mayor concentración durante la época lluviosa por el arrastre de químicos agrícolas en la escorrentía superficial.

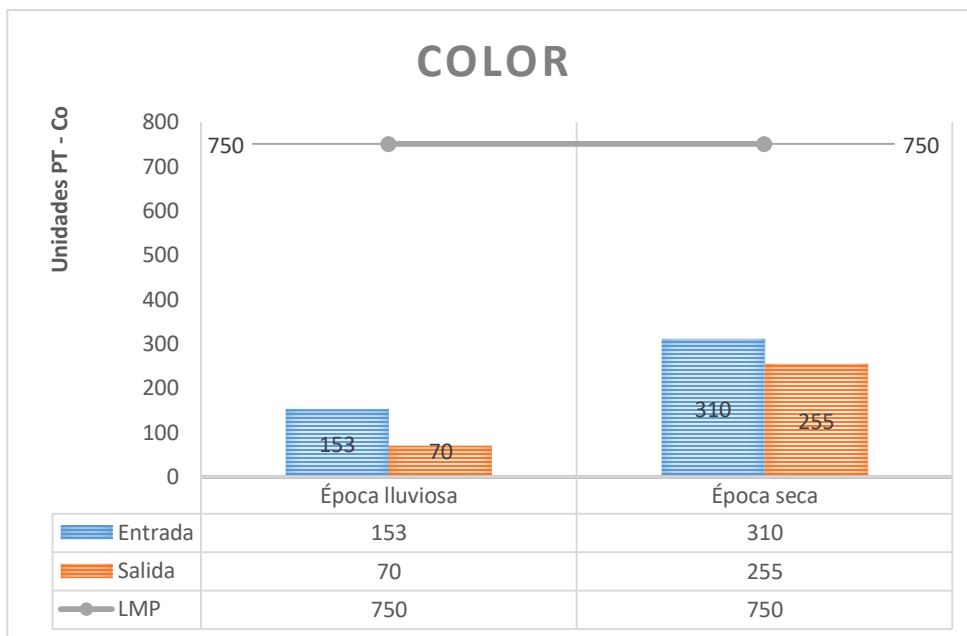
La cantidad de Fósforo en el efluente de la planta de tratamiento, se cumple para ambas épocas de estudio, con un LMP de 15 mg/L establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### **viii. Color**

La comparación del color para la planta de tratamiento Los Buch, en época lluviosa y época seca, se muestran en la figura 21.

En la gráfica comparativa del color de las aguas de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.





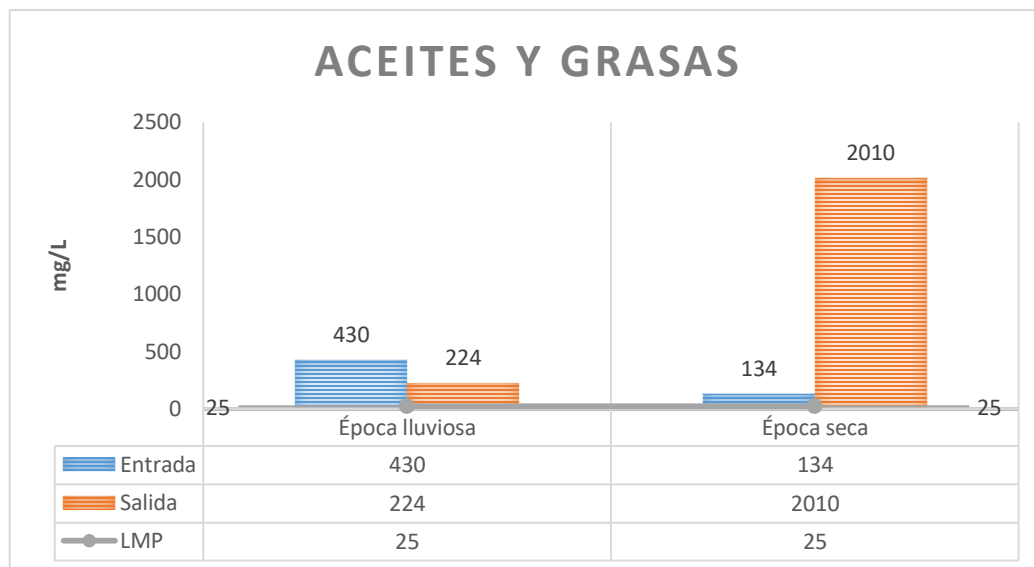
*Figura 21. Comparación de color con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

Las unidades PT-Co (Platino Cobalto) del color de la muestra de agua tomada durante la época lluviosa presentan mayor disolución que la tomada en época seca, por lo tanto en época seca existe mayor concentración de materia disuelta y es la responsable del aumento del color en el agua.

El parámetro de color, tanto en época lluviosa como en época seca, se cumple con el LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### **ix. Grasas y aceites**

La comparación de las grasas y aceites para la planta de tratamiento Los Buch, durante la época lluviosa y época seca con el límite máximo permisible se muestra en la figura 22.



*Figura 22. Comparación de concentración de grasas y aceites con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

En la gráfica comparativa de aceites y grasas de la planta de tratamiento, se observa el valor reportado para la entrada de la planta en color celeste y el valor de salida de la planta en color naranja.

Se observa la concentración de aceites y grasas, primero en época lluviosa con una concentración de 40 mg/L en el afluente de la planta y este disminuye 296 mg/L para la época seca. Sin embargo la cantidad de grasas para la época lluviosa en el efluente de la planta se reporta con una concentración de 224 mg/L y en época seca aumenta significativamente 1786 mg/L.

Esto puede deberse a el arrastre de esta materia desde la trampa de grasas de la planta de tratamiento o a un rebalse inusual del contenedor. La concentración de grasas y aceites sobrepasa al LMP de 25 mg/L establecido para el efluente de la planta en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## b. Parámetro microbiológico

La comparación de parámetro microbiológico de época seca y época lluviosa con el LMP y plazos establecidos en el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y el Acuerdo Gubernativo No. 110-2016, se muestran en el cuadro 21.

*Cuadro 21. Resultados microbiológicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento Los Buch.*

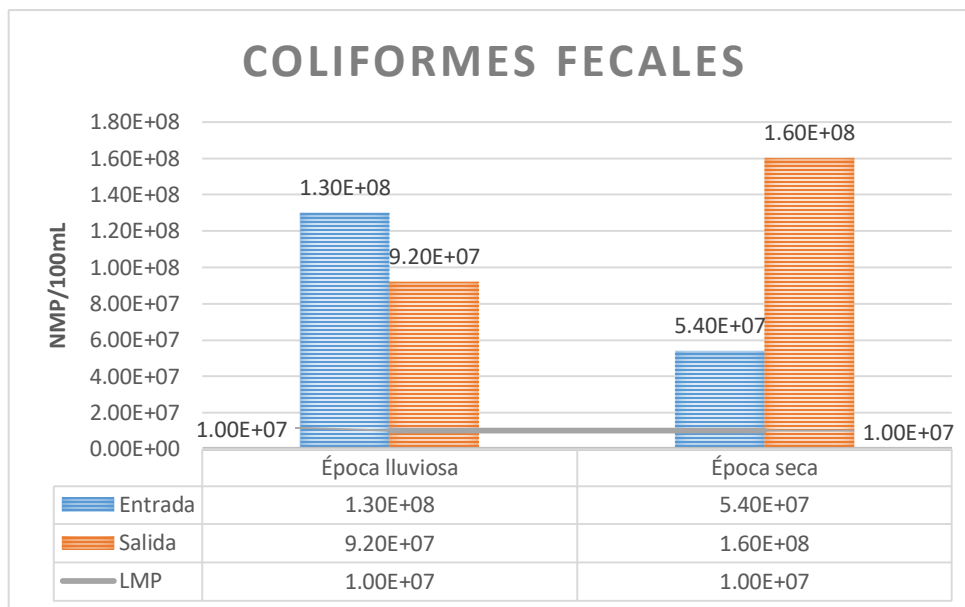
| CF      | Época lluviosa    | Época seca        |
|---------|-------------------|-------------------|
| Entrada | $>1.3 \cdot 10^8$ | $5.4 \cdot 10^7$  |
| Salida  | $9.2 \cdot 10^7$  | $>1.6 \cdot 10^8$ |
| LMP     | $<1 \cdot 10^7$   | $<1 \cdot 10^7$   |

### i. Coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales para la planta de tratamiento Los Buch, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 23.

En la gráfica comparativa de la presencia de coliformes fecales en las muestras de agua obtenidas de la planta de tratamiento, se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida color naranja para ambas épocas.

La presencia de coliformes fecales en el efluente de la planta de tratamiento nos indica la contaminación biológica que actualmente se aporta. Esta bacteria tiene un impacto muy peculiar y una serie de complicaciones en el ambiente y en la salud humana, por lo que se debe vigilar muy de cerca el funcionamiento adecuado para bajar este indicador al nivel mínimo.



*Figura 23. Comparación de coliformes fecales presentes con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Buch.*

Para ambas épocas de estudio, se observa que el Número Más Probable (NMP) en 100 ml de agua de coliformes fecales está por encima del LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## **B. Planta de tratamiento municipal**

### **a. Parámetros físico químicos**

La comparación de parámetros físico químicos de época seca y época lluviosa con el LMP según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, se muestran en el cuadro 22.

*Cuadro 22. Resultados Fisicoquímicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento municipal.*

| Parámetros            | Unidades de medida | Época lluviosa |               | Época seca   |               | LMP       |
|-----------------------|--------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
|                       |                    | Pre - planta   | Post - planta | Pre - planta | Post - planta |           |
| pH                    |                    | 7.49           | 7.64          | 7.38         | 7.12          | 6.00-9.00 |
| Conductividad         | mS/cm              | 871            | 425           | 1628         | 1296          | 1,500     |
| Sólidos en suspensión | mg/L               | 190            | 22            | 284          | 176           | 150       |
| DBO                   | mg/L               | 28.7           | 22.75         | 12.15        | 10.6          | 250       |
| DQO                   | mg/L               | 317            | 245           | 1520         | 1,095         | 500       |
| Nitrógeno total       | mg/L               | 23.22          | 20.5          | 1.1          | 14.8          | 25        |
| Fósforo total         | mg/L               | 3.13           | 1.13          | 0.9          | 0.3           | 15        |
| Color                 | Unidades PT-Co     | 115            | 40            | 320          | 240           | 750       |
| Aceites y grasas      | mg/L               | 103            | 76            | 160          | 68            | 25        |

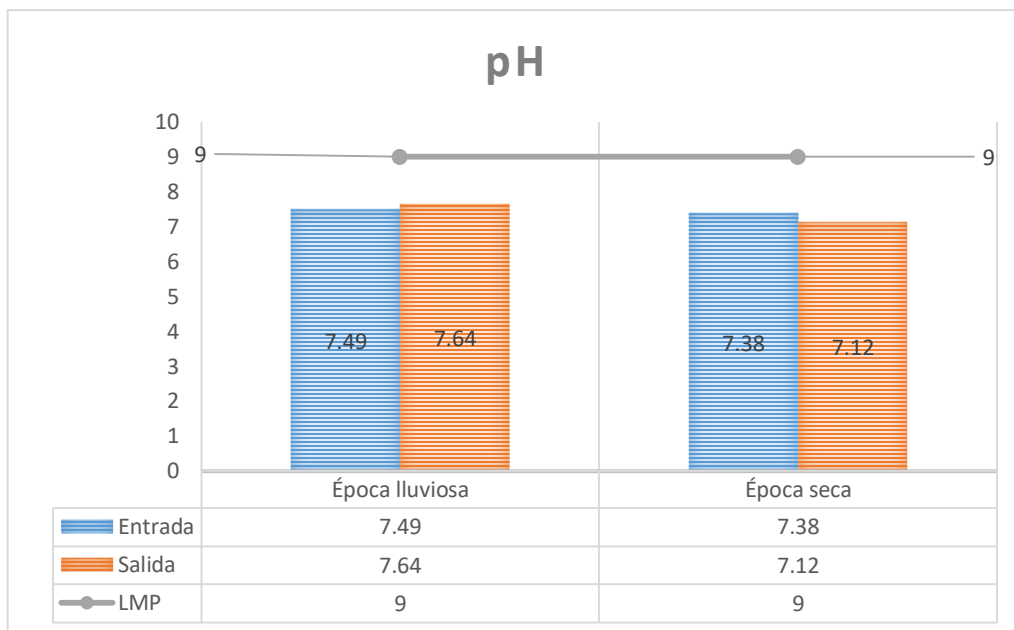
### **i. pH**

La comparación del pH para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 24.

En la gráfica comparativa del pH de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

Se observa la variación del pH, primero en época lluviosa con un valor de entrada a la planta de 7.49 y de salida el cual aumentó a 7.64, lo cual no es significativo.

En época seca el pH entra a la planta con un valor de 7.38 y sale con un valor de 7.12, lo cual indica que el agua está dentro del rango permisible del Acuerdo Gubernativo 236-2006 donde el LMP se encuentra entre un valor de 6 a 9.



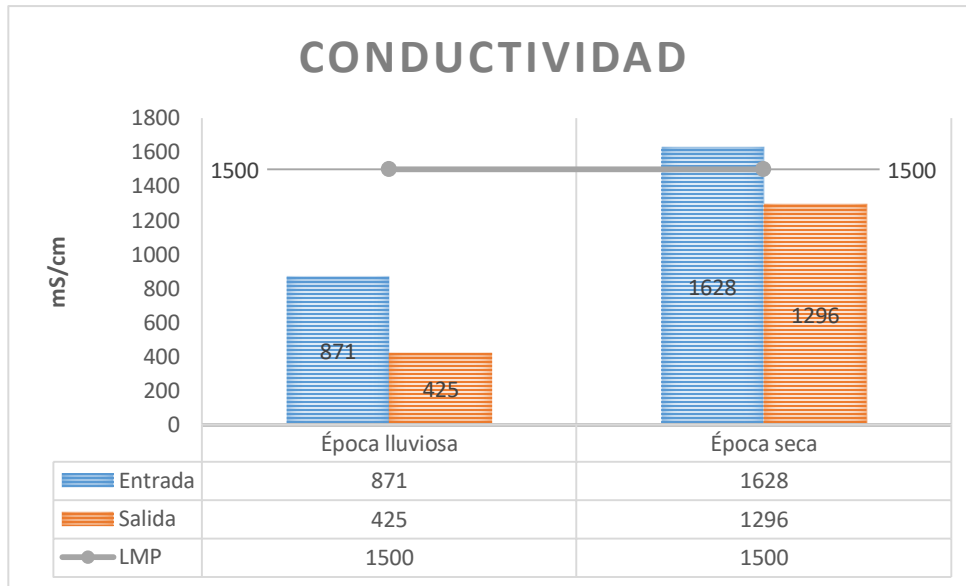
*Figura 24. Comparación de concentración de pH con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

## ii. Conductividad

La comparación del parámetro de Conductividad, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 25.

En la gráfica comparativa de la conductividad de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

En la época lluviosa se observa un valor en la entrada de la planta de 871 mS/cm y en la salida o efluente de la planta baja a 425 mS/cm, en época seca el valor de entrada es de 1628 mg/L e cual también baja y sale al cuerpo receptor con un valor de 1296 mg/L.



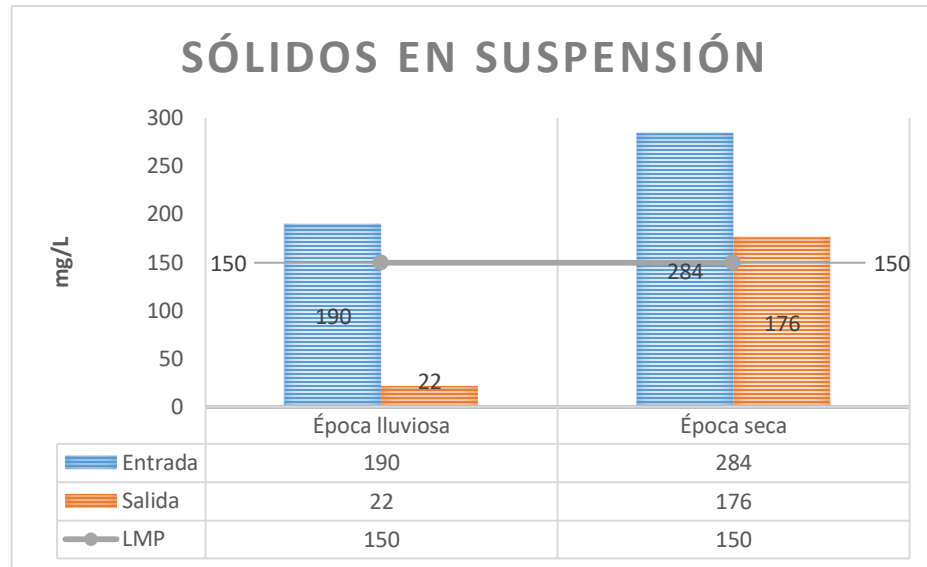
*Figura 25. Comparación de la conductividad con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

Esto quiere decir que la concentración de sales es mucho mayor en época seca y en época lluviosa estas se diluyen en el agua rebajándolas significativamente. Al comparar ambas épocas, apreciamos que según el LMP en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se cumple en ambas épocas en el efluente al río.

### iii. Sólidos en suspensión

La comparación del contenido de sólidos suspendidos, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 26.

En la gráfica comparativa de los sólidos suspendidos de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



*Figura 26. Comparación de concentración de sólidos suspendidos con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

Para la época lluviosa se reportó un valor de entrada de 190 mg/L, sin embargo el valor baja considerablemente a 22 mg/L respetando así el LMP para el efluente de la planta.

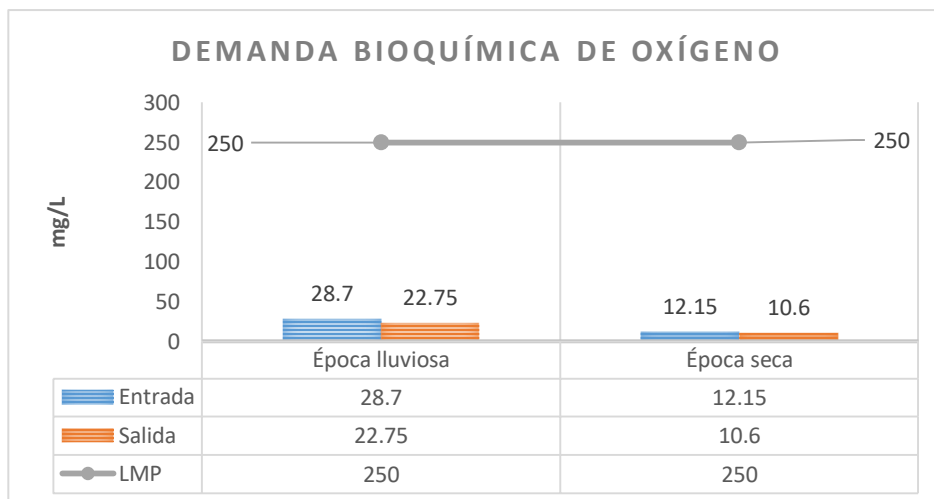
En época seca el valor de entrada es de 284 mg/L y se reduce a 176 mg/L en el efluente, siendo el LMP de sólidos en suspensión una cantidad de 150 mg/L, el acuerdo se cumple solamente durante la época lluviosa, y no se cumple en época seca.

#### **iv. Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO–**

La comparación de la DBO, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el límite máximo permisible se muestra en la figura 27.

En la gráfica comparativa del DBO de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.





*Figura 27. Comparación de DBO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

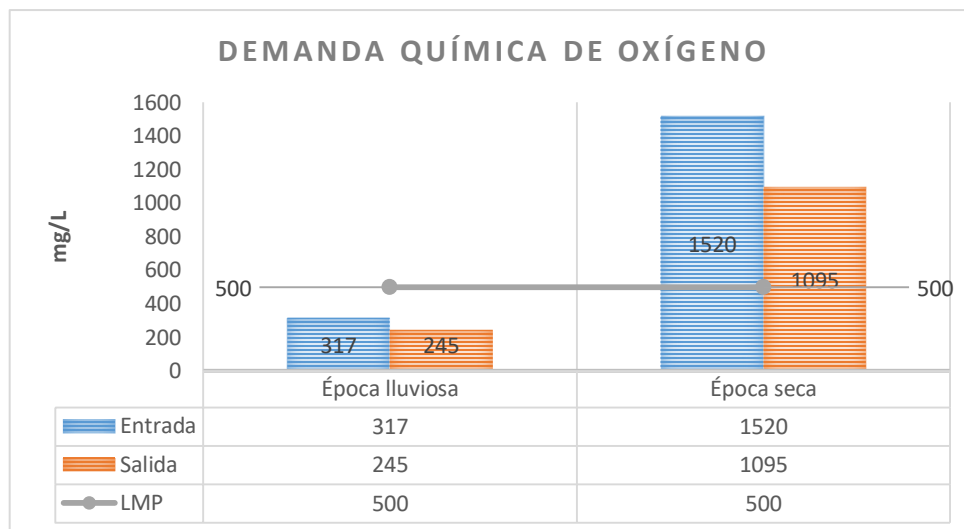
Para ambas épocas de estudio, la materia orgánica presente en el afluente de la planta de tratamiento demanda más oxígeno para consumir u oxidar el material biológico, ya en la salida o efluente de la planta la demanda disminuye pues la cantidad de materia orgánica también lo hace.

Tanto en época lluviosa como en época seca, se cumple el Acuerdo Gubernativo 236-2006, ya que se respeta el LMP de 250 mg/L.

#### **v. Demanda Química de Oxígeno –DQO-**

La comparación de la DQO, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 28.

En la gráfica comparativa del DQO de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



*Figura 28. Comparación de DQO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

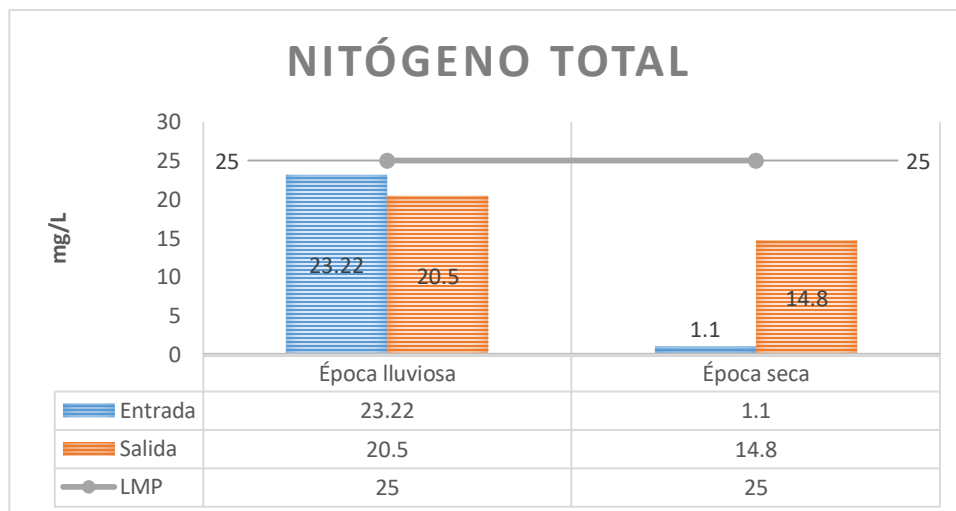
Durante la época lluviosa el LMP para la medición de la DQO aunque es alto, se cumple según el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Sin embargo los valores expresados durante la época seca se encuentran por encima del LMP por 595 mg/L en el efluente, lo que quiere decir que, existen más sustancias susceptibles de ser oxidadas de las permitidas por lo tanto el grado de contaminación es alto. La DQO durante la época seca el acuerdo gubernativo no se cumple.

#### **vi. Nitrógeno total**

La comparación de la concentración de Nitrógeno total, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 29.

En la gráfica comparativa del Nitrógeno total de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



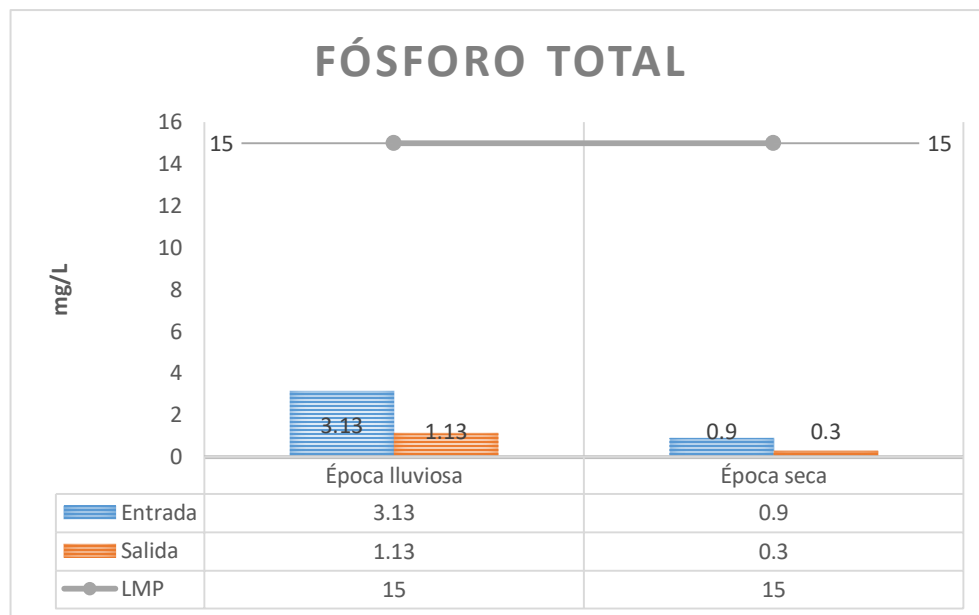
*Figura 29. Comparación de concentración de Nitrógeno total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

Aunque el LMP de Nitrógeno total en el efluente de la planta de tratamiento para las épocas de estudio se cumple, este aún se encuentra dentro de un rango alto, ya que el nitrógeno totales la suma de todos el nitrógeno orgánico en sus diversas formas, y puede reducir el oxígeno disuelto en las aguas superficiales, es tóxico para el ecosistema acuático y para la salud humana y junto con el fósforo son los responsables de la eutrofización.

### **vii. Fósforo total**

La comparación de la concentración de Fósforo total, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 30.

En la gráfica comparativa de la concentración del Fósforo total de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



*Figura 30. Comparación de concentración de Fósforo total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

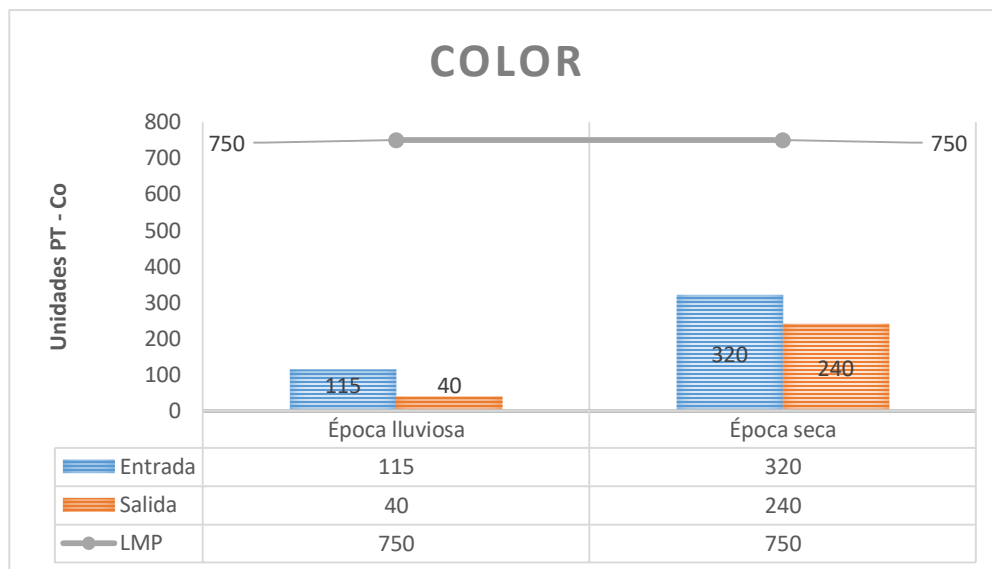
En ambas épocas de estudio, la cantidad de Fósforo total presente en las muestras de agua es permitida según el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

En época lluviosa la concentración de Fósforo es mayor y puede deberse a la sedimentación ya que los fosfatos son insolubles

### **viii. Color**

La comparación de la concentración del color, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 31.

En la gráfica comparativa del color de las aguas de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



*Figura 31. Comparación de color con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

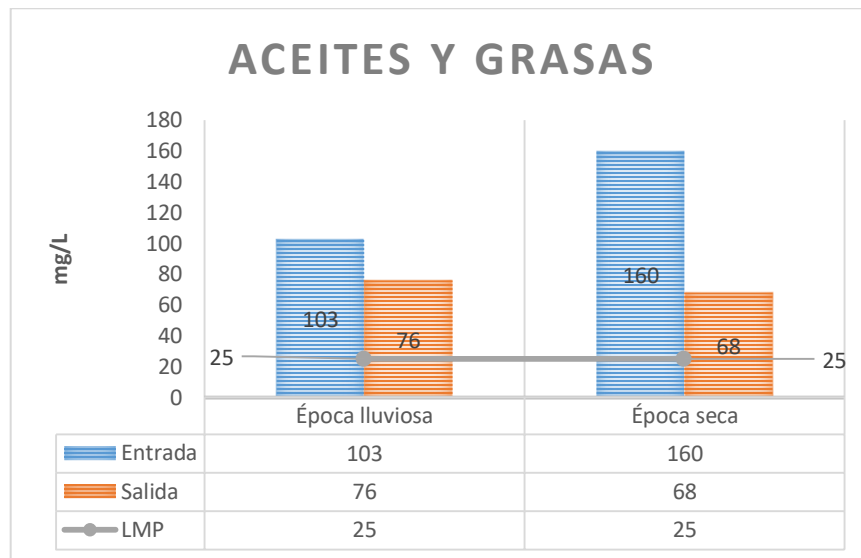
Es visible la concentración de sólidos disueltos durante la época seca por el indicador de color más alto, lo que en época lluviosa se disuelve con mayor facilidad por mayor afluente a la planta.

Este parámetro es aceptable según el LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### **ix. Aceites y grasas**

La comparación de la concentración de aceites y grasas, para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 32.

En la gráfica comparativa de los aceites y grasas de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



*Figura 32. Comparación de concentración de aceites y grasas con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

En la planta de tratamiento municipal, la trampa de grasas se encuentra en mal estado, totalmente saturada de grasa flotante y solidificada debido al alto aporte de grasas y aceites en estado libre por limitaciones en la remoción de las mismas y la falta de mantenimiento en el sedimentador 1.

