

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**INFORME FINAL**

**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**

**MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS**

**BRYAN ROLANDO RAMOS PAZ**

**PUERTO BARRIOS, IZABAL, NOVIEMBRE, 2017.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**INFORME FINAL**

**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**

**MUNICIPALIDAD DE PUERTO BARRIOS**

**BRYAN ROLANDO RAMOS PAZ**

Msc. RICARDO ALFONSO BARRIENTOS RENEAU  
COORDINADOR DE CARRERA

PUERTO BARRIOS, IZABAL, NOVIEMBRE, 2017.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**RECTOR**

PhD. Carlos Alvarado Cerezo

**CONSEJO DIRECIVO**

**Presidente**

PhD. José Adiel Robledo Hernández

**Representantes de Profesores**

Lic. Humberto Teos Morales

Licda. Juna Isabel Galdámez Mendoza

**Representantes de estudiantes**

Luis Fernando Arias López

Roberto Gabino Barrera Castillo

**Secretaria**

Licda. Ana María de León Escobar

**AUTORIDADES ACADEMICAS**

**Coordinador académico**

Lic. Humberto Teos Morales

**Coordinador de Carrera**

Msc. Ricardo Alfonso Barrientos Reneau

Puerto Barrios, Izabal, Noviembre, 2017.



## INDICE

INDICE DE TABLAS .....	iv
INDICE DE FIGURAS .....	iv
1. INTRODUCCION .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1. Objetivo General .....	2
2.2. Objetivos Específicos .....	2
3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA .....	3
3.1. Descripción De La Unidad De Práctica .....	3
3.1.1. Historia de fundación del municipio de Puerto Barrios .....	3
3.1.2. Ubicación geográfica.....	5
3.1.3. Estructura organizativa.....	6
3.1.3. A. Objetivos Estratégicos de la Municipalidad de Puerto Barrios .....	6
3.1.3. B. Políticas .....	7
3.1.3. C. Visión .....	8
3.1.3. D. Misión.....	8
3.1.3. E. Valores institucionales.....	8
3.1.3. F Organigrama de la Institución.....	9
3.2. Caracterización Socioeconómica .....	10
3.2.1. Área de influencia .....	10
3.2.2. Población general .....	11
3.2.3. Índice de desarrollo humano .....	13
3.2.3. A Salud.....	13
3.2.3. B Educación .....	13
3.2.3. C Ingresos.....	14
3.2.4. Fuentes de trabajo.....	14
3.2.5. Infraestructura y servicios .....	15
3.2.5. A. Infraestructura .....	15
3.2.5. B Servicios .....	19

<b>3.3. Descripción De Ambiente Físico Y Biótico.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.1. Aspectos geológicos regionales .....</b>	<b>23</b>
3.3.2. Suelo.....	24
3.3.3. Clima .....	25
3.3.4. Hidrología .....	26
3.3.5. Calidad de agua .....	27
3.3.6. Vulnerabilidad a desastres.....	29
3.3.7. Amenazas naturales.....	29
3.3.8. Flora .....	30
3.3.9. Fauna.....	31
3.3.10. Áreas protegidas.....	32
3.3.11. Zonas de vida .....	34
<b>3.4. Identificación De Problemas Ambientales .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.1. Análisis FODA .....</b>	<b>35</b>
3.4.2. Problemas ambientales del municipio.....	36
3.4.2. A. Generación de desechos Solidos .....	36
3.4.2. B. Generación de Aguas Residuales.....	37
3.4.2. C. Contaminación a Cuerpos de Agua .....	37
3.4.3. Principales impactos de la unidad .....	38
3.4.3.A. Generación de desechos solidos .....	38
3.4.3.B. Aguas residuales.....	38
<b>4. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTION AMBIENTAL DESARROLLADAS .....</b>	<b>39</b>
4.1. Evaluación hidrométrica de la cuenca del rio Quebrada Seca, municipio de Puerto Barrios....	39
4.1.1. Descripción .....	39
4.1.2. Objetivo.....	39
4.1.3. Meta.....	39
4.1.4. Procedimiento .....	39
4.1.5. Recursos humanos y físicos .....	40
4.1.6. Evaluación de la actividad.....	40
4.2. Elaboración de Instrumentos Ambientales.....	41
4.2.1. Descripción .....	41
4.2.2. Objetivo.....	41

4.2.3.	Meta.....	42
4.2.4.	Procedimiento .....	42
4.2.5.	Recurso humano y físico .....	42
4.2.6.	Evaluación de la Actividad .....	43
4.3.	Censo Forestal en línea del tendido eléctrico de la Colonia Bethania hasta la entrada a la Aldea Entre Rios.....	44
4.3.1.	Descripción .....	44
4.3.2.	Objetivo.....	44
4.3.3.	Meta.....	44
4.3.4.	Procedimiento .....	44
4.3.5.	Recursos .....	45
4.3.6.	Evaluación de la Actividad .....	45
4.4.	Educación Ambiental a COCODES y Establecimientos Educativos .....	47
4.4.1.	Descripción .....	47
4.4.2.	Objetivo.....	47
4.4.3.	Meta.....	47
4.4.4.	Procedimiento .....	47
4.4.5.	Recursos humanos y físicos .....	48
4.4.6.	Evaluación de la Actividad .....	48
4.5.	Caracterización de Desechos sólidos Domiciliares en el Municipio de Puerto Barrios, Izabal. ....	49
4.6.	Apoyo técnico en la creación de Mancomunidad de Izabal.....	50
4.7.	Elaboración de Perfiles de Proyectos de inversión pública.....	51
5.	CONCLUSIONES .....	52
6.	RECOMENDACIONES .....	54
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
8.	<b>APENDICE</b> .....	56

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de la población en el Municipio de Puerto Barrios .....	11
Tabla 2 Infraestructura en salud del municipio de Puerto Barrios. ....	13
Tabla 3 Índice de desarrollo humano del municipio .....	14
Tabla 4 Infraestructura vial del municipio de Puerto Barrios con distancias .....	15
Tabla 5 Infraestructura municipal de Puerto Barrios.....	18
Tabla 6 Parámetros climáticos promedios del municipio de Puerto Barrios.....	26
Tabla 7 Resultado de calidad de agua para el municipio de Puerto Barrios .....	28
Tabla 8 Flora en el municipio de Puerto Barrios.....	30
Tabla 9 Fauna en el municipio de Puerto Barrios .....	32
Tabla 10 Áreas protegidas en el municipio de Puerto Barrios .....	32
Tabla 11 Matriz de análisis FODA.....	35
Tabla 12 Medición de Caudal Rio Quebrada Seca.....	40
Tabla 13 Censo Forestal .....	45
Tabla 14 Educación Ambiental .....	48

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del municipio. ....	5
Figura 2 Mapa de ubicación municipalidad de Puerto Barrios .....	6
Figura 3 Organigrama municipalidad de Puerto Barrios.....	10
Figura 4 Red vial del municipio de Puerto Barrios .....	18
Figura 5 Geología de Puerto Barrios .....	24
Figura 6 Suelos del municipio de Puerto Barrios.....	25
Figura 7 Ríos del municipio de Puerto Barrios .....	27
Figura 8 Áreas protegidas del municipio de Puerto Barrios.....	34



## **1. INTRODUCCION**

El presente informe final de EPS fue elaborado en la municipalidad de Puerto Barrios del departamento de Izabal como parte a la realización del ejercicio profesional supervisado en dicha entidad.

En el presente informe se hace referencia sobre el Diagnóstico Ambiental Municipal herramienta que permitió conocer los aspectos generales del municipio a través de sus variables geográficas, demográficas, económicas, sociales, políticas y culturales, además de identificar los actores locales y conocer el estado actual en que se encuentra el municipio enumerando los principales problemas ambientales, con el fin de buscar soluciones para mejorar el desarrollo del municipio.

Durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado se realizaron actividades como: evaluación de impacto ambiental de los proyectos de inversión, educación ambiental en las comunidades y establecimientos, la realización del estudio hidrológico en la cuenca del Rio Quebrada seca, etc., estas actividades fueron realizadas en conjunto con personal de la Municipalidad de Puerto Barrios con el fin de buscar soluciones a problemas ambientales con las que el municipio cuenta.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1.Objetivo General

Aplicar los conocimientos obtenidos en el proceso de formación académica previos a la realización del Ejercicio Profesional Supervisado en la unidad de práctica asignada.

### 2.2.Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico ambiental de la unidad de práctica.
- Elaboración participativa del plan de actividades del EPS.
- Elaborar un proyecto ambiental a nivel de perfil.

### **3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA**

#### **3.1. Descripción De La Unidad De Práctica**

##### **3.1.1. Historia de fundación del municipio de Puerto Barrios**

La reseña histórica narra que el General Justo Rufino Barrios tuvo la iniciativa, de unir la capital de la República con el Atlántico por medio de un ferrocarril como lo había unido con el Pacífico y con tal motivo “El 4 de agosto de 1883 fue emitido el decreto exaltando a los guatemaltecos que con sus propios recursos fue construido el Ferrocarril del Norte” (Hernández, 2016).

El General Reina Barrios emitió en la ciudad porteña el Decreto No. 524 de 24 de noviembre de 1896 dando inauguración al tramo del Ferrocarril del Norte y el mismo día en el lugar, el Presidente emitió el acuerdo por el que se ordena el traslado de la Aduana que funcionaba en Livingston para Puerto Barrios como Aduana de Registro (Hernández, 2016).

El 31 de Agosto de 1908 se aprobó el contrato celebrado con representantes de “Guatemala Railway Company” para hacer los trabajos necesarios para mejorar las condiciones sanitarias de la ciudad de Puerto Barrios, que incluían la excavación de un pozo para abastecer de agua potable a la población. El 19 de abril de 1920 fue elevado este lugar a categoría de municipio con el nombre de “Puerto Barrios” organizando su correspondiente municipalidad y el 17 de mayo de 1920, por Acuerdo Gubernativo se traslada a Puerto Barrios la cabecera del departamento de Izabal (Hernández, 2016).

Es indudable el hecho que Puerto Barrios surgió como puerto alrededor de los trabajos del ferrocarril, impulsando notablemente su crecimiento y desarrollo, así como lo vislumbró el General Barrios, esto favoreció la zona nororiental del país, actualmente el ferrocarril como

transporte ya no existe, sin embargo, Puerto Barrios sigue siendo la puerta grande del país al exterior en sus operaciones comerciales (Hernández, 2016).

El edificio municipal estaba ubicado en la 7 calle entre 5ta. y 6ta. avenida de Puerto Barrios y en el año 2012 se trasladó para la 15 calle entre 5ta. y 6ta. avenida en donde actualmente se prestan el servicio municipal. En la medida en que la institución crece necesita ampliar su sector administrativo para el control, organización y desempeño de los objetivos deseados por lo que en el año 2004 se crea la Oficina Municipal de Planificación responsable de producir la información precisa y de calidad requerida para la formulación, gestión e instrumentación de políticas públicas municipales que incluyen planes, programas y proyectos específicos. En el año 2012 la Oficina Municipal de Planificación se convierte en Dirección Municipal de Planificación con la misma responsabilidad anterior mencionada (Hernández, 2016).

En el año 2012 se crea la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM) que dependerá directamente del Consejo Municipal y del Alcalde en coordinación con la Dirección Municipal de planificación.

De acuerdo al manual de procedimientos la UGAM es una unidad operativa será la encargada de supervisar, coordinar y dar seguimiento a las políticas, planes, programas, proyectos y acciones ambientales así como promover la coordinación interinstitucional en la gestión ambiental, debiendo cumplir con realizar los estudios y registros siguientes:

- Rendir un informe anual sobre la situación de la gestión Ambiental municipal al concejo municipal que incluya una identificación de las presiones, el estado actual y

las respuestas de los diferentes actores y sectores del municipio y su entorno institucional.

- Llevar un registro de las actividades, obras o proyectos que requieren de Evaluación Ambiental
- Recopilar y sistematizar la información ambiental generada en el municipio.
- Promover, coordinar y controlar el cumplimiento de las políticas, normas y obligaciones medio ambientales (Conde, 2013).