En el tratamiento secundario, las grasas y aceites debido a su naturaleza oleosa generan una capa adherente sobre membrana celular de las bacterias que se encuentran en la planta, obstruyendo e inhibiendo el contacto con la materia orgánica y dificultando el proceso de alimentación de la bacteria que es, el que está directamente relacionado con la disminución de DQO y DBO y puede llegar a producir la acidificación del agua.

El LMP no se cumple en ninguna época, ya que sobre pasa los 25 mg/L establecidos.

## b. Parámetro microbiológico

La comparación de parámetro microbiológico de época seca y época lluviosa con el LMP y plazos establecidos en el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y el Acuerdo Gubernativo No. 110-2016, se muestra en el cuadro 23.

*Cuadro 23. Resultados microbiológicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento municipal.*

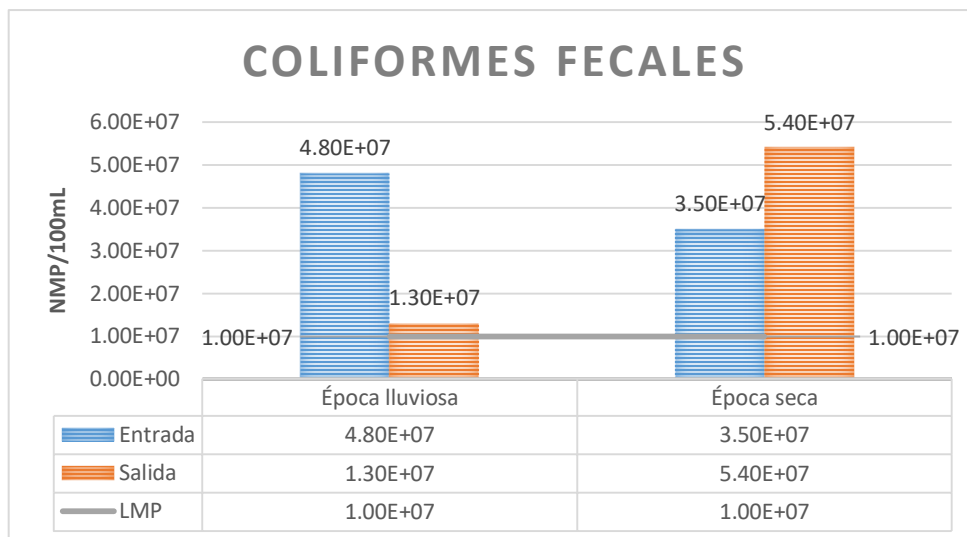
| <b>CF</b> | Época lluviosa   | Época seca       |
|-----------|------------------|------------------|
| Entrada   | $4.8 \cdot 10^7$ | $3.5 \cdot 10^7$ |
| Salida    | $1.3 \cdot 10^7$ | $5.4 \cdot 10^7$ |
| LMP       | $<1 \cdot 10^7$  | $<1 \cdot 10^7$  |

## i. Coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 33.

En la gráfica comparativa de la presencia de coliformes fecales en las muestras de agua obtenidas de la planta de tratamiento, se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida color naranja para ambas épocas.

Esto nos indica que, en la planta de tratamiento existe gran cantidad de materia fecal que está causando daño nocivo para la salud para los pobladores que viven río abajo y hacen uso de las aguas, provocándoles infecciones o enfermedades intestinales, sobre todo durante la época seca donde existe un posible arrastre de bacterias ya establecidas en la planta de tratamiento. Cabe destacar que el digestor de esta planta se derrumbó y se encuentra en estado crítico por lo tanto su funcionamiento es nulo.



*Figura 33. Comparación de coliformes fecales presentes, con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento municipal.*

Ya que el Límite Máximo Permisible –LMP- del acuerdo gubernativo se queda por debajo del nivel que la planta de tratamiento registra, esta no cumple con el acuerdo.

### C. Planta de tratamiento Los Ortiz

#### a. Parámetros físico químicos

La comparación de parámetros físico químicos de los análisis de agua para la planta de tratamiento Los Ortiz, de ambas épocas de estudio, con el LMP según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, se muestran en el cuadro 24.

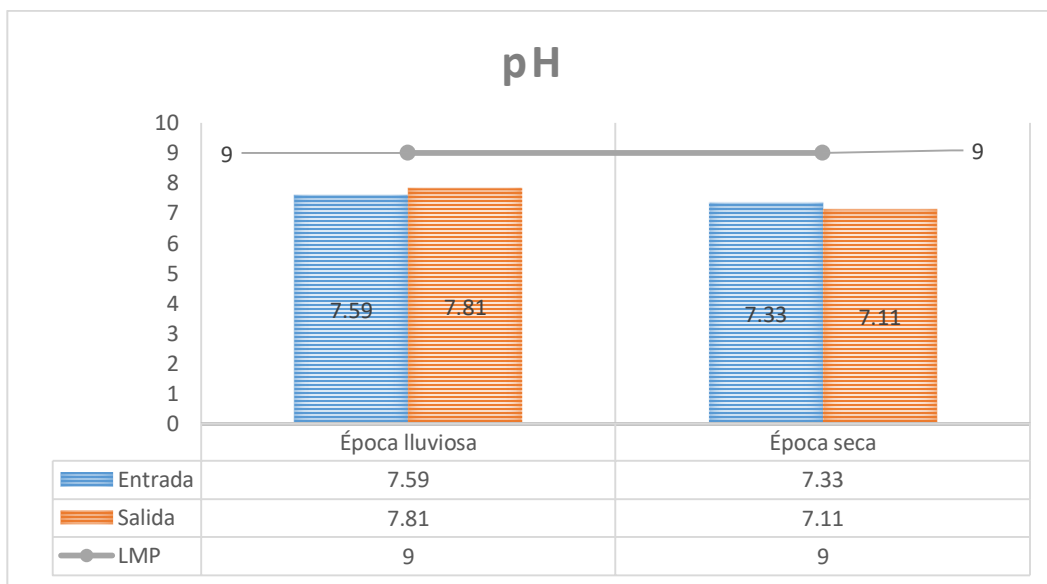
##### i. pH

La comparación del pH, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 34.



*Cuadro 24. Resultados fisicoquímicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento Los Ortiz.*

| Parámetros            | Unidades de medida | Época lluviosa |               | Época seca   |               | LMP       |
|-----------------------|--------------------|----------------|---------------|--------------|---------------|-----------|
|                       |                    | Pre - planta   | Post - planta | Pre - planta | Post - planta |           |
| pH                    |                    | 7.59           | 7.81          | 7.33         | 7.11          | 6.00-9.00 |
| Conductividad         | mS/cm              | 1,064          | 208           | 1,315        | 1,029         | 1,500     |
| Sólidos en suspensión | mg/L               | 42             | 8             | 200          | 152           | 150       |
| DBO                   | mg/L               | 20.65          | 14.2          | 8.55         | 11.35         | 250       |
| DQO                   | mg/L               | 720            | 310           | 1,075        | 955           | 500       |
| Nitrógeno total       | mg/L               | 5.85           | 4.9           | 3.8          | 0.9           | 25        |
| Fósforo total         | mg/L               | 3.42           | 0.18          | 2.7          | 4.3           | 15        |
| Color                 | Unidades PT-Co     | 220            | 25            | 270          | 210           | 750       |
| Aceites y grasas      | mg/L               | 156            | 100           | 184          | 68            | 25        |



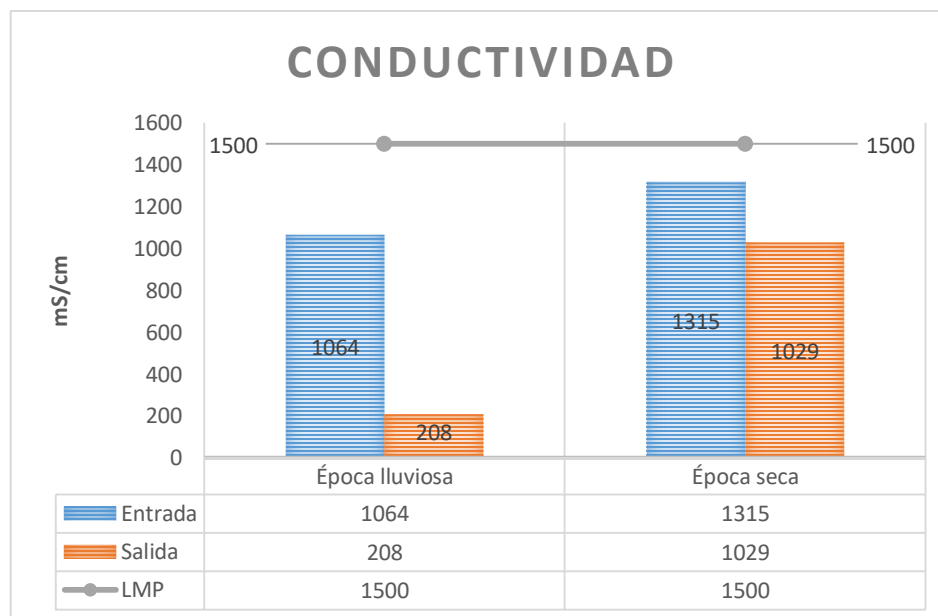
*Figura 34. Comparación de pH con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

En la gráfica comparativa del pH de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

El comportamiento del pH en ambas épocas de estudio, se encuentra entre los valores permisibles del Acuerdo Gubernativo 236-2006, es decir un pH próximo al neutro, lo cual no suele tener un efecto significativo sobre la mayoría de las especies.

## ii. Conductividad

La comparación del parámetro de conductividad, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el límite máximo permisible se muestra en la figura 35.



*Figura 35. Comparación de la conductividad con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

En la gráfica comparativa de la conductividad de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

Como se observa en la gráfica, el afluente de la planta para ambas épocas ingresa con un registro de conductividad alto, es decir con un valor elevado en sales minerales disueltas.

El incremento de la conductividad y, por lo tanto, de la salinidad del agua, tiene graves efectos sobre el ecosistema fluvial, llegando incluso a una fuerte reducción de la biodiversidad.

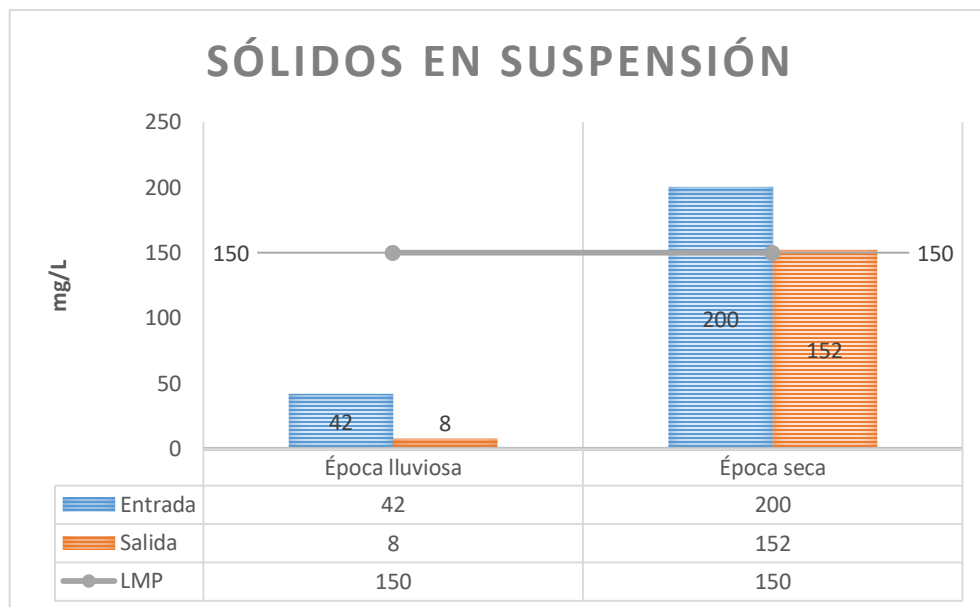
En el efluente de la planta para la época lluviosa, se reportó una conductividad de 28 mS/cm, un rango relativamente bajo y aceptable. Sin embargo en el efluente durante la época seca las sales minerales se concentran y se incrementa el nivel de las mismas. Aún con nivel elevado en sales, el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se cumple en ambas épocas de estudio.

### **iii. Sólidos suspendidos**

La comparación de la concentración de sólidos suspendidos, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 36.

En la gráfica comparativa de los sólidos suspendidos de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

Se observa que la cantidad de sólidos suspendidos durante la época lluviosa es mucho menor que en época seca, esto se debe al incremento del caudal del afluente de la planta



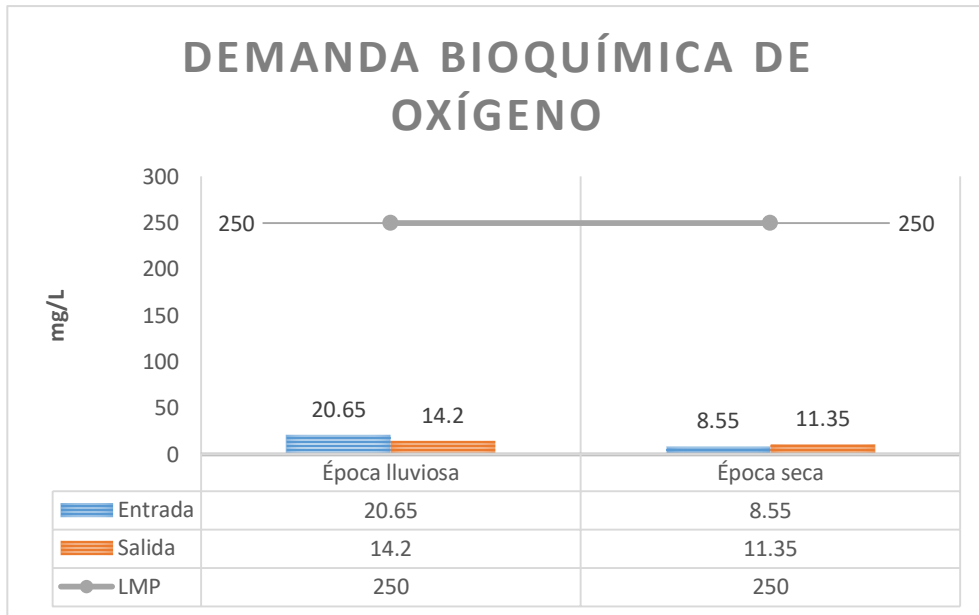
*Figura 36. Comparación de concentración de sólidos suspendidos con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

la disolución de los mismos en el agua, por lo tanto los sólidos en suspensión serán menores.

En época seca se incrementó el nivel de partículas disueltas en el agua, y se refleja en los niveles elevados de sólidos suspendidos, esto debido a la reducción del caudal y la elevada descarga de materia orgánica hacia la planta de tratamiento. Por lo tanto el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se cumple solamente durante la época lluviosa donde el afluente de la planta es mayor.

#### **iv. Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO-**

La comparación de la DBO, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 37.



*Figura 37. Comparación de DBO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

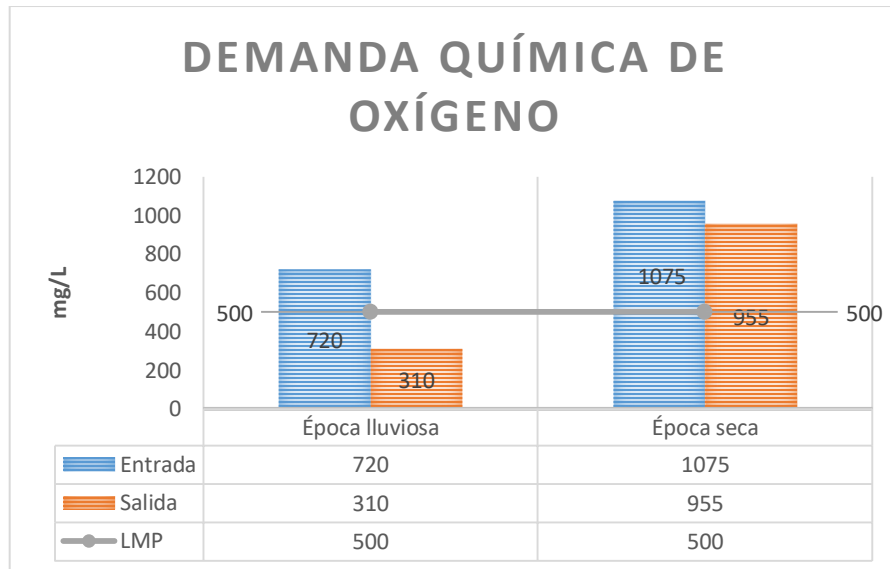
En la gráfica comparativa del DBO de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

El DBO tanto en época lluviosa como en época seca, se encuentra por debajo del LMP del Acuerdo Gubernativo 236-2006. El DBO mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra de agua, entonces, en el durante la época lluviosa se consumió una cantidad mayor de oxígeno.

Durante época seca se observa que en el afluente de la planta se registró una menor cantidad, y en el efluente se registró un valor mayor, esto se debe a la existencia de mucho microorganismo y materia orgánica en la planta de tratamiento y demanda de más oxígeno para degradarlo.

### v. Demanda Química de Oxígeno –DQO-

La comparación de la DQO, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 38.



*Figura 38. Comparación de DQO con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

En la gráfica comparativa del DQO de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

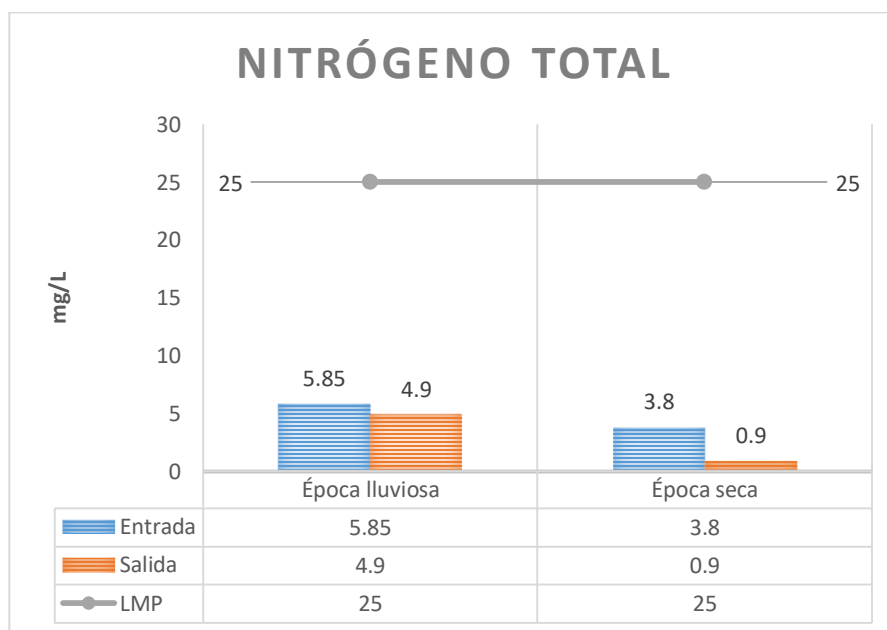
Siendo la DQO la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica presente en el agua, los parámetros de DQO en la planta de tratamiento para ambas épocas de estudio reflejan la necesidad de mayor oxígeno para poder oxidar la cantidad de materia orgánica que ingresa en ambas épocas a la planta de tratamiento.

Esto puede ser el reflejo de la falta de mantenimiento adecuado a la infraestructura de la planta, principalmente al digester, cuyo funcionamiento no está al nivel requerido. Puesto

que la necesidad de oxígeno sobrepasa los límites establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, la planta de tratamiento no cumple el con el LMP.

## vi. Nitrógeno total

La comparación de la concentración de Nitrógeno total, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 39.



*Figura 39. Comparación de concentración de Nitrógeno total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

En la gráfica comparativa del Nitrógeno total de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

A pesar que la cantidad de oxígeno requerida en la planta de tratamiento es alta, la concentración de nitrógeno es relativamente baja y aceptable, es decir que la reducción de oxígeno no se debe al Nitrógeno en ninguna de sus formas. En época lluviosa se presentó mayor cantidad de nitrógeno en la planta posiblemente debido a la escorrentía y el arrastre de fertilizantes y abonos animales en la agricultura hacia los drenajes. En época seca, el Nitrógeno ha sido fácilmente degradable aunque se concentran más los niveles en todas sus formas.

El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 en ambas épocas se cumple en esta planta de tratamiento.

#### **vii. Fósforo total**

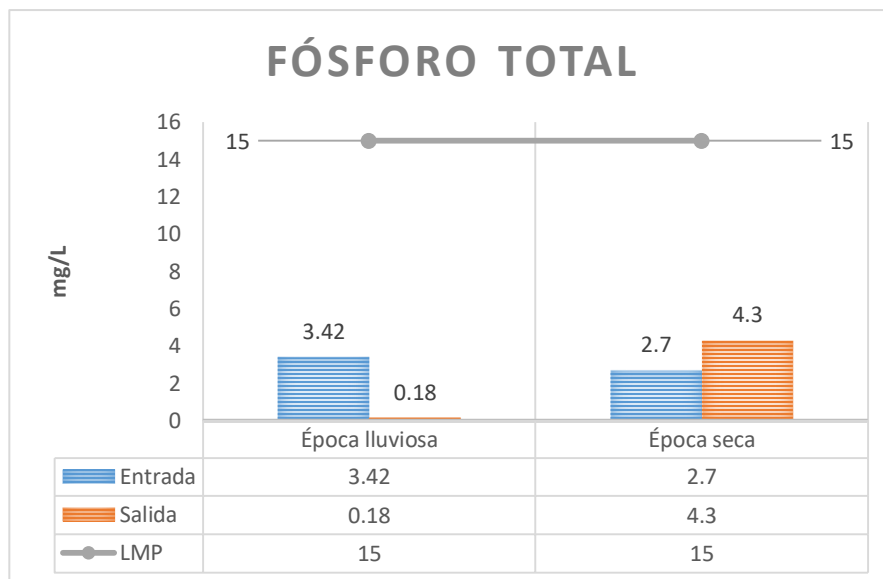
La comparación de la concentración de Fósforo total, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 40.

En la gráfica comparativa del Fósforo Total de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

En época lluviosa el afluente de la planta de tratamiento reportó un valor de 3.42 mg/L de fósforo total, principalmente como componente de los detergentes utilizados en los hogares, en el afluente disminuye la concentración a un valor de 0.18 mg/L valor muy bajo para contribuir a la eutrofización del agua.

En época seca el nivel de Fósforo en el afluente fue menor que en época lluviosa, sin embargo en el afluente se detecta un nivel mayor lo que puede deberse a una alta sedimentación, ya que cada unidad de fosfato es muy representativa por ser insolubles, se ve representado un valor más alto en época seca que en época lluviosa.





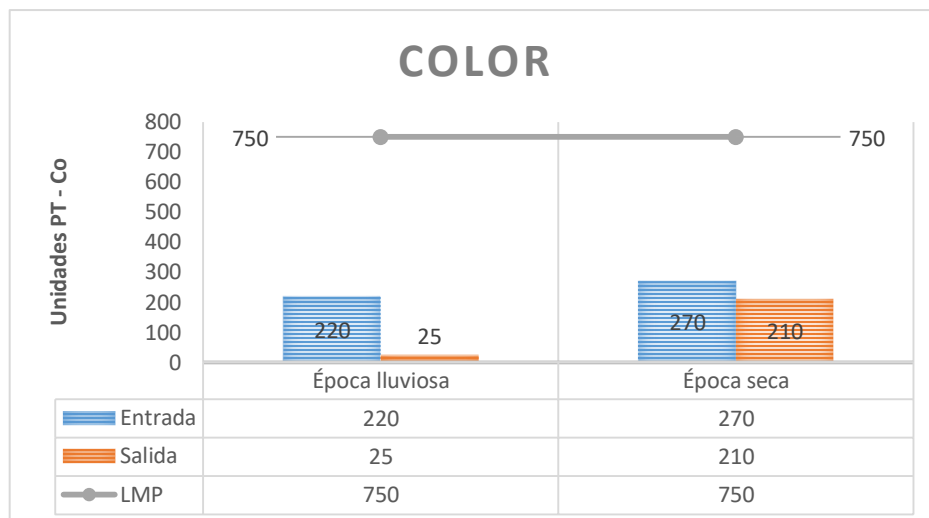
*Figura 40. Comparación de concentración de Fósforo total con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

El nivel representativo de cada unidad de fosfato en el efluente de la planta puede reflejar la necesidad de mayor oxígeno, por lo tanto un valor mayor en la demanda química de oxígeno.

### viii. Color

La comparación de la concentración del color, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 41.

En la gráfica comparativa de la calidad del color de las muestras tomadas de la planta de tratamiento, se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.



*Figura 41. Comparación de concentración de color con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

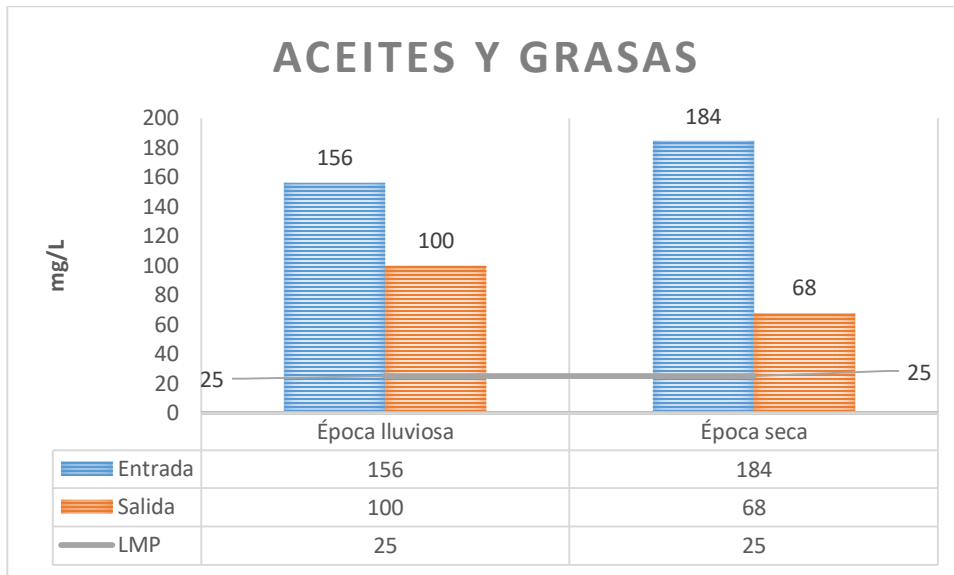
En las muestras tomadas en época lluviosa, el valor de entrada a la planta reporta un valor de 220 Unidades PT-Co, un color café oscuro y turbio, y en la salida baja el nivel significativamente a 25 Unidades Pt-Co, un color grisáceo claro, lo cual indica el descenso partículas suspendidas de material orgánico.

De igual forma para la época seca, aunque es normal la concentración de materiales sedimentables por el descenso del caudal, en la salida baja la concentración del color a 210 Unidades PT-Co.

En ambas épocas de estudio el parámetro de color cumple el LMP establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### **ix. Aceites y grasas**

La comparación de la concentración de aceites y grasas, para la planta de tratamiento Los Ortiz, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 42.



*Figura 42. Comparación de concentración de aceites y grasas con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

En la gráfica comparativa de los aceites y grasas de la planta de tratamiento se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida de la planta para ambas épocas de color naranja.

Los niveles de aceites y grasas en las muestras tomadas en la planta de tratamiento, en ambas épocas, indican el mal funcionamiento de la trampa de grasas de la planta y del digestor, posiblemente por falta del mantenimiento adecuado o de algún tipo de rebalse del compartimiento. También puede deberse a alguna descarga industrial de grasas en estado libre, directamente al drenaje que se conecte a la planta de tratamiento.

Ya que en ambas épocas de estudio el nivel de grasas y aceites en el efluente de la planta sobrepasa el LMP, la planta de tratamiento no cumple con lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## b. Parámetro microbiológico

La comparación de parámetro microbiológico de época seca y época lluviosa con el LMP y plazos establecidos en el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y el Acuerdo Gubernativo No. 110-2016, se muestra en el cuadro 25.

*Cuadro 25. Resultados microbiológicos, época lluviosa y época seca de planta de tratamiento Los Ortiz.*

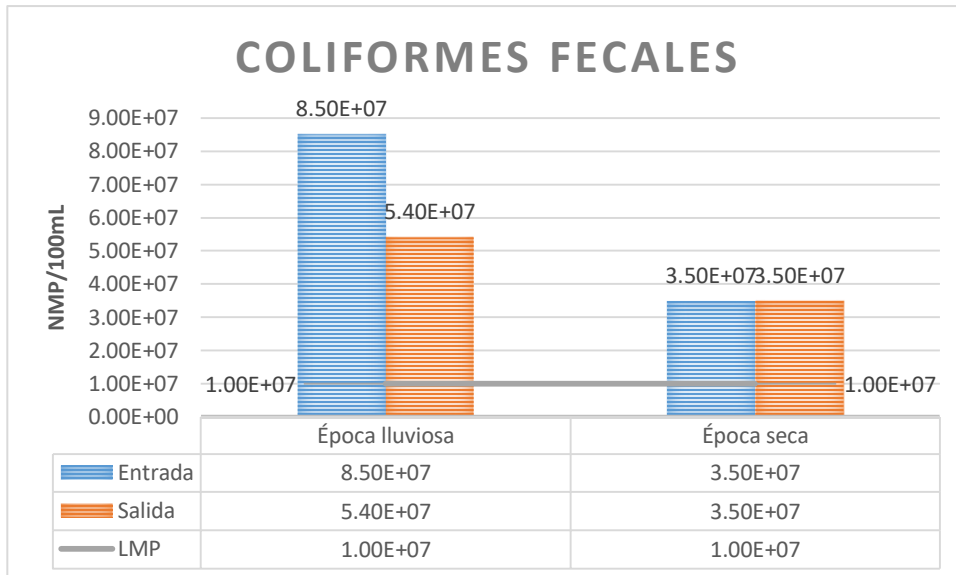
| CF      | Época lluviosa   | Época seca       |
|---------|------------------|------------------|
| Entrada | $8.5 \cdot 10^7$ | $3.5 \cdot 10^7$ |
| Salida  | $5.4 \cdot 10^7$ | $3.5 \cdot 10^7$ |
| LMP     | $<1 \cdot 10^7$  | $<1 \cdot 10^7$  |

### i. Coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales para la planta de tratamiento municipal, durante la época lluviosa y época seca con el LMP se muestra en la figura 43.

En la gráfica comparativa de la presencia de coliformes fecales en las muestras de agua obtenidas de la planta de tratamiento, se observa el valor de entrada reportado en color celeste, y el valor de salida color naranja para ambas épocas.

El comportamiento de las bacterias dentro de esta planta de tratamiento durante la época lluviosa se evidencia al ingresar con un nivel mayor en el afluente de la planta, lo que es un comportamiento normal, sin embargo en el efluente de la misma la cantidad de bacterias bajó pero aún se mantiene muy por encima del límite permisible. En época seca el ingreso de materia fecal registró menor cantidad de bacterias presentes y salió de la misma manera, es decir no se presentó ningún cambio al pasar por la planta de tratamiento. La planta de tratamiento no cumple con el LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.



*Figura 43. Comparación de coliformes fecales presentes, con el LMP durante épocas de estudio en planta de tratamiento Los Ortiz.*

#### **D. Comparación de parámetros en plantas de tratamiento de aguas residuales en estudio**

Al hacer la comparativa del trabajo de las plantas de tratamiento, se pretende evaluar desde un punto de vista medioambiental, la mayoría de opciones técnicas comunes de la eliminación de restos orgánicos presentes en aguas residuales urbanas y un enfoque general del cumplimiento con los límites permisibles establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

El cuadro 26, muestra el cumplimiento del Límite Máximo Permissible –LMP- para los parámetros estudiados, hace énfasis en los valores registrados en el efluente de las plantas de tratamiento, por ser éste el que desemboca directamente al río Flores como cuerpo receptor.

*Cuadro 26. Tabla de cumplimiento de parámetros con el LMP del  
ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006.*

| Tabla de cumplimiento con ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006 |      |     |      |     |          |     |      |     |      |     |      |     |      |     |       |     |       |     |      |     |    |
|--|------|-----|------|-----|----------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|----|
|  | pH   |     | Cond |     | S. Susp. |     | DBO  |     | DQO  |     | N.T. |     | F.T  |     | Color |     | A y G |     | CF   |     |    |
|  | E.LL | E.S | E.LL | E.S | E.LL     | E.S | E.LL | E.S | E.LL | E.S | E.LL | E.S | E.LL | E.S | E.LL  | E.S | E.LL  | E.S | E.LL | E.S |    |
| <b>Planta de tratamiento Los Buch</b>                  | SI   | SI  | SI   | SI  | SI       | NO  | SI   | SI  | SI   | NO  | NO   | SI  | SI   | SI  | SI    | SI  | SI    | NO  | NO   | NO  | NO |
| <b>Planta de tratamiento municipal</b>                 | SI   | SI  | SI   | SI  | SI       | NO  | SI   | SI  | SI   | NO  | SI   | SI  | SI   | SI  | SI    | SI  | SI    | NO  | NO   | NO  | NO |
| <b>Planta de tratamiento Los Ortiz</b>                 | SI   | SI  | SI   | SI  | SI       | NO  | SI   | SI  | SI   | NO  | SI   | SI  | SI   | SI  | SI    | SI  | SI    | NO  | NO   | NO  | NO |

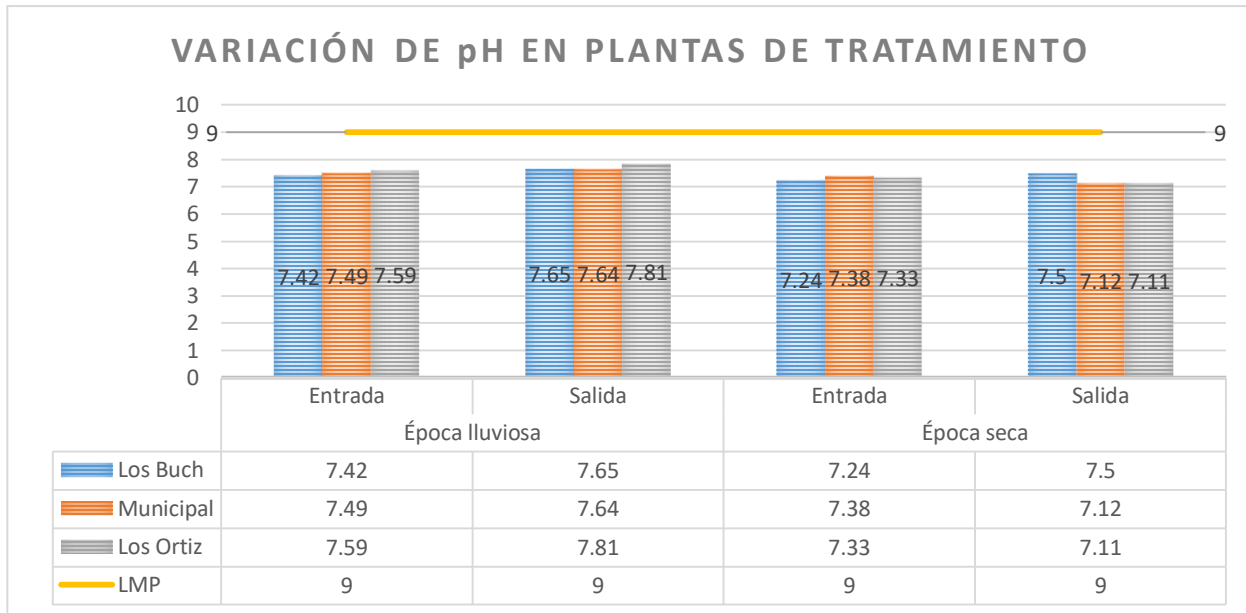
pH: potencia de Hidrógeno; Cond: conductividad; S. Susp: Sólidos suspendidos; DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno; DQO: Demanda Química de Oxígeno; N.T: Nitrógeno total; F.T: Fósforo total; AyG: aceites y grasas; CF: Coliformes fecales; E.LL: época lluviosa; E.S: época seca

### a. Parámetros físico químicos

#### i. pH

El comportamiento y variación del pH de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 44.

En la gráfica anterior, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El límite máximo permisible –LMP- establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.



*Figura 44. Comportamiento del pH de plantas en tratamiento en estudio.*

Con respecto al comportamiento del pH en las plantas de tratamiento, la actividad biológica se desarrolla dentro de un intervalo de pH generalmente estricto. Un pH que se encuentre entre los intervalos de 6 a 9, siendo este el LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, no suele tener un efecto significativo sobre la mayoría de las especies, aunque algunas no son muy estrictas en ese respecto.

Una de las causas más probables para bajar y alterar los niveles de pH son los procedentes de efluentes agrícolas ya que contienen altos niveles de fosfatos y nitratos y pueden llegar a ser tóxicos. De este modo un efluente con pH adverso puede alterar la composición y modificar la vida biológica de las aguas naturales del río Flores. También es más difícil de tratar por métodos biológicos, que solamente pueden realizarse entre valores de pH de 6.5 a 8.5.

Ya que las aguas residuales de las plantas de tratamiento en estudio tienen un pH próximo al neutro, si pueden tratarse por estos métodos.

El nivel de pH registrado en el efluente de las tres plantas situadas en el área de influencia del río Flores, si cumplen el límite permisible establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## ii. Conductividad

El comportamiento y variación de la conductividad de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 45.

En la gráfica de variación de conductividad, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo

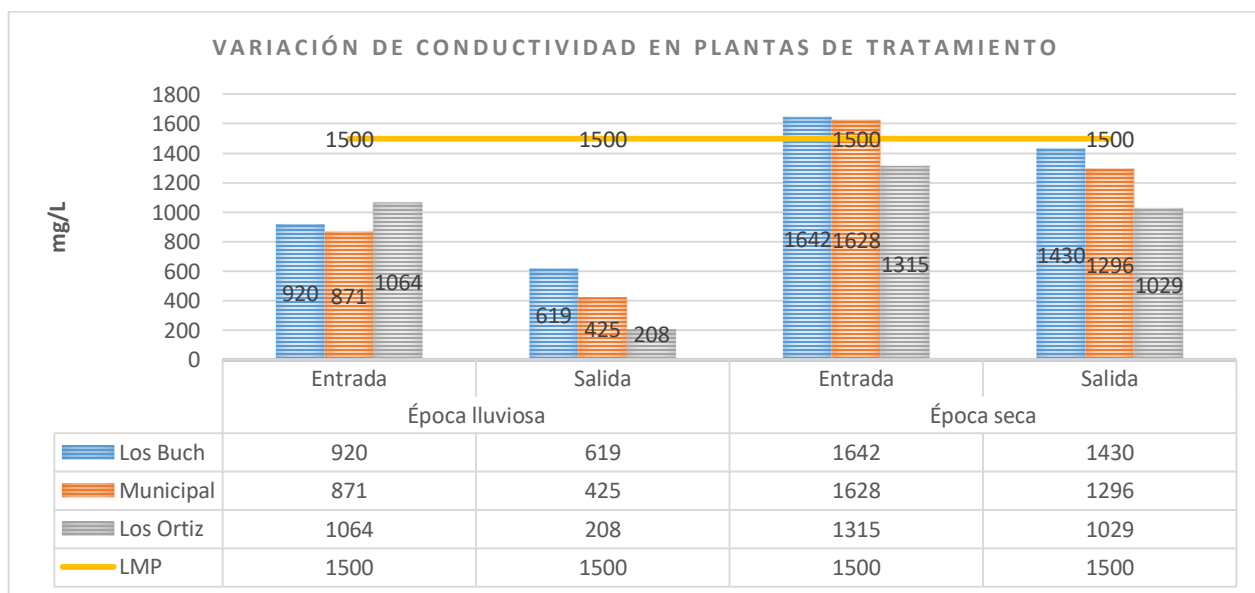


Figura 45. Comportamiento de la conductividad en plantas de tratamiento en estudio.



Al comparar el comportamiento de la conductividad de las tres plantas de tratamiento, en el efluente se refleja que el río Flores recibe una carga de sales mayor durante la época seca, esto debido a la concentración por el bajo caudal.

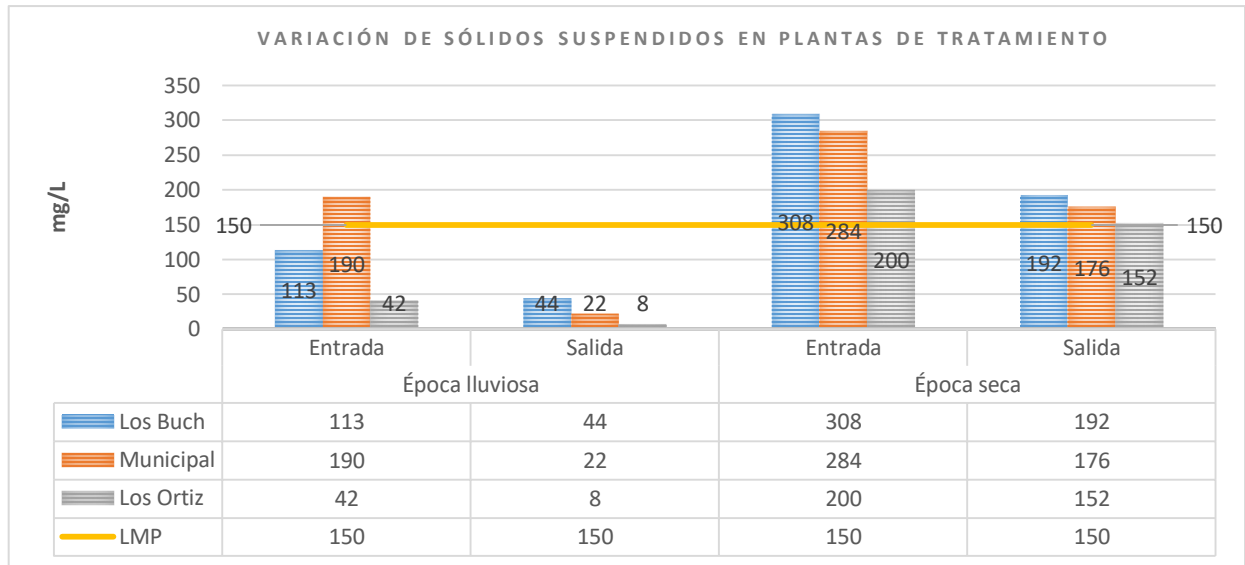
Los efluentes salinos, aún al carecer de peligrosidad, deben ser correctamente gestionados, ya que su carga no controlada puede causar un elevado impacto ambiental. El nivel de sales minerales en el agua, dependerá siempre del caudal, la concentración, la situación geográfica o la disposición de fuentes residuales entre otros (Condorchem Envitech, 2017).

Los efluentes de las tres plantas de tratamiento existentes en el área de influencia del río Flores, cumplen con el Límite Máximo Permissible –LMP- establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### **iii. Sólidos suspendidos**

El comportamiento y variación de sólidos suspendidos de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 46.

En la gráfica del comportamiento de sólidos, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.



*Figura 46. Comportamiento de sólidos sedimentables en plantas de tratamiento en estudio.*

En la cuantificación de los niveles de impurezas, el término sólido en suspensión describe las partículas en suspensión presentes en una muestra de agua. Al encontrar sólidos en suspensión en alguno de los efluentes de las plantas de tratamiento debemos considerar que: las altas concentraciones de sólidos en suspensión, pueden depositarse en el fondo de un cuerpo de agua, cubriendo organismos acuáticos, huevos o larvas de macro invertebrados (animales invertebrados como insectos, moluscos y anélidos). Este depósito puede impedir la transferencia de oxígeno y resultar la muerte de los organismos enterrados bajo esta capa.

Altas concentraciones de sólidos en suspensión, disminuyen la eficacia de agentes desinfectantes de agua potable.

Las aguas con abundantes sólidos disueltos, suelen ser de menor potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional. Los sólidos suspendidos, o partículas suspendidas en la muestra del agua, son las principales responsables del color en las muestras de agua, sea este aceptable o no.

Tal como se observa, el comportamiento de las plantas de tratamiento en época lluviosa el parámetro de sólidos suspendidos se mantiene muy por debajo del nivel permisible en el efluente. Sin embargo, durante la época seca, las tres plantas reflejan valores por encima del límite máximo permisible. Esto quiere decir que, cuando la planta de tratamiento se encuentra con un caudal bajo, no trabaja a su máxima capacidad y le es imposible filtrar las partículas orgánicas e inorgánicas que ingresan a la planta. Por esta razón, ninguna de las plantas en estudio, cumplen con el LMP para el parámetro de sólidos suspendidos establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

#### **iv. Demanda Bioquímica de Oxígeno -DBO-**

El comportamiento y variación de la DBO de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 47.

Se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

Este parámetro de vital importancia para determinar la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua y tiene la ventaja de indicarnos la cantidad de materia orgánica biodegradable, lo cual tiene extraordinaria importancia para el tratamiento biológico de las plantas de tratamiento. En el efluente de ambas épocas de estudio el nivel de la DBO se cumple conforme al límite máximo permisible establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

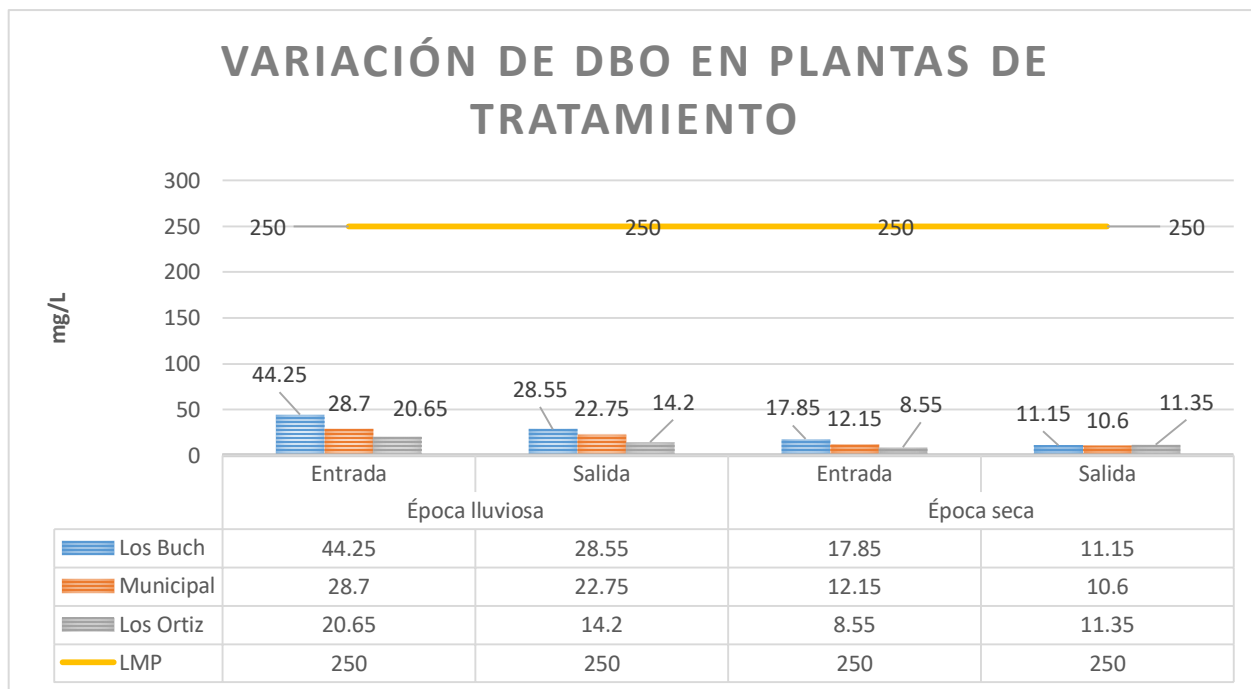


Figura 47. Comportamiento de la DBO en plantas de tratamiento en estudio.

#### v. Demanda Química de Oxígeno –DQO–

El comportamiento y variación de la DQO de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 48.

En la gráfica de variación de DQO, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El Límite Máximo Permisible –LMP- establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

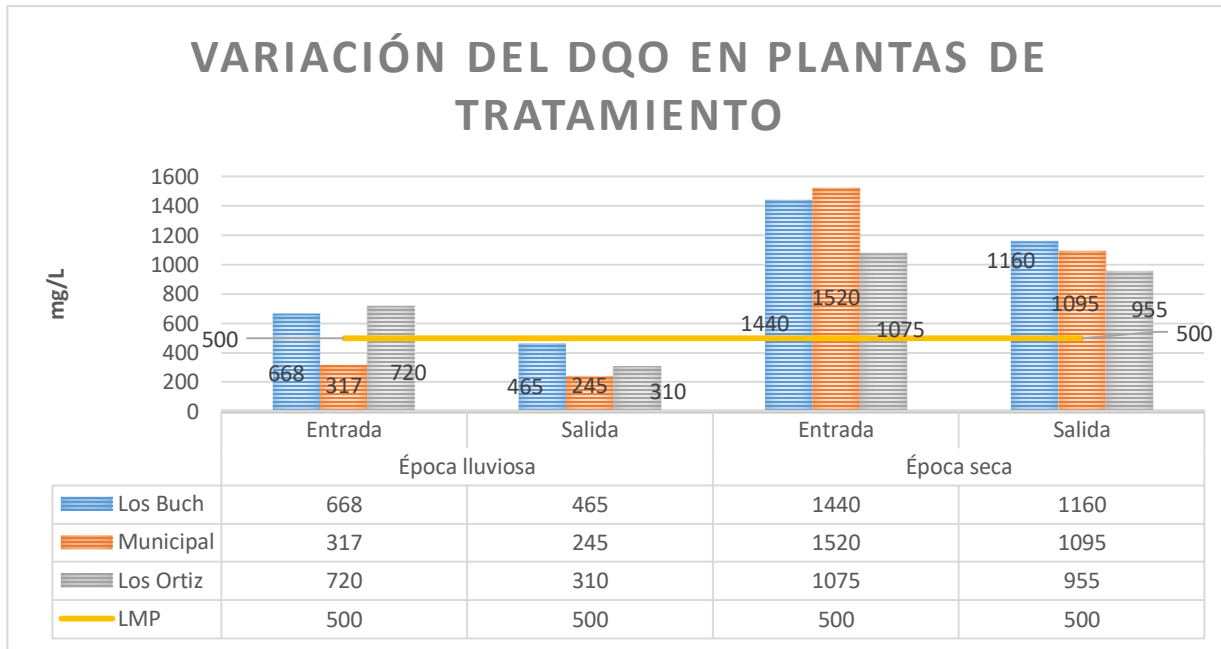


Figura 48. Comportamiento de la DQO en plantas de tratamiento en estudio.

La DQO, no puede ser menor a la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica.

Sabiendo que el agua residual típica contiene una gran concentración de materia orgánica, al descargarla en un cuerpo receptor, la materia orgánica es degradada por los microorganismos y esto ocasiona que se consuma el oxígeno. La DQO mide la cantidad de dicha materia en el agua, mediante la cantidad de oxígeno necesario para oxidarla.

Podemos observar que en el proceso biológico de las plantas de tratamiento en estudio es necesario más oxígeno para la cantidad de materia orgánica que ingresa a la planta de tratamiento. El nivel elevado de DQO puede deberse a alta concentración de materia orgánica sin procesar en la planta de tratamiento posiblemente por mal funcionamiento del digestor de la planta; también por niveles elevados de Nitrógeno o de Fósforo en la planta por escorrentía superficial que arrastra químicos agrícolas y esto roba oxígeno en el proceso.

La DQO durante la época lluviosa cumple con el LMP, aunque los valores están aún muy elevados. Durante la época seca, es normal mayor concentración de materia, pero el límite máximo permisible en el efluente de las plantas no es respetado, por lo anterior, el parámetro de DQO no cumple con el LMP del Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## vi. Nitrógeno total

El comportamiento y variación de la concentración de Nitrógeno total de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 49.

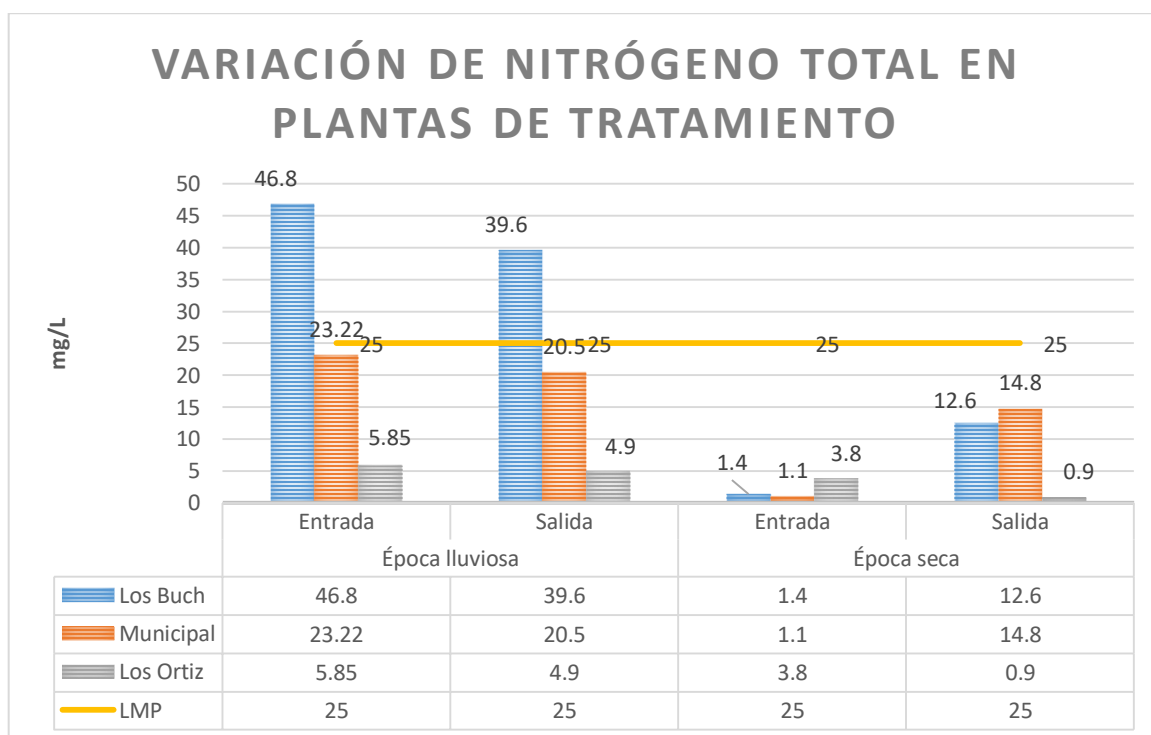


Figura 49. Comportamiento del nitrógeno total en plantas de tratamiento en estudio.

En la gráfica comparativa de Nitrógeno total, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color

naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

El Nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas receptoras cuando se encuentra en grandes concentraciones. Puede elevarse por el uso de fertilizantes artificiales y abonos animales cuando estos son arrastrados por la escorrentía superficial de las lluvias o por la filtración hacia aguas subterráneas.

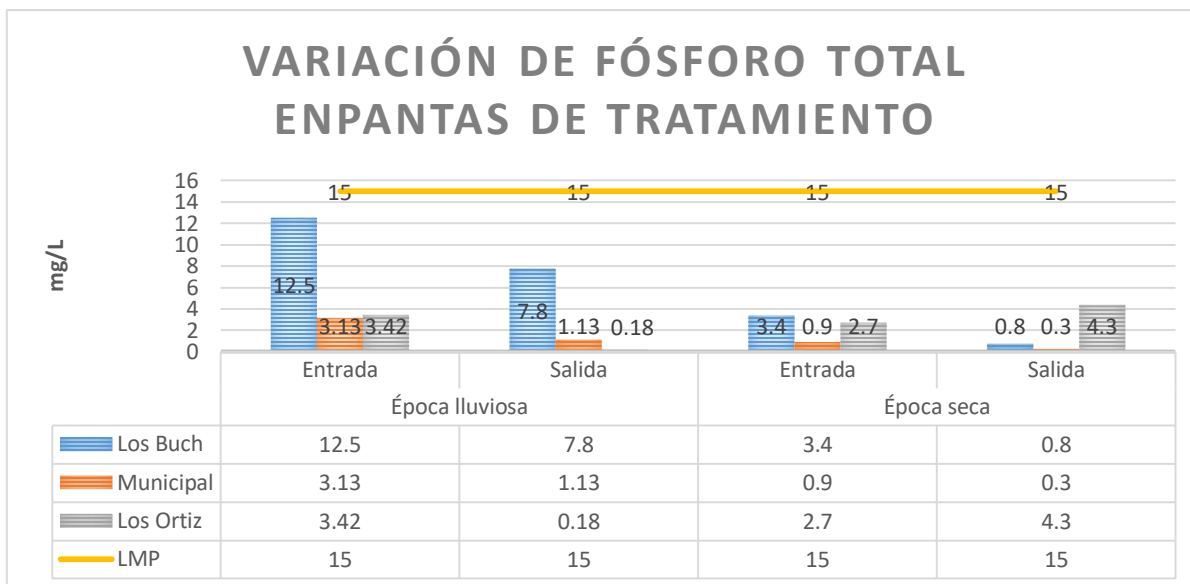
El Nitrógeno puede estar presente en las aguas residuales en forma de urea y proteína pero son fácilmente degradables por las bacterias y se puede considerar como el mejor indicador químico indirecto de contaminación fecal.

En el efluente de la planta de tratamiento Los Buch el LMP no se cumple durante la época lluviosa, sin embargo durante la época seca si se cumple. Se puede atribuir a la corriente superficial causada por la lluvia que llega hacia el afluente de la planta de tratamiento donde se arrastra parte de los químicos agrícolas utilizados en las zonas de cultivos en los alrededores. En las plantas de tratamiento municipal y Los Ortiz se cumple con el LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

## **vii. Fósforo total**

El comportamiento y variación de la concentración de Fósforo total de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 50.

Se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con



*Figura 50. Comportamiento del Fósforo total en plantas de tratamiento en estudio.*

columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

De igual manera que el Nitrógeno, el Fósforo es uno de los responsables del mayor consumo de oxígeno en el agua y conlleva a los mismos problemas. Dado que los niveles de Fósforo en los análisis de las muestras de agua tomados de cada planta de tratamiento revelan niveles aceptables, el parámetro si cumple con el LMP del Acuerdo Gubernativo 236-2006 para el cuerpo receptor.

### **viii. Color**

El comportamiento y variación del color de las muestras de agua tomada de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 51.



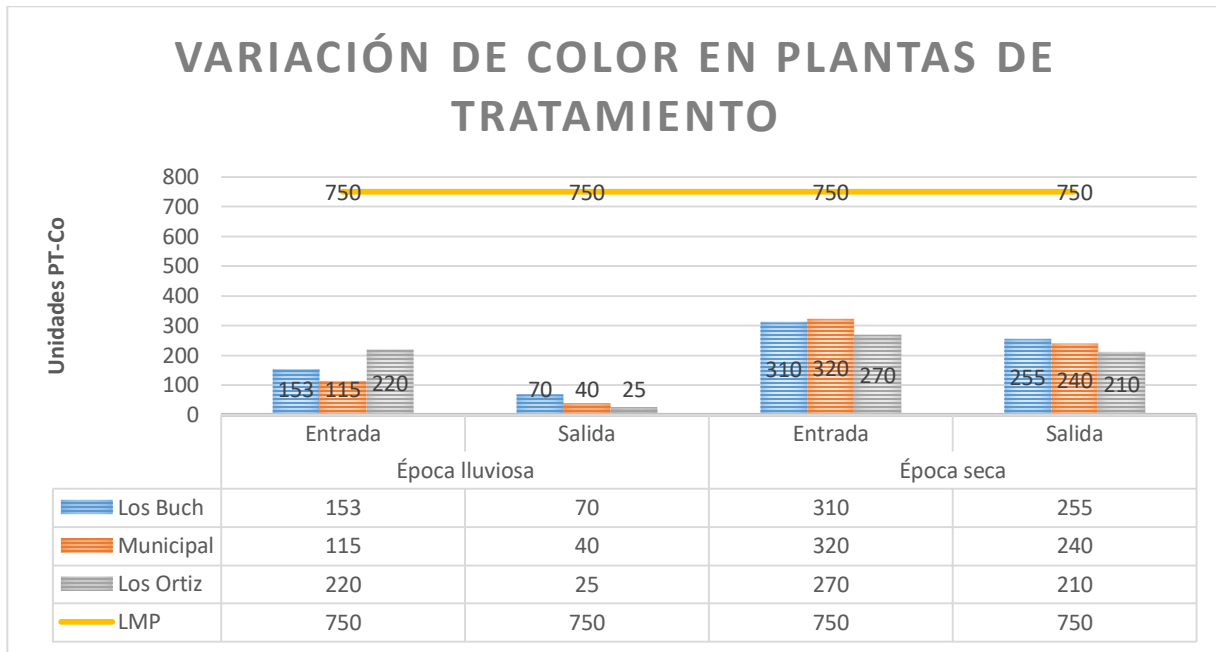


Figura 51. Comportamiento del color en plantas de tratamiento en estudio.