### 3.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de Puerto Barrios se localiza a 300 km de la ciudad de Guatemala, en la latitud  $15^{\circ} 44'06''$  y la longitud  $88^{\circ} 36'17''$ . Limita al norte con el mar Caribe; al sur con el Municipio de Morales; al este con la República de Honduras; y al oeste con el municipio de Livingston, el edificio municipal actual está ubicado en 15 calle entre 5<sup>a</sup>. y 6<sup>a</sup>. avenida de Puerto Barrios, Izabal, en latitud  $15^{\circ}4'18''$  y la longitud  $88^{\circ}36'02.49''$ , la Figura 1 muestra la localización del municipio en el territorio nacional.

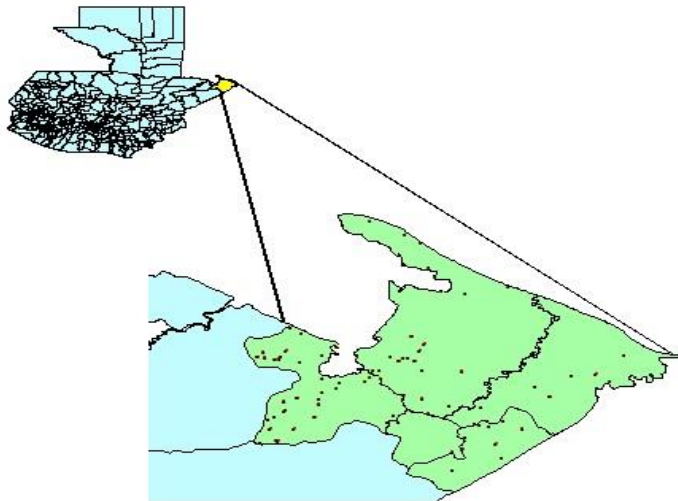


Figura 1 Mapa de ubicación del municipio.

*Fuente: RIC 2009.*

En la figura 2 se muestra la ubicación del actual edificio municipal de Puerto Barrios.

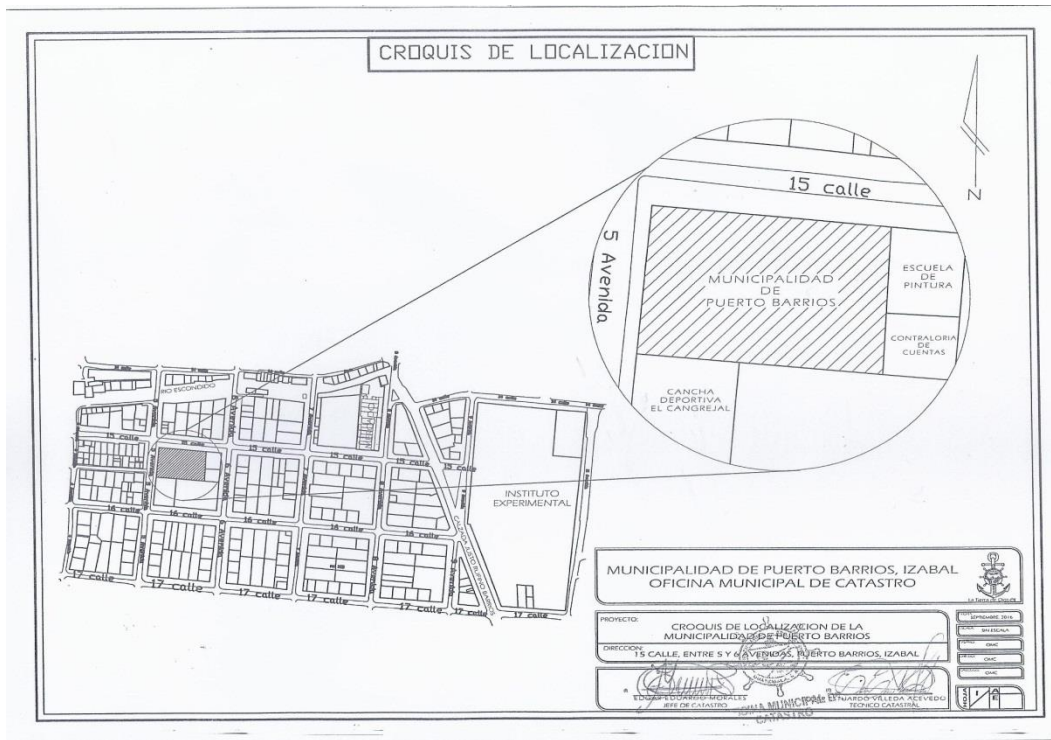


Figura 2 Mapa de ubicación municipalidad de Puerto Barrios

*Fuente: Municipalidad de Puerto Barrios*

### 3.1.3. Estructura organizativa

#### 3.1.3. A. Objetivos Estratégicos de la Municipalidad de Puerto Barrios

- a. Modernizar la administración municipal, para desempeñar con equidad, austeridad y transparencia las funciones municipales y atender con eficiencia, excelente servicio y calidad humana las demandas de municipio y su población, contribuyendo a generar confianza y participación de sus habitantes
- b. Invertir en la construcción, ampliación, mantenimiento y mejora de la infraestructura de calles, drenajes y bienes de uso común, para brindar las condiciones adecuadas y acordes al espacio habitacional que presenta el desarrollo urbanístico del municipio y las necesidades de su población

- c. Ampliar, mantener y mejorar el servicio de agua potable del municipio, para contribuir a resolver la necesidad de este vital liquido que demandan nuestros servicios
- d. Contribuir en el mantenimiento, mejora y control de las vías públicas, para brindar las condiciones acordes al crecimiento habitacional en cuanto a ordenamiento vial, regulación del tránsito alumbrado público y ornato de las calles del municipio
- e. Apoyar en el educación, capacitación y salud de la población para contribuir al desarrollo integral de la familia y por ende del municipio
- f. Apoyar la conservación y renovación del medio ambiente, así como la ejecución de eventos y actividades recreativas, culturales y deportivas, que promueven la participación de la población, contribuyan con su calidad de vida y ayudar a preservar la identidad del municipio

#### 3.1.3. B. Politicas

- a. Eficiencia y calidad para la probidad, equidad, austeridad y transparencia: En la administración de los recursos municipales y gestión administrativa, técnica, financiera y legal
- b. Infraestructura: Inversión para la construcción, amplificación, mantenimiento y mejora en la infraestructura del municipio
- c. Servicio: Atender la amplificación, mantenimiento, mejora de los servicios prioritarios para la población
- d. Ordenamiento Vial: Contribuir en el mantenimiento, mejora y control de las vías públicas y del sistema de regulación y ordenamiento vial del municipio

- e. Inversión Social: Apoyar en la educación, capacitación y salud de los vecinos del municipio
- f. Medio Ambiente, recreación, cultura y deporte: Apoyar la conservación y renovación del medio ambiente; la planificación y ejecución de programas, eventos y actividades recreativas, culturales y deportivas dentro del municipio (Municipalidad de Puerto Barrios, 2016)

### 3.1.3. C. Visión

“Ser para el año 2016 una Municipalidad en la prestación de servicio público de calidad, brindando atención de excelencia personalizada, basada en plataformas tecnológicas, de gestión de calidad y capital humano con muy buena disposición de servicio al vecino” (Municipalidad de Puerto Barrios 2016).

### 3.1.3. D. Misión

“Somos una Institución Autónoma de derecho público sólido, líder con experiencia basada en un modelo de servicio a los intereses del público con capacidad, honradez y transparencia, sustentado en la modernización, compromiso y el talento humano” (Municipalidad de Puerto Barrios 2016).

### 3.1.3. E. Valores institucionales

Los valores institucionales son nuestro patrimonio, para el mantenimiento y fortalecimiento de nuestra emisión.

### Compromiso

Para actuar con lealtad hacia los intereses del municipio y de sus habitantes, con trabajo responsable, transparente y equitativo



### Unidad

Trabajando de la mano, lograremos el bienestar y la armonía de Puerto Barrios.

### Respeto

Valor a los demás, considerando su dignidad; aceptando sus limitaciones y reconociendo sus virtudes, con un trato amable y cortés para todos

### Calidad

La constante innovación, nos ayudará a tener una municipalidad moderna y eficiente, que con calidad y excelencia, satisfaga las necesidades y expectativas de su población

### Continuidad

Continuar el desarrollo del municipio, de su población y del medio ambiente es un compromiso, con la participación de todos (Municipalidad de Puerto Barrios).

#### 3.1.3. F Organigrama de la Institución

En la Figura 3 se muestra el organigrama institucional de la municipalidad de Puerto Barrios que está dirigida por el alcalde bajo la asesoría del consejo municipal quienes están en la supervisión de las diferentes direcciones como lo son: Dirección Financiera, Dirección de Recursos Humanos, Dirección de Obras y Servicios Públicos, Dirección Municipal de Planificación, Dirección PMT y orden, Dirección de Servicios de Agua.

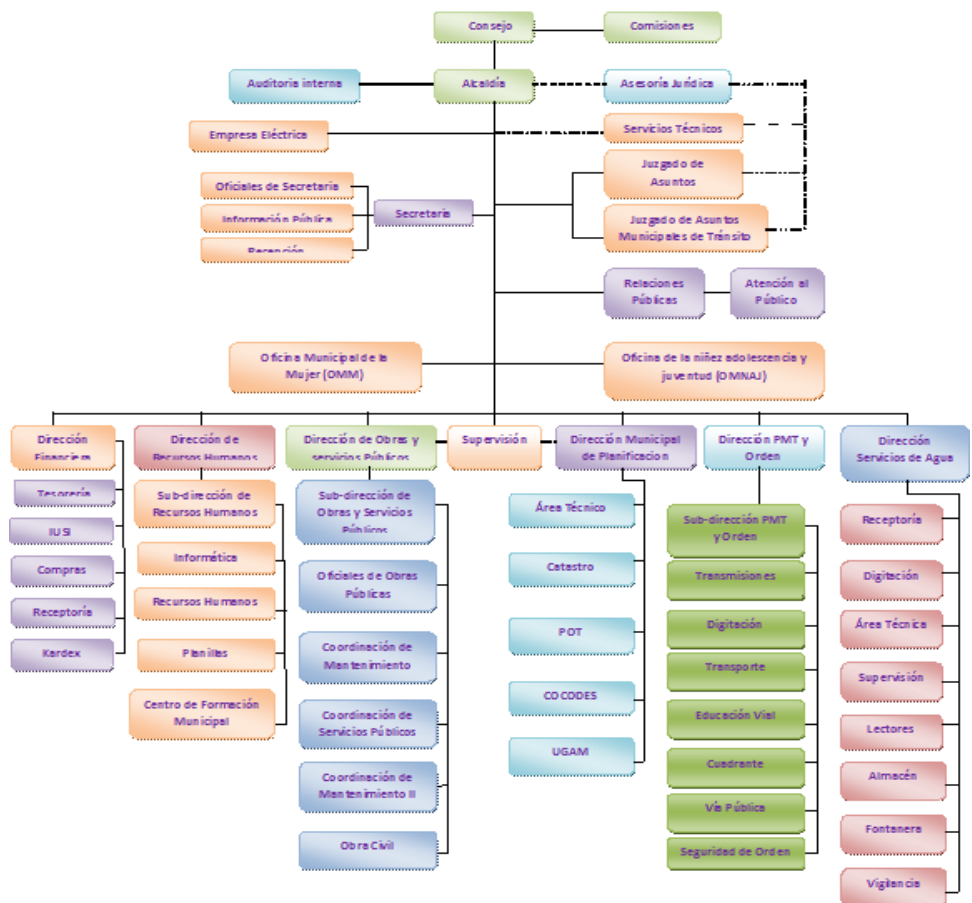


Figura 3 Organigrama municipalidad de Puerto Barrios

Fuente: Municipalidad de Puerto Barrios 2016.

### 3.2. Caracterización Socioeconómica

#### 3.2.1. Área de influencia

Puerto Barrios tiene un área territorial de 1,292 km<sup>2</sup> conformado de 4 aldeas que son: Santo Tomas de Castilla, Entre Ríos, Chachagualilla y el Cinchado, además con 41 colonias y 23 fincas. La municipalidad de Puerto Barrios está ubicada en el casco urbano del

municipio de tal manera que toda la población tenga acceso para la prestación de los servicios (SEGEPLAN, 2011).

### 3.2.2. Población general

Puerto Barrios para el año 2002 tenía un total de 84,725 habitantes y con las proyecciones realizadas la población para el año 2016 es de 115,126 habitantes de los cuales se estima 55,171 son hombres (48.77%) y 59,955 son mujeres (51.23 %); la densidad poblacional estimada es de 84 habitantes por kilómetro cuadrado y su población se concentra en el casco urbano de la cabecera del municipio y en la aldea de Santo Tomas de Castilla (INE, 2002), la Tabla 1 nos muestra la distribución de la población.

Tabla 1 Distribución de la población en el Municipio de Puerto Barrios

POBLADO	HOMBRE S	MUJERES	EIDADES			
			00-06	07-14	15-64	65 Y MÁS
Puerto Barrios	12949	14209	4437	4997	16364	1360
Agua Caliente	280	242	99	100	303	20
Arizona	141	109	69	39	140	2
Barra Jaloa	14	17	7	9	15	0
Buena Vista	26	30	11	19	26	0
Cabo Tres Puntas	110	106	62	55	96	3
Cacao Frontera	186	226	80	89	223	20
Chachagualilla	170	131	78	74	136	13
Champas Corrientes	168	144	69	86	146	11
Chichipate	8	5	2	0	11	0
Chinook	884	803	369	369	918	31
Corozo	415	414	182	199	425	23
Creek Grande	54	44	28	27	41	2
Creek Negro del Mar	44	54	25	27	41	5
El Beneficio Entre Ríos	310	295	249	200	110	46
El Cinchado	248	239	102	102	263	20
El Laurel	113	102	47	54	102	12
El Manguito	200	200	95	150	105	50
El Quetzalito	65	58	40	45	33	5
El Tamarindal	105	110	47	48	110	10
Entre Ríos	1088	1098	439	451	1195	101
Eskimo	259	238	141	95	260	1
Esperanza del Mar	86	80	35	37	85	9

Estero Lagarto	35	28	16	13	31	3
Frontera Las Pavas	73	60	42	28	62	1
Hopy	684	585	310	201	754	4
Jimeritos	61	57	30	19	66	3
Kickapoo	346	344	153	146	384	7
La Cocona	165	141	80	80	140	6
La Gloria	63	51	26	27	57	4
La Graciosa	29	29	12	11	32	3
La Inca	203	178	85	62	231	3
La Maquina	23	11	5	4	25	0
Laguna Santa Isabel	11	6	6	2	8	1
Las Escobas	105	110	47	48	110	10
Las Pavas	349	331	150	175	335	20
Las Vegas	153	111	47	40	166	11
Limones	58	53	28	20	60	3
Los Quineles	8	10	6	2	10	0
Lousiana	145	106	66	36	148	1
Machacas Carretera	159	143	58	60	172	12
Machacas del Mar	92	81	64	35	74	0
Machaquitas	101	113	61	53	95	5
Chiclero						
Manaca	127	123	65	70	101	14
Media Luna	65	68	46	32	55	0
Milla 3	150	150	100	95	95	10
Mojanales	105	99	32	51	117	4
Nueva Palestina	51	47	23	27	46	2
Piedra Parada	154	157	65	60	173	13
Piteros I	183	182	108	103	143	11
Piteros II	55	50	33	30	40	2
Placa I	385	328	120	167	403	23
Punta de Coco	12	12	8	12	3	1
Punta de Manabique	52	37	15	17	54	3
Punta de Palma	118	107	52	50	119	4
Río Nuevo	28	32	12	18	26	4
San Carlos El	74	62	43	28	64	1
Porvenir						
San Cristóbal	100	92	50	62	80	0
San Francisco del	138	113	58	70	116	7
Mar						
San Francisco	185	165	100	90	150	10
Vuelta Grande						
San Miguelito	86	98	40	65	77	2
San Pedro La	194	185	110	84	179	6
Cocona						
Santa María del Mar	108	89	42	47	96	12

Tabladas	10	10	4	5	11	0
Valladares	23	11	5	4	25	0
Veracruz	249	198	93	112	230	12
Villa Franca	18	18	10	7	18	1

*Fuente: modificado de RIC (2009), INE (2002).*

### 3.2.3. Índice de desarrollo humano

#### 3.2.3. A Salud

La salud pública actual no garantiza que la población tenga una calidad de servicio, debido a la falta de médicos y enfermeros con especialidad en áreas específicas, la carencia de personal bilingüe y de ambulancias para el traslado de pacientes que sean necesarios con mayores limitantes. En la Tabla 2 se muestra la infraestructura con la que cuenta el municipio de Puerto Barrios en el área de salud.

Tabla 2 Infraestructura en salud del municipio de Puerto Barrios.

<b>TIPO DE SERVICIO</b>		
Salud Publica	ONG	Servicios privados
1 hospital nacional	1 centro de atención de FUNDABIEN	6 sanatorios y hospitales privados
1 hospital para niños	1 clínica de APROFAM	clínicas privadas
2 centros de salud	Gente nueva: apoyando al tema del VIH/SIDA	44 farmacias
3 puestos de salud		
1 hospital del instituto guatemalteco de seguridad social		

*Fuente: (SEGEPLAN, 2011)*

#### 3.2.3. B Educación

En Puerto Barrios existe una cobertura del 87.77% del nivel primario, 50.97% del nivel básico y un 29.37% del nivel diversificado, bajo estos datos podemos decir existe una deserción estudiantil. (SEGEPLAN, 2011). El municipio cuenta con la Dirección

departamental de Educación (DIDEDUC) que es la encargada de velar por el cumplimiento de la educación de los municipios.

En el municipio de Puerto Barrios también se encuentran las sedes de nivel superior con las universidades USAC/CUNIZAB, Universidad Mariano Gálvez, Universidad Galileo, Universidad Rural ofreciendo diferentes carreras en nivel de licenciatura y maestría.

### 3.2.3. C Ingresos

El 38% del municipio de Puerto Barrios se encuentra como la población económicamente activa (PEA) dato que podrá variar por la apertura de las nuevas oportunidades a empresas contribuyendo a reducir el desempleo y empleo informal de tal manera de recibir una remuneración adecuada. Su área rural es la que presenta menor desarrollo en cuanto a oportunidades de empleo que fomenten el ingreso formal (SEGEPLAN, 2011).

En la Tabla 3 se muestra el índice de desarrollo humano del municipio de Puerto Barrios para el año 2005

Tabla 3 Índice de desarrollo humano del municipio

<b>Municipio</b>	<b>IDH</b>	<b>Salud</b>	<b>Educación</b>	<b>Ingresos</b>
<b>Puerto Barrios</b>	0.704	0.752	0.729	0.631

*Fuente: modificado de PNUD (2005)*

### 3.2.4. Fuentes de trabajo

El municipio presenta como principales fuentes de trabajo la formal a través de las actividades vinculadas a los dos puertos marítimos del municipio; la Empresa Portuaria Santo Tomas de Castilla provee de trabajo directo a más de 1,500 empleados. El Puerto privado de Puerto Barrios y aquellas conexas a la actividad portuaria que prestan servicios de logística

(agencias navieras, transporte pesado), también fuentes de trabajo del área financiera como los bancos, hoteles, restaurantes entre otras. (Elaboración propia)

No se puede establecer con certeza la cantidad de empleo formal e informal dentro del municipio debido a que la información a este aspecto es escasa.

Para el caso de la municipalidad de Puerto Barrios genera 455 empleos y la empresa eléctrica 155 empleos directos relacionados a las diferentes unidades y direcciones.

### 3.2.5. Infraestructura y servicios

#### 3.2.5. A. Infraestructura

La infraestructura principal del municipio lo constituyen su red vial constituida por las carreteras de terracería conducen a las comunidades del área rural y las carretera asfaltadas CA-9 norte hacia Puerto Barrios y CA-13 frontera Honduras que el ente rector es COVIAL, Dentro de la infraestructura de las vías aéreas se cuenta con un aeropuerto internacional y una infraestructura pluvial utilizada para la comunicación con la comunidad de Punta de Manabique y el municipio de Livingston así también constituida por los dos puertos uno estatal y otro privado, (RIC 2009).

En la Tabla 4 se hace referencia a distancias para la comunicación a los poblados.

Tabla 4 Infraestructura vial del municipio de Puerto Barrios con distancias

<b>Poblados</b>		<b>Terrestre</b>			<b>Acuático</b>
<b>DE</b>	A	Asfalto Km/tiempo	Terraceria Km/tiempo	Vereda tiempo	Millas Náuticas/tiempo
<b>Pto. Barrios</b>	Santo Tomas de Castilla	8 Km / 15 min			
<b>Santo Tomás</b>	Las Escobas	3 km / 10 min			

Cruce las Pavas y Punta de Palma	11 km/18 min	
Las Pavas	14 km / 25 in	
Frontera la Cocona	18 Km / 25	
San Francisco la Cocona	20 Km / 30	
Nueva Palestina	20 Km /30 min.	
San Pedro la Cocona	21Km / 35 min	
San Miguelito	21 km / 35 min	
Sarita	25 Km / 40min.	
San Carlos el Porvenir	28 Km / 45 min.	
Quebrada Seca	3 km / 10 min.	
Mirador	7 Km / 15 min	
Tamarindal	12 Km / 20 min	
Castañal	14 Km / 40 min.	
Punta de Palma	22 Km / 35 min.	22 Mn/ 15 min.
Santa Maria del Mar	25 Km / 40 min.	25 Mn / 20 min.

<b>Puerto Barrios</b>	Piedra Parada	11 km / 15 min	
	Piteros	11 Km / 15 min	5 km / 10 min
	Entre Ríos	15 Km / 20 min	
	Limones	16 Km / 22 min	
	Veracruz	17 Km/23 min	



	Placa I	18 Km / 25 min		
	Esquimo	28 Km / 25 min		
	Jimeritos	35 Km / 40		
<b>Jimeritos</b>	Cacao	5 km/15 min		
	Frontera	8 Km/25 min.		
	Champas corrientes	12 Km/ 35 min		
	La Gloria	15 Km / 45 min		
	Chachagualia	5 Km/ 10 min	1 Km / 5 min.	
<b>Puerto Barrios (ingreso por la 14 calle y calzada Justo Rufino Barrios)</b>	El Corozo	5 Km / 10 min	1 Km / 5 min.	
	Milla 3	5 Km / 10 min.	4 Km / 15 min.	
	Milla 4			
	Milla 5			
	Milla 6			
	El Laurel	5 Km / 10 min	5 Km / 20 min	30 min.
	Creeke Negro	6 km / 10 min	7 Km / 15 min	
<b>Puerto Barrios (Muelle Municipal)</b>	La Graciosas			15 MN / 20 min
	Santa Isabel			20 MN / 30 min
	Estero Lagarto			15 MN / 20 min
	Punta de Manabique			45 MN / 60 min
	El Cabo			70 MN / 90 min

Fuente: RIC 2009

En la Figura 4 se muestra la red vial del municipio de Puerto Barrios.

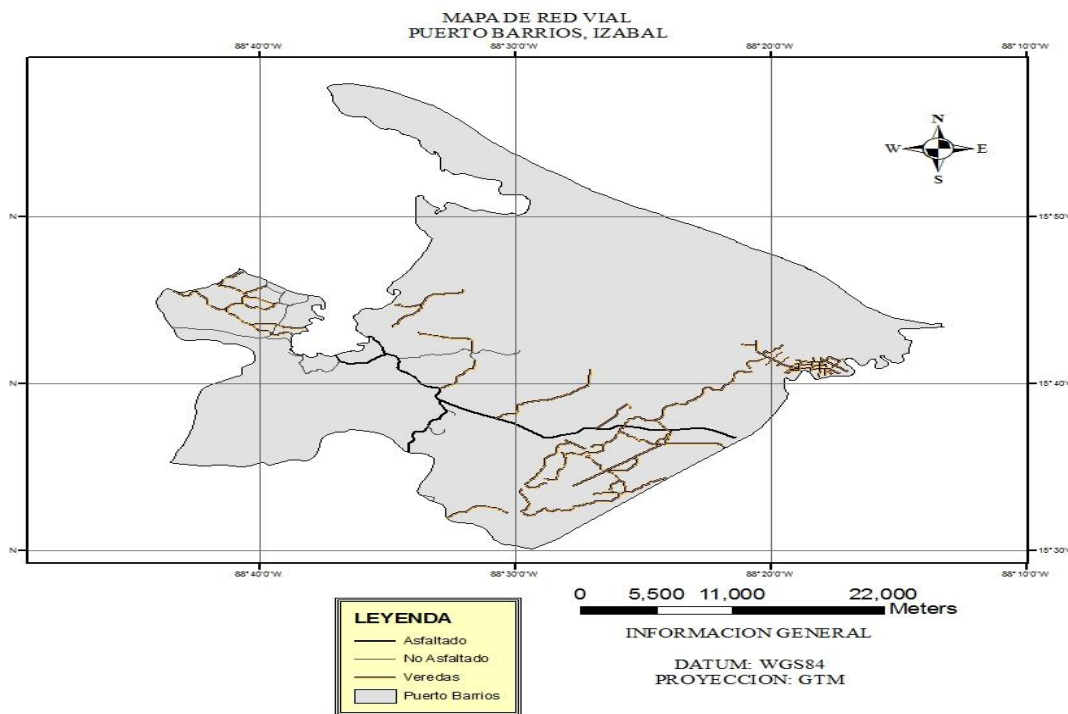


Figura 4 Red vial del municipio de Puerto Barrios

Fuente: Modificado MAGA 2003

En la Tabla 5 se detallan la infraestructura municipal de Puerto Barrios.