Se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

Tal como se percibe en la gráfica comparativa, durante la época lluviosa el color se detecta con niveles más bajos o claros, esto se debe al incremento del caudal por la cantidad de lluvia acumulada en los drenajes que se conectan a las plantas de tratamiento. Sin embargo, durante la época seca se aprecian niveles más altos o más concentrados apreciándolos con tonos color café, también se debe a la cantidad de materia orgánica disuelta o partículas dispersas en la muestra y por el caudal que tiende a bajar en esta época.

El parámetro establecido para el color de las muestras de agua para los afluentes de las plantas de tratamiento que descargan en cuerpos de agua receptores, es aceptable según el LMP del Acuerdo Gubernativo 236-2006.

### ix. Aceites y grasas

El comportamiento y variación de la concentración de aceites y grasas de las tres plantas de tratamiento en estudio se muestra en la figura 52.

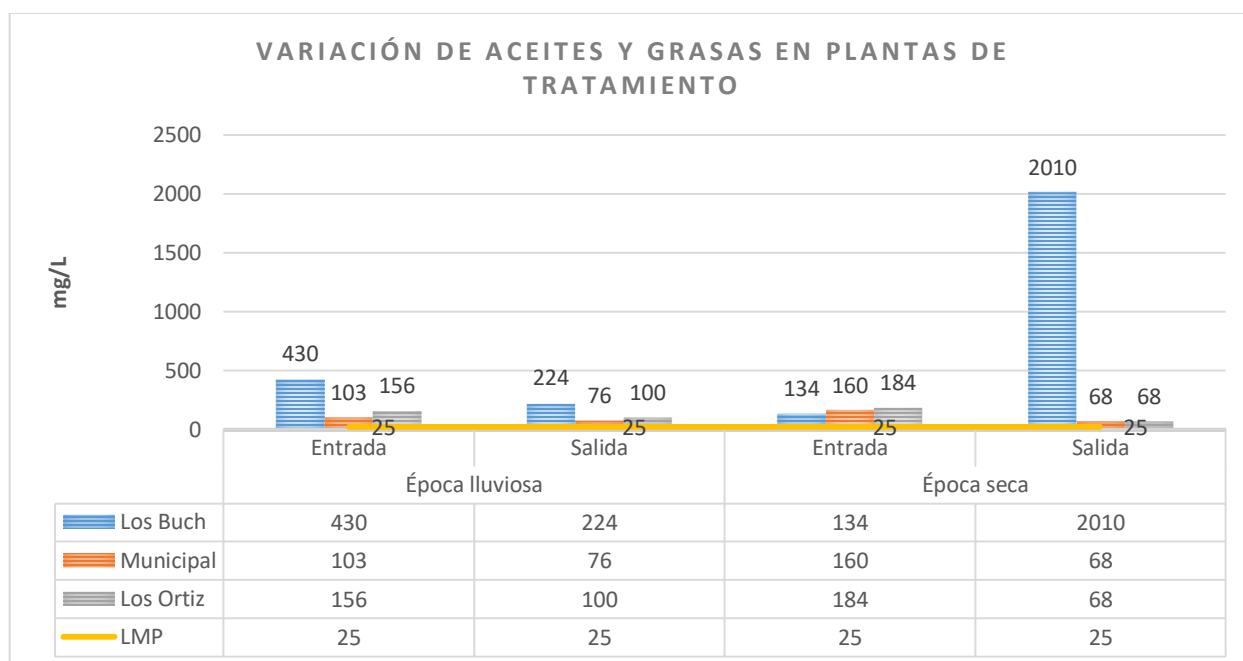


Figura 52. Comportamiento de los aceites y grasas en plantas de tratamiento en estudio.

En la gráfica anterior, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Ortiz se representan en las columnas color

gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

El alto nivel en las concentraciones de grasas y aceites en estado libre hacia una planta de tratamiento tienen altos impactos sobre el cuerpo receptor, en términos de malos olores, baja remoción de DQO y DBO en sistemas con limitación en remoción de las mismas.

Es evidente que el funcionamiento del digestor y de la trampa de grasas de las plantas de tratamiento en estudio, no es el adecuado, puede ser consecuencia de: mala asesoría para el mantenimiento adecuado de las plantas de tratamiento; vertidos inusuales de aceites y grasas de tipo industrial por comercios afines (talleres mecánicos, aceiteras, etc.). Todas estas operaciones tienen como consecuencias deficiencia en los parámetros de vertido requeridos, tal como se observa en la gráfica.

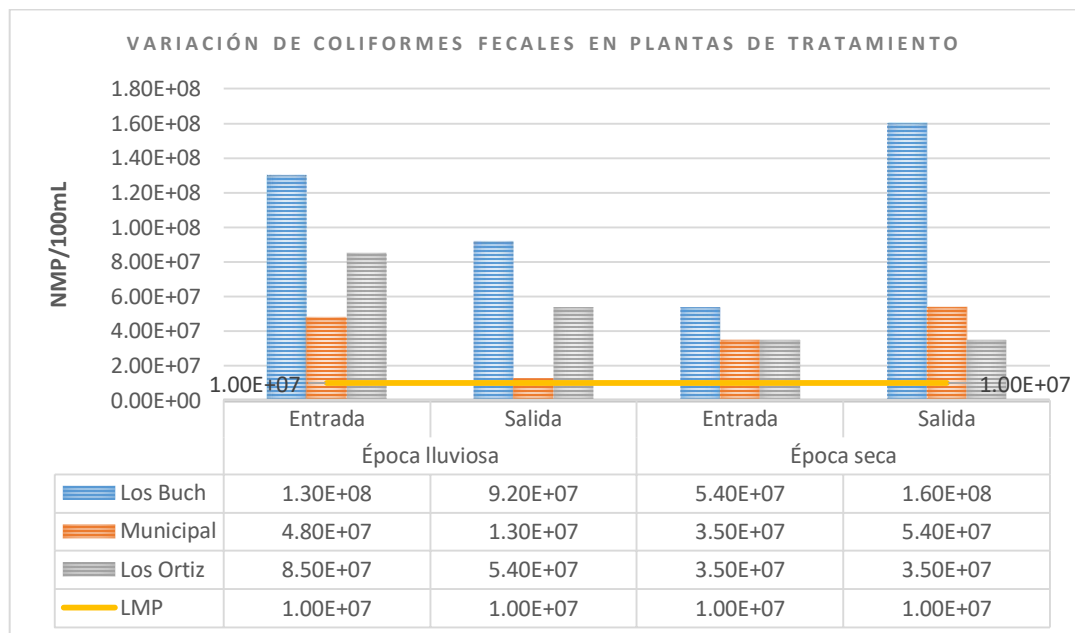
Tanto en época lluviosa como en época seca, los niveles de grasas a y aceite sobrepasan el LMP establecidos en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, para el cuerpo de agua receptor, por lo tanto el parámetro no cumple.

## **b. Parámetro microbiológico**

### **i. Coliformes fecales**

La presencia y cantidad de bacterias de Coliformes fecales de las tres plantas de tratamiento en estudio, se muestra en la figura 53.

En la gráfica comparativa de variación de coliformes fecales, se muestran los valores obtenidos tanto en época lluviosa como en época seca. Los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los Buch son representados con columnas color celeste, los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento municipal se representan en las columnas color naranja y los registros de entrada y salida de la planta de tratamiento Los



*Figura 53. Comportamiento de las coliformes fecales en plantas de tratamiento en estudio*

Ortiz se representa en las columnas color gris. El LMP establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006 se representa con una línea de tendencia color amarillo.

Las bacterias coliformes se utilizan como indicador de polución por vertidos de origen humano, ya que cada persona elimina diariamente de 100,000 a 400,000 millones de coliformes a través de las heces, además de otra clase de bacterias (Pérez López, JA. Espigares García, M., 1985).

Como podemos apreciar, el LMP no se cumple en ninguna de las épocas de estudio, y es necesario el implementar medidas para remediar prontamente el problema, atendiendo frecuentemente el mantenimiento y regulación de las plantas de tratamiento.

### 2.5.3. Cálculo de eficiencia

La eficiencia del tratamiento del agua residual de las PTAR, se realizó para la obtención de resultados de la optimización de procesos biológicos naturales, basado en la Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO- y Demanda Química de Oxígeno –DQO- según el caudal en ambas épocas de estudio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de Carga Contaminante y Eficiencia en cuanto a DBO y DQO para las plantas de tratamiento en estudio (anexo 7 de este capítulo).

#### A. Planta de tratamiento Los Buch

En los cuadros 27, 28, 29, 30 y 31 se presentan los resultados del cálculo de eficiencia con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno -DBO- y Demanda Química de Oxígeno – DQO- de la planta de tratamiento Los Buch.

*Cuadro 27. DBO y DQO PTAR sector Los Buch.*

| Parámetro  | Unidad de medida | Época lluviosa |        | Época seca |        |
|------------|------------------|----------------|--------|------------|--------|
|            |                  | Entrada        | Salida | Entrada    | Salida |
| <b>DBO</b> | mg/L             | 44.25          | 28.55  | 17.85      | 11.15  |
| <b>DQO</b> | mg/L             | 668            | 465    | 1440       | 1160   |

*Cuadro 28. Resultados mediciones de caudal PTAR Los Buch.*

|                       | Valor del caudal en L/s | Valor del caudal en m <sup>3</sup> /día |
|-----------------------|-------------------------|---|
| <b>Época lluviosa</b> | 5.41                    | 467.42                                  |
| <b>Época Seca</b>     | 1.52                    | 131.33                                  |

Cuadro 29. Resultados carga contaminante PTAR Los Buch.

| Parámetro  | Unidad de medida | Época lluviosa |        | Época seca |        |
|------------|------------------|----------------|--------|------------|--------|
|            |                  | Entrada        | Salida | Entrada    | Salida |
| <b>DBO</b> | kg/día           | 205.66         | 135.55 | 2.364      | 1.471  |
| <b>DQO</b> | kg/día           | 312.24         | 217.35 | 189.12     | 151.96 |

Cuadro 30. Eficiencia DBO, PTAR Los Buch.

| Épocas de estudio | Eficiencia del DBO<br>% |
|-------------------|-------------------------|
| E. lluviosa       | 34.1                    |
| E. seca           | 37.8                    |

Cuadro 31. Eficiencia DQO, PTAR Los Buch.

| Épocas de estudio | Eficiencia del DQO<br>% |
|-------------------|-------------------------|
| E. lluviosa       | 30.3                    |
| E. seca           | 19.6                    |

## B. Planta de tratamiento municipal

En los cuadros 32, 33, 34, 35 y 36 se presentan los resultados del cálculo de eficiencia con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO- y Demanda Química de Oxígeno –DQO- de la planta de tratamiento municipal.

*Cuadro 32. DBO y DQO PTAR municipal.*

| Parámetro  | Unidad de medida | Época lluviosa |        | Época seca |        |
|------------|------------------|----------------|--------|------------|--------|
|            |                  | Entrada        | Salida | Entrada    | Salida |
| <b>DBO</b> | mg/L             | 28.7           | 22.75  | 12.15      | 10.6   |
| <b>DQO</b> | mg/L             | 317            | 245    | 1520       | 1095   |

*Cuadro 33. Resultados mediciones de caudal PTAR municipal.*

|                       | Valor del caudal en L/s | Valor del caudal en m <sup>3</sup> /día |
|-----------------------|-------------------------|---|
| <b>Época lluviosa</b> | 5.53                    | 477.79                                  |
| <b>Época Seca</b>     | 2.51                    | 216.86                                  |

*Cuadro 34. Resultados carga contaminante PTAR municipal.*

| Parámetro  | Unidad de medida | Época lluviosa |        | Época seca |        |
|------------|------------------|----------------|--------|------------|--------|
|            |                  | Entrada        | Salida | Entrada    | Salida |
| <b>DBO</b> | kg/día           | 13.86          | 10.99  | 2.602      | 2.169  |
| <b>DQO</b> | kg/día           | 151.46         | 117.06 | 329.63     | 237.46 |

*Cuadro 35. Eficiencia DBO, PTAR municipal.*

| Épocas de estudio | Eficiencia del DBO<br>% |
|-------------------|-------------------------|
| E. lluviosa       | 20.7                    |
| E. seca           | 16.6                    |

Cuadro 36. Eficiencia DQO, PTAR municipal.

| Épocas de estudio | Eficiencia del DQO<br>% |
|-------------------|-------------------------|
| E. lluviosa       | 22.7                    |
| E. seca           | 27.9                    |

### C. Planta de tratamiento Los Ortiz

En los cuadros 37, 38, 39, 40 y 41 se presentan los resultados del cálculo de eficiencia con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO- y Demanda Química de Oxígeno –DQO- de la planta de tratamiento Los Ortiz.

Cuadro 37. DBO y DQO PTAR Los Ortiz.

| Parámetro | Unidad de medida | Época lluviosa |        | Época seca |        |
|-----------|------------------|----------------|--------|------------|--------|
|           |                  | Entrada        | Salida | Entrada    | Salida |
| DBO       | mg/L             | 20.65          | 14.2   | 8.55       | 11.35  |
| DQO       | mg/L             | 720            | 310    | 1075       | 955    |

Cuadro 38. Resultados mediciones de caudal PTAR Los Ortiz.

|                | Valor del caudal en L/s | Valor del caudal en m <sup>3</sup> /día |
|----------------|-------------------------|---|
| Época lluviosa | 5.37                    | 463.97                                  |
| Época Seca     | 1.16                    | 100.224                                 |

Cuadro 39. Resultados carga contaminante PTAR Los Ortiz.

| Parámetro | Unidad de medida | Época lluviosa |        | Época seca |        |
|-----------|------------------|----------------|--------|------------|--------|
|           |                  | Entrada        | Salida | Entrada    | Salida |
| DBO       | kg/día           | 9.743          | 6.59   | 0.852      | 1.143  |
| DQO       | kg/día           | 334.06         | 143.83 | 107.74     | 96.22  |



*Cuadro 40. Eficiencia DBO, PTAR Los Ortiz.*

| <b>Épocas de estudio</b> | <b>Eficiencia del DBO</b><br>% |
|--------------------------|--------------------------------|
| E. lluviosa              | 32.4                           |
| E. seca                  | 34.2                           |

*Cuadro 41. Eficiencia DQO, PTAR Los Ortiz.*

| <b>Épocas de estudio</b> | <b>Eficiencia del DQO</b><br>% |
|--------------------------|--------------------------------|
| E. lluviosa              | 56.9                           |
| E. seca                  | 10.7                           |

La determinación del grado de eficiencia de la planta de tratamiento es complicado, debido a las oscilaciones que se producen en los flujos de las aguas de ingreso y de salida, así como también el tiempo de permanencia del líquido en las instalaciones del tratamiento. En general el grado de eficiencia permite evaluar la capacidad de rendimiento de los procesos o parte de ellos (Asociación Alemana de Saneamiento, 1988).

La reducción porcentual de indicadores apropiados, considerados en forma acumulativa o de determinadas sustancias se establece para el indicador específico (BDO y DQO), una relación de carga que fluye a la planta o a una unidad de ella y la correspondiente carga en el flujo de salida de la planta (Asociación Alemana de Saneamiento, 1988).

En la determinación del grado de eficiencia de las plantas de tratamiento, los valores de DBO y DQO, juegan el papel más importante (Asociación Alemana de Saneamiento, 1988).

#### **D. Comparación de eficiencia en plantas de tratamiento en estudio**

Para los parámetros de la Demanda Bioquímica de Oxígeno –DBO- y Demanda Química de Oxígeno –DQO- existen valores máximos permisibles en el Reglamento de descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos el cual se debe aplicar en las plantas de tratamiento y exige un valor estándar de cumplimiento de 500 mg/L para la DQO y de 250 mg/L para la DBO.

Las aguas residuales con elevada DBO son altamente contaminantes por lo que provocan un alto impacto ambiental en los cuerpos receptores con efectos perjudiciales como: disminución del oxígeno, depósitos de fangos, alta concentración en el color y una situación en general desagradable. Al no ser tratadas debidamente las aguas residuales que reflejan alta demanda de DBO y de DQO, contribuyen altamente a la degradación del medio acuático receptor.

En el cuadro 42 se presentan los caudales medidos durante la época lluviosa y época seca por planta de tratamiento.

En muchos procesos de tratamiento de aguas residuales, pero en especial en los procesos de tratamiento biológico de aguas residuales, las particularidades mismas de los procesos pueden resultar en grados de eficiencia menores, en el caso del funcionamiento a capacidad parcial, en comparación con los grados de eficiencia en funcionamiento a capacidad plena (Asociación Alemana de Saneamiento, 1988).

Aunque por lo general, durante el funcionamiento de la planta a capacidad parcial, las cantidades absolutas de materia en el efluente son menores que durante el funcionamiento a capacidad plena, el grado de eficiencia se deteriora o disminuye (Asociación Alemana de Saneamiento, 1988).

Cuadro 42. Resumen de caudal por época en PTARS en estudio.

| Planta de tratamiento Los Buch  |      |                     |
|---------------------------------|------|---------------------|
| Unidad de medida                | L/s  | m <sup>3</sup> /día |
| Época lluviosa                  | 5.41 | 467.42              |
| Época seca                      | 1.52 | 131.33              |
| Planta de tratamiento municipal |      |                     |
| Época lluviosa                  | 5.53 | 477.79              |
| Época seca                      | 2.51 | 216.86              |
| Planta de tratamiento Los Ortiz |      |                     |
| Época lluviosa                  | 5.37 | 463.97              |
| Época seca                      | 1.16 | 100.22              |

El cuadro 43 muestra el resumen obtenido de los resultados del cálculo de eficiencia por época, para la DBO y DQO en cada planta de tratamiento.

Cuadro 43. Resumen eficiencia plantas de tratamiento durante las épocas de estudio.

| Épocas de estudio  | Planta de tratamiento Los Buch |                      | Planta de tratamiento municipal |                      | Planta de tratamiento Los Ortiz |                      |
|--------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
|                    | Eficiencia del DBO %           | Eficiencia del DQO % | Eficiencia del DBO %            | Eficiencia del DQO % | Eficiencia del DBO %            | Eficiencia del DQO % |
| <b>E. lluviosa</b> | 34.1                           | 30.3                 | 20.7                            | 22.7                 | 32.4                            | 56.9                 |
| <b>E. seca</b>     | 37.8                           | 19.6                 | 16.6                            | 27.9                 | 34.2                            | 10.7                 |

Al realizar los análisis correspondientes se determinó que la planta de tratamiento Los Buch, cuenta con un 34.1 % de remoción del DBO y 30.3 % de remoción del DQO durante la época lluviosa, con un caudal de 467.42 m<sup>3</sup>/día. Durante la época seca, la eficiencia de remoción de DBO obtenida reporta un 37 %, y del DQO el 19 %.

En la municipal, se determinó que la planta cuenta con un 20.7 % de remoción del DBO y un 32.4 % del DQO durante la época lluviosa, durante la época lluviosa un 16.6 % de DBO

y 27.9 % de DQO respectivamente. Este sistema de tratamiento no cuenta con un diseño apropiado para realizar de mejor manera la remoción de contaminantes en la planta.

En el sistema de tratamiento de Los Ortiz, los resultados de época lluviosa demuestran una eficiencia del 32.4 % de remoción del DBO y del 56.9 % del DQO, durante la época seca del 34.2 % de DBO y 10.7 de remoción de DQO respectivamente,

Corroborando la información obtenida anteriormente se puede decir que el sistema de tratamiento de las plantas de agua residual, no es eficiente ya que cuenta con una remoción de la materia orgánica biodegradable presente en el efluente de las plantas de aguas residuales menor al 50 %.

Lo que observamos en la mayoría de los resultados obtenidos en las plantas de tratamiento es que la DQO es menor a la DBO, esto nos indica que en las plantas de tratamiento es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica.

#### **2.5.4. Modelo de gestión**

La propuesta del modelo de gestión de la figura 54, se establece con el fin de mejorar la productividad y sustentabilidad del área que influyen las aguas del río Flores, aldea Buena Vista, municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

La intervención de los actores involucrados en el modelo de gestión, deberá respetar las bases legales que este aborda ya que con la aplicación y las buenas prácticas de estas, el área en estudio podrá llevar a cabo de forma eficaz el plan de manejo de recurso hídrico y el plan de manejo de los desechos sólidos urbanos.

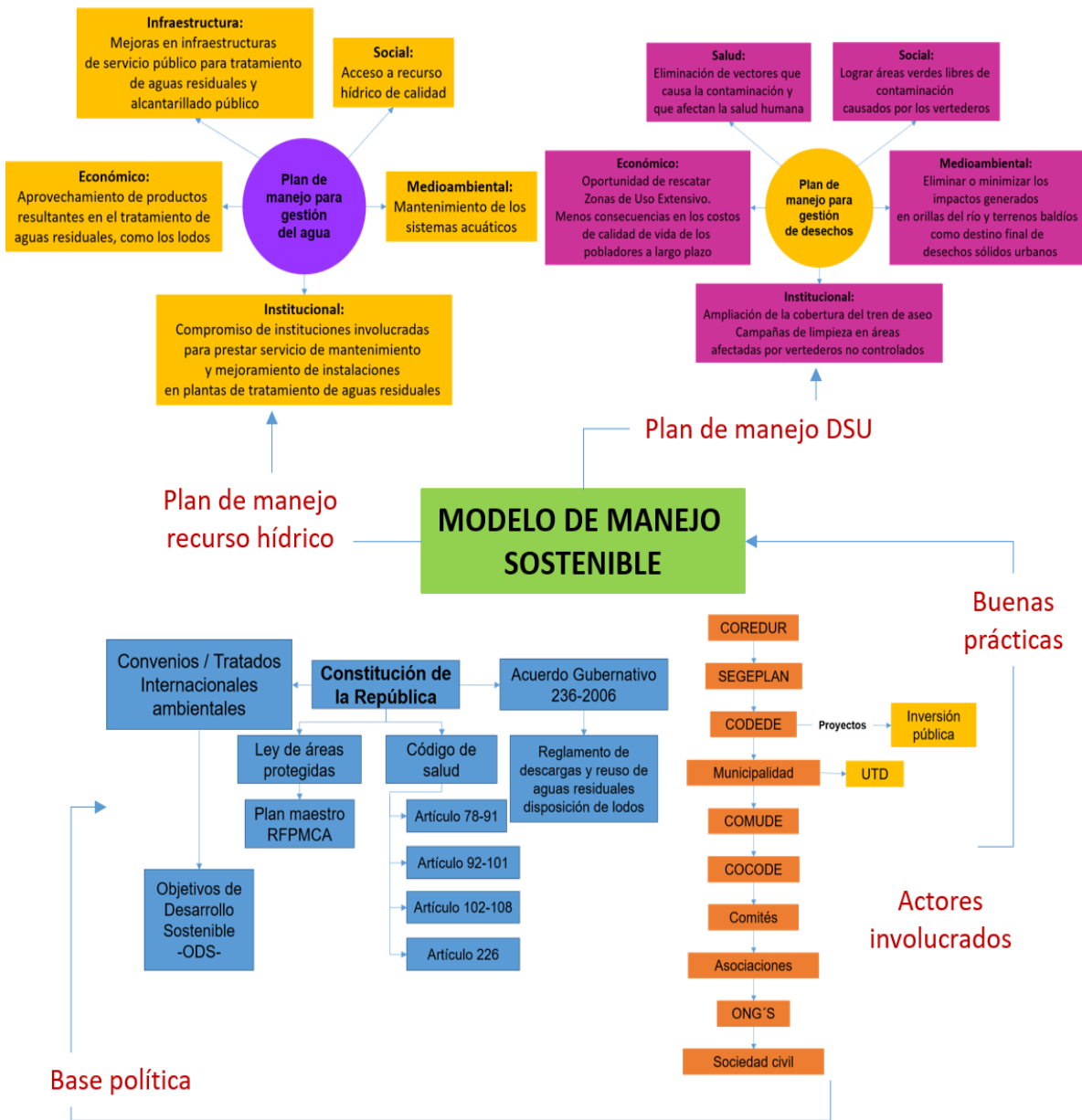
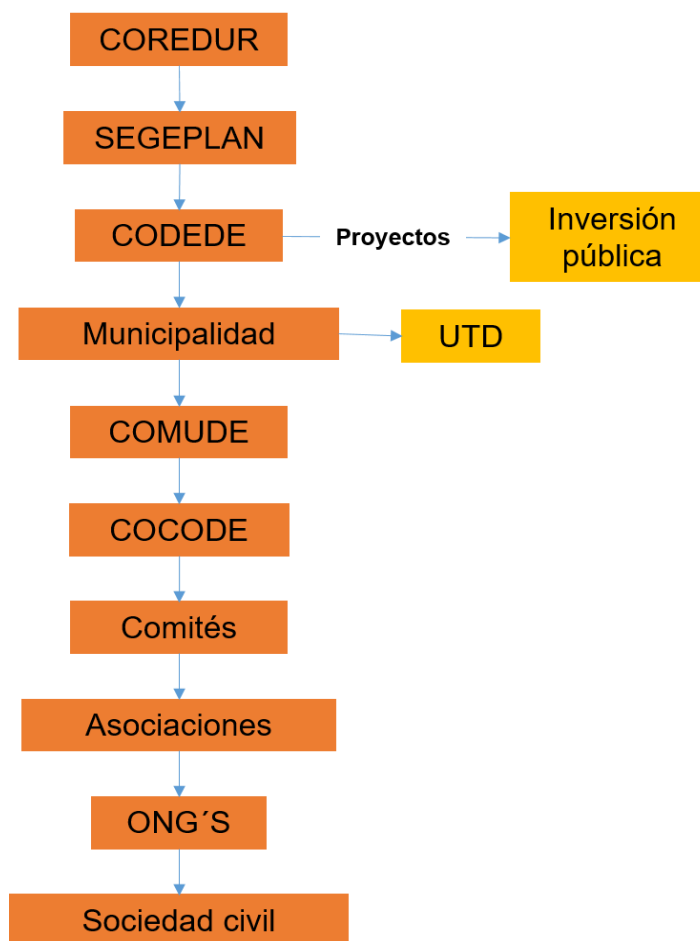


Figura 54. Croquis del modelo de gestión sostenible para el área de influencia del río Flores.

## A. Actores involucrados

La identificación y caracterización de las entidades involucradas en el manejo en general del proyecto, destaca los intereses de cada uno de manera positiva o negativa, que influyen promoviendo u oponiéndose al mismo. Los individuos o grupos que se necesitan incluir en el desarrollo sostenible del modelo en gestión son los que se muestran en la figura 55.



*Figura 55. Actores involucrados en la implementación del modelo de gestión.*

El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural –COREDUR-, se configura como el ente coordinador designado por el Presidente de la República, representantes políticos y otros miembros de la sociedad civil (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).

Se encarga de apoyar el Sistema de Consejos del Desarrollo, promueven y facilitan la participación de la población, fomentan tanto la descentralización de la administración pública como la coordinación institucional, formulan y dan seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo departamentales (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).

Conocen el monto asignado de pre inversión e inversión respecto a temas regionales, contribuye a la definición y seguimiento de la política fiscal en el marco de mandato de formulación de las políticas de desarrollo (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).

La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN-, es el órgano de planificación del Estado y de apoyo a las atribuciones de la Presidencia de la República. Se encarga de diseñar, coordinar, monitorear y evaluar el Sistema Nacional de Proyectos de Inversión Pública y el Sistema Nacional de Financiamiento a la pre inversión. Integra y armoniza los anteproyectos de planes sectoriales recibidos de los ministerios y otras entidades con los anteproyectos remitidos por los consejos de desarrollo regional y departamental (Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN), 2017).

El Consejo Nacional de Desarrollo –CODEDE-, se configuran como un ente coordinador de participación a nivel departamental, están presididos por el gobernador del departamento correspondiente y otros representantes de organismos encargados de la planificación y representantes de la sociedad civil (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).

Entre sus funciones se encuentra apoyar a las municipalidades en sus consejos propios y comunitarios, promover y facilitar la organización y participación de la sociedad civil, promover tanto la descentralización y la desconcentración de la administración pública como la coordinación interinstitucional en el departamento, formular y darle seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del departamento, tomando en

consideración los planes de desarrollo de los municipios, manejar los montos máximos de pre inversión e inversión pública del departamento para el año fiscal siguiente, enmarcados dentro del presupuesto general del Estado (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).

La Unidad Técnica de Desarrollo Departamental –UTD- de la Municipalidad, es el encargado de revisar y coordinar los anteproyectos de desarrollo que ingresan a la Municipalidad y darles seguimiento para financiarlos por medio del CODEDE.

El Consejo municipal de Desarrollo Urbano y Rural –COMUDE-, se configuran como el ente coordinador de participación a nivel municipal, están conformados por los alcaldes municipales correspondientes y otros representantes de la sociedad política y civil.

Entre las funciones del COMUDE se encuentra: promover, facilitar y apoyar el funcionamiento de los Consejos Comunitarios de Desarrollo del municipio; fomentar la organización y participación efectiva de las comunidades y sus organizaciones, así como también, la descentralización de la administración pública y la coordinación interinstitucional en el municipio; promover políticas, programas y proyectos de protección y promoción integral para la niñez, la adolescencia, la juventud y la mujer, además de procurar el seguimiento y evaluación de las mismas; garantizar que las políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio sean formulados con base en las necesidades, problemas y soluciones priorizadas por los COCODES.

Al igual que los otros consejos, también deben preocuparse por asignación de recursos de pre inversión y de inversión pública, con base en las disponibilidades financieras y las necesidades, y de otros temas relacionados con la inversión pública de acuerdo a sus competencias; y procurar por el cumplimiento de la naturaleza, principios, objetivos y funciones del Sistema de Consejos de Desarrollo (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).



El Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODE-, se configuran como el ente coordinador de participación a nivel comunal. Están conformados por los residentes de la comunidad correspondiente.

Entre las funciones que cumplen los Consejos Municipales se encuentra: elegir a los integrantes del órgano de coordinación y fijar el período de duración de sus cargos; fomentar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, así como también, apoyar la coordinación entre las autoridades comunitarias y otras organizaciones (Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE), s.f.).

Los comités del municipio son personas de la sociedad civil que buscan a través de reuniones periódicas, desarrollar temas de interés para el desarrollo de la comunidad, junto con las asociaciones y algunas veces con el apoyo de las Organizaciones No Gubernamentales -ONG´S-.