Tabla 5 Infraestructura municipal de Puerto Barrios

No.	INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS	COORDENADAS
1	Edificio de la municipalidad de Puerto Barrios.	15°43'34.09''N 88°36'02.96''W
2	Edificio de la oficina de PMT	15°44'09.84''N 88°35'55.46''W
3	Clínica Municipal	15°44'09.75''N 88°35'59.95''W

4	Parque Reyna Barrios	15°44'02.22''N 88°35'48.06''W
5	Canchas Polideportivos	15°43'32.69''N 88°36'03.79''W
6	Gimnasio Municipal	15°43'35.89''N 88°35'43.12''W
7	Estadio Municipal	15°43'31.84''N 88°35'41.09''W
8	Coliseos	15°43'34.53''N 88°35'37.74''W
9	Mercados	15°43'36.18''N 88°35'53.80''W
10	Palenques	15°43'29.91''N 88°35'38.35''W
11	Cementerios	15°42'42.69''N 88°35'28.82''W

---

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2.5. B Servicios

Los servicios que ofrece la municipalidad de Puerto Barrios a su población están fundamentados en el código municipal en su artículo 68 en donde nos indica las Competencias propias del municipio que se detallan:

- Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final;
- Pavimentación de las vías públicas urbanas y mantenimiento de las mismas;
- Promoción y gestión de parques, jardines y lugares de recreación;
- Cuando su condición financiera y técnica se los permita, generar la energía eléctrica necesaria para cubrir el consumo municipal y privado;

- Delimitar el área o áreas que dentro del perímetro de sus poblaciones puedan ser autorizadas para el funcionamiento de los siguientes establecimientos: expendio de alimentos y bebidas, hospedaje, higiene o arreglo personal, recreación, cultura y otros que por su naturaleza estén abiertos al público;
- Desarrollo de viveros forestales municipales permanentes, con el objeto de reforestar las cuencas de los ríos, lagos, reservas ecológicas y demás áreas de su circunscripción territorial para proteger la vida, salud, biodiversidad, recursos naturales, fuentes de agua y luchar contra el calentamiento global (Código Municipal 2002).

#### A. Agua

La principal fuente de abastecimiento es de la cuenca del Rio las Escobas en la reserva de Manantiales Cerro San Gil, existen aún áreas en el área rural y urbana, familias que se abastecen de pozos artesanales y otros proyectos de pozos mecánicos principalmente en la Aldea Entre Ríos (SEGEPLAN, 2011).

Se debe acentuar que el municipio no cuenta con una planta potabilizadora de agua pero según la Oficina de Agua en la municipalidad existe un proceso de cloración a base de clorogas establecido en el área de distribución del mismo. En febrero del año 2015 se realizaron análisis de calidad de agua en diferentes puntos de la red de distribución obteniendo como resultado según el dictamen del técnico que el agua es potable y apta para consumo humano (Regalado, 2015).

#### B. Aguas residuales.

El caso urbano del municipio no cuenta con un alcantarillado municipal que conecte directamente a una planta de tratamiento de aguas residuales por lo que las viviendas, edificios, almacenes, etc., drenan directamente sus descargas sin previo tratamiento hacia el

mar, otros descargan a cuencas cercanas tales como el rio Cacao, rio San Agustín, rio Escondido, rio Pichilingo, rio Piteros, rio San Francisco, rio Derrumbe, rio San Carlos, etc. que desembocan en la bahía de Amatique.

Sin embargo existen proyectos de alcantarillado municipal y de planta de tratamiento de aguas residuales y disposición de lodos en el casco urbano del municipio basándose en lo establecido en el Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos en el Acuerdo Gubernativo Numero 236-2006 en donde el artículo 24 establece los límites máximos permisibles a los cuerpos receptores que se deben cumplir en las etapas mencionadas en el artículo 17 del mismo reglamento (Barrow, 2016).

#### C. Electricidad

En el municipio de Puerto Barrios se cuenta con 3 tipos de servicio de energía eléctrica que son: ENERGUATE, Empresa Eléctrica Municipal y servicio de EMPORNAC, esta última únicamente es para el área de la aldea Santo Tomas de Castilla para los trabajadores de dicha empresa (SEGEPLAN, 2011).

La municipalidad cuenta con una empresa distribuidora de energía eléctrica creada el 1,968, actualmente cuenta con 24,104 titulares del servicio (Belteton, 2016).

#### D. Telefonía

En el municipio de Puerto Barrios el servicio de telefonía e internet lo prestan varias compañías que son Telecomunicaciones de Guatemala (CLARO), TIGO Y MOVISTAR. Encontrándose las oficinas de dichas empresas en el municipio facilitando la adquisición de los servicios (SEGEPLAN, 2011).

#### E. Transporte

En el municipio de Puerto Barrios hay dos medios de transporte público que son los buses urbanos y los taxis, y el transporte de uso personal como los automóviles, motocicletas y bicicletas, facilitando el traslado a sus destinos.

#### F. Manejo de residuos solido

El municipio de Puerto Barrios no cuenta con relleno sanitario para el manejo de residuos sólidos y tampoco se cuenta con un eficiente servicio de recolección de basura por lo que esto genera la proliferación de basureros clandestinos. (SEGEPLAN, 2011)

Sin embargo la municipalidad está trabajando juntamente con la asociación ADA2 un proyecto de la caracterización de los desechos domiciliarios para conocer la cantidad y tipos de desechos que se generan, para que posteriormente se genere un modelo de la recolección y manejo de los desechos.

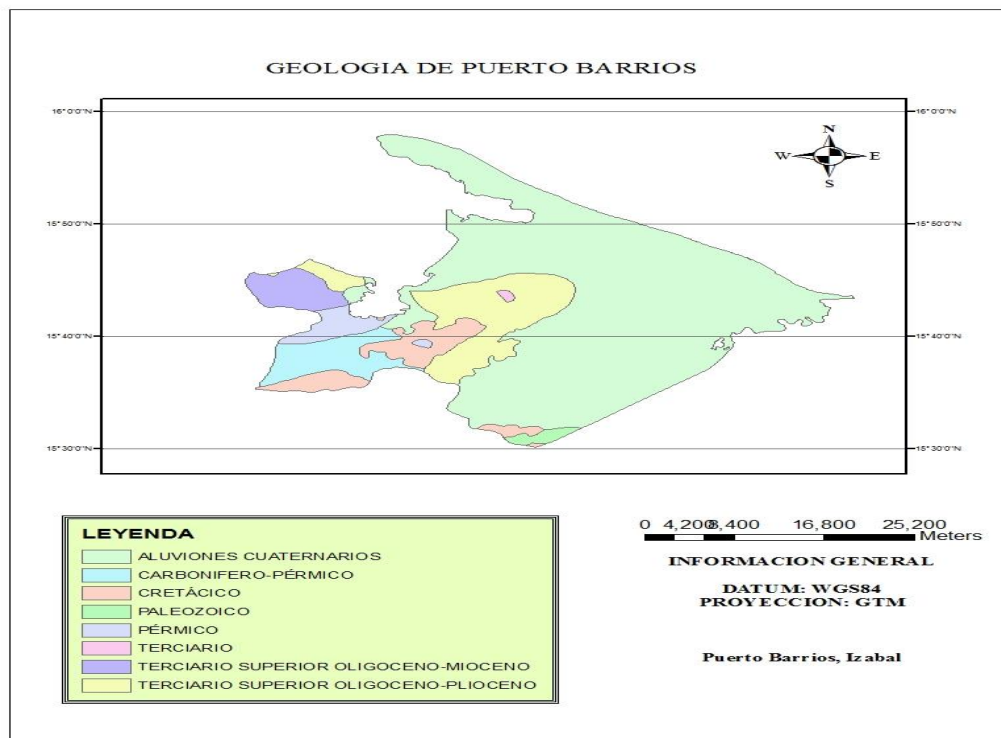
#### G. Cementerio

En el municipio de Puerto Barrios se cuenta con dos cementerios municipales ubicado el primero en la calle principal de Puerto Barrios y el segundo en la calle principal de la aldea Santo Tomas de Castilla, este último ya no presta servicio por haber sido nombrado Patrimonio de la Nación, además se cuenta con un cementerio privado ubicado en la Colonia Piedras Negras, Santo Tomas de Castilla. (Elaboración propia)

### 3.3. Descripción De Ambiente Físico Y Biótico

#### 3.3.1. Aspectos geológicos regionales

La geología se refiere a los orígenes de los suelos, la era de inicio de su formación, y además se pueden identificar las fallas sísmicas y los volcanes que se encuentran en cada departamento. En Izabal, se pueden encontrar en gran parte de su territorio, carbonatos neocomianos - campanianos que incluye formaciones Cobán, Ixcoy, campur, sierra madre y grupo yojoa (Ksd); rocas del período paleozoico, donde predominan las rocas metamórficas sin dividir, filitas, esquistas cloríticas y granatíferos, esquistos y gneses de cuarzo(Pzm); los Aluviones Cuaternarios (Qa); Carbonífero - Pérmico (CPsr); y Predominan las fallas



geológicas del Motagua y del Polochic (Ibáñez, 2013). En la Figura 5 se muestra el detalle geológico del municipio de Puerto Barrios.

Figura 5 Geología de Puerto Barrios

*Fuente: Modificado de MAGA (2003)*

De acuerdo a la Figura anterior se puede deducir que la municipalidad de Puerto Barrios se encuentra localizada en un origen geológico de aluviones cuaternarios y se puede inferir que su zona urbana poblada existen formaciones geológicas del pérmico y del terciario superior oligoceno plioceno.

### 3.3.2. Suelo

Según el mapa de serie de suelos del IGN presenta 8 series de tipo de suelos entre ellas: Chacalté, Chacón, Champona, Gacho, Inca, Manabiqué, Quiriguá y suelos Aluviales estos se observa en la Figura 6 suelos del municipio de Puerto Barrios, coincidiendo con Zaparolli en la serie de suelos Chacalte.



## MAPA DE SUELOS PUERTO BARRIOS, IZABAL

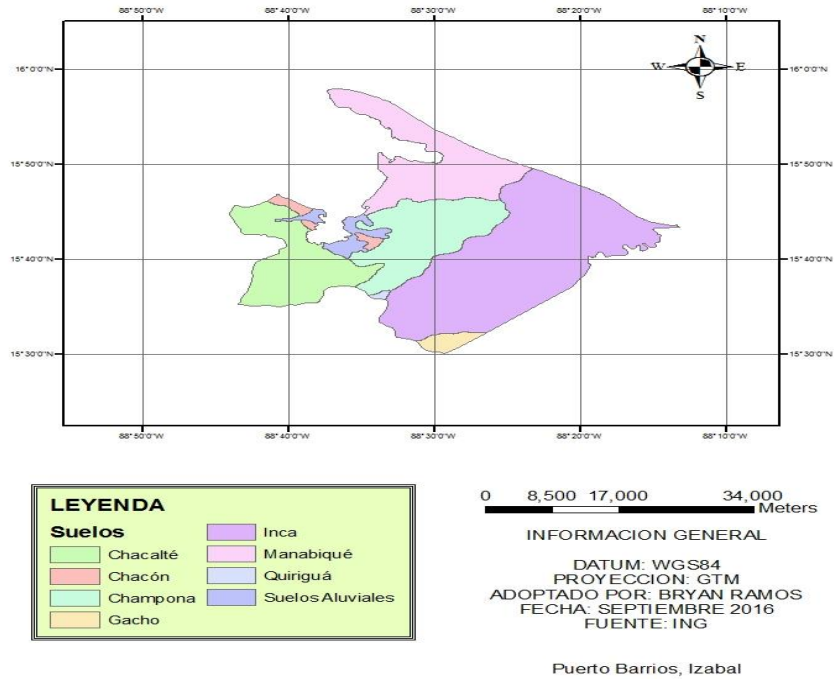


Figura 6 Suelos del municipio de Puerto Barrios

*Fuente: Modificado del MAGA 2003*

### 3.3.3. Clima

El clima en el municipio de Puerto Barrios es diverso predominando las altas temperaturas, en la Tabla 6 se muestra los promedios de temperatura durante los años de 1991-2010.

El municipio cuenta con una estación de observación de INSIVUMEH la cual está ubicada dentro de las instalaciones de la aeronáutica civil de Puerto Barrios y cuenta con instrumentos para medir: temperatura, precipitación, evaporación, luz solar y calidad de aire (INSIVUMEH, 2010).

Tabla 6 Parámetros climáticos promedios del municipio de Puerto Barrios

Parámetros climáticos promedio de la Ciudad de Puerto Barrios (1991-2010)													
MES	Ene.	Feb.	Mar.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	anual
Temp. Max. Abs.(°C)	36	35.8	38.6	39	39.2	38.4	36.4	35.2	36.8	36.4	34.6	35	39
Temp. Max. media(°C)	27.7	28.8	30.3	31.7	32.4	32.4	31.7	31.8	32.1	30.7	28.7	27.6	30.5
Temp. Media (°C)	23.6	24.5	25.7	27.4	28.3	28.6	28	27.9	27.8	26.7	23	23.9	26.5
Temp. Min. Media (°C)	19.8	20.2	21	22.5	23.5	23.7	23.1	23.4	27.5	22.9	21.2	20.3	22.1
Temp. Min. Abs. (°C)	13.8	13.6	14	17	17	20.6	20	19.2	17.2	17	17	14.2	13.6
Precipitación total (mm)	292	161	146	160	196	243	439	390	337	369	398	304	3373.7
Días de Precipitación (=)	17.6	13.9	12.1	10.8	13.8	17.9	24	23.9	19.7	19.7	18	19	200.9
Humedad relativa (%)	82.2	80.7	75	79.4	77	74.6	80.7	80	77.7	78.3	78.3	83.7	79.1

*Fuente: Modificado INSIVUMEH (2010)*

### 3.3.4. Hidrología

En el municipio de Puerto Barrios cuenta con una hidrografía extensa referente a ríos los cuales se encuentran en la Figura 7, dichos ríos son contaminados por las viviendas aledañas, comercios y edificios ya que la mayoría no cuentan con el manejo adecuado de aguas residuales. Es importante destacar que en el municipio cuenta con la bahía de Amatique. RIC (2009)

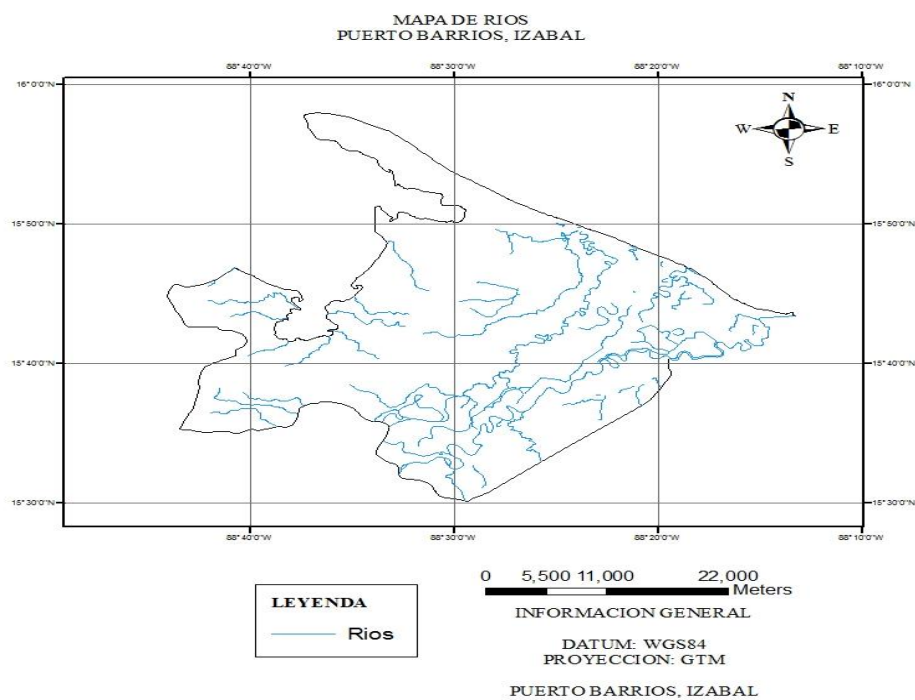


Figura 7 Ríos del municipio de Puerto Barrios

*Fuente: Modificado de MAGA 2003*

### 3.3.5. Calidad de agua

Es necesario medir y evaluar la calidad del agua en el municipio de Puerto Barrios con los parámetros mínimos aceptables de cloruros, oxígeno disuelto, ph, turbidez, fosfatos, nitratos, DQO y DBO. Es evidencial que los ríos del municipio tienen un grado de contaminación por agentes microbianos y fecal por ser receptores de las descargas de aguas residuales.

En el año 2006 se realizó un análisis de calidad de agua en la Reserva de Manantiales Cerro San Gil en donde también fueron incluidos otros ríos teniendo como resultado que las muestras analizadas están encima de los límites aceptables establecidos por las normas COGUANOR (FUNDAECO 2006).

La municipalidad de Puerto Barrios realizo en febrero del año 2015 análisis de calidad de agua en diferentes puntos de la red de distribución obteniendo como resultado lo que se muestra en el Tabla 7.

Tabla 7 Resultado de calidad de agua para el municipio de Puerto Barrios

MUESTRA	FECHA	ANALISIS	RESULTA DOS	UNIDADES	VALOR	TECNICA
<b>9a. Calle y 10a. Avenida, Puerto Barrios, Izabal</b>	21 de Enero 2015	<b>color</b>	Normal	platino- cobalto	5	35
		<b>olor</b>	Caracteristico	-----	No Rechazable	No Rechazable
		<b>Turbiedad</b>	Apariencia normal	NTU	5	15
		<b>Ph</b>	8.2	-----	7	6.5-8.5
		<b>Cloro libre</b>	0.5	mg/l (Cl)	0.5	1
		<b>alcalinidad total</b>	200	mg/l (CaCO3)	----	-----
<b>Colonia las Flores, Santo Tomas de Castilla</b>	23 de Enero 2015	<b>color</b>	Normal	platino- cobalto	5	35
		<b>olor</b>	Caracteristico	-----	No Rechazable	No Rechazable
		<b>Turbiedad</b>	Apariencia normal	NTU	5	15
		<b>Ph</b>	8.2	-----	7	6.5-8.5
		<b>Cloro libre</b>	0.5	mg/l (Cl)	0.5	1
		<b>alcalinidad total</b>	220	mg/l (CaCO3)	----	-----
<b>Cementerio Puerto Barrios, Izabal</b>	26 de Enero 2015	<b>color</b>	Normal	platino- cobalto	5	35
		<b>olor</b>	Caracteristico	-----	No Rechazable	No Rechazable
		<b>Turbiedad</b>	Apariencia normal	NTU	5	15
		<b>Ph</b>	8	-----	7	6.5-8.5
		<b>Cloro libre</b>	1	mg/l (Cl)	0.5	1
		<b>alcalinidad total</b>	180	mg/l (CaCO3)	----	-----
<b>Barrio Pueblito, Santo</b>	el 28 de Enero 2015	<b>color</b>	Normal	platino- cobalto	5	35
		<b>olor</b>	Caracteristico	-----	No Rechazable	No Rechazable

<b>Tomas de Castilla</b>	<b>Turbiedad</b>	Apariencia normal	NTU	5	15	
	<b>Ph</b>	8	-----	7	6.5-8.5	
	<b>Cloro libre</b>	1	mg/l (Cl)	0.5	1	
	<b>alcalinidad total</b>	180	mg/l (CaCO3)	----	-----	
<b>Cementerio Municipal, Puerto Barrios Izabal</b>	02 de febrero 2015	color	Normal	platino-cobalto	5	35
		olor	Caracteristico	-----	No Rechazable	No Rechazable
		Turbiedad	Apariencia normal	NTU	5	15
		Ph	8.2	-----	7	6.5-8.5
		Cloro libre	1	mg/l (Cl)	0.5	1
		alcalinidad total	220	mg/l (CaCO3)	----	-----

*Fuente: Municipalidad de Puerto Barrios (2015)*

### 3.3.6. Vulnerabilidad a desastres

El municipio de Puerto Barrios por su ubicación geográfica está expuesto a sufrir desastres naturales que a su vez pueden generar vulnerabilidades para la población. Por estar ubicado dentro de las placas tectónicas del Motagua y del Polochic se está expuesto a movimientos telúricos de diferentes magnitudes que dejan como efecto daño a la infraestructura, vulnerabilidad a inundaciones en las áreas del municipio que se encuentran en la parte media y baja de las cuencas (Ibáñez, 2013).

### 3.3.7. Amenazas naturales

Puerto Barrios es un municipio altamente amenazado por desastres naturales como lo es movimientos sísmicos, fenómenos hidrometeorológicos (vientos fuertes, tormentas tropicales, inundaciones), desbordamiento de ríos.

- Amenaza Sísmica: por estar ubicados en la zona del sistema del Motagua-Polochic y sus antecedentes demuestran que han sido amenaza para la población aun siendo su ultimo desastre en el año 1976 según (Ibáñez, 2013)

- Amenaza a inundaciones: las modificaciones antrópicas de la morfología pueden ser factor para esta amenaza, estas modificaciones se pueden relacionar como la disminución de la cobertura vegetal, la reducción de la capacidad del cauce. Se presentan tres escenarios: la Amenaza Alta que es la zona delimitada por la altura máxima del río, niveles de terraza baja, velocidades significativas. Esta amenaza implica la restricción para viviendas y reubicar las ya existentes; la Amenaza media: es la zona por lo que la exposición está fuera de los límites del cauce principal, la probabilidad de ocurrencia no es frecuente y va en relación con lluvias intensas de huracanes, indicadores morfológicos e influencia antrópica; y Amenaza Baja: esta por arriba de la línea de inundación de la llanura aluvial con indicadores morfológicos (laderas y colinas) y la influencia antrópica irrelevantes (Ibáñez, 2013).

### 3.3.8. Flora

En Puerto Barrios se cuenta con una gran riqueza natural por sus principales áreas naturales los cuales en la Tabla 8 se muestran las principales especies existentes en dichas áreas, el bosque bajo de Cerro San Gil se caracteriza por contener una mayor cantidad de especies de lianas, mayormente representadas por familias Araceae, Ceasalpinaceae, Malpighiaceae, Clusiaceae, Combretaceae y Poligonaceae, Además, en la Reserva se encuentran asociaciones vegetales de plantas que crecen a orillas de los ríos y de otros cuerpos de agua léntico; así como, las asociaciones vegetales que conforman los bosques inundables y manglares (CONAP 2011).

Tabla 8 Flora en el municipio de Puerto Barrios

---

## FLORA DEL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS

No.	Nombre Común	Nombre Científico
1	Caoba	Swietenia macrophylla
2	Cedro	Cedrella odorata
3	Santa Maria	Calophyllum brasiliense
4	San Juan	Vochisya guatemalensis
5	Ceiba	Ceiba pentandra
6	Corozo	Orbignya cohune
7	Malagueto	Xylopia frustences
8	Nogal	Junglans regia
9	Palo blanco	Calycophyllum multiflorum
10	Conacaste	Enterolobium cyclocarpum
11	Laurel	Laurus nobilis
12	Pino	Pinus sp.
13	Cipres	Cupressus sempervirens
14	Guachipilin	Diphysa americana
15	Palo Sangre	Callophyllum brasiliense

*Fuente: Elaboración propia*

El desarrollo económico y social de Guatemala se ha caracterizado tradicionalmente por estar basado en la explotación y transformación de los recursos naturales. Generalmente este desarrollo ha hecho uso de tecnologías no adaptadas a nuestras necesidades sociales y ambientales lo que ha generado una degradación del enorme capital natural que posee nuestro país (CONAP, 2011).