## **B. Base Política**

El modelo de gestión está basado en la Constitución Política de la República de Guatemala, (figura 56) donde se describe el **Acuerdo Gubernativo 236-2006** el cual considera que la “Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente”, tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

Que de conformidad con la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, el Gobierno debe emitir las disposiciones y reglamentos correspondientes, para ejercer el control, aprovechamiento y uso de las aguas; prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos, mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

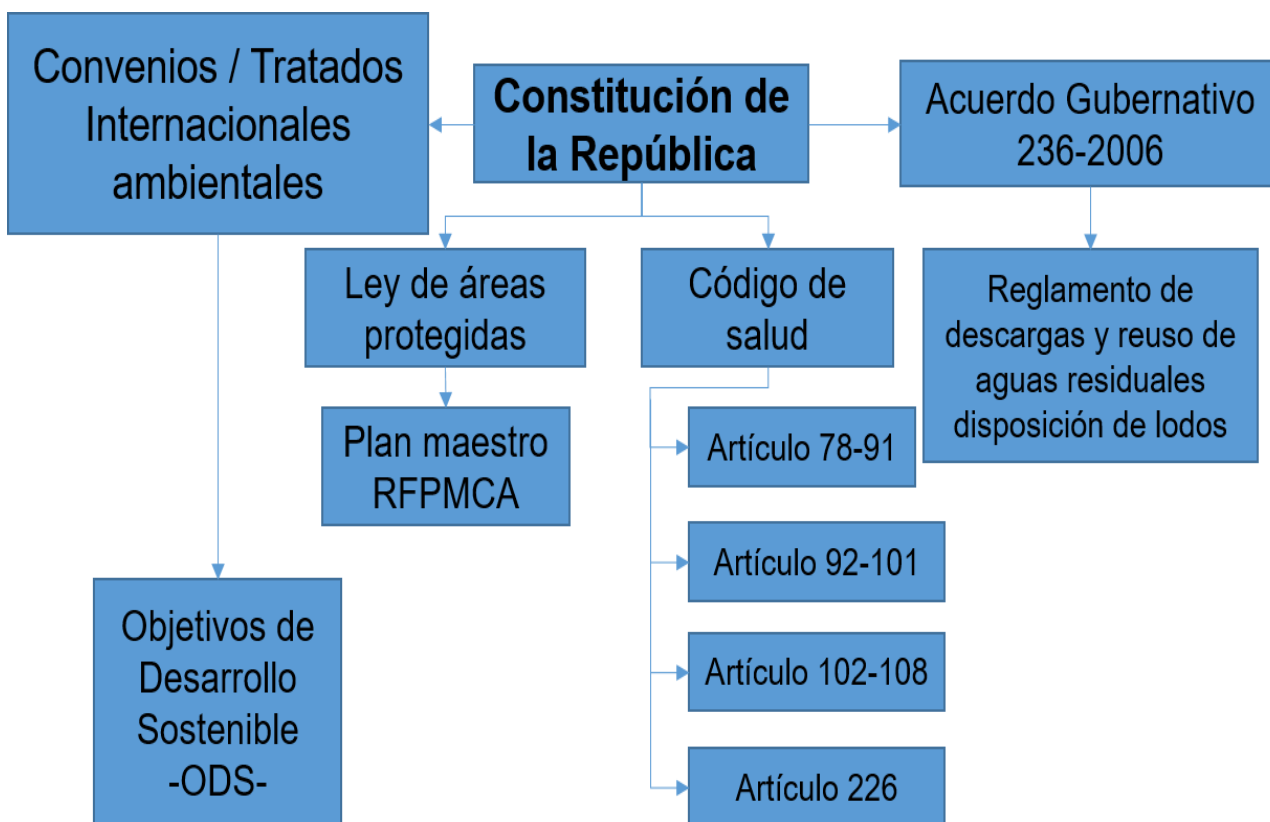


Figura 56. Bases políticas en la implementación del modelo de gestión.

Por lo tanto se emite el “**Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos**”, con el objeto de establecer criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos.

Compete la aplicación del Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones del gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, para el mejoramiento del medio ambiente (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS), 2006).

De conformidad con el Artículo 18 de la Ley de Áreas Protegidas, es facultad de la Secretaría Ejecutiva del CONAP la aprobación del **Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux**, que mediante el Decreto Número 41-97 del Congreso de

la República, fue declarada como área protegida, localizada en los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP), 2010).

Así también lleva como base el Código de Salud, donde se describe el **Artículo 78-91** sobre el agua potable, acceso y cobertura, obligaciones de las municipalidades, protección de las fuentes de agua, tala de árboles y purificación del agua (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

**Artículos 92 a 101**, sobre las eliminación y disposición de excretas y aguas residuales, tratamiento de aguas residuales y aguas servidas así como el mantenimiento de dichos sistemas, construcción de obras de tratamiento y descarga de aguas residuales (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

**Artículos 102 a 108**, describe la responsabilidad de las Municipalidades sobre la disposición de los desechos sólidos en lugares inadecuados (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

**Artículo 226**, sobre las infracciones y sanciones con multa por talar árboles dentro de los 25 m contiguos a riveras de ríos, riachuelos, lagos, lagunas, manantiales y fuentes de agua (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Se considera de igual manera convenios internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS-, los cuales adoptan un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una “Agenda de Desarrollo Sostenible” ya que para alcanzar estas metas, todos deberán colaborar: gobiernos, sector privado, sociedad civil (PNUD, 2018).

### C. Plan de mejoramiento para gestión del recurso hídrico

Análisis previos del papel de las instituciones para el manejo del agua se han enfocado principalmente en resolver problemas de acción colectiva ante la preocupante escasez de los recursos hídricos.

Los modelos de gestión del agua han oscilado al intento por lograr una gestión participativa en los diferentes niveles de gobierno. Las autoridades han buscado compartir no sólo responsabilidades, sino también estrategias encaminadas a enfrentar los problemas y retos que implica la creciente demanda del agua.

El plan de manejo de gestión hídrico se muestra en la figura 57.



Figura 57. Plan del recurso hídrico en la implementación del modelo de gestión.

Las situaciones de las actividades de los actores involucrados hacen validar con efectividad el compromiso de las instituciones para llevar a cabo de manera progresiva el gestionamiento del recurso hídrico.

La actividad socioeconómica del sector se ve reflejada en negocios de comercio, de bienes y servicios. En el planteamiento de gestión del recurso hídrico enfocado en las plantas de tratamiento de aguas residuales, existe un gran potencial en el aprovechamiento de productos como los lodos resultantes del tratamiento de las aguas, tal como lo describe el Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, donde dice que el ente generador considere la disposición final de estos el que considere más adecuado a sus condiciones por cuales quiera de las siguientes formas:

- a. Aplicación al suelo: acondicionador, abono o compost.
- b. Disposición en rellenos sanitarios.
- c. Confinamiento o aislamiento.
- d. Combinación de las anteriores mencionadas.

Del mismo modo podrá efectuar su disposición final y aprovechamiento de los lodos, a la comercialización de los mismos siempre que se cumplan con los tratados y convenios internacionales que rijan en la materia ratificados por Guatemala en el Artículo 46 del Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Con la existencia de la alta productividad de flores y hortalizas entre otros en el área, el aprovechamiento de los lodos tratados de manera adecuada para su neutralización, es altamente factible ya que no son aprovechados por ningún usuario y es una fuente económica local efectiva.

En el mantenimiento de la infraestructura específicamente de las plantas de tratamiento, deberá ser controlado por la municipalidad, es importante realizar algunas mejoras para ayudar a un mejor funcionamiento y así mejorar la calidad de las descargas.

El acceso a agua limpia apta para el consumo y el acceso al saneamiento, mejorará la calidad de vida de los pobladores. La gestión eficaz del agua y el saneamiento depende de la participación de diversos actores interesados, entre los que se cuentan las comunidades locales. El acceso a agua, así como la gestión racional de los ecosistemas de agua dulce son esenciales para la salud humana, la sostenibilidad del medio ambiente y la prosperidad económica (OMS, 2017).

Tanto desde los ámbitos medioambientales como socio-económicos se ve representada la influencia e impactos sobre el recurso hídrico, en su calidad, disponibilidad y oferta, que se da fundamentalmente por la problemática de saneamiento ambiental.

Otro aspecto fundamental a tener en cuenta es el la condición social en este sector, ya que generalmente se trata de una comunidad desplazada con bajos índices de escolaridad, en donde los recursos económicos son escasos y por lo tanto presenta una mayor vulnerabilidad a estos conflictos socio-ambientales generando una mayor presión sobre los recursos, en donde se evidencia la inadecuada gestión del recurso hídrico y una carente infraestructura sanitaria.

Sumado a esta problemática, el crecimiento territorial ha sido descontrolado en el área de influencia. Estas acciones impactan de una manera negativa el componente medio ambiental especialmente el recurso hídrico, lo que hace que su oferta se vea reducida, su calidad degradada por la contaminación de afluentes y la deficiente gestión del agua en este sector.

#### **D. Plan de manejo para la gestión de desechos**

El plan de manejo de gestión de desechos de la figura 58, contempla un área sin contaminación con menos consecuencias en los costos de la calidad de vida de los pobladores aledaños, ya que con esto las mejoras a la salud será el reflejo de la eliminación de fuentes contaminantes y vectores consecuentes a estas.



*Figura 58. Plan de manejo para los RSU en la implementación del modelo de gestión.*

Como primera instancia la participación ciudadana y municipal para la limpieza del área es de gran importancia, la cobertura del tren de aseo que abastece parte de la aldea deberá extenderse a las áreas que lo necesitan para evitar el surgimiento de nuevos botaderos clandestinos, de igual manera las campañas de limpieza para eliminar las áreas contaminadas por los desechos.

## 2.6. CONCLUSIONES

1. Es importante que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, le preste importancia al manejo de residuos sólidos generados en el sector del río Flores, ya que estos representan un fuerte deterioro en área, y que junto con la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez realicen una jornada de limpieza y concientizaciones a los habitantes para el manejo adecuado de sus desechos, ya que no existe un manejo adecuado de los residuos sólidos y esto ocasiona un deterioro en el trayecto del río Flores, principalmente en el afluente próximo al caserío Los Ortiz o La Presa.

La zona con mayor vulnerabilidad a la contaminación es la zona de desarrollo urbano, por la presión que existe sobre ella ejercida por la población que habita a los alrededores. Esta zona se encuentra junto a la zona de protección de caudales, lo que lo hace aún más vulnerable ya que esta es una zona de cuidado especial por los recursos que aquí se protegen.

2. El mayor problema de las plantas de tratamiento se encuentra en la generación de olores a las viviendas que se encuentran cerca de la planta y este es uno de los principales problemas asociados a las plantas de tratamientos de aguas residuales y que en algunos casos ha sido determinante para clausurar o evitar su instalación. La fuente de malos olores en las plantas de tratamiento está asociada con la generación y tratamiento de residuos sólidos y con la degradación de la materia orgánica dentro de la planta.

El sitio de ubicación de los lodos es muy importante ya que se observó que estos se acumulan en áreas no adecuadas dentro de las plantas de tratamiento y no son aprovechados.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, Los Buch, municipal y Los Ortiz, son aptas para recibir agua residual tipo doméstica, sin embargo, el nivel de DBO y de



DQO sobrepasan los 250 mg/L y 500 mg/L respectivamente, lo cual indica que la eficiencia de las plantas de tratamiento no es la adecuada para la cantidad de materia que recibe, esto se debe a que los parámetros de la DBO, DQO, Fósforo y Nitrógeno no llegan a ser removidos de una manera eficiente por las plantas de tratamiento.

Existen viviendas que no se encuentran conectadas al sistema de drenaje, estas desfogon directamente al río y contribuyen a los niveles de DBO y DQO ya que no existe un tratamiento antes de ser descargadas.

3. Para parámetros como Fósforo y Nitrógeno se observan niveles que se encuentran dentro de los valores del reglamento establecidos en la salida de las plantas, pero al momento de analizar la eficiencia de las plantas se puede observar que estos valores no son removidos así que no existe eficiencia alguna debido a que las plantas de tratamiento en estudio están diseñadas con un tratamiento primario y secundario, pero no cuentan con un tratamiento terciario para el tratamiento de los nutrientes eutrofizantes y así mejorar los valores registrados que al momento de aumentar la carga puede superar los valores de los máximos permisibles que establece la norma.

El nivel en las concentraciones de aceites y grasas en estado libre encontrados en las tres plantas de tratamiento sobrepasa el LMP de 25 mg/L, lo cual puede atribuirse a descargas inusuales de grasas, aceites y lubricantes de talleres mecánicos, descargas de aceite comestible de restaurantes, comedores o carretas directamente al drenaje.

A su vez dentro del trayecto en el municipio se observan varias maquilas de textiles que en su momento también pueden contribuir con algún componente químico que pueda tener una influencia directa con estos valores.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales no cumplen con el Reglamento 236 – 2006 de aguas residuales, para el parámetro de coliformes fecales. Debido a que fueron construidas en el año antes del año 2010 se apega al artículo 21 del

reglamento y este menciona que el valor de cumplimiento debe ser  $<1 \times 10^4$  y los valores obtenidos en los muestreos son mayores o iguales a  $1 \times 10^6$  debido al diseño de la planta no cuenta con un tratamiento de tipo terciario que pueda mejorar la calidad de la descarga y tampoco cuenta con una dosificación de cloro adecuada y con una periodicidad regulada para el tamaño de la planta.

## 2.7. RECOMENDACIONES

1. Es importante que todo el movimiento ambiental sea acompañado por una campaña de educación ambiental a la población para así evitar la contaminación en la parte baja de la cuenca de Amatitlán y así mejorar la calidad de agua antes de que llegue a su destino final.

Establecer programas permanentes de vigilancia y concientización ambiental por medio de la Municipalidad como apoyo a los líderes comunitarios, por medio de grupos específicos en aldeas, escuelas, grupos religiosos, etc.

La reforestación del área circundante a la planta de tratamiento municipal con Álamo (*Alnus Arguta*) o Roble, (que es la especie mayormente utilizada para reforestaciones), en el área cercana a la planta de tratamiento ayudara a mitigar que los olores ocasionen molestias a las familias que viven cerca de la planta de tratamiento.

2. La mejor manera de evitar la generación de olores es dándole un manejo adecuado a los lodos, secándolos al sol con cal viva ya que esta los neutraliza y elimina los olores.

Debido al diseño de las plantas es importante realizar mejoras para ayudar a un mejor funcionamiento y así mejorar la calidad de las descargas. Una de las mejoras recomendadas es el sistema de cloración, este ofrece numerosas ventajas en relación a los métodos fisicoquímicos ya que tiene amplia aplicabilidad y bajo costo. El sistema de cloración debe ser instalado al final de la unidad terciaria para mejorar la calidad de la descarga y así reducir también la cantidad de microorganismos que ingresa *E. Coli* y coliformes fecales y totales a su vez realizando un buen control de la cantidad y periodicidad de instalación de las pastillas de cloro en el sistema.

3. En las PTAR los principales indicadores con valores significativos son las grasas y lubricantes, es necesario realizar un adecuado desengrase induciendo la flotación de las mismas para optimizar el proceso depurativo.

Es importante realizar un análisis de lodos y mejorar el lugar de disposición e inactivación de los mismos cuando se realiza el mantenimiento a la planta. El análisis debe ser siempre apegado al “Reglamento de descarga y reuso de agua residual y disposición de lodos” Decreto 236-2006”.

Dar una capacitación al personal de la planta explicándole cada uno de los procesos de la planta ya que en uno de los muestreos se detectó que las piletas para los sólidos estaban vacías (en planta Los Ortiz) y los sólidos estaban siendo desechados a la par de la planta.

4. Debido a la falta de información que posee la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, sobre las plantas de tratamiento de Aguas residuales de Los Buch, municipal y Los Ortiz, se recomienda que se continúe con los análisis de calidad de agua, para seguir evaluando la eficiencia de las plantas, tanto en época seca como en época lluviosa y así establecer acciones correctivas hacia las mismas y corregir los niveles de descargas de aceites y grasas en estado libre y la remoción de DBO y DQO.
5. Es necesario contemplar la inversión en las diferentes recomendaciones, así como también en actividades sostenibles con el manejo de lodos producidos en las plantas de tratamiento como fuente económica.
6. Ya que el río Flores no abarca solamente el municipio de San Pedro Sacatepéquez, será necesario unir fuerzas con las Municipalidades de Santiago Sacatepéquez y Mixco coordinando esfuerzos y obtener una herramienta de gestión ambiental para futuros proyectos como huertos familiares y escolares por medio de SOSEP, la Oficina de la Mujer y el MAGA.

7. Se recomienda de igual manera la integración de futuras tesis para realizar un estudio de factibilidad para lo anteriormente expuesto.

## 2.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguas Residuales, España. (2018). *Líderes en información para el sector de tratamiento de agua*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de Aguas Residuales, España: <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/causa-y-consecuencias-de-la-contaminacion-del-agua-JNEEY>
2. Asociación Alemana de Saneamiento. (1988). *Determinación del grado de eficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales -Hoja Técnica M 755-*. San José, Costa Rica: Capre Andesapa.
3. Condorchem Envitech. (2017). *Caracterización del agua residual*. Obtenido de Condorchem Envitech: <https://blog.condorchem.com/caracterizacion-del-agua-residual/>
4. Congreso de la República de Guatemala. (1997a). *Decreto número 126-97: Ley reguladora de las áreas de reserva territoriales del estado de Guatemala*. Obtenido de Congreso de la República de Guatemala: [http://asisehace.gt/media/ley\\_reguladora\\_de\\_areas\\_de\\_reservas\\_territoriales\\_d\\_el\\_.pdf](http://asisehace.gt/media/ley_reguladora_de_areas_de_reservas_territoriales_d_el_.pdf)
5. Congreso de la República de Guatemala. (1997b). *Decreto número 90- 97: Código de salud*. Obtenido de Congreso de la República de Guatemala: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd38/Guatemala/D90-97.pdf>
6. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala (CONAP). (2010). *Plan maestro reserva forestal protectora de manantiales cordillera Alux*. Guatemala: CONAP.
7. Dappo Quintero, F. (2007). *Calidad de aguas superficiales en la región centro occidental*. Venezuela: Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela (FUDECO).
8. En Buenas Manos, España (EBM). (2012). *Los vertederos de basura, fuentes de contaminación*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de EBM: <http://www.enbuenasmanos.com/los-vertederos-de-basura>
9. Garzón, L. (2018). *Diagnóstico ambiental de la empresa pulimentos y brillos Beltrán Beltrán*. Obtenido de Linagarzon: <https://linagarzon.wordpress.com/>

10. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS). (2006). *Acuerdo Gubernativo 236-2006: Reglamento de las descargas y reuso de las aguas residuales y de la disposición de lodos*. Obtenido de MSPAS: <http://vestex.com.gt/wp-content/uploads/2015/04/Reglamento-descargas-de-aguas-residuales-AG236-2006.pdf>
11. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala (MSPAS). (2009). *Acuerdo gubernativo no. 113-2009; "Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano*. Obtenido de MSPAS: <http://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/AcuerdoGubernativo113-2009.pdf>
12. Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala. (2013). *Caracterización y marco histórico del municipio de San Pedro Sacatepéquez*. (F. Guacamaya Ajcuc, Ed.) Guatemala: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, Unidad de Información Pública Municipal.
13. N&F Synergy. (2017). *Plantas de tratamiento de aguas residuales*. Recuperado el 21 de Febrero de 2018, de N&F Synergy: <https://www.nyfdecolombia.com/plantas/tratamiento-de-aguas-residuales>
14. OMS. (2017). *Agua, saneamiento e higiene*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de OMS: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/sanitation-waste/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/es/)
15. OMS. (2018). *Calidad del agua potable*. Recuperado el 13 de Febrero de 2018, de OMS: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/)
16. Pacaja, H. (2017). Funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales (AMSA, Encargado de Plantas de tratamiento). AMSA. (A. Balsells, Entrevistador)
17. Pérez López, JA, & Espigares García, M. (1985). Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. *Aguas Residuales*. Granada, España: Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones.
18. PNUD. (2018). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de PNUD: <http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/sustainable-development-goals.html>

19. Rodríguez Medallo, J., & Marín Galvin, R. (1999). *Físicoquímicas de aguas*. España, Madrid: Díaz de Santos.
20. Sánchez O, I. A. (2012). *Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de ILHA Solteira SP por lagunas facultativas primarias*. Colombia: Universidad de Nariño.
21. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Dirección General de Normas, México (DGN). (2000). *Análisis de agua, determinación de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas*. Obtenido de DGN: <http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/NMX-AA-fisicos.pdf>
22. Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala (SEGEPLAN). (2017). Secretaría de planificación y programación de la presidencia. Obtenido de SEGEPLAN: [https://es.wikipedia.org/wiki/Secretar%C3%ADa\\_de\\_Planificaci%C3%B3n\\_y\\_Programaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_Presidencia\\_de\\_la\\_Rep%C3%BAblica\\_de\\_Guatemala](https://es.wikipedia.org/wiki/Secretar%C3%ADa_de_Planificaci%C3%B3n_y_Programaci%C3%B3n_de_la_Presidencia_de_la_Rep%C3%BAblica_de_Guatemala)
23. Sistema de Consejos de Desarrollo, Guatemala (SISCODE). (s.f.). *Consejos regionales*. Obtenido de Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo, Chile: [http://sistemas.segeplan.gob.gt/siscodew/ddpgpl\\$modulo.regional](http://sistemas.segeplan.gob.gt/siscodew/ddpgpl$modulo.regional)
24. Soto Raxón, L. O. (2003). *Sistema de reeccción y disposición de desechos sólidos del municipio de Santa María de Jesús, departamento de Sacatepéquez (Tesis Ing. Civ.)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: Guatemala.
25. UICN. (2018). *¿Qué es un área protegida?* Obtenido de UICN: <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida>



## 2.9. ANEXOS

### 2.9.1. Puntos de observación vulnerables a la contaminación por descargas

La ubicación de los puntos de observación para el control de la contaminación por descargas, para la identificación de fuentes puntuales y no puntuales se muestra en el cuadro 44A.

*Cuadro 44A. Puntos de referencia del área de influencia para criterios de evaluación.*

| Punto No. | x      | y       | Altura / msnm | Zonificación - RFPMCA | Observación   | Nivel de Significancia del impacto | Tipo de nivel de significancia |
|-----------|--------|---------|---------------|-----------------------|---|------------------------------------|--------------------------------|
| 1         | 483538 | 1622278 | 2150          | ZUE                   | Sector conocido como "Las Papas" comienza el límite de aldea Buena Vista.                                 | 4                                  | C                              |
| 2         | 483547 | 1622215 | 2148          | ZUE                   | Sector "Las Papas". Cultivo de rábano.  | 4                                  | C                              |
| 3         | 483631 | 1622111 | 2142          | ZPCFA                 | Sector "Las Papas". Área boscosa y viviendas.   | 3                                  | C                              |
| 4         | 483656 | 1622110 | 2145          | ZPCFA                 | Planta de tratamiento "Los Buch".   | 21                                 | B                              |
| 5         | 483641 | 1622029 | 2130          | ZPCFA                 | Sector "Las Papas". Invernaderos con flores de crisantemos y cultivos de rosas.                           | 12                                 | B                              |
| 6         | 483610 | 1621942 | 2126          | ZPCFA                 | Sector "Las Papas". Cultivo de brócoli y área boscosa.  | 17                                 | B                              |
| 7         | 483530 | 1621869 | 2126          | ZPCFA                 | Sector conocido como "Agua de Chile". Área boscosa y vegetación.  | 10                                 | C                              |
| 8         | 483446 | 1621740 | 2123          | ZPCFA                 | Sector "Agua de Chile". Área boscosa y cultivos de claveles y tigrillo rojo.                              | 14                                 | B                              |
| 9         | 483379 | 1621496 | 2136          | ZPCFA                 | Sector conocido como "Primero de Julio". Cultivo de rábano y bosque de Ílamo y Encino.                    | 16                                 | B                              |
| 10        | 483630 | 1621213 | 2081          | ZPCFA                 | Sector "Agua de Chile". Bosque mixto, Cerezo, Duraznillo, Mano de león, Ílamo y cultivos de hierba buena. | 13                                 | B                              |
| 11        | 483918 | 1620992 | 2092          | ZPCFA                 | Sector "Agua de Chile". Bosque mixto  | 3                                  | C                              |
| 12        | 483953 | 1620908 | 2029          | ZPCFA                 | Sector conocido como "El abuelo de los chanchos". Cultivo de berro en el río.                             | 2                                  | C                              |
| 13        | 484099 | 1620765 | 2015          | ZPCFA                 | Sector conocido como "río Flores". Área Boscosa.  | 2                                  | C                              |
| 14        | 484171 | 1620744 | 2011          | ZPCFA                 | Sector "río Flores". Bosque mixto, Maizena, Hoja de palma grande, Sauce de artur y arbustos.              | 2                                  | C                              |
| 15        | 484253 | 1620657 | 2003          | ZPCFA                 | Sector "río Flores". Bosque mixto.  | 2                                  | C                              |
| 16        | 484442 | 1620589 | 2021          | ZPCFA                 | Sector "río Flores". Bosque mixto.  | 2                                  | C                              |

|    |        |         |      |       |  |    |   |
|----|--------|---------|------|-------|--|----|---|
| 17 | 484592 | 1620525 | 1996 | ZPCFA | Sector "río Flores". Bosque mixto.   | 2  | C |
| 18 | 484634 | 1620561 | 2001 | ZPCFA | Bosque mixto. Unión de los afluentes.  | 2  | C |
| 19 | 484643 | 1620648 | 2031 | ZPCFA | Sector conocido como "río Los Ortiz". Bosque mixto.  | 2  | C |
| 20 | 484705 | 1620446 | 1971 | ZUE   | Sector "Los Ortiz". Área boscosa.  | 4  | C |
| 21 | 484889 | 1620346 | 1947 | ZUE   | Sector "río Flores, Los Ortiz". Área boscosa.  | 4  | C |
| 22 | 485143 | 1620352 | 1940 | ZUE   | Sector "río Flores, Los Ortiz". Área boscosa.  | 4  | C |
| 23 | 485191 | 1620373 |      | ZUE   | Planta de tratamiento "Los Ortiz".   | 14 | B |
| 24 | 485317 | 1620297 |      | ZUE   | La presa. De este punto en adelante el río es conocido como "río Panchochá". Límite entre Los Ortiz y Mixco. | 12 | B |
| 25 | 485314 | 1620286 | 1930 | ZUE   | La presa. Tronco 8 del Encinal, garita límite con Mixco.   | 12 | B |
| 26 | 485206 | 1620369 |      | ZUE   | Sector "Los Ortiz". Pozo que abastece el caserío.  | 6  | C |
| 27 | 484902 | 1620720 |      | ZUE   | Sector "Los Ortiz". Escuela Rural Oficial Mixta, caserío Los Ortiz.  | 6  | C |
| 28 | 484889 | 1620763 |      | ZUE   | Sector "Los Ortiz". Iglesia Católica caserío Los Ortiz.  | 6  | C |
| 29 | 484871 | 1620841 |      | ZUE   | Tanque los Ortiz.  | 6  | C |
| 30 | 484684 | 1621221 |      | ZPCFA | Comienza calle adoquinada.   | 4  | C |
| 31 | 484610 | 1620915 | 2042 | ZPCFA | Camino a Los Ortiz. Invernaderos con crisantemos y área boscosa. Se observa área urbana.                     | 11 | B |
| 32 | 484627 | 1621197 | 2090 | ZPCFA | Camino a Los Ortiz. Bosque mixto.  | 6  | C |
| 33 | 484656 | 1621443 |      | ZPCFA | Pozo. No funciona.   | 8  | C |
| 34 | 484578 | 1621637 | 2129 | ZDE   | Camino de terracería. Poca área boscosa a la orilla.   | 9  | C |
| 35 | 484563 | 1621762 |      | ZDE   | Planta de tratamiento municipal.   | 15 | B |
| 36 | 484542 | 1621797 |      | ZDE   | Planta de tratamiento privada "La Joya".   | 15 | B |
| 37 | 484508 | 1621844 |      | ZDE   | Unión de corriente intermitente con el río Flores.   | 10 | C |
| 38 | 484534 | 1621859 |      | ZDE   | Camino hacia Los Ortiz. Vertedero no controlado.   | 13 | B |
| 39 | 484537 | 1621898 |      | ZDE   | Camino hacia Los Ortiz. Vertedero no controlado.   | 13 | B |
| 40 | 484547 | 1621923 |      | ZDE   | Camino hacia Los Ortiz. Vertedero no controlado.   | 13 | B |
| 41 | 484538 | 1622010 |      | ZDE   | Camino hacia Los Ortiz. Vertedero no controlado.   | 13 | B |
| 42 | 484546 | 1621825 | 2143 | ZDE   | Camino hacia Los Ortiz. Se observa área boscosa y pequeño caserío.   | 9  | C |
| 43 | 484503 | 1622103 |      | ZDE   | Camino hacia Los Ortiz. Vertedero no controlado y salida de desagüe de agua residual.                        | 12 | C |
| 44 | 484493 | 1622299 | 2168 | ZPCFA | Agua de rebalse que abastece el nacimiento de afluente del río Flores. Basurero clandestino.                 | 13 | B |

Fuente: elaboración propia, 2018.

**2.9.2. Fotografías de los puntos de observación tomadas durante el desarrollo de la investigación**



*Figura 59A. Punto de observación 1, ZUE.*



*Figura 60A. Punto de observación 2, ZUE.*



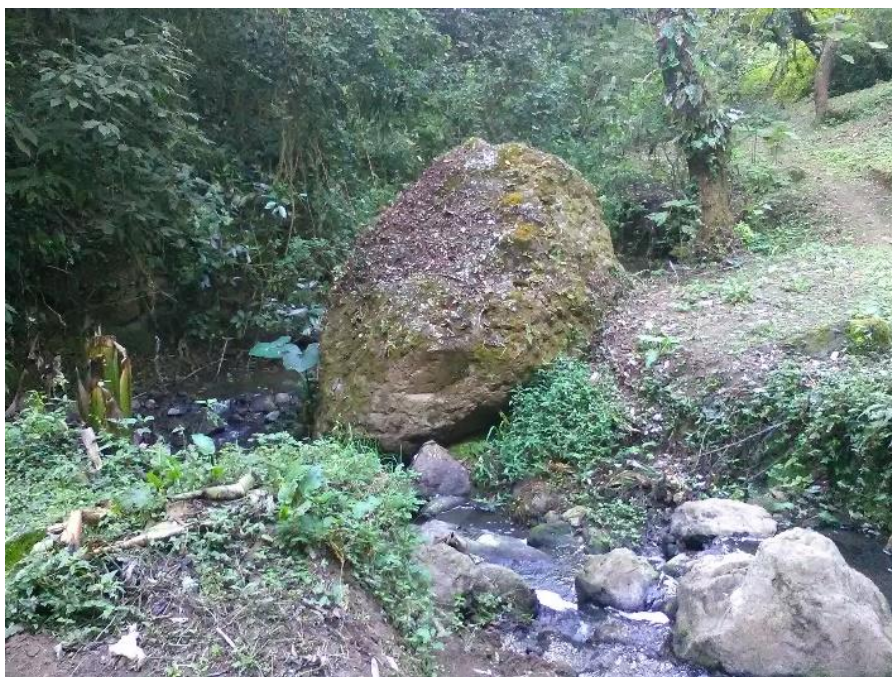
*Figura 61A. Punto de observación 4, PTAR Los Buch, ZPCFA.*



*Figura 62A. Punto de observación 8, ZPCFA.*



*Figura 63A. Punto de observación 12, ZPCFA.*



*Figura 64A. Punto de observación 18, ZPCFA.*



*Figura 65 A. Punto de observación 21, ZUE.*



*Figura 66A. Punto de observación 23, PTAR Los Ortiz, ZUE.*



*Figura 67A. Punto 25, la presa, ZDU.*



*Figura 68A. Punto de observación 31, ZPCFA.*



*Figura 69A. Punto de observación 35, PTAR municipal, ZDU.*



*Figura 70A. Puntos 38, 40 y 41, ZDU.*





Figura 71A. Punto de observación 44, nacimiento, ZPCFA.