### 3.3.9. Fauna

En Puerto Barrios se encuentra una diversidad de fauna que habita en las áreas de reservas del municipio, en la Tabla 9 se muestra dichas especies. Los ecosistemas hacen que las áreas protegidas sean abundantes en biodiversidad faunística. No obstante la riqueza biológica del área protegida, los inventarios sobre los recursos flora y fauna de la Reserva son escasos. Los pocos estudios realizados demuestran un alto grado de endemismo para algunas especies de fauna; particularmente para el grupo de los anfibios, especialmente ranas (Campbell, 1998).

Tabla 9 Fauna en el municipio de Puerto Barrios

<b>FAUNA EN PUERTO BARRIOS</b>	
No.	NOMBRE
1	Vendo
2	Tepescuintle
3	Tigre
4	Leon
5	Armadillo
6	Gato de monte
7	Monos
8	Trigillos
9	pizote
10	coche monte
11	serpiente
12	Guacamayas
13	Loros
14	Patos de agua
15	Garzas

Fuente: (SEGEPLAN, 2011)

En el cerro San Gil se identificaron especies de salamandras endémicas siendo estas: *Oedipina elongata* y *Oedipina sp* de la Familia Plethodontidae y especies de ranas endémicas y nuevas para la ciencia son: *Eleutherodactylus sp.* (Familia Leptodactylidae) y *Ptychohyla panchoi* (FUNDAECO, 2006).

### 3.3.10. Áreas protegidas

En el municipio de Puerto Barrios existen 3 áreas protegidas, la cual se describen en la Tabla 10.

Tabla 10 Áreas protegidas en el municipio de Puerto Barrios

No.	AREA PROTEGIDA	CATEGORIA	AREA EN HECTARIAS	AÑO DE DECLARATORIA
1	Bahia de Amatique	Zona de Veda Definitiva	1,000	1956



2	Cerro San Gil	Reserva Protectora de Manantiales	47,433	1996
3	Punta de Manabique	Refugio de vida Silvestre	151,878.45	2005
4	Quebrada Seca	Reserva Natural Privada	474.28	2006

*Fuente: (CONAP, 2014)*

Las dos principales áreas protegidas que son: Reserva de manantiales Cerro San Gil que es administrada por FUNDAECO y Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique es que es administrada por CONAP en su área técnica.

- Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil

Esta área protegida está localizada en los municipios de Puerto Barrios, Livingston y Morales Izabal, declarada el 27 de septiembre de 1996 con una extensión territorial de 47,433 hectáreas, con una altitud desde el nivel del mar de 1,267 msnm teniendo una coadministración entre CONAP y un Consejo Ejecutivo Local cuya Secretaria Ejecutiva está a cargo de la Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación (FUNDAECO)

- Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique

Esta área protegida esta localizada en el municipio de Puerto Barrios, declarada en el año 2005 con una extensión territorial de 151,878.45 hectáreas teniendo como administrador a CONAP con un dato de precipitación pluvial media anual de 3,000 mm y una temperatura media anual de 28.2°C, un dato importante es que el 20 de enero del 2000 fue incluido en la lista de humedales de importancia internacional Ramsar, ya que Manabique es una zona muy importante para aves migratorias registradas en Guatemala (CONAP, Base fundamental para el bienestar de la sociedad guatemalteca , 2011). En la Figura 8 se observan las áreas protegidas en el municipio.

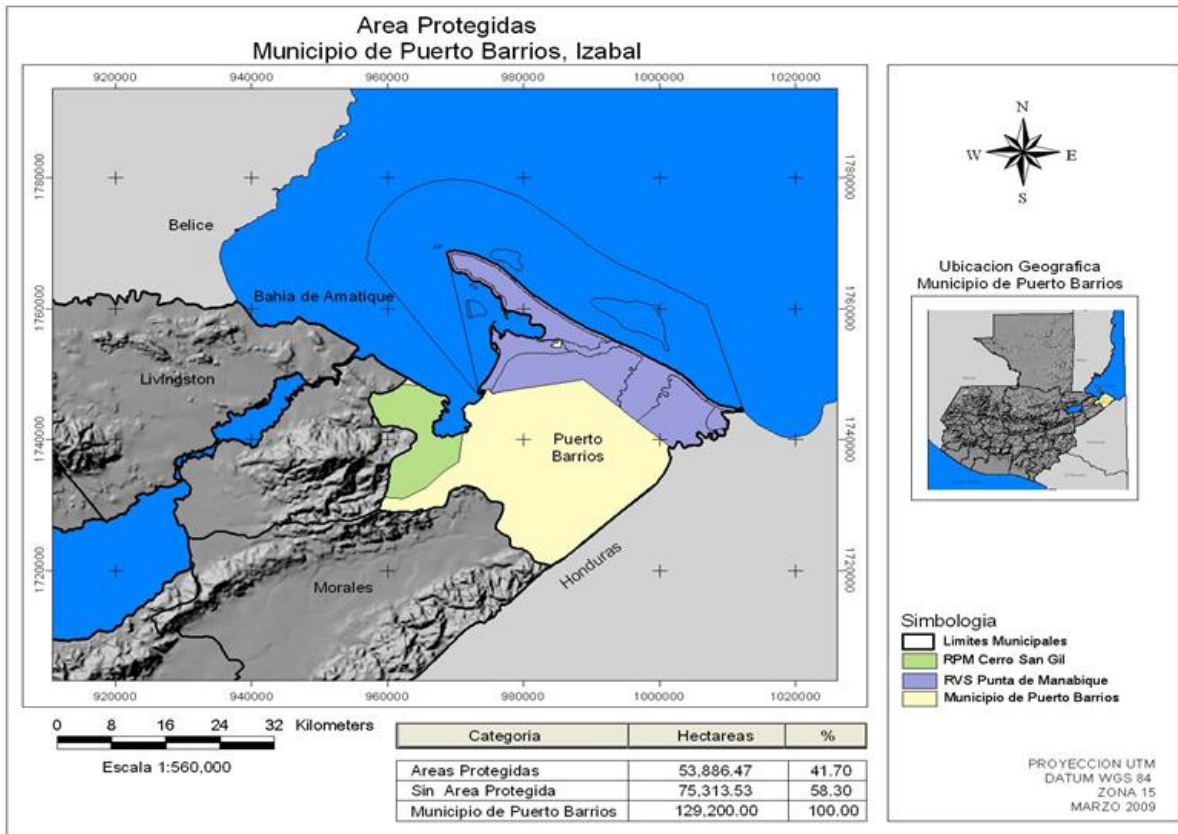


Figura 8 Áreas protegidas del municipio de Puerto Barrios

Fuente: RIC (2009)

El 41.70% del municipio de Puerto Barrios está declarada área protegida y el 58.30% del municipio no es área protegida.

### 3.3.11. Zonas de vida

“Las zonas de vida se desarrollaron para nombrar y describir áreas que tienen comunidades vegetales y animales similares.” (CONAP, Base fundamental para el bienestar de la sociedad guatemalteca , 2011)

El municipio de Puerto Barrios se encuentra en la zona de vida de bosque muy húmedo subtropical cálido y la zona de bosque muy húmedo tropical.

### 3.4. Identificación De Problemas Ambientales

#### 3.4.1. Análisis FODA

Tabla 11 Matriz de análisis FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Reglamento de la unidad activo.</b></li> <li>2. <b>Organización Institucional</b></li>   <li>3. <b>Puntualidad y Responsabilidad laboral.</b></li>   <li>4. <b>La Persona encargada de la Unidad tiene un amplio conocimiento del tema ambiental.</b></li>   <li>5. <b>Clima organizacional adecuado.</b></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recurso humano insuficiente para el cumplimiento de objetivos.</li>   <li>2. La Unidad no cuenta con un presupuesto asignado para el desarrollo de actividades.</li>   <li>3. Falta de empoderamiento para la toma de decisiones inmediatas.</li>   <li>4. Carece de equipo técnico y unidades específicas para el cumplimiento de sus objetivos.</li>   <li>5. Incumpliendo de la Guía para UGAM creado por MARN en el 2010.</li>   <li>6. Manual de procedimientos administrativos no se ajusta a la realidad actual que demanda el municipio de Puerto Barrios.</li>   <li>7. Falta de interés para la ejecución de proyectos ambientales.</li> </ol>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alianza estratégica interinstitucional.</li>   <li>2. Participación en actividades en pro al mejoramiento del medio ambiente.</li>   <li>3. Interés por los temas ambientales</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio de gobierno cada 4 años</li>   <li>2. Incumplimiento de la legislación ambiental</li>   <li>3. Deserción de la población a los procesos por procedimientos muy tardados.</li> </ol>

- 
4. Cuenta con políticas ambientales, que orientan las acciones para el cumplimiento de sus objetivos.
- 

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.2. Problemas ambientales del municipio

#### 3.4.2. A. Generación de desechos Sólidos

En el municipio de Puerto Barrios se carece de plantas de tratamiento de basura ó de relleno sanitario, no se cuenta con un servicio eficiente de recolección de basura, sino simplemente con camiones para la recolección en las diferentes casas, pero que no cuentan con el equipo y medidas necesarias para el transporte de la basura. En base (INEC, 2007) la generación de residuos sólidos percapita el rubro se expresa en kg/hab/día utilizando la siguiente formula:

$$Pr = (Gr) * (Th)$$

Pr: producción de residuos sólidos, expresado en kg/hab/día

Gr: generación de residuos por persona por día, expresada en kg/día

Th: total de habitantes

Según datos de la evaluación regional llevada a cabo por el BID; OPS y AIDIS los desechos generados al día en Latinoamérica son aproximadamente de 0.63 Kg/día.

Entonces en Puerto Barrios tendríamos una generación de 72,529.38 kg/día aplicando la formula asi: Pr: 0.63 kg/día\*115,126 hab= 72,529.38 kg/día y al mes tendríamos una generación de 2,175,881.4 kg/mes.

Sin embargo debido a las costumbres que por años se han presentado, para la población es más fácil quemar o arrojar la basura a algún terreno baldío y drenajes, por lo

que proliferan los basureros clandestinos, generando con esto que se acentúe la contaminación del medio ambiente y las aguas del lugar.

#### 3.4.2. B. Generación de Aguas Residuales

El municipio de Puerto Barrios no se cuenta con alcantarillado municipal y ni planta de tratamiento de aguas residuales por lo que la cantidad de agua vertida sin tratamiento en el área urbana es de 5,526.05 m<sup>3</sup>/d y en el área rural de 2,947.23 m<sup>3</sup>/d, aplicando la siguiente formula:

$$Cm: DOT \text{ L/d} * \text{hab} * 0.8$$

Cm= Caudal medio

DOT= Dotación por habitante por día

Hab= número de habitantes

$$CmUrbana= 100\text{L/hab/dia} * 69,075.6 * 0.8 = 5,526,048 \text{ L/d} / 1000 = 5,525.05 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$CmRural= 80\text{L/hab/dia} * 46,050.4 * 0.8 = 2,947,225.6 \text{ L/d} / 1000 = 2,947.23 \text{ m}^3/\text{d}$$

#### 3.4.2. C. Contaminación a Cuerpos de Agua

En el municipio de Puerto Barrios uno de los grandes problemas ambientales es la contaminación a los cuerpos de agua por la falta de alcantarillados y planta de tratamiento de aguas, las aguas residuales domiciliarias son vertidas sin previo tratamiento directamente a los ríos o al suelo directamente y estos drenan a la bahía de Amatique, tomando en cuenta que la oficina de obra civil de la municipal exige a las nuevas construcciones el establecimiento de tratamiento primario de aguas residuales.

Sin embargo la municipalidad dentro de sus planes y esta la ejecución de alcantarillado y planta de aguas para 2 comunidades para contrarrestar el nivel de descarga directa a los cuerpos de agua.

### 3.4.3. Principales impactos de la unidad

#### 3.4.3.A. Generación de desechos solidos

La municipalidad de Puerto Barrios labora de lunes a viernes de 8 am a 4pm y en el edificio municipal hay una población de 196 personas por lo que la generación de desechos es de 123.48 kg/día y al mes 2,469.9 kg/mes, tomando en cuenta que la mayor cantidad de desechos que se generan son de tipo de oficina (hojas bond) por lo que estas pudieran recibir otro uso.