### 2.9.3. Estimación de nivel de significancia de impacto ambiental en puntos de vulnerables a la contaminación

La evaluación del nivel de significancia para cada punto de observación, según matriz de impacto ambiental se muestra en el cuadro 45A.

Cuadro 45A. Estimación de nivel de significancia para puntos vulnerables a contaminación.

| Punto de referencia No. 1. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Agua               | LE                    | 1            | B                  | 2            | A                     | 5            | C          | 1            | 8                      |   |
|                            | Suelo              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema biótico            | Flora              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
|                            | Fauna              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                            | Paisaje            | LE                    | 1            | D                  | 0            | C                     | 0            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 4                      | C |

| Punto de referencia No. 2. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Agua               | LE                    | 1            | B                  | 2            | A                     | 5            | C          | 1            | 8                      |   |
|                            | Suelo              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema biótico            | Flora              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
|                            | Fauna              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                            | Paisaje            | LE                    | 1            | D                  | 0            | C                     | 0            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 4                      | C |

| Punto de referencia No. 3. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Agua               | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
|                            | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
| Sistema biótico            | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                            | Fauna              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                            | Paisaje            | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 3                      | C |

| Punto de referencia No. 4. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            | Agua               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico            | Flora              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            | Fauna              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                            | Paisaje            | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 21                     | B |

| Punto de referencia No. 5. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | C          | 1            | 8                      |   |
|                            | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 30                     |   |
|                            | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 24                     |   |
| Sistema biótico            | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                            | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Paisaje            | LE                    | 1            | D                  | 0            | A                     | 5            | A          | 3            | 15                     |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 12                     | B |

| Punto de referencia No. 6. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | C          | 1            | 8                      |   |
|                            | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 30                     |   |
|                            | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 24                     |   |
| Sistema biótico            | Flora              | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 24                     |   |
|                            | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 28                     |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 17                     | B |

| Punto de referencia No. 7. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | LE                    | 1            | C                  | 1            | A                     | 5            | C          | 1            | 7                      |   |
|                            | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 30                     |   |
|                            | Suelo              | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico            | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                            | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 10                     | C |

| Punto de referencia No. 8. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
|                            | Agua               | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | B          | 2            | 16                     |   |
|                            | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico            | Flora              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Paisaje            | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 14                     | B |

| Punto de referencia No. 9. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados         | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                            |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico           | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | A                     | 5            | A          | 3            | 15                     |   |
|                            | Agua               | MO                    | 2            | C                  | 1            | A                     | 5            | B          | 2            | 16                     |   |
|                            | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico            | Flora              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social             | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                            | Paisaje            | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                            |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 16                     | B |

| Punto de referencia No. 10. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | A                     | 5            | C          | 1            | 7                      |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 13                     | B |

| Punto de referencia No. 11. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | A                     | 5            | C          | 1            | 7                      |   |
|                             | Suelo              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 2                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 3                      | C |

| Punto de referencia No. 12. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 13. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 14. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 15. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 16. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 17. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 18. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 19. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 2                      | C |

| Punto de referencia No. 20. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 4                      | C |

| Punto de referencia No. 21. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 4                      | C |

| Punto de referencia No. 22. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 4                      | C |



| Punto de referencia No. 23. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 6                      |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 14                     | B |

| Punto de referencia No. 24. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 30                     |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 12                     | B |

| Punto de referencia No. 25. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 30                     |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 12                     | B |

| Punto de referencia No. 26. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | SE                    | 3            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 15                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 6                      | C |

| Punto de referencia No. 27. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | SE                    | 3            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 15                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 6                      | C |

| Punto de referencia No. 28. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | SE                    | 3            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 15                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 6                      | C |

| Punto de referencia No. 29. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | SE                    | 3            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 15                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 6                      | C |

| Punto de referencia No. 30. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Agua               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Suelo              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 4                      | C |

| Punto de referencia No. 31. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Agua               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 11                     | B |

| Punto de referencia No. 32. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Agua               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Suelo              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 6                      | C |

| Punto de referencia No. 33. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Agua               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Suelo              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 8                      | C |

| Punto de referencia No. 34. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 20                     |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Paisaje            | LE                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 9                      | C |

| Punto de referencia No. 35. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 15                     | B |

| Punto de referencia No. 36. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 4                      |   |
|                             | Fauna              | AU                    | 0            | D                  | 0            | B                     | 1            | C          | 1            | 1                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 15                     | B |

| Punto de referencia No. 37. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 20                     |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 10                     | C |

| Punto de referencia No. 38. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 13                     | B |

| Punto de referencia No. 39. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 13                     | B |

| Punto de referencia No. 40. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 13                     | B |

| Punto de referencia No. 41. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 13                     | B |

| Punto de referencia No. 42. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | B                  | 2            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 20                     |   |
|                             | Suelo              | MO                    | 2            | B                  | 2            | B                     | 1            | B          | 2            | 10                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | A          | 3            | 12                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 9                      | C |


| Punto de referencia No. 43. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 16                     |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | C                  | 1            | B                     | 1            | B          | 2            | 8                      |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 12                     | C |

| Punto de referencia No. 44. |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              |                        |   |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------|--------------|------------------------|---|
| Sistemas asociados          | Impactos asociados | Severidad del impacto |              | Escala del impacto |              | Legislación ambiental |              | Frecuencia |              | Nivel de significancia |   |
|                             |                    | Tipo                  | Calificación | Tipo               | Calificación | Tipo                  | Calificación | Tipo       | Calificación |                        |   |
| Sistema abiótico            | Aire               | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Agua               | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             | Suelo              | SE                    | 3            | A                  | 3            | A                     | 5            | B          | 2            | 22                     |   |
| Sistema biótico             | Flora              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
|                             | Fauna              | LE                    | 1            | C                  | 1            | B                     | 1            | C          | 1            | 3                      |   |
| Sistema social              | Urbanismo          | SE                    | 3            | C                  | 1            | A                     | 5            | A          | 3            | 27                     |   |
|                             | Paisaje            | MO                    | 2            | B                  | 2            | A                     | 5            | B          | 2            | 18                     |   |
|                             |                    |                       |              |                    |              |                       |              |            |              | 13                     | B |

Fuente: elaboración propia, 2018.

## 2.9.4. Encuesta sobre disposición final de residuos sólidos urbanos

Encuesta realizada a pobladores del área de estudio (figura 72A).



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Extensión Universitaria

**AGRONOMÍA**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Agronomía

**-ENCUESTA-**  
Acciones de la población ante los Residuos Sólidos Urbanos

1. En su comunidad, se han promulgado campañas para recolectar residuos sólidos?
  - Sí
  - No
2. Cómo calificaría usted el servicio de recolección de residuos que se brinda en su comunidad?
  - Suficiente
  - Insuficiente
3. Usted sabe a dónde van los residuos sólidos urbanos de su comunidad?
  - Botadero
  - Relleno sanitario
  - Ríos
  - Otros
4. Que actividad realiza usted para sus residuos sólidos?
  - Quema
  - La tira
  - La entierra
  - La lleva a un basurero
  - Recicla
  - Otro
5. Con qué frecuencia realiza usted esta actividad?
  - Diario
  - 3 veces por semana
  - 1 vez por semana

Encuesta realizada en Aldea Buena Vista,  
Municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
Ana Silvia Balsells Orellana – Epesista.  
Guatemala, 2018.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 72A. Encuesta, acciones de la población ante los RSU.



### 2.9.5. Resultados análisis de muestras de agua residual

Resultados análisis fisicoquímico y microbiológico de las plantas de tratamiento en estudio obtenidos por la Unidad de Análisis Instrumental I-UAI- y Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR- respectivamente.

#### A. Época lluviosa

| ESCUELA DE QUÍMICA<br>UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL<br>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12<br>TELÉFONO: 24189412 |                       | INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO<br>QUÍMICO                                       |  |
|---|-----------------------|---|--|
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:   |  |
| Residuales  |                       | Pre – Plata de tratamiento Los Buch   |  |
| No de registro:   | 1711752               | Empresa / Institución:  | Municipalidad de San Pedro Sacatepequez. |
|   |                       | Remitente / Solicitante:  | Ana Silvia Balsells<br>Ortizana          |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:   | peso neto:                               |
| 17/11/2017  | LD                    | Envase plástico   |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |   |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |   |  |
| Parametros evaluados  | Unidades              | Valor   | LMP*                                     |
| pH  |                       | 7.42  | 9.00 - 9.00                              |
| Conductividad   | µS/cm                 | 600   |  |
| Sólidos sedimentables   | ml/l                  | 0.7   |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/l                  | 113   | 150                                      |
| Sólidos Totales   | mg/l                  | 728   |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/l                  | 44.25   | 250                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/l                  | 668   | 900                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/l                  | 46.8  | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/l                  | 12.5  | 15                                       |
| Color   | Unidades PT - Co      | 158   | 250                                      |
| Aceites y Grasas  | mg/l                  | 490   | 25                                       |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |   |  |
| Fecha:  | Analista(s):          | Ref. Registro Análisis:   | Costo total facturado:                   |
| 30/11/2017  | YJ                    |   | Q575.00                                  |
|   |                       | Firma:  | Fecha:                                   |
|    |                       |  | 30/11/17                                 |

Figura 73A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Buch, época lluviosa.



| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |   | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                    |                               |
|---|---|--|-------------------------------|
| <b>Nombre común o comercial de la muestra:</b><br>Residuales  |   | <b>No de código / Marca del remitente:</b><br>Post - Plata de tratamiento Los Buch   |                               |
| <b>No de registro:</b><br>1711751   | <b>Empresa / Institución:</b><br>Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, | <b>Remitente / Solicitante:</b><br>Ana Silvia Balsells Orellana                      |                               |
| <b>Fecha de recepción:</b><br>17/11/2017  | <b>Muestra recibida por:</b><br>LD  | <b>Tipo de recipiente:</b><br>Envase plástico  | <b>peso neto:</b>             |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |   |  |                               |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |   |  |                               |
| Parametros evaluados  | Unidades  | Valor  | LMP*                          |
| pH  |   | 7.85   | 6.00 - 9.00                   |
| Conductividad   | µS/cm   | 819.00   |                               |
| Sólidos sedimentables   | mg/L  | 0.30   |                               |
| Sólidos en suspensión   | mg/L  | 44.00  | 150                           |
| Sólidos Totales   | mg/L  | 494.00   |                               |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L  | 28.55  | 250                           |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L  | 465.00   | 500                           |
| Nitrogeno Total   | mg/L  | 89.60  | 25                            |
| Fosforo total   | mg/L  | 7.800  | 15                            |
| Color   | unidades PT - Ct  | 70.00  | 750                           |
| Asíles y Grasas   | mg/L  | 224.00   | 25                            |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |   |  |                               |
| <b>Fecha:</b>   | <b>Analista(s):</b>   | <b>Ref. Registro Análisis:</b>   | <b>Costo total facturado:</b> |
| 30/11/2017  | VJ  |  | Q2575.00                      |
|   |   | <b>Firma:</b>  | <b>Fecha:</b>                 |
|    |   |  | 30/11/17                      |

Figura 74A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Buch, época lluviosa.



|   |   |  |                               |
|---|---|--|-------------------------------|
| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |   | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                  |                               |
| <b>Nombre común o comercial de la muestra:</b><br>Residuales  |   | <b>No de código / Marca del remitente:</b><br>Pre - Plata de tratamiento Municipal |                               |
| <b>No de registro:</b><br>1711753   | <b>Empresa / Institución:</b><br>Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, | <b>Remitente / Solicitante:</b><br>Ana Silvia Balsells Orellana                    |                               |
|   |   | <b>Fecha de recepción:</b> 17/11/2017  |                               |
| <b>Muestra recibida por:</b><br>LD  | <b>Tipo de recipiente:</b><br>Envase plástico                             | <b>peso neto:</b>  |                               |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b><br>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)   |   |  |                               |
| <b>Parametros evaluados</b>   | <b>Unidades</b>   | <b>Valor</b>   | <b>LMP*</b>                   |
| pH  |   | 7.49   | 6.00 - 8.00                   |
| Conductividad   | ml/cm   | 871  |                               |
| Sólidos sedimentables   | ml/L  | 0.6  |                               |
| Sólidos en suspensión   | mg/L  | 190  | 150                           |
| Sólidos Totales   | mg/L  | 575  |                               |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L  | 28.7   | 250                           |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L  | 117  | 500                           |
| Nitrogeno Total   | mg/L  | 28.22  | 25                            |
| Fosforo total   | mg/L  | 3.13   | 15                            |
| Color   | Unidades PT - Co  | 115  | 750                           |
| Asnes y Grasas  | mg/L  | 100  | 25                            |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |   |  |                               |
| <b>Fecha:</b>   | <b>Analista(s):</b>   | <b>Ref. Registro Análisis:</b>   | <b>Costo total facturado:</b> |
| 30/11/2017  | YJ  |  | Q575.00                       |
|   |   | <b>Firma:</b>  | <b>Fecha:</b>                 |
|   |   |  | 30/11/17                      |

Figura 75A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR municipal, época lluviosa.



| <b>ESCUELA DE QUÍMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |                       | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b> |  |
|---|-----------------------|---|--|
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:               |  |
| Residuales  |                       | Post - Plata de tratamiento Municipal             |  |
| No de registro:   | <b>1711754</b>        | Empresa / Institución:                            | Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, |
|   |                       | Remitente / Solicitante:                          | Ana Silvia Balseells Orellana            |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:                               | peso neto:                               |
| 17/11/2017  | ID                    | Envase plástico                                   |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |   |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |   |  |
| Parámetros evaluados  | Unidades              | Valor   | LMP*                                     |
| pH  |                       | 7.44  | 6.00 - 9.00                              |
| Conductividad   | mc/cm                 | 425.00  |  |
| Sólidos sedimentables   | ml/L                  | 0.10  |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/L                  | 22.00   | 350                                      |
| Sólidos Totales   | mg/L                  | 118.00  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L                  | 22.75   | 350                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L                  | 245.00  | 500                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/L                  | 20.50   | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/L                  | 1.180   | 15                                       |
| Color   | Unidades PT - Co      | 40.00   | 750                                      |
| Acidos y Grasas   | mg/L                  | 76.00   | 25                                       |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |   |  |
| Fecha:  | Analista(s):          | Ref. Registro Análisis:                           | Costo total facturado:                   |
| 30/11/2017  | VJ                    |   | Q575.00                                  |
|   |                       | Firma:  | Fecha:                                   |
|   |                       |   | 30/11/17                                 |

Figura 76A. Resultados fisicoquímicos post PTAR municipal, época lluviosa.



|   |   |  |                               |
|---|---|--|-------------------------------|
| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |   | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                  |                               |
| <b>Nombre común o comercial de la muestra:</b><br>Residuales  |   | <b>No de código / Marca del remitente:</b><br>Pre - Plata de tratamiento Los Ortiz |                               |
| <b>No de registro:</b><br>1711756   | <b>Empresa / Institución:</b><br>Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, | <b>Remitente / Solicitante:</b><br>Ana Silvia Balsells Orellana                    |                               |
| <b>Fecha de recepción:</b><br>17/11/2017  | <b>Muestra recibida por:</b><br>LD  | <b>Tipo de recipiente:</b><br>Envase plástico                                      | <b>peso neto:</b>             |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |   |  |                               |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |   |  |                               |
| <b>Parametros evaluados</b>   | <b>Unidades</b>   | <b>Valor</b>   | <b>LMP*</b>                   |
| pH  |   | 7.59   | 6.00 - 9.00                   |
| Conductividad   | ns/cm   | 3064.00  |                               |
| Sólidos sedimentables   | ml/l  | 0.20   |                               |
| Sólidos en suspensión   | mg/l  | 42.00  | 150                           |
| Sólidos Totales   | mg/l  | 475.00   |                               |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/l  | 20.48  | 250                           |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/l  | 720.00   | 500                           |
| Nitrogeno Total   | mg/l  | 5.85   | 25                            |
| Fosforo total   | mg/l  | 3.420  | 15                            |
| Color   | Unidades PT - Co  | 220.00   | 750                           |
| Aceites y Grasas  | mg/l  | 156.00   | 25                            |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |   |  |                               |
| <b>Fecha:</b>   | <b>Analista(s):</b>   | <b>Ref. Registro Análisis:</b>   | <b>Costo total facturado:</b> |
| 30/11/2017  | YJ  |  | C\$75.00                      |
|   |   | <b>Firma:</b>  | <b>Fecha:</b>                 |
|   |   |  |                               |

Figura 77A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Ortiz, época lluviosa.



**USAC**  
TRICENTENARIA

|   |   |  |                               |
|---|---|--|-------------------------------|
| <b>ESCUELA DE QUÍMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |   | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                    |                               |
| <b>Nombre común o comercial de la muestra:</b><br>Residuales  |   | <b>No de código / Marca del remitente:</b><br>Post - Plata de tratamiento Los Ortiz  |                               |
| <b>No de registro:</b><br>1711755   | <b>Empresa / Institución:</b><br>Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, | <b>Remitente / Solicitante:</b><br>Ana Silvia Balseña Orellana                       |                               |
|   |   | <b>Fecha de recepción:</b> 17/11/2017  |                               |
| <b>Muestra recibida por:</b><br>LD  | <b>Tipo de recipiente:</b><br>Envase plástico                             | <b>peso neto:</b>  |                               |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b><br>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)   |   |  |                               |
| <b>Parametros evaluados</b>   | <b>Unidades</b>   | <b>Valor</b>   | <b>LMP*</b>                   |
| pH  |   | 7.81   | 6.00 - 9.00                   |
| Conductividad   | µS/cm   | 208.00   |                               |
| Sólidos sedimentables   | ml/L  | <0.1   |                               |
| Sólidos en suspensión   | mg/L  | 6.00   | 150                           |
| Sólidos Totales   | mg/L  | 217.00   |                               |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L  | 14.20  | 250                           |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L  | 310.00   | 500                           |
| Nitrogeno Total   | mg/L  | 4.90   | 25                            |
| Fosforo total   | mg/L  | 0.180  | 15                            |
| Color   | Unidades PC - Co  | 25.00  | 750                           |
| Acidos y Grasas   | mg/L  | 100.00   | 25                            |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |   |  |                               |
| <b>Fecha:</b>   | <b>Analista(s):</b>   | <b>Ref. Registro Análisis:</b>   | <b>Costo total facturado:</b> |
| 30/11/2017  | YJ  |  | Q575.00                       |
|    |   | <b>Firma:</b>  | <b>Fecha:</b>                 |
|   |   |  | 30/11/17                      |

Figura 78A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Ortiz, época lluviosa.



**USAC**  
150 CENTENARIA  
Universidad del Estado de Guatemala



**Lamir**  
Laboratorio Microbiológico de Referencia  
Universidad del Estado de Guatemala  
Facultad de CC. QD y FARMACIA

pág 1 de 1

345 A/17 Fecha: 27 de noviembre de 2017

### INFORME DE RESULTADOS

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Sibilia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**  
 Agua residual pretratamiento Los Buch. No. 1

|  |                                |              |
|--|--------------------------------|--------------|
| Fecha y hora del muestreo:               | <u>20 de noviembre de 2017</u> | <u>08:00</u> |
| Responsable del muestreo:                | <u>Cliente</u>                 |              |
| Fecha y hora de recepción de la muestra: | <u>20 de noviembre de 2017</u> | <u>12:00</u> |
| Fecha de inicio de análisis:             | <u>20 de noviembre de 2017</u> |              |

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>         | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | >1.3X10 <sup>6</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 ed, Edilen.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien milímetros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

**"Firma y Sello de Todos"**



Msc. Sergio Alfredo Lickes  
Químico Biólogo Col. 2239



**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

---

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC. QD y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 11, Guatemala, C.A. Tel. 3418-9493, ext. 308  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@igraqd.com  
[http://www.usac.edu.gt/esp\\_lamir/?cat=1](http://www.usac.edu.gt/esp_lamir/?cat=1)

Figura 79A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Buch, época lluviosa.



**USAC**  
QUINIENTENARIA  
CENTENARIO DE SU FUNDACIÓN



**Lamir**  
LABORATORIO MICROBIOLÓGICO DE REFERENCIA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y FARMACIA

página 1 de 1

346 A/17 Fecha: 27 de noviembre de 2017

### INFORME DE RESULTADOS

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**  
Agua residual postratamiento Los Buch, No. 2

Fecha y hora del muestreo: 20 de noviembre de 2017 07:55  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de noviembre de 2017 12:00  
 Fecha de inicio de análisis: 20 de noviembre de 2017

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 9.2X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition.  
<sup>2</sup>NMP/100ml, = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se de al presente resultado.



Msc. Sergio Alfredo Lickes  
Químico Biólogo Cok. 2239

**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Oficina T-17 2a. Nivel, Facultad de CC. QG y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 13, Guatemala, C.A. Tel. 2438 8900, ext. 108  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt. [laboratorio@usac.edu.gt](mailto:laboratorio@usac.edu.gt)  
[http://sitio.usac.edu.gt/eq\\_basico/lan-1](http://sitio.usac.edu.gt/eq_basico/lan-1)

Figura 80A. Resultados microbiológicos post PTAR Los Buch, época lluviosa.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**Lamir**  
LABORATORIO MICROBIOLÓGICO DE REFERENCIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y FARMACIA

pág. 1 de 1

347 A/17 Fecha: 27 de noviembre de 2017

### INFORME DE RESULTADOS

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**  
 Agua residual pretratamiento Planta Municipal No. 3

Fecha y hora del muestreo: 20 de noviembre de 2017 08:36  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de noviembre de 2017 12:00  
 Fecha de inicio de análisis: 20 de noviembre de 2017

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>a</sup> | Resultado <sup>b</sup>        | Especificación <sup>c</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 4.8X10 <sup>3</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>a</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>nd</sup> ed. Edición.  
<sup>b</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>c</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

**"V y Fianza a Todos"**



Msc. Sergio Alfredo Jekes  
 Químico Biólogo Col. 2239  
**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio T-12 3o. Nivel, Facultad de CC. QI y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@rednet.com  
[http://www.usac.edu.gt/sep\\_lamir/visit/](http://www.usac.edu.gt/sep_lamir/visit/)

Figura 81A. Resultados microbiológicos pre PTAR municipal, época lluviosa.



**USAC**  
TRICENTENARIA



**Lamir**  
Laboratorio Microbiológico de Referencia  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de CC.OO y FARMACIA

pag 1 de 1

348 A/17 Fecha: 27 de noviembre de 2017

### INFORME DE RESULTADOS

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

Descripción de la muestra:  
 Agua residual postratamiento Planta Municipal No. 4

Fecha y hora del muestreo: 20 de noviembre de 2017 08:30  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 20 de noviembre de 2017 12:00  
 Fecha de inicio de análisis: 20 de noviembre de 2017

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 1.3X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

*M y Enseñad a Todos*



M.C. Sergio Alfredo Ucles  
Químico Biólogo Col. 2239

**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio 1-12 3to. Nivel, Facultad de CC.OO y FARMACIA, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418 9400 ext. 508  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt laboratorio@lamir@gmail.com  
[http://sitio.usac.edu.gt/web\\_lamir/Inicio/](http://sitio.usac.edu.gt/web_lamir/Inicio/)

Figura 82A. Resultados microbiológicos post PTAR municipal, época lluviosa.



**USAC**  
CENTENARIO  
100 años de la Universidad de San Carlos de Guatemala



**Lamir**  
Laboratorio Microbiológico de Referencia  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de CC.BB y FARMACIA

pág. 1 de 1

349 A/17 Fecha: 27 de noviembre de 2017

### INFORME DE RESULTADOS

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balseils Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**  
 Agua residual pretratamiento Planta Los Ortiz No. 5

|  |                                |              |
|--|--------------------------------|--------------|
| Fecha y hora del muestreo:               | <u>20 de noviembre de 2017</u> | <u>09:11</u> |
| Responsable del muestreo:                | <u>Cliente</u>                 |              |
| Fecha y hora de recepción de la muestra: | <u>20 de noviembre de 2017</u> | <u>12:00</u> |
| Fecha de inicio de análisis:             | <u>20 de noviembre de 2017</u> |              |

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 8.5X10 <sup>2</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. Ed. 88th.  
<sup>2</sup>NMP/100ml = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR– no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

**"D y Enseñad a Todos"**



Msc. Sergio Alfredo Lickes  
 Químico Biólogo Col. 2339  
**Laboratorio Microbiológico de Referencia –LAMIR–**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio 1-12 Av. Nivel, Facultad de CC.BB y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, G.A. Tel. 2418-9400, ext. 108  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@lamir@gmail.com  
 http://www.usac.edu.gt/ve\_lamir/7441-1

Figura 83A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Ortiz, época lluviosa.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**Lamir**  
LABORATORIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y FARMACIA

pág. 1 de 1

350 A/17 Fecha: 27 de noviembre de 2017

### INFORME DE RESULTADOS

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balseis Orellana

Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez

Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

Análisis solicitado: Coliformes fecales

Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**  
Agua residual postratamiento Planta Los Ortiz No. 6

|  |                                |              |
|--|--------------------------------|--------------|
| Fecha y hora del muestreo:               | <u>20 de noviembre de 2017</u> | <u>09:05</u> |
| Responsable del muestreo:                | <u>Cliente</u>                 |              |
| Fecha y hora de recepción de la muestra: | <u>20 de noviembre de 2017</u> | <u>12:00</u> |
| Fecha de inicio de análisis:             | <u>20 de noviembre de 2017</u> |              |

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 5.4X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 ml. Solútes.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.



Ms. Sergio Alfredo López  
Químico Biólogo Col. 2339

**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio T-12 2do. Nivel, Facultad de CC. QQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418 9400, ext. 308  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@usac.edu.gt  
 http://www.usac.edu.gt/wg\_lamir/13a1-1

Figura 84A. Resultados microbiológicos post PTAR Los Ortiz, época lluviosa.

## B. Época Seca



**USAC**  
TRICENTENARIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |                       | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                    |  |
|---|-----------------------|--|--|
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:  |  |
| Residuales  |                       | Pre – Planta de Tratamiento Los Buch   |  |
| No de registro:   | <b>1803052</b>        | Empresa / Institución:   | Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez. |
|   |                       | Remitente / Solicitante:   | Ana Silvia Balsells Orellana             |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:  | peso neto:                               |
| 14/03/2018  | Yancy Juan            | Envase Plastico  |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |  |  |
| Parametros evaluados  | Unidades              | Valor  | LMP*                                     |
| pH  |                       | 7.24   | 6.00 – 9.00                              |
| Conductividad   | ec/cm                 | 1842.00  |  |
| Sólidos sedimentables   | mL/L                  | 8.00   |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/L                  | 308.00   | 150                                      |
| Sólidos Totales   | mg/L                  | 1520.00  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L                  | 17.85  | 250                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L                  | 1440.00  | 500                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/L                  | 1.40   | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/L                  | 3.800  | 15                                       |
| Color   | Unidades PT - Co      | 330.00   | 750                                      |
| Aceites y Grasas  | mg/L                  | 134.00   | 25                                       |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |  |  |
| Fecha:  | Analista(s):          | Ref. Registro Análisis:  | Costo total facturado:                   |
| 11/04/2018  | YJ/LD                 |  | Q575.00                                  |
|   |                       | Firma:   | Fecha:                                   |
|    |                       |  | 12/4/10                                  |

Figura 85A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Buch, época seca.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO DE SACATEPEC


| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |                       | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                    |  |
|---|-----------------------|--|--|
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:  |  |
| Residuales  |                       | Post – Planta de Tratamiento Los Buch  |  |
| No de registro:   | <b>1803053</b>        | Empresa / Institución:   | Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, |
|   |                       | Remitente / Solicitante:   | Ana Silvia Balsells Cruziana             |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:  | peso neto:                               |
| 14/03/2018  | Yancy Juan            | Envase Plastico  |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |  |  |
| Parametros evaluados  | Unidades              | Valor  | LMP*                                     |
| pH  |                       | 7.50   | 6.00 – 9.00                              |
| Conductividad   | nd/cm                 | 1430.00  |  |
| Sólidos sedimentables   | ml/l                  | 3.00   |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/l                  | 192.00   | 150                                      |
| Sólidos Totales   | mg/l                  | 1203.00  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/l                  | 11.15  | 250                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/l                  | 1160.00  | 900                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/l                  | 12.60  | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/l                  | 0.800  | 15                                       |
| Color   | Unidades PT - Co      | 255.00   | 750                                      |
| Aceites y Grasas  | mg/l                  | 2050.00  | 25                                       |
| * LMP= Limite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |  |  |
| Fecha:  | Analista(s):          | Ref. Registro Análisis:  | Costo total facturado:                   |
| <b>11/04/2018</b>   | YI/LD                 |  | Q575.00                                  |
|    |                       | Firma:   | Fecha:                                   |
|   |                       |  | 12/4/18.                                 |

Figura 86A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Buch, época seca.



| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |                       | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO</b><br><b>QUÍMICO</b>                         |  |
|---|-----------------------|---|--|
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:   |  |
| Residuales  |                       | Pre - Planta de Tratamiento Municipal   |  |
| No de registro:   | <b>1803054</b>        | Empresa / Institución:  | Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, |
|   |                       | Remitente / Solicitante:  | Ana Silvia Balsells Orellana             |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:   | peso neto:                               |
| 14/03/2018  | Yancy Juan            | Envase Plástico   |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |   |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |   |  |
| Parámetros evaluados  | Unidades              | Valor   | LMP*                                     |
| pH  |                       | 7.38  | 6.00 - 9.00                              |
| Conductividad   | mS/cm                 | 1628.00   |  |
| Sólidos sedimentables   | m/L                   | 19.00   |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/L                  | 284.00  | 150                                      |
| Sólidos Totales   | mg/L                  | 1687.00   |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L                  | 12.15   | 250                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L                  | 1520.00   | 500                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/L                  | 1.30  | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/L                  | 0.800   | 15                                       |
| Color   | Unidades PC - Co      | 320.00  | 750                                      |
| Asítes y Grasas   | mg/L                  | 180.00  | 25                                       |
| * LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |   |  |
| Fecha:  | Analista(s):          | Ref. Registro Análisis:   | Costo total facturado:                   |
| <b>11/04/2018</b>   | YJ/LD                 |   | Q575.00                                  |
|   |                       | Firma:  | Fecha:                                   |
|    |                       |  | 12/4/18.                                 |

Figura 87A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR municipal, época seca.



|   |                       |  |  |
|---|-----------------------|--|--|
| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |                       | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                    |  |
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:  |  |
| Residuales  |                       | Post - Planta de Tratamiento Municipal   |  |
| No de registro:   | <b>1803055</b>        | Empresa / Institución:   | Municipalidad de San Pedro Sacatepequez. |
|   |                       | Remitente / Solicitante:   | Ana Silvia Balsells Orellana             |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:  | peso neto:                               |
| 14/03/2018  | Yancy Juan            | Envase Plastico  |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |  |  |
| <b>Parametros evaluados</b>   | <b>Unidades</b>       | <b>Valor</b>   | <b>LMP*</b>                              |
| pH  |                       | 7.12   | 6.00 - 9.00                              |
| Conductividad   | mS/cm                 | 1288.00  |  |
| Sólidos sedimentables   | mL/L                  | 0.20   |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/L                  | 178.00   | 150                                      |
| Sólidos Totales   | mg/L                  | 1120.00  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L                  | 30.60  | 250                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L                  | 1085.00  | 500                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/L                  | 14.80  | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/L                  | 40.3   | 15                                       |
| Color   | Unidades PT - Co      | 340.00   | 750                                      |
| Aceites y Grasas  | mg/L                  | 68.00  | 25                                       |
| * LMP= Limite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |  |  |
| <b>Fecha:</b>   | <b>Analista(s):</b>   | <b>Ref. Registro Análisis:</b>   | <b>Costo total facturado:</b>            |
| <b>11/04/2018</b>   | YJ/LD                 |  | Q575.00                                  |
|   |                       | <b>Firma:</b>  | <b>Fecha:</b>                            |
|    |                       |  | 12/4/18                                  |

Figura 88A. Resultados fisicoquímicos post PTAR municipal, época seca.





|   |   |   |                                |
|---|---|---|--------------------------------|
| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |   | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                   |                                |
| <b>Nombre común o comercial de la muestra:</b><br>Residuales  |   | <b>No de código / Marca del remitente:</b><br>Pre - Planta de Tratamiento Los Ortiz |                                |
| <b>No de registro:</b><br>1803057   | <b>Empresa / Institución:</b><br>Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, |   | Ana Silva Balsells<br>Orellana |
|   | <b>Remitente / Solicitante:</b>   |   |                                |
| <b>Fecha de recepción:</b><br>14/03/2018  | <b>Muestra recibida por:</b><br>Yancy Juan                                | <b>Tipo de recipiente:</b><br>Envase Plástico                                       | <b>peso neto:</b>              |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |   |   |                                |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |   |   |                                |
| <b>Parámetros evaluados</b>   | <b>Unidades</b>   | <b>Valor</b>  | <b>LMP*</b>                    |
| pH  |   | 7.33  | 6.00 - 9.00                    |
| Conductividad   | mS/cm   | 1915.00   |                                |
| Sólidos sedimentables   | ml/l  | 2.00  |                                |
| Sólidos en suspensión   | mg/l  | 200.00  | 150                            |
| Sólidos Totales   | mg/l  | 1205.00   |                                |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/l  | 8.55  | 250                            |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/l  | 1075.00   | 500                            |
| Nitrogeno Total   | mg/l  | 3.80  | 25                             |
| Fosforo total   | mg/l  | 2.700   | 15                             |
| Color   | Unidades PT - Ca  | 270.00  | 750                            |
| Aceites y Grasas  | mg/l  | 184.00  | 25                             |
| * LMP= Limite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |   |   |                                |
| <b>Fecha:</b>   | <b>Analista(s):</b>   | <b>Ref. Registro Análisis:</b>  | <b>Costo total facturado:</b>  |
| 11/04/2018  | YI/LD   |   | Q575.00                        |
|   |   | <b>Firma:</b>   | <b>Fecha:</b>                  |
|   |   |   | 12/4/18                        |

Figura 89A. Resultados fisicoquímicos pre PTAR Los Ortiz, época seca.



**USAC**  
TRICENTENARIO  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

| <b>ESCUELA DE QUIMICA</b><br><b>UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL</b><br><b>EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12</b><br><b>TELÉFONO: 24189412</b> |                       | <b>INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO</b>                                    |  |
|---|-----------------------|--|--|
| Nombre común o comercial de la muestra:   |                       | No de código / Marca del remitente:  |  |
| Residuales  |                       | Post – Planta de Tratamiento Los Ortiz   |  |
| No de registro:   | <b>1803056</b>        | Empresa / Institución:   | Municipalidad de San Pedro Sacatepequez, |
|   |                       | Remitente / Solicitante:   | Ana Silvia Balsells Oreñana              |
| Fecha de recepción:   | Muestra recibida por: | Tipo de recipiente:  | peso neto:                               |
| 14/03/2018  | Yancy Juan            | Envase Plastico  |  |
| <b>DETERMINACIONES SOLICITADAS:</b>   |                       |  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)  |                       |  |  |
| Parametros evaluados  | Unidades              | Valor  | LMP*                                     |
| pH  |                       | 7.11   | 6.00 - 9.00                              |
| Conductividad   | nd/cm                 | 1029.00  |  |
| Sólidos sedimentables   | ml/L                  | 1.40   |  |
| Sólidos en suspensión   | mg/L                  | 152.000  | 150                                      |
| Sólidos Totales   | mg/L                  | 1059.00  |  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno   | mg/L                  | 11.35  | 250                                      |
| Demanda Química de oxígeno  | mg/L                  | 955.00   | 500                                      |
| Nitrogeno Total   | mg/L                  | 0.80   | 25                                       |
| Fosforo total   | mg/L                  | 4.300  | 15                                       |
| Color   | Unidades Pt - Co      | 210.00   | 750                                      |
| Acidos y Grasas   | mg/L                  | 88.00  | 25                                       |
| * LMP= Limite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006  |                       |  |  |
| Fecha:  | Analista(s):          | Ref. Registro Análisis:  | Costo total facturado:                   |
| 11/04/2018  | YJ/ID                 |  | Q575.00                                  |
|   |                       | Firma:   | Fecha:                                   |
|    |                       |  | 12/4/18                                  |

Figura 90A. Resultados fisicoquímicos post PTAR Los Ortiz, época seca.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**Lamir**  
Laboratorio Microbiológico de Referencia  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias y Fisiología

pág. 1 de 1

Fecha: 16 de marzo de 2018

**INFORME DE RESULTADOS No. 49 - 18**

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balsells Orellana

Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez

Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

Análisis solicitado: Coliformes fecales

Tipo de muestra: Agua residual

Descripción de la muestra: Agua residual Pre Los Buch, No. 1

Fecha y hora del muestreo: 14 de marzo de 2018 08:30

Responsable del muestreo: Cliente

Fecha y hora de recepción de la muestra: 14 de marzo de 2018 11:58

Fecha de inicio de análisis: 14 de marzo de 2018

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 5.4X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 ed. Edition.

<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.

<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.



**Dr. Sergio Alfredo Dicks**  
Químico Biólogo Col. 2239  
**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio T-17 2o. Nivel, Facultad de CC. QO y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. (018) 9400 ext. 308  
Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@lamir@usac.edu.gt  
[http://www.usac.edu.gt/wq\\_jornal/tra1/](http://www.usac.edu.gt/wq_jornal/tra1/)

Figura 91A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Buch, época seca.



pág. 1 de 1

Fecha: 16 de marzo de 2018

## INFORME DE RESULTADOS No. 50 - 18

## I. Información general

Nombre del cliente: Ana Silvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

Descripción de la muestra: Agua residual Pos Los Buch, No. 2

Fecha y hora del muestreo: 14 de marzo de 2018 08:40  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 14 de marzo de 2018 11:58  
 Fecha de inicio de análisis: 14 de marzo de 2018

## II. Resultados

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>         | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | >1.6X10 <sup>4</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition.

<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.

<sup>3</sup>N/A = No Aplica

## III. Conclusiones

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

"Id y Enseñe a Todos"

Dr. Sergio Alfredo Lickes  
 Químico Biólogo Col. 2239

Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

Edificio T-12 3o. Nivel, Facultad de CC. DD y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 11, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 108  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@usac.edu.gt  
[http://www.usac.edu.gt/wq\\_labm/12m-1](http://www.usac.edu.gt/wq_labm/12m-1)

Figura 92A. Resultados microbiológicos post PTAR Los Buch, época seca.



**USAC**  
TRICENTENARIO  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**Lamir**  
LABORATORIO MICROBIOLÓGICO DE REFERENCIA  
FACULTAD DE CC. QUÍM. Y FARMACIA

pág. 1 de 1

Fecha: 16 de marzo de 2018

**INFORME DE RESULTADOS No. 51 - 18**

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Sílvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

Descripción de la muestra: Agua residual Pre Planta Municipal No. 3

Fecha y hora del muestreo: 14 de marzo de 2018 09:15  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 14 de marzo de 2018 11:58  
 Fecha de inicio de análisis: 14 de marzo de 2018

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 3.5X10 <sup>3</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 ed. Edtion.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Mas Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.

*"Al y Entendá o Todos"*



**Dña. Sergio Alfredo Lickas**  
Químico Biólogo Col. 2239

**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**



Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio 1-32 2do. Nivel, Facultad de CC. Quím. y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2438-8900, ext. 108  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt      laboratorio@usac.edu.gt  
[http://www.usac.edu.gt/sep\\_lamir/?cat=1](http://www.usac.edu.gt/sep_lamir/?cat=1)

Figura 93A. Resultados microbiológicos pre PTAR municipal, época seca



**USAC**  
CENTENARIO  
100 años de la Universidad de San Carlos de Guatemala



Laboratorio Microbiológico de Referencia  
**Lamir**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de CCQO y Farmacia  
pág 1 de 1

Fecha: 16 de marzo de 2018

**INFORME DE RESULTADOS No. 52 - 18**

**I. Información general**

**Nombre del cliente:** Ana Silvia Balsells Orellana

**Institución:** Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez

**Dirección:** San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.

**Análisis solicitado:** Coliformes fecales

**Tipo de muestra:** Agua residual

**Descripción de la muestra:** Agua residual Pos Planta Municipal No. 4

**Fecha y hora del muestreo:** 14 de marzo de 2018 09:25

**Responsable del muestreo:** Cliente

**Fecha y hora de recepción de la muestra:** 14 de marzo de 2018 11:58

**Fecha de inicio de análisis:** 14 de marzo de 2018

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 5.4X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed., 6th ed.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Mas Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.




MSc. Sergio Alfredo Uchjes  
Químico Biólogo Col. 2730

**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio

-----ÚLTIMA LINEA-----

---

Edificio 1-12 2a. Nivel, Facultad de CC. QO y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-0400, ext. 538  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, microbiol@usac.edu.gt  
[http://www.usac.edu.gt/wp\\_lamir/trat-1](http://www.usac.edu.gt/wp_lamir/trat-1)

Figura 94A. Resultados microbiológicos post PTAR municipal, época seca.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala



**Lamir**  
Laboratorio Microbiológico de Referencia  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de CC. QG y Farmacia

pág. 1 de 1

Fecha: 16 de marzo de 2018

**INFORME DE RESULTADOS No. 53 - 18**

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ara Silvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**

Agua residual Pre Planta Los Ortiz No. 5

Fecha y hora del muestreo: 14 de marzo de 2018 10:00  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 14 de marzo de 2018 11:58  
 Fecha de inicio de análisis: 14 de marzo de 2018

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 3.5X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dió al presente resultado.

*"Firma y Especialidad o Título"*



**Msc. Sergio Alfredo Lickes**  
Químico Biólogo Col. 2339

**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio.

-----ULTIMA LINEA-----

---

Edificio 7-12 2do Nivel, Facultad de CC QG y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel: 2438 8400, ext. 108  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt, laboratorio@usac.edu.gt  
 http://www.usac.edu.gt/eqp\_lamir/53a-1

Figura 95A. Resultados microbiológicos pre PTAR Los Ortiz, época seca.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
130 años de fundación



**Lamir**  
Laboratorio de San Carlos de Guatemala  
Facultad de CC-QD y Farmacia  
pág 1 de 1

Fecha: 16 de marzo de 2018

**INFORME DE RESULTADOS No. 54 - 18**

**I. Información general**

Nombre del cliente: Ana Silvia Balsells Orellana  
 Institución: Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez  
 Dirección: San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.  
 Análisis solicitado: Coliformes fecales  
 Tipo de muestra: Agua residual

**Descripción de la muestra:**  
Agua residual Pos Planta Los Ortiz. No. 6

Fecha y hora del muestreo: 14 de marzo de 2018 10:20  
 Responsable del muestreo: Cliente  
 Fecha y hora de recepción de la muestra: 14 de marzo de 2018 11:58  
 Fecha de inicio de análisis: 14 de marzo de 2018

**II. Resultados**

| Parámetro          | Método <sup>1</sup> | Resultado <sup>2</sup>        | Especificación <sup>3</sup> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Coliformes fecales | SM 9221 E           | 3.5X10 <sup>7</sup> NMP/100mL | N/A                         |

<sup>1</sup>SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. Edition.  
<sup>2</sup>NMP/100mL = Número Más Probable en cien mililitros.  
<sup>3</sup>N/A = No Aplica

**III. Conclusiones**

La presencia de coliformes fecales en el agua residual de tipo ordinario es normal, e indica que el agua presenta contaminación fecal y, por tanto, puede contener también microorganismos patógenos. Los resultados obtenidos podrán tomarse como referencia para la implementación de sistemas de tratamiento, así como para compararse con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 y el ACUERDO GUBERNATIVO No. 110-2016 para establecer la etapa de cumplimiento de acuerdo a la naturaleza o tipo de ente generador y al cuerpo receptor.

**Nota aclaratoria:** el Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR- no se hace responsable por el uso que se dé al presente resultado.



M.C. Sergio Alfredo Lickes  
Químico Biólogo C. 2239  
**Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-**

Prohibida la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio  
 -----ÚLTIMA LINEA-----

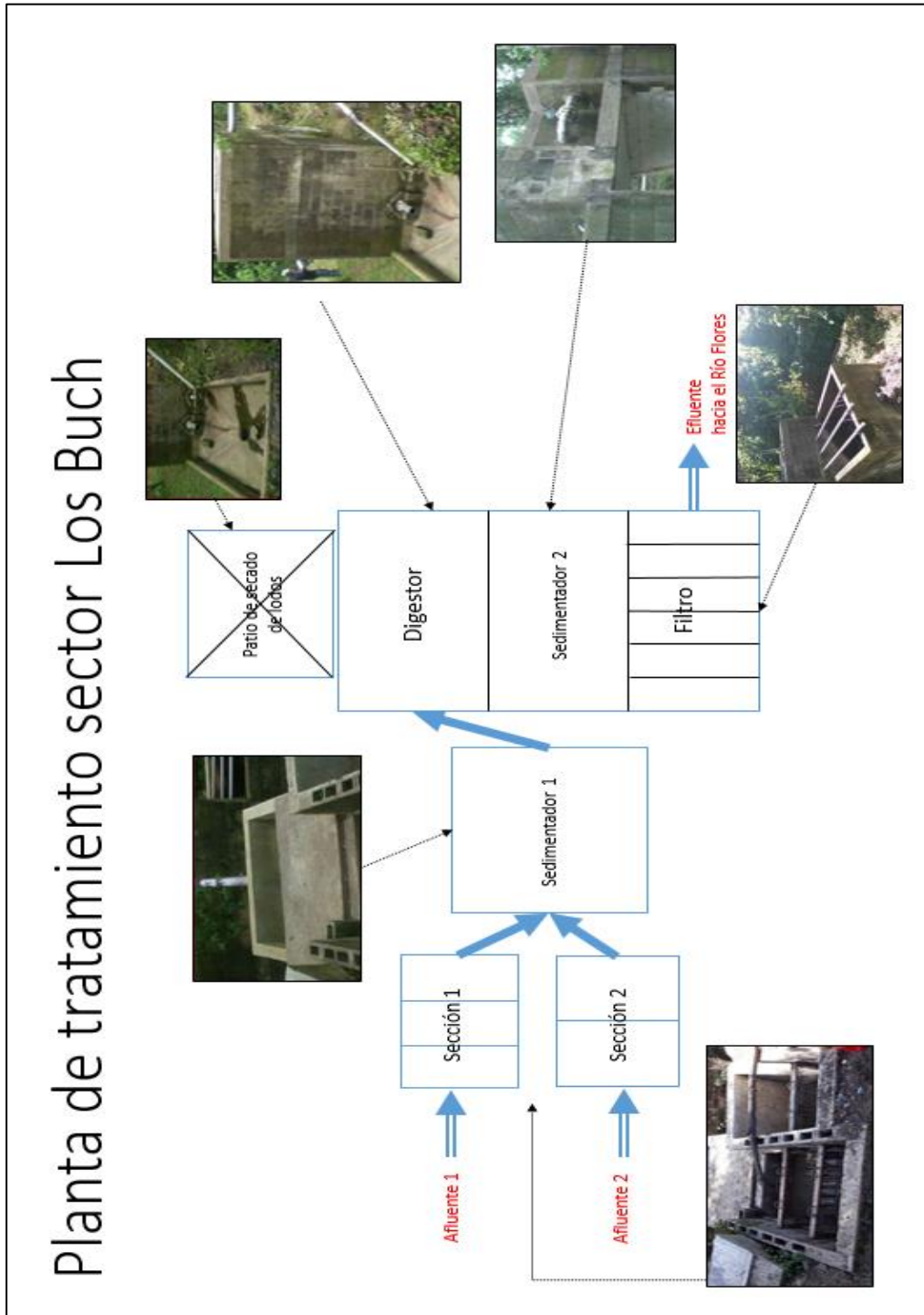
---

Edificio T-12 2o. Nivel, Facultad de CC QD y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C.A. Tel. 2418-9400, ext. 508  
 Correo electrónico: laboratorio@usac.edu.gt      laboratorio@lamir@gmail.com  
[http://www.usac.edu.gt/wo\\_sana/foah/](http://www.usac.edu.gt/wo_sana/foah/)

Figura 96A. Resultados microbiológicos PTAR Los Ortiz, época seca.

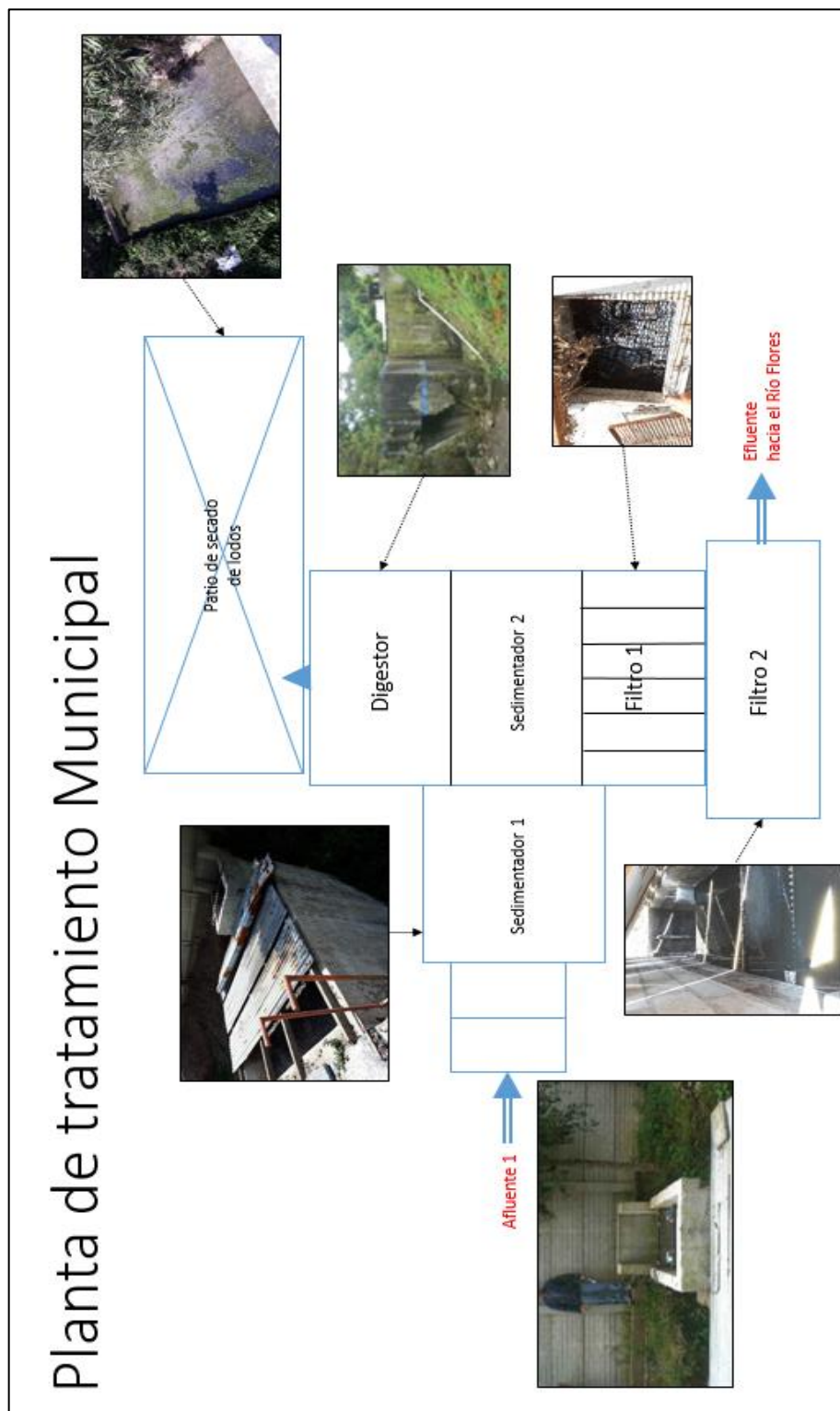


2.9.6. Croquis plantas de tratamiento en estudio



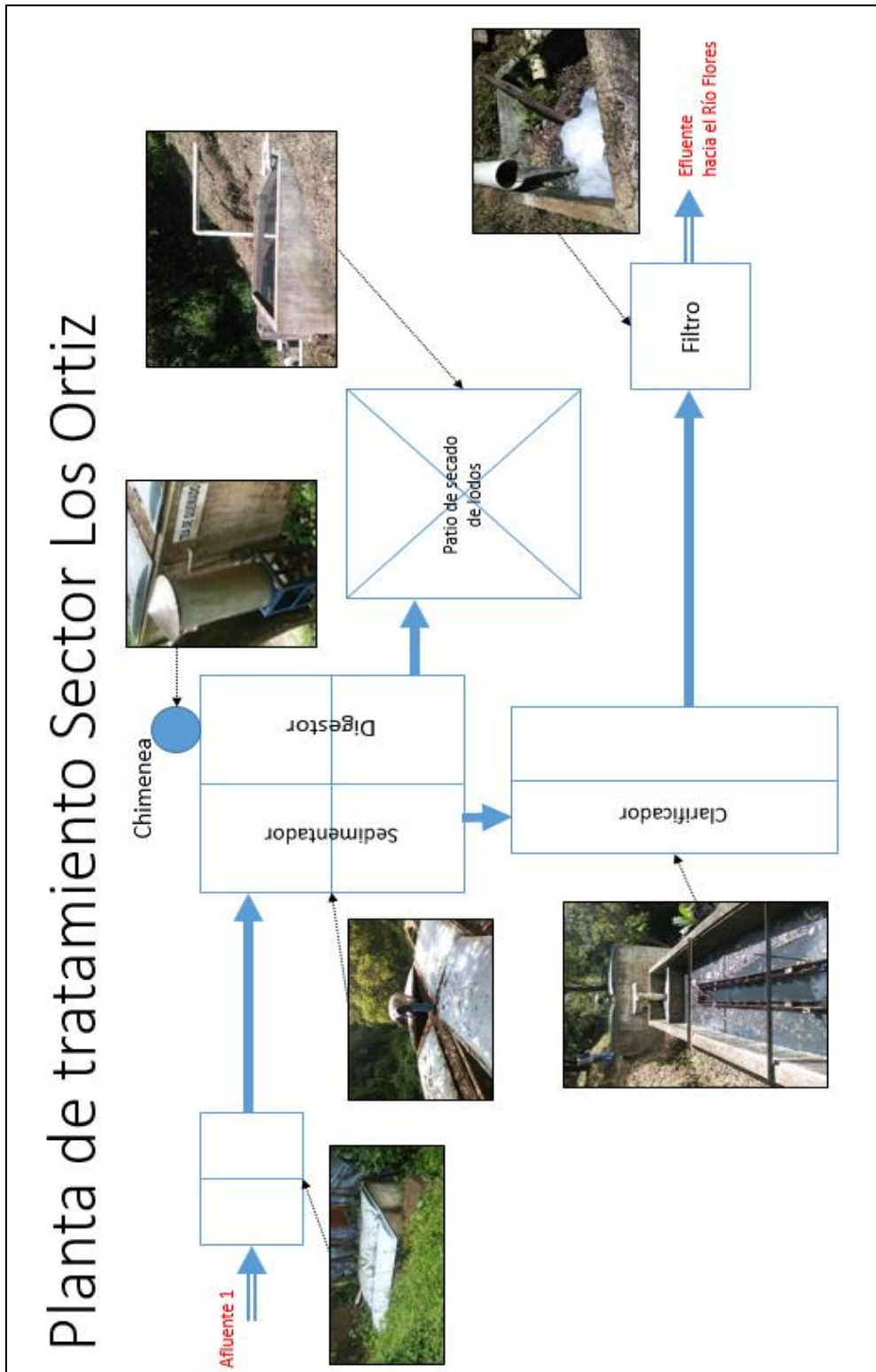
Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 97A. Croquis PTAR sector Los Buch.



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 98A. Croquis PTAR municipal.



Fuente: elaboración propia

Figura 99A. Croquis PTAR sector Los Ortiz.

## 2.9.7. Cálculo de eficiencia de PTARS

### A. Planta de tratamiento Los Buch

#### a. Época lluviosa

$$Q = 5.41 \text{ L / s} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} * 3600 \text{ s / 1 h} * 24 \text{ h / 1 día} = 467.42 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

$$\text{DBO entrada } 44.25 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.044 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 467.42 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.44 \text{ kg / m}^3 = 205.66 \text{ kg / día}$$

$$\text{DBO salida } 28.55 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.029 \text{ kg / día}$$

$$\text{CC} = 467.42 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.29 \text{ kg / m}^3 = 135.55 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO entrada } 668 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.668 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 467.42 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.668 \text{ kg / m}^3 = 312.24 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO salida } 465 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.465 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 467.42 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.465 \text{ kg / m}^3 = 217.35 \text{ kg / día}$$

$$\text{Eficiencia del DBO} = \frac{135.55 * 100}{205.66} - 100 = 34.1 \%$$

$$\text{Eficiencia del DQO} = \frac{217.35 * 100}{312.24} - 100 = 30.3 \%$$

#### b. Época seca

$$Q = 1.52 \text{ L / s} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} * 3600 \text{ s / 1 h} * 24 \text{ h / 1 día} = 131.33 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

$$\text{DBO entrada } 17.85 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.018 \text{ kg / m}^3$$

$$CC = 131.33 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.018 \text{ kg} / \text{m}^3 = 2.364 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{DBO salida } 11.15 \text{ mg} / \text{L} * 1 \text{ g} / 1000 \text{ mg} * 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} * 1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3 = 0.0112 \text{ kg} / \text{día}$$

$$CC = 131.33 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.0112 \text{ kg} / \text{m}^3 = 1.471 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{DQO entrada } 1440 \text{ mg} / \text{L} * 1 \text{ g} / 1000 \text{ mg} * 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} * 1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3 = 1.44 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$CC = 131.33 \text{ m}^3 / \text{día} * 1.44 \text{ kg} / \text{m}^3 = 189.12 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{DQO salida } 1160 \text{ mg} / \text{L} * 1 \text{ g} / 1000 \text{ mg} * 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} * 1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3 = 1.16 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$CC = 131.33 \text{ m}^3 / \text{día} * 1.16 \text{ kg} / \text{m}^3 = 151.96 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{Eficiencia del DBO} = \frac{1.471 * 100}{2.364} - 100 = 37.8 \%$$

$$\text{Eficiencia del DQO} = \frac{151.96 * 100}{189.12} - 100 = 19.6 \%$$

## B. Planta de tratamiento municipal

### a. Época lluviosa

$$Q = 5.53 \text{ L} / \text{s} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} * 3600 \text{ s} / 1 \text{ h} * 24 \text{ h} / 1 \text{ día} = 477.79 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$\text{DBO entrada } 28.7 \text{ mg} / \text{L} * 1 \text{ g} / 1000 \text{ mg} * 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} * 1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3 = 0.029 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$CC = 477.79 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.029 \text{ kg} / \text{m}^3 = 13.86 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{DBO salida } 22.75 \text{ mg} / \text{L} * 1 \text{ g} / 1000 \text{ mg} * 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} * 1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3 = 0.023 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$CC = 477.79 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.023 \text{ kg} / \text{m}^3 = 10.99 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{DQO entrada } 317 \text{ mg} / \text{L} * 1 \text{ g} / 1000 \text{ mg} * 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} * 1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3 = 0.317 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$CC = 477.79 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.317 \text{ kg} / \text{m}^3 = 151.46 \text{ kg} / \text{día}$$

$$\text{DQO salida } 245 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.245 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 477.79 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.245 \text{ kg / m}^3 = 117.06 \text{ kg / día}$$

$$\text{Eficiencia del DBO} = \frac{10.99 * 100}{13.86} - 100 = 20.7 \%$$

$$\text{Eficiencia del DQO} = \frac{117.06 * 100}{151.46} - 100 = 22.7 \%$$

### **b. Época seca**

$$Q = 2.51 \text{ L / s} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} * 3600 \text{ s / 1 h} * 24 \text{ h / 1 día} = 216.86 \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$\text{DBO entrada } 12.15 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.012 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 216.86 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.012 \text{ kg / m}^3 = 2.602 \text{ kg / día}$$

$$\text{DBO salida } 10.6 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.011 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 216.86 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.011 \text{ kg / m}^3 = 2.169 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO entrada } 1520 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 1.52 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 216.86 \text{ m}^3 / \text{día} * 1.52 \text{ kg / m}^3 = 329.63 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO salida } 1095 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 1.095 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 216.86 \text{ m}^3 / \text{día} * 1.095 \text{ kg / m}^3 = 237.46 \text{ kg / día}$$

$$\text{Eficiencia del DBO} = \frac{2.169 * 100}{2.602} - 100 = 16.6 \%$$

$$\text{Eficiencia del DQO} = \frac{237.46 * 100}{329.63} - 100 = 27.9 \%$$

### C. Planta de tratamiento Los Ortiz

#### a. Época lluviosa

$$Q = 5.37 \text{ L / s} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} * 3600 \text{ s / 1 h} * 24 \text{ h / 1 día} = 463.97 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

$$\text{DBO entrada } 20.65 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.021 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 463.97 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.021 \text{ kg / m}^3 = 9.743 \text{ kg / día}$$

$$\text{DBO salida } 14.2 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.0142 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 463.97 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.0142 \text{ kg / m}^3 = 6.59 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO entrada } 720 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.72 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 463.97 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.72 \text{ kg / m}^3 = 334.06 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO salida } 310 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.31 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 463.97 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.31 \text{ kg / m}^3 = 143.83 \text{ kg / día}$$

$$\text{Eficiencia del DBO} = \frac{6.59 * 100}{9.743} - 100 = 32.4 \%$$

$$9.743$$

$$\text{Eficiencia del DQO} = \frac{143.83 * 100}{334.06} - 100 = 56.9 \%$$

$$334.06$$

#### b. Época seca

$$Q = 1.16 \text{ L / s} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} * 3600 \text{ s / 1 h} * 24 \text{ h / 1 día} = 100.224 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

$$\text{DBO entrada } 8.55 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.0085 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 100.224 \text{ m}^3 / \text{ día} * 0.0085 \text{ kg / m}^3 = 0.852 \text{ kg / día}$$

$$\text{DBO salida } 11.35 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.0114 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 100.224 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.0114 \text{ kg / m}^3 = 1.143 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO entrada } 1075 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 1.075 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 100.224 \text{ m}^3 / \text{día} * 1.075 \text{ kg / m}^3 = 107.74 \text{ kg / día}$$

$$\text{DQO salida } 955 \text{ mg / L} * 1 \text{ g / 1000 mg} * 1 \text{ kg / 1000 g} * 1000 \text{ L / 1 m}^3 = 0.96 \text{ kg / m}^3$$

$$\text{CC} = 100.224 \text{ m}^3 / \text{día} * 0.96 \text{ kg / m}^3 = 96.22 \text{ kg / día}$$

$$\text{Eficiencia del DBO} = \frac{1.143 * 100}{0.852} - 100 = 34.2 \%$$

$$\text{Eficiencia del DQO} = \frac{96.22 * 100}{107.74} - 100 = 10.7 \%$$





**CAPÍTULO III.**

**SERVICIOS REALIZADOS EN DIRECCIÓN REGIONAL METROPOLITANA –DRM- Y MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

### 3.1. PRESENTACIÓN

Los servicios que se presentan a continuación se ejecutaron durante el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), comprendido de agosto de 2017 a mayo de 2018. Formó parte del Equipo Multidisciplinario del Programa EPSUM del periodo del 1 de agosto de 2017 al 31 de mayo de 2018; apoyó actividades de la institución asignada, Dirección Regional Metropolitana –DRM CONAP- y al municipio de San Pedro Sacatepéquez, del Departamento de Guatemala.