Aplicación de la fórmula:

$$Pr = (Gr) * (Th)$$

Pr: producción de residuos sólidos, expresado en kg/hab/día

Gr: generación de residuos por persona por día, expresada en kg/día

Th: total de habitantes

$$Pr: 0.63 \text{ kg/hab/dia} * 196 \text{ hab} = 123.48 \text{ kg/dia.}$$

#### 3.4.3.B. Aguas residuales

El edificio de la municipalidad de Puerto Barrios cuenta con servicio de sanitarios para hombres (2 mingitorios, 2 sanitarios y 4 lavamanos) y para mujeres (4 sanitarios y 4 lavamanos) teniendo una población de 196 personas por lo que la cantidad de agua residual vertida a un tratamiento primario es de 4.704 m<sup>3</sup>/d, aplicando la siguiente formula:

$$Cm: \text{Dot l/hab/d} * \text{hab} * 0.8$$

$$Cm = 30 \text{ L/hab/d} * 196 * 0.8 = 4,704 \text{ L/d} / 1000 = 4.704 \text{ m}^3/\text{d}$$

#### **4. PLAN DE ACTIVIDADES DE GESTION AMBIENTAL DESARROLLADAS**

##### 4.1. Evaluación hidrométrica de la cuenca del rio Quebrada Seca, municipio de Puerto Barrios.

###### 4.1.1. Descripción

El municipio de Puerto Barrios cuenta con una sola fuente de abastecimiento de agua potable para la población del área urbana y rural aun así teniendo una hidrografía extensa, por tal motivo se realizó la medición del caudal del rio Quebrada Seca en la parte alta, esta medición se realizó por medio de un método de aforo llamado sección-velocidad el cual el procedimiento se realizó en tres ocasiones en la misma área de estudio, de tal manera que conocimos la capacidad con la que cuenta el rio para el abastecimiento de agua a comunidades cercanas.

###### 4.1.2. Objetivo

Medir el caudal de la parte alta del rio Quebrada Seca para una posible inversión de proyecto de agua.

###### 4.1.3. Meta

Determinar el Caudal del Rio Quebrada Seca.

###### 4.1.4. Procedimiento

- Se Conoció el área a realizar la medición de caudal para determinar la metodología a utilizar.
- Se determinó que la metodología a utilizar para el área identificada para realizar la medición el método más adecuado es el siguiente:
  - ✓ Método área por velocidad (con flotador)
- Se tomaron los datos en 3 fechas distintas en la misma área de estudio, las fechas de aplicación de la metodología son las siguientes: 15 de Diciembre, 16 de Enero y 15 de Febrero, en cada fecha se recolectaron los datos como: ancho del rio, y profundidad a cada 1 metro en la sección del rio, el tiempo del recorrido del flotador en la sección.
- Con la ayuda de la fórmula se determinó el caudal del Rio Quebrada Seca, teniendo la velocidad superficial obtenida por el promedio del tiempo y el área de la sección.

✓ Para el método utilizado se aplicó la ecuación siguiente :  $Q= v*a$

#### 4.1.5. Recursos humanos y físicos

- Responsable: Epesista
- Colaboradores: Personal de la Municipalidad, DMP (COCODES, Catastro)
- Equipo: tabilla, ficha técnica, lápiz, metro, vehículos, GPS, computadora, AutoCad.

#### 4.1.6. Evaluación de la actividad

Previo a realizar la aplicación del método de medición se realizó la visita de campo para reconocer el área de estudio, posteriormente ya definida el área se procedió a la medición del caudal del río Quebrada Seca que fue aplicada en 3 ocasiones en distintas fechas mostradas en la tabla 12.

**Tabla 12 Medición de Caudal Río Quebrada Seca**

<b>Fecha de Estudio</b>	<b>Área de estudio</b>	<b>Caudal Estimado</b>
15 de Diciembre 2016	7.5x10 mts	0.906 m <sup>3</sup> /s
16 de Enero 2017	6.10x10 mts	0.578 m <sup>3</sup> /s
15 de Febrero 2017	5.90x10 mts	0.410 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Elaboración propia

Teniendo como resultado que el caudal del río varía en las fechas de estudio aun así siendo la misma área donde se realizó el estudio de medición pero con una variación del ancho del río y del caudal, la variación del cauce del Río se debe que en el mes de Diciembre la época de lluvia es mayor, por lo que en Enero y Febrero la época de invierno disminuye.



## 4.2. Elaboración de Instrumentos Ambientales

### 4.2.1. Descripción

La municipalidad de Puerto Barrios, en el gobierno municipal periodo 2016-2020 se tuvo el compromiso de realizar proyectos para beneficio del municipio de los cuales se elaboraron instrumentos ambientales en categoría “C” ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para su revisión y aprobación. Los proyectos de los cuales se realizaron EAI son los siguientes:

- Mejoramiento calle 5ª avenida, entre 17ª y 14ª calle, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento calle 12 avenida de 11 a 22 calle, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento calle frente a brigada de Infantería de Marina de 7ª a 9ª avenida y 9ª avenida de 1ª calle a calle frente a Brigada de Infantería de marina, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento cancha polideportiva barrio el Cangrejal, Puerto barrios, Izabal
- Construcción Gaviones de puente vehicular, aldea Machacas del Mar, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento calle de 6ª. A 14ª. Calle sobre 8a. Avenida y de 14 a 20 calle sobre calzada Justo Rufino Barrios, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento calle 9a. Avenida de 5a. A 7a. Calle, 5a. Calle de 7a. A 9a. Avenida, 7a. Avenida de 4a. Calle “a” a 5a. Calle, 1a. Calle de 6a. A 9a. Avenida, Puerto Barrios, Izabal
- Construcción Pasarela y Jardinización, Aldea entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal
- Mejoramiento de infraestructura para implementación de Centro y Monitoreo de Vigilancia para Seguridad Ciudadana, Puerto Barrios, Izabal.

### 4.2.2. Objetivo

- ✓ Elaboración de instrumentos de evaluación de impacto ambiental en categoría “C”

#### 4.2.3. Meta

La elaboración y entrega ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales del 100% de los instrumentos ambientales los cuales fueron 9.

#### 4.2.4. Procedimiento

- En la Dirección Municipal de Planificación se realizó la planificación de los proyectos, generando especificaciones, planos, costos, beneficiarios, etc.
- En la Unidad de Gestión Municipal Ambiental se revisó el expediente para la elaboración de la evaluación de impacto ambiental.
- Se determina mediante el listado taxativo la categoría a la que pertenece el proyecto al cual se realizara la Evaluación.
- Se realizó el formulario según la categoría del proyecto
- Se solicitó al departamento de Jurídico la declaración Jurada en donde el Alcalde Municipal aprueba el proyecto, así como la auténtica de los documentos que lo acreditan como alcalde municipal.
- Se conformaron los expedientes de los proyectos, se sacan 2 ejemplares más y en forma digital en 2 discos.
- Se presentan al MARN para la asignación de numeración de revisión.
- Ya revisado por el técnico del MARN, asigna fecha para la realización de la inspección ocular en el área del proyecto, verificando que se vaya a realizar lo que la documentación indica.
- Luego de la Revisión y visita de campo dictaminaron Factible o no el proyecto.

#### 4.2.5. Recurso humano y físico

Responsables: Jefe UGAM y Epesista

Colaboradores: Dirección Municipal de Planificación, Secretaria UGAM, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Equipo: computadora, impresora, hojas bond, folder y fastener, scanner, fotocopidora.

#### 4.2.6. Evaluación de la Actividad

Se realizaron las Evaluaciones ambientales iniciales de 9 proyectos, requisito importante en la planificación para la ejecución de los mismos, Dichas evaluaciones se presentaron al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la revisión y aprobación, el cual el Ministerio de Ambiente evalúa los impactos que el proyecto generara y establece medidas de mitigación en base al impacto al ambiente que pueda tener el proyecto en el área a ejecutar.

4.3. Censo Forestal en línea del tendido eléctrico de la Colonia Bethania hasta la entrada a la Aldea Entre Ríos.

#### 4.3.1. Descripción

Se realizó el censo forestal sobre la línea de tendido eléctrico empezando de la Colonia Bethania a la entrada a Aldea Entre Ríos, obteniendo datos cuantitativos y cualitativos del recurso forestal existente en dicha ruta, esto con el fin de conocer la existencia de bosque que afecte al tendido eléctrico existente y un posible cambio de cableado.

#### 4.3.2. Objetivo

Realizar el censo forestal sobre la línea de tendido eléctrico de la Colonia Bethania para la entrada a la Aldea Entre Ríos.

#### 4.3.3. Meta

Identificado el 100% de los árboles que se encuentran bajo el tendido eléctrico de Colonia Bethania a entrada Aldea Entre Ríos.

#### 4.3.4. Procedimiento

- Trabajo de Gabinete
- ✓ Se solicitó a la EEMPB la identificación del tendido eléctrico de la Colonia Bethania a la entrada a la Aldea Entre Ríos.
- ✓ En un cuadro Excel se elaboró las boletas de campo con las especificaciones siguiente: nombre común y nombre científico del árbol, altura y DAP, coordenadas.
- ✓ Se tabularan los datos que se obtengan en el trabajo de campo para estimar el volumen de la cobertura forestal, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Vol} = (D^2 * H) * \pi / 4 * F_m$$

- Trabajo de Campo
- ✓ Se inició en la entrada a Aldea Entre Rios para la Colonia Bethania, se identificaron los arboles mayores a 6 metros de altura y con un mínimo de 10 cm de diámetro
- ✓ Se tomaron los datos y se anotara en las boletas de campo.
- ✓ Se tabularon los datos recolectados.

#### 4.3.5. Recursos

Responsable: Epesista

Colaboradores: UGAM, EEMPB, Catastro Municipal, practicantes de la

Equipo: computadora, impresora, tabilla, boletas de campo, libreta de campo, lápiz, cinta métrica, GPS, mapas y croquis.

#### 4.3.6. Evaluación de la Actividad

En el municipio de Puerto Barrios el cableado de energía eléctrica tiene bastante tiempo de existencia por lo que ya es necesario realizar un cambio, pero por donde pasa dicho cableado existe cobertura forestal de gran altura que para efectos de seguridad deben de ser talados por tal motivo se realizo un censo de la cobertura existente por lo que se muestra en la tabla 13 indicando el nombre, volumen y coordenadas.

Tabla 13 Censo Forestal

<b>No.</b>	<b>DE</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>COORDENADAS</b>
<b>ARBOLES</b>			<b>CIENFICIO</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	
<b>1</b>	San Juan		Vochysia	4	17°38'25.67'' N
			guatemalensis		88°32'45.30'' O
<b>2</b>	San Juan		Vochysia	2	17°38'32.27'' N
			guatemalensis		88°32'48.60'' O

<b>2</b>	Palo de Jiote	Bursera simaruba	3	17°38'33.81'' N 88°32'49.42'' O
<b>1</b>	San Juan	Vochysia guatemalensis	6	17°38'35.46'' N 88°32'50.03'' O
<b>1</b>	Almendro	Prunus dulcis	1	17°38'47.41'' N 88°32'58.10'' O
<b>3</b>	Ficus	Ficus benjamina	9	15°39'47.86'' N 88°33'12.72'' O
<b>2</b>	Palmera Real	Roystonea regia	1.20	15°39'59.51'' N 88°33'34.66'' O
<b>1</b>	Huevo de toro	Mangifera indica	35	15°40'36.18'' N 88°34'03.13'' O
<b>3</b>	Palo de Jiote	Bursera simaruba	2	15°40'43.46'' N 88°34'18.28'' O
<b>2</b>	Cedros	Cedrella odorata	4	15°40'49.48'' N 88°34'29.88'' O
<b>1</b>	San Juan	Vochysia guatemalensis	2	15°41'04.04'' N 88°34'33.91'' O
<b>2</b>	Corozo	Bactris guineensis	5	15°41'15.75'' N 88°34'31.59'' O

#### 4.4. Educación Ambiental a COCODES y Establecimientos Educativos

##### 4.4.1. Descripción

Se impartieron charlas de educación ambiental a COCODES activos y establecimientos del área rural y urbana del municipio de Puerto Barrios, para crear una conciencia ambiental en la población para la puesta en práctica sobre los métodos de reciclaje existente, así contribuir a mejorar las condiciones ambientales del municipio.

##### 4.4.2. Objetivo

Crear conciencia y hábito de manejo de los desechos a la población en las comunidades para que con estas acciones poder contribuir a una mejora a las condiciones ambientales.

##### 4.4.3. Meta

Se impartieron 8 charlas de educación ambiental, 5 en Comunidades del área rural y urbana y 3 en establecimientos educativos de nivel primario y básico.