Tuvo como propósitos: el fortalecimiento de la educación ambiental en establecimientos educativos en el municipio de San Pedro Sacatepéquez; el monitoreo de instrumentos ambientales aprobados dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux –RFPMCA-, apoyo a la Dirección Regional Metropolitana –DRM CONAP- y reforestación en áreas comprendidas dentro del municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, como apoyo a la comunidad.

Estos servicios tuvieron como ámbito de impacto la Dirección Regional Metropolitana –DRM CONAP- ubicada en 36 avenida 1-11 zona 7, colonia Toledo, Ciudad de Guatemala. La Dirección Regional Metropolitana –DRM CONAP- es una delegación de la Secretaría Ejecutiva del CONAP, representa la autoridad de la institución en el ámbito metropolitano, la cual es reconocida por su trabajo efectivo en asegurar la conservación, el uso sostenible y la diversidad biológica de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

De igual manera se apoyó al municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, el cual se encuentra dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, ubicado al noreste del departamento de Guatemala, con una extensión territorial de 48km<sup>2</sup> y una población de 41,860 habitantes. Debido a la problemática que presenta actualmente el municipio por el mal manejo de los desechos sólidos, la contaminación de sus ríos por aguas residuales y por la tala ilícita de sus bosques, se hace necesario el apoyo técnico ambiental, para corregir por medio de un modelo de gestión, la contaminación actual del medio.

## **3.2. FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS**

### **3.2.1. PROBLEMA**

El municipio de San Pedro Sacatepéquez está un 31.55% dentro de la reserva forestal, los niveles de contaminación por desechos sólido han incrementado los últimos años junto con la población, esto influye en el aumento de basura y la existencia de basureros clandestinos por el mal manejo de los desechos sólidos.

Por tal razón lo básico para erradicar este problema y mejorar las condiciones del municipio fue fortalecer la base en la educación a los pobladores especialmente a los niños, encaminándolos hacia una educación ambiental adecuada para formar una sociedad que asuma responsabilidades con nuestro planeta.

### **3.2.2. OBJETIVOS**

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

Concienciar a los niños de los diferentes establecimientos sobre los problemas ambientales y fomentar el interés en la participación para mejorar el medio que los rodea.

#### **B. Objetivos Específicos**

1. Fomentar el sentido de la responsabilidad a los alumnos de los establecimientos educativos para adoptar medidas adecuadas al medio ambiente.
2. Desarrollar la capacidad de los estudiantes acerca del medio que los rodea.
3. Ampliar los conocimientos del entorno como área protegida.

### 3.2.3. METODOLOGÍA

La metodología a utilizada en los establecimientos educativos propuestos del municipio de San Pedro Sacatepéquez propuso tres etapas, descritas cada una a continuación:

**A. Primera etapa** Presentación como epesistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En esta etapa del servicio nos presentamos como estudiantes epesistas ante las autoridades correspondientes del municipio de San Pedro Sacatepéquez, y se expuso el servicio a presentar y así se obtuvo el visto bueno. Las autoridades abordadas fueron:

- Alcaldía municipal
- Dirección Municipal de Educación –DME-
- Líderes comunitarios
- Representantes de los COCODE

Así mismo se gestionó y se ingresaron cartas correspondientes a las diferentes direcciones municipales involucradas en trámites para obtener el permiso correspondiente para trabajar con los establecimientos educativos propuestos, del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Las gestiones se realizaron directamente con:

- Dirección de supervisión educativa
- Dirección de ambiente
- Alcaldía municipal

**B. Segunda etapa** Calendarización de actividades en establecimientos educativos.

Luego de tener el visto bueno de las diferentes direcciones y de la Alcaldía Municipal, se calendarizó en cada uno de los establecimientos con cada director tres visitas a cada uno de los establecimientos.

Las actividades realizadas en cada visita a los establecimientos educativos se describen a continuación:

*a. Primera visita* Reconocimiento y ubicación de establecimiento.

En esta visita se hizo con el propósito de conocer y ubicar el establecimiento educativo, los accesos y espacios correspondientes dentro del mismo. Se contactó al director del establecimiento para plantearle el proyecto o servicio que se deseaba compartir y tener su consentimiento. También se hizo para obtener el dato real de población y de recurrencia de los niños al establecimiento educativo (esto para determinar el nivel de impacto del servicio y el cálculo de material para cada establecimiento).

*b. Segunda visita* Charla de concientización ambiental.

En esta visita se buscó interesar a los niños a mantener limpia su comunidad y entorno. Se explicó con material didáctico adecuado temas como: la importancia de cuidar la naturaleza que los rodea, como reciclar y la importancia del reciclaje de la basura y de no tirarla en las calles, Importancia de cuidar árboles.

Como actividad se colocaron carteles en los depósitos de basura para identificar dónde deben tirar cada desecho (botellas de plástico, papel y orgánicos).

Se les proporcionó un formato debidamente identificado a cada niño para realizar un dibujo sobre “Cuidemos el medio ambiente” y plasmar en él lo que el niño comprendió sobre la concientización ambiental.

### **C. Tercera etapa** Evaluación de objetivos y cierre de actividad.

En esta última etapa del servicio se realizó el tercer día de visita en cada uno de los establecimientos educativos donde se evaluaron los objetivos alcanzados por los grupos de niños. Se premió el esfuerzo realizado a los tres primeros lugares de la actividad del mural “Cuidemos el medio ambiente” con una medalla de 1°, 2° y 3° lugar y un diploma de participación.

Los dibujos premiados fueron expuestos en un mural dentro del establecimiento, donde los padres de familia y demás compañeros de estudio pudieron apreciar las ilustraciones realizadas por los niños participantes.

### 3.2.4. RESULTADOS

El servicio realizado en las escuelas del municipio de San Pedro Sacatepéquez tuvo un alcance directo de 804 niños concientizados en los 7 establecimientos trabajados (anexo 1 de este capítulo), como se muestra en el cuadro 46.

*Cuadro 46. Indicadores de desempeños proyectados en el servicio de concientización ambiental, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*

| Indicadores de desempeño      | Metas  |
|-------------------------------|--|
| <b>Usuarios directos</b>      | 804 niños comprendidos entre los 10 y 13 años (4°, 5° y 6° primaria).<br>215 adolescentes comprendidos entre los 14 y 16 años (1°, 2° y 3° básico).                                      |
| <b>Usuarios indirectos</b>    | 889 padres de familia sean receptores de lo aprendido por sus hijos.   |
| <b>Indicadores alcanzados</b> | Visita a 7 establecimientos educativos para la programación y ejecución del servicio localizados en: aldea Buena Vista, caserío Los Ortiz, aldea Vista Hermosa y caserío Cruz de Piedra. |

Para la ejecución de este servicio, se necesitó la agrupación de 7 jornadas de estudiantes comprendidos entre los 10 y 16 años de edad (cuadro 47), a quienes con ayuda de material didáctico adecuado, se les impartió la charla de concientización ambiental que comprendía los temas de:

- Sanidad, importancia del cuidado del medio que nos rodea.
- Por qué es importante un área declarada como área protegida y amenazas que afrontamos en las mismas hoy en día.
- Contaminación de nuestro ambiente por desechos sólidos urbanos.

*Cuadro 47. Tabla de participación alcanzada del servicio de concientización en establecimientos educativos, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*

| <b>Establecimiento</b>   | <b>Población concientizada</b> | <b>Participación en mural</b> | <b>% Alcanzado de participación</b> |
|--|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Buena Vista<br/>Jornada matutina</b>          | 270                            | 212                           | 80%                                 |
| <b>Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Buena Vista<br/>Jornada vespertina</b>        | 58                             | 26                            | 45%                                 |
| <b>Escuela Oficial Rural Mixta Vista Hermosa<br/>Jornada matutina</b>              | 215                            | 168                           | 78%                                 |
| <b>Escuela Oficial Rural Mixta Vista Hermosa<br/>Jornada vespertina</b>            | 86                             | 77                            | 89%                                 |
| <b>Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Los Ortiz<br/>Jornada matutina</b>          | 88                             | 63                            | 71%                                 |
| <b>Escuela Oficial Rural Mixta Cruz de Piedra<br/>Jornada matutina</b>             | 87                             | 57                            | 66%                                 |
| <b>Instituto por Cooperativa Nivel Básico Vista Hermosa<br/>Jornada vespertina</b> | 215                            | 102                           | 47%                                 |
|  | <b>1,019</b>                   | <b>705</b>                    | <b>70%</b>                          |



### 3.2.5. EVALUACIÓN

1. El objetivo principal fue cumplido con éxito alcanzando un 70% de la población inicial y se deja un censo plasmado en un sistema que se aspira a servir de apoyo al concejo comunal del municipio de San Pedro Sacatepéquez y a la comunidad en general.
2. El servicio fue culminado con éxito, considerándose una experiencia positiva tanto para los estudiantes, como el concejo comunal y los padres de familia.
3. Por medio de los murales presentados se demostró el alcance del objetivo de la concientización, los niños aprendieron sobre la importancia del cuidado del medio que nos rodea como área protegida.
4. Permitió conocer los problemas y carencias del sector y nos animó a apoyar de manera desinteresada a quienes trabajan por el bienestar de las comunidades.

### **3.3. MONITOREO DE INSTRUMENTOS AMBIENTALES APROBADOS DENTRO DE LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE MANANTIALES CORDILLERA ALUX**

#### **3.3.1. PROBLEMA**

Dentro de la sede Dirección Regional Metropolitana del Consejo Nacional de Áreas Protegidas – DRM CONAP-, actualmente existe una sola persona encargada de gestionar, monitorear y manejar los instrumentos ambientales de toda infraestructura existente dentro de la reserva, la cual se extiende a lo largo de cinco municipios de Guatemala.

Es indispensable el apoyo necesario en el departamento de ambiente de la dirección, ya que es imposible cubrir toda el área de trabajo por un solo gestor.

#### **3.3.2. OBJETIVOS**

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

Apoyar el monitoreo y gestión de los diferentes estudios y herramientas ambientales de la Sede Dirección Regional Metropolitana -DRM CONAP-, con la realización de informes de seguimiento de proyectos establecidos dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

##### **B. Objetivos Específicos:**

1. Monitorear proyectos aprobados dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

2. Realizar dictámenes requeridos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN por la Dirección Regional Metropolitana – DRM CONAP-.
3. Apoyar en capacitaciones sobre uso de instrumentos ambientales en División Municipal de Planificación –DMP- de municipios ubicados dentro de la cordillera Alux.

### **3.3.3. METODOLOGÍA:**

#### **A. Monitoreo:**

El asesor profesional de instrumentos ambientales, Inga. Margoth Cruz, asignó el Estudio de Impacto Ambiental o el Plan de Gestión Ambiental para su previa revisión. Se estableció un día específico con la Ingeniera y con los encargados del proyecto asignado para monitorear la zona y corroborar que las actividades se hagan conforme lo descrito.

Luego de realizar el monitoreo se procedió a realizar el informe de campo, el cual incluía información básica como: ubicación exacta del proyecto, descripción, metodología utilizada en la visita, resultados de las observaciones de campo, mapas de ubicación y recomendaciones hechas en la visita de campo.

Conjuntamente con el Informe de campo se realizó el Dictamen del Proyecto con información descrita en el Estudio de Impacto Ambiental –EIA-.

#### **B. Apoyo a capacitaciones sobre uso de Instrumentos Ambientales:**

El apoyo a las capacitaciones se realizó conjuntamente con la Ingeniera Margoth Cruz, Asesor Profesional de Instrumentos Ambientales, donde se daba información a los profesionales encargados que forman parte de la División Municipal de Planificación –DMP- sobre los permisos y requisitos necesarios para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto que se encuentre dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

### 3.3.4. RESULTADOS:

El servicio de monitoreo de instrumentos ambientales se realizó en apoyo a la Dirección Regional Metropolitana –DRM CONAP- en los proyectos mencionados a continuación:

- Monitoreo de planta de tratamiento de aguas residuales Adonay.
- Monitoreo de antena de telefonía “Celda de transmisión, El Naranjito”.
- Monitoreo etapa de planificación de “Vivienda integral: Laura María Velásquez Orellana”.
- Monitoreo de proyecto “Mejoramiento de calle, adoquinamiento unión caserío Chicamén con caserío El Manzanal, zona 5 San Lucas Sacatepéquez”.
- Monitoreo “Vivienda unifamiliar: María Eugenia Álvarez, San Lucas Sacatepéquez”.
- Charla sobre mantenimiento de plantas de tratamiento y uso de Herramientas Ambientales COCODE aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.
- Capacitación sobre uso de Herramientas Ambientales en División Municipal de Planificación, Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
- Monitoreo etapa de planificación vivienda unifamiliar y centro de descanso en finca San Gerónimo, Cordillera Alux.

Se apoyó en el mejoramiento y en el desempeño del departamento de ambiente de la Dirección Regional Metropolitana –DRM CONAP-, con el monitoreo ambiental el cual se desplegó con la necesidad de conocer el estado real de cualquier proyecto mediante a su entorno (anexo 2 de este capítulo).

Se realizó a efecto de medir la presencia y concentración de contaminantes que pudieran afectar el ambiente, así como el estado de conservación de los recursos naturales, con el objetivo óptimo de buscar la responsabilidad ambiental necesaria dentro de la Reserva Protectora de Manantiales Cordillera Alux, permitiendo conocer el nivel de afectación ambiental que pueda ser atribuido a un responsable.

Las capacitaciones se llevaron a cabo, con el fin de minimizar errores técnicos sobre procedimientos requeridos por el Ministerio de Ambiente y por la Dirección Regional Metropolitana CONAP, necesarios para llevar a cabo cualquier tipo de obra o infraestructura que afectará el paisaje dentro de los límites de la Reserva Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

### **3.3.5. CONCLUSIONES**

1. Es de importancia la realización de informes de seguimiento de los proyectos aprobados que se encuentran dentro de la reserva forestal, esta herramienta facilita el control para el manejo adecuado del uso de la tierra en las diferentes zonas establecidas dentro de la RFPMCA.
2. Los dictámenes realizados para control interno permite llevar un orden requerido por el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente – MARN- para el usuario.
3. Es de vital importancia que las autoridades y trabajadores y encargados de la oficina municipal de planificación de las municipalidades sepan manejar las herramientas utilizadas por la -DRM CONAP- con el fin de agilizar trámites requeridos por las mismas municipalidades de la reserva, para la DRM y para el MARN.

### **3.4. REFORESTACIÓN EN ÁREAS COMPRENDIDAS DENTRO DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

#### **3.4.1. PROBLEMA:**

El área boscosa del municipio de San Pedro Sacatepéquez, ha tenido muchos eventos en los cuales se ha perdido grandes extensiones de bosques, pero principalmente debido a problemas como el avance de la frontera agrícola y tala de árboles para uso de leña como fuente energética. Luego se encuentran problemas que han contribuido a la deforestación como la tala ilícita, la falta de cultura forestal, incendios forestales entre otros.

#### **3.4.2. OBJETIVOS:**

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

Contribuir con la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales de la cordillera Alux.

##### **B. Objetivos Específicos:**

1. Ampliar la cobertura forestal dentro del municipio de San Pedro Sacatepéquez.
2. Establecer la importancia del medio ambiente.
3. Promover la participación ciudadana.

### 3.4.3. METODOLOGÍA:

Como primera instancia el Síndico de ambiente de la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez el Sr. Domingo Monroy, designó un área específica para la reforestación.

El área designada debió limpiarse como corresponde y medirse para realizar el cálculo necesario para gestionar el número de árboles.

Las gestiones para el donativo de árboles del vivero municipal, fueron realizadas previamente en la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez.

Se convocaron voluntarios para la actividad de reforestación por medio de la Dirección Municipal de la Mujer –DMM- en la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez.

Finalmente se realizó la actividad de reforestación conjuntamente con los pobladores voluntarios, trabajadores del CONAP y entidades de la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez en un área aproximada de 2,400m<sup>2</sup>, en el área del cementerio general del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

### 3.4.3. RESULTADOS:

Con el servicio se logró un desempeño de 43 usuarios directos y 389 comunitarios que se benefició con la siembra de los árboles, donados por el vivero municipal de San Pedro Sacatepéquez

Se logró una superficie libre de contaminantes de 2,400m<sup>2</sup>, con la limpieza del área, con ayuda de pobladores voluntarios de la comunidad del municipio de San Pedro Sacatepéquez, convocados por medio de la Dirección Municipal de la Mujer –DMM-, Dirección Municipal de Extensión Rural –DIMER- y Dirección Ambiental Municipal –DAM-.

Se realizó una charla introductoria a los voluntarios, con temas de manejo forestal y correcta manipulación de los árboles para la reforestación.

Se logró plantar una barrera viva en el cementerio general del municipio de San Pedro Sacatepéquez, gracias a la donación de 320 árboles de Álamo (*Alnus Arguta*), por el vivero municipal, logrando una cobertura forestal total del área deseada, mejorando el uso del suelo, la escorrentía superficial y el paisaje, evitando la erosión del suelo.

#### **3.4.4. CONCLUSIONES**

1. El apoyo a la municipalidad del municipio de San Pedro Sacatepéquez con la reforestación contribuyó con la conservación del área circundante al cementerio general del municipio, ayudando a mejorar el impacto visual causado por la infraestructura que existe en el sitio.
2. Con la siembra de los árboles donados se logró ampliar la cobertura forestal y de esta manera con la limpieza total de desechos sólidos del área reforestada.
3. Los pobladores voluntarios para la reforestación contribuyeron cordialmente a la actividad promovida por la municipalidad para el beneficio de toda la comunidad, aprendiendo a convivir amigablemente con la naturaleza.



### 3.5. ANEXOS

#### 3.5.1. Fotografías tomadas en el transcurso del servicio de concientización.



*Figura 100A. Concientización en Escuela Oficial Rural Mixta, aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 101A. Concientización en Escuela Oficial Rural Mixta aldea Vista Hermosa, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 102A. Concientización en Instituto por Cooperativa Vista Hermosa, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



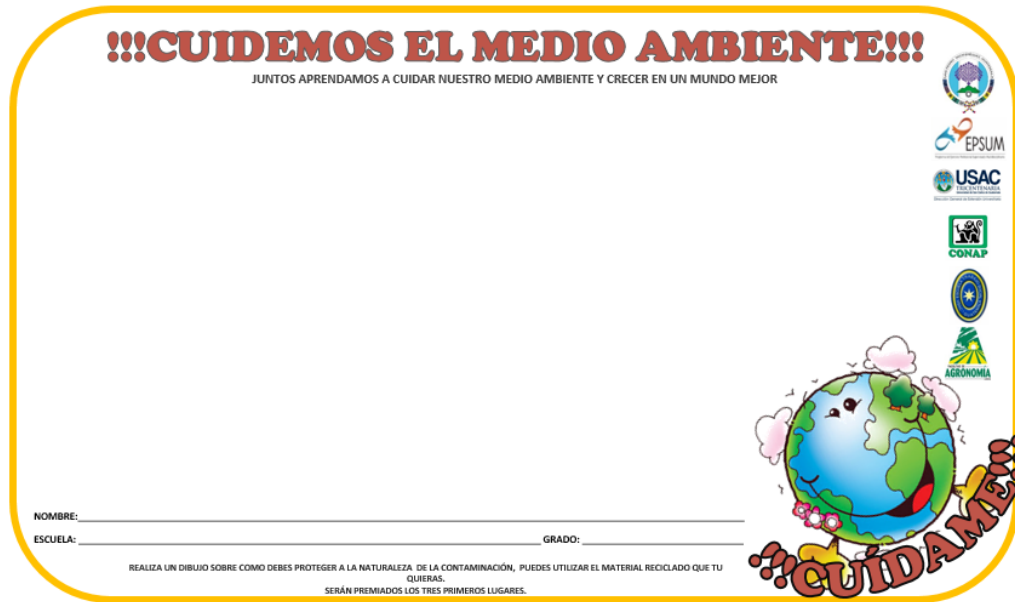
*Figura 103A. Premiación de mural de Escuela Oficial Rural Mixta aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 104A. Premiación de mural en Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Cruz de Piedra, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 105A. Premiación mural de Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Los Ortiz, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



Fuente: elaboración propia

Figura 106A. Formato para presentar dibujos de mural “Cuidemos nuestro ambiente”.



Fuente: elaboración Propia

Figura 107A. Formato para diplomas de premiación en establecimientos educativos.

**3.5.2. Fotografías tomadas en el transcurso del servicio de monitoreo de instrumentos ambientales.**



*Figura 108A. Monitoreo de “Vivienda integral: Laura María Velásquez Orellana”.*



*Figura 109A. Charla sobre mantenimiento de plantas de tratamiento y uso de Herramientas Ambientales COCODE aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 110A. Charla sobre mantenimiento de plantas de tratamiento y uso de Herramientas Ambientales COCODE aldea Buena Vista, San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 111A. Capacitación sobre uso de Herramientas Ambientales en División Municipal de Planificación, municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.*

**CONAP**

NÚMERO DE EXPEDIENTE: \_\_\_\_\_ NÚMERO DE BOLETA: \_\_\_\_\_

**BOLETA DE INSPECCIÓN DE CAMPO No.:** \_\_\_\_\_  
 Dirección Regional: \_\_\_\_\_

1. Tipo de Instrumento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

2. Nombre del Proyecto: \_\_\_\_\_

3. Sector: Privado  Misto   
 Social  Otro

4. Tipo de Proyecto: \_\_\_\_\_

5. Categoría: A  B1   
 C  B2   
 Clase CRII

6. Nombre del Proponente del Proyecto: \_\_\_\_\_

7. Dirección del Proponente del Proyecto: \_\_\_\_\_

8. Nombre del Consultor: \_\_\_\_\_

9. Profesión: \_\_\_\_\_

10. Dirección del Consultor: \_\_\_\_\_

11. Categoría: \_\_\_\_\_

12. Ubicación Exacta del Proyecto: \_\_\_\_\_

13. Eterecto Ambiental: \_\_\_\_\_

14. Nombre exacto del Área Protegida y Zonificación donde se ubica el Proyecto: \_\_\_\_\_

15. Coordenadas:

| TIPO DE | DESCRIPCION | X (N) | Y (O) |
|---------|-------------|-------|-------|
| 1.      |             |       |       |
| 2.      |             |       |       |
| 3.      |             |       |       |
| 4.      |             |       |       |
| 5.      |             |       |       |
| 6.      |             |       |       |
| 7.      |             |       |       |
| 8.      |             |       |       |
| 9.      |             |       |       |
| 10.     |             |       |       |
| 11.     |             |       |       |
| 12.     |             |       |       |
| 13.     |             |       |       |
| 14.     |             |       |       |
| 15.     |             |       |       |

16. Observaciones: \_\_\_\_\_

Página 3 de 4

**CONAP**

17. Croquis: \_\_\_\_\_

18. Área del Terreno: \_\_\_\_\_

19. Área del Proyecto: \_\_\_\_\_

20. Etapa en la que se encuentra el Proyecto: No iniciado  En ejecución  Terminado

21. Puntos Importantes del Proyecto (relevancia en las actividades del proyecto): \_\_\_\_\_

22. Descripción Técnica del Proyecto:

1. ¿Cuenta con Accesos?  No  No Aplica

2. ¿Tiene Colindancias?  No  No Aplica

3. ¿Cuenta con abastecimiento de agua potable (para riego, industria, municipal)?  No  No Aplica

4. ¿Cuenta con sistema de drenajes para las aguas residuales domésticas?  No  No Aplica

5. ¿Cuenta con sistema de drenajes para las aguas pluviales?  No  No Aplica

6. ¿Cuenta con fuente de abastecimiento de Energía Eléctrica?  No  No Aplica

23. Descripción del Entorno del Proyecto:

1. ¿Se encuentra ubicado cerca de fuentes de agua, áreas protegidas, zonas de vedá, patrimonio histórico u otro de interés?  No  No Aplica  Detalle: \_\_\_\_\_

2. ¿En qué término identifica y clasifica el área de influencia del proyecto?  Social  Natural  No aplica

3. ¿Cuáles son las actividades más relevantes que se realizan alrededor o próximo al proyecto? \_\_\_\_\_

4. ¿Cuáles son los aspectos de interés para la ubicación regional (social, cultural, étnico)? \_\_\_\_\_

Página 3 de 4

**CONAP**

5. ¿Hay unidades geológicas, incluyendo las rocas como las formaciones superficiales?  No  No Aplica  Detalle: \_\_\_\_\_

6. ¿Están caracterizadas bacteriológica y físico-química de las aguas superficiales que pueden ser afectadas por el proyecto, obra, industria o actividad?  No  No Aplica  Detalle: \_\_\_\_\_

7. ¿Hay cuerpos de agua afectados, en el caso que hubiese modificaciones de caudal o del curso?  No  No Aplica  Detalle: \_\_\_\_\_

8. Caracterización general de la calidad del aire: \_\_\_\_\_

9. Caracterización del nivel de ruido y vibraciones: \_\_\_\_\_

10. ¿Existe susceptibilidad del terreno por actividades volcánicas, caídas de lava, deslizos u otros?  No  No Aplica  Detalle: \_\_\_\_\_

11. ¿Hay existencia y disponibilidad de servicios básicos en el área de influencia?  No  No Aplica  Detalle: \_\_\_\_\_

24. Impactos al Ambiente:

| DESCRIPCIÓN (según el artículo 10 del Reglamento del Decreto Ley N° 10782)                  | SEVERIDAD |          |      |        |              | TIPO DE IMPACTO (1=Característica, 2=Organizada) |
|---|-----------|----------|------|--------|--------------|--|
|   | ALTA      | MODERADA | BAJA | MINIMA | NO SE AVALUÓ |  |
| 1. Impactos que afectan el aire (atmósfera)   |           |          |      |        |              |  |
| 2. Impactos que afectan el suelo  |           |          |      |        |              |  |
| 3. Impactos que afectan el subsuelo   |           |          |      |        |              |  |
| 4. Impactos que afectan las aguas superficiales   |           |          |      |        |              |  |
| 5. Impactos que afectan las aguas subterráneas  |           |          |      |        |              |  |
| 6. Impactos que afectan la flora y la fauna   |           |          |      |        |              |  |
| 7. Impactos que afectan el medio socioeconómico   |           |          |      |        |              |  |
| 8. Impactos que afectan las zonas culturales e históricas                                   |           |          |      |        |              |  |
| 9. Impactos que afectan el paisaje  |           |          |      |        |              |  |
| 10. Otros aspectos relevantes para el cumplimiento del presente, obra, actividad o servicio |           |          |      |        |              |  |
| 11. Desarrollar la valoración de los Impactos Identificados (sumatoria de impactos)         |           |          |      |        |              |  |

25. Observaciones Generales: \_\_\_\_\_

Página 4 de 4

**CONAP**

26. Conclusiones Generales: \_\_\_\_\_

NOMBRE Y CARGO DE QUIEN REALIZÓ LA INSPECCIÓN: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

DEPENDENCIA: \_\_\_\_\_

NOMBRE Y CARGO EN EL PROYECTO DE QUIEN ACOMPAÑÓ EN LA INSPECCIÓN: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

OTROS: \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA: \_\_\_\_\_

Página 4 de 4

Fuente: Dirección Regional Metropolitana DRM – CONAP.

Figura 112A. Boletas de campo utilizadas internamente en DRM-CONAP, para el monitoreo de proyectos aprobados dentro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

### 3.5.3. Fotografías tomadas durante el servicio de reforestación en el municipio de San Pedro Sacatepéquez.



*Figura 113A. Reforestación municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*



*Figura 114A. Comunitarios voluntarios para la reforestación, municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala.*