##### 4.4.4. Procedimiento

- Se solicitó en oficina de COCODES información sobre los COCODES activos de segundo nivel.
- Se seleccionaron de forma al azar los COCODES, se tuvo contacto con dichos alcaldes comunitarios.
- Se planificó la visita a la comunidad y establecimientos.
- Se preparó material audiovisual para impartir las charlas de acuerdo al tipo de persona a quien era dirigida.
- Se realizó la visita a las comunidades y establecimiento para impartir las charlas.

#### 4.4.5. Recursos humanos y físicos

Responsable: Epesista

Colaboradores: Dirección Municipal de Planificación (COCODES, UGAM) y practicantes.

Equipo: computadora, cañonera, pantalla, vehículo, mapas, marcadores, papel.

#### 4.4.6. Evaluación de la Actividad

La educación ambiental en el municipio es muy importante por lo que se realizó la visita a 5 Comunidades organizadas con sus COCODES teniendo un total de 300 personas y en 3 establecimientos educativos 2 de nivel primario y 1 de nivel básico atendiendo a un total de 500 estudiantes mostrados en la tabla 14 que se presenta a continuación.

**Tabla 14 Educación Ambiental**

No.	INSTITUCION	No. DE PERSONAS
1	COCODE San Pedro La Cocona	100
2	COCODE Frontera Las Pavas	75
3	COCODE San Miguelito	50
4	COCODE Aldea Punta de Palma	25
5	COCODE Aldea La Cocona	50
6	Escuela Agua Caliente	83
7	Escuela de Niñas 15 de Septiembre	198
8	Instituto Carlos Enrique Castillo Monge	219



#### 4.5. Caracterización de Desechos sólidos Domiciliares en el Municipio de Puerto Barrios, Izabal.

En el municipio de Puerto Barrios no existía una caracterización de los desechos sólidos que se generan y que llegan al botadero municipal, a través de la situación política entre el país de Honduras con la contaminación de sus playas por las grandes cantidades de desechos arrastrados por medio del río Motagua, la Asociación por el Derecho Ambiental y Agua (ADA2), preocupados porque no se tenía una cuantificación y clasificación hicieron la propuesta a la municipalidad de Puerto Barrios de realizar la Caracterización de los desechos Sólidos del municipio.

El procedimiento que se utilizó fue un muestreo completamente al azar, en donde se definieron colonias específicas tanto en el casco urbano como en el área rural a las cuales de forma al azar se visitaron viviendas en donde se solicitaba el contenedor de basura, se procedía a clasificar y posteriormente se pesaba cada estrato. Luego de realizar este procedimiento la asociación ADA2 procedió a la tabulación de los datos, teniendo como resultado que el 50% de los desechos son orgánicos, 35% material reciclable y 15% material no reciclable, datos establecidos en el informe de Caracterización de Desechos sólidos domiciliarios del municipio de Puerto Barrios, Morales, Amates y en Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique.

#### 4.6. Apoyo técnico en la creación de Mancomunidad de Izabal.

La mancomunidad de Izabal surgió a través de la visita de intercambio de experiencias del manejo de desechos sólidos que se realizó en el Departamento de Sololá y San Marcos, tomando como referencia que dichos departamentos a través de una mancomunidad han podido darle un manejo adecuado impulsando la caracterización desde su origen, por tal razón surgió la inquietud juntamente con los municipios de Morales y de Amates por lo que se organizó la primera reunión, en donde asistieron los miembros de los consejo municipales, los coordinadores de UGAM, Asesores Jurídicos de cada municipalidad y los representantes de ADA2.

Durante tres meses se organizó, se crearon de lineamientos y estatutos hasta llegar a la elección de la Junta Directiva, quedando conformada por los 3 alcaldes y por 2 miembros de cada concejo municipal.

El apoyo brindado a la creación de la mancomunidad consistió en propuestas técnicas para establecerlas en los lineamientos y estatutos creados con la finalidad del manejo integral de desechos y Residuos Sólidos, así como los mapas temáticos del ámbito geográfico de dicha mancomunidad.

#### 4.7. Elaboración de Perfiles de Proyectos de inversión pública.

La municipalidad de Puerto Barrios como ente rector y ejecutor de desarrollo del municipio es la que realiza la planificación de los proyectos de inversión pública para mejorar las condiciones del municipio por lo que dentro de la planificación se realizan los perfiles de los proyectos propuestos, estos basados bajo los lineamientos establecidos por SEGEPLAN. A continuación se detallan los perfiles elaborados:

- Mejoramiento cancha polideportiva barrio el Cangrejal, Puerto Barrios, Izabal
- Construcción gaviones de puente vehicular, aldea Machacas del Mar, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento calle de 6<sup>a</sup>. A 14<sup>a</sup>. Calle sobre 8a. Avenida y de 14 a 20 calle sobre calzada Justo Rufino Barrios, Puerto Barrios, Izabal.
- Mejoramiento calle 9a. Avenida de 5a. A 7a. Calle, 5a. Calle de 7a. A 9a. Avenida, 7a. Avenida de 4a. Calle “a” a 5a. Calle, 1a. Calle de 6a. A 9a. Avenida, Puerto Barrios, Izabal
- Construcción pasarela y jardinería, Aldea Entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal
- Mejoramiento de infraestructura para implementación de centro y monitoreo de vigilancia para seguridad ciudadana, Puerto Barrios, Izabal.
- Construcción sistema de alcantarillado sanitario barrio la Esperanza, Puerto Barrios, Izabal
- Construcción sistema de alcantarillado sanitario colonia el Milagro, Puerto Barrios, Izabal
- Construcción sistema de agua potable con perforación de pozo para abastecer a barrio el Rastro y el Estrecho, casco urbano, Puerto Barrios, Izabal

Los perfiles elaborados fueron utilizados para ingresar los expedientes de Estudios de Impacto Ambiental ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a SEGEPLAN para procesos de aprobación de proyectos para ejecución.

## 5. CONCLUSIONES

- Según Diagnostico ambiental realizado al municipio de Puerto Barrios se puede indicar que el área territorial es extenso y rico en recursos naturales, en el municipio se cubre con los servicios necesarios para la población en general, no en la totalidad ya que en algunas áreas del área rural aun no se tiene el servicio de energía eléctrica, agua potable, educación y salud. La municipalidad de Puerto Barrios funciona actualmente con sus mismas atribuciones, responsabilidades y objetivos que es velar por el bienestar del municipio, teniendo como inconveniente de no estar establecidos en un edificio municipal en las condiciones adecuadas ya que la ubicación actual es en un salón municipal de usos múltiples, por lo que esto es limitante para el cumplimiento del servicio adecuado hacia la comunidad.

La Unidad de Gestión Ambiental Municipal a pesar de ser nueva dentro de los servicios municipales cumple con las funciones establecidas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, así mismo es fuente de aprendizaje para estudiantes con carreras a fin ya que dicha unidad forma a practicantes.

- Durante la participación activa en la realización de actividades de EPS como apoyo a la Unidad de Gestión Ambiental Municipal, manifiesto que durante el tiempo establecido se realizaron las actividades propuestas así como actividades extras no planificadas que fueron otorgadas por parte de la Dirección Municipal de Planificación a la cual pertenece la Unidad de práctica, con el paso del tiempo la población ha adquirido más compromiso al realizar trámites administrativos legales

para la realización de actividades que puedan causar un impacto ambiental en el municipio como tala de árboles, consumo familiares, practica de rozas, autorizaciones de sonido e instalación de rótulos en área pública.

- Se Elaboró un proyecto a nivel de perfil denominado, Construcción sistema de agua potable con perforación de pozo para abastecer a barrio el Rastro y el Estrecho, casco urbano, Puerto Barrios, Izabal. Dicho perfil realizado es parte de los proyectos próximos a ejecutar en el municipio por parte de la Municipalidad de Puerto Barrios como uno de los beneficios que tendrá la población de los Barrios el Rastro y el Estrecho.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda se actualice la información del municipio de Puerto Barrios en relación a los servicios que la municipalidad presta, para poder determinar el alcance que dicha institución tiene en el área de influencia.
- Se recomienda se pueda realizar actividades de saneamiento ambiental en el municipio para contribuir con el desarrollo.
- Se recomienda que en la UGAM exista un POA, como guía para el funcionamiento anual de la unidad en base a sus funciones y atribuciones.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Barrow, N. (Septiembre de 2016). Aguas Residuales en Puerto Barrios. (B. Ramos, Entrevistador)
- Belteton, L. (Septiembre de 2016). Empresa Electrica Municipal. (B. Ramos, Entrevistador)
- Campbell. (1998). *Plan Maestro Cerro San Gil*.
- CONAP. (2011). *Base fundamental para el bienestar de la sociedad guatemalteca* . Guatemala: CONAP/ZOOTRPIIC,360 pp.
- CONDE, I. F. (2013). *Manual de Procedimientos UGAM*. Municipalidad de Puerto Barrios.
- FUNDAECO. (2006). *Especies Amenazadas en la Reserva de Manantiales Cerro San Gil*. Izabal.
- Hernández, S. (2016). *Historia de Puerto Barrios*. Municipalidad de Puerto Barrios.
- Ibáñez, I. R. (2013). *Geología Aplicada*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- INE (2002). Plan de Desarrollo Municipal. Puerto Barrios, Izabal.
- INEC (2007). *Instituto Nacional de Ecología*. Recuperado el Septiembre de 2016, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/344/anexo3.html>
- INSIVUMEH. (2010). *Portal Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología*. Recuperado el Septiembre de 2016
- Regalado, L. L. (2015). *Análisis de Calidad de Agua*. Puerto Barrios.
- SEGEPLAN (2011). Plan de Desarrollo Municipal. Puerto Barrios. Guatemala.
- Zaparolli, O. A. (2006). Contribucion al Aprovechamiento de Leña en la Comunidad Milla Cuatro, Puerto Barrios Izabal. Guatemala, Puerto Barrios: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- RIC (2009). Diagnostico territorial del Municipio de Puerto Barrios. Registro de Información Catastral de Guatemala. Guatemala.
- Empresa Municipal de Agua Potable (2015). Informe de Análisis de Agua para consumo humano 2015. Municipalidad de Puerto Barrios.

## **8. APENDICE**

### **PROYECTO A NIVEL DE PERFIL**

#### **NOMBRE DEL PROYECTO**

Construcción sistema de agua potable con perforación de pozo para abastecer a Barrio el Rastro y el Estrecho, casco urbano, Puerto Barrios, Izabal.

#### **INSTITUCION RESPONSABLE**

Consejo De Desarrollo

#### **UNIDAD EJECUTORA RESPONSABLE**

Municipalidad De Puerto Barrios

#### **DETERMINACION Y ANALISIS DE ACTORES**

En el proyecto tendrá participación de la municipalidad de Puerto Barrios en la planificación del proyecto, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en dictaminar la factibilidad ambiental del proyecto, el ministerio de Salud en extender aval del ente recto, el Consejo de Desarrollo Departamental como parte financiante y el consejo comunitario de desarrollo del barrio la esperanza como beneficiarios del proyecto

#### **8.2. DIAGNOSTICO**

##### **8.2.1. ANTECEDENTES**

El Barrio el Rastro y el Estrecho está ubicado en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, es de fácil acceso por sus vías en condiciones adecuadas y puede realizarse por la 5ª, 6ª y 7ª avenida en Puerto Barrios, entre las necesidades que los habitantes que los dos barrios necesitan de manera prioritaria el abastecimiento de agua potable para consumo familiar.

Actualmente en el Barrio El Rastro y El Estrecho, en el casco urbano de Puerto Barrios existen limitadas condiciones para que las familias puedan abastecerse de agua, ya que el proyecto existente a colapsado y no puede cubrir la demanda de la población tanto en verano como en invierno, por lo que los vecinos se ven en la necesidad de acarrear el agua o comprarla a distribuidores, el costo de esta agua es muy elevado y esto ha afectado la economía familiar al mismo tiempo las familias que acarrear el agua lo hacen de depósitos insalubres arriesgando a que sus hijos padezcan de enfermedades gastrointestinales por el consumo de agua de mala calidad, es por eso que el interés de la comunidad es mejorar su calidad de vida por medio de un proyecto que les pueda llevar a sus hogares el agua apta para el consumo humano, por lo que el Consejo Comunitario de Desarrollo ha solicitado a la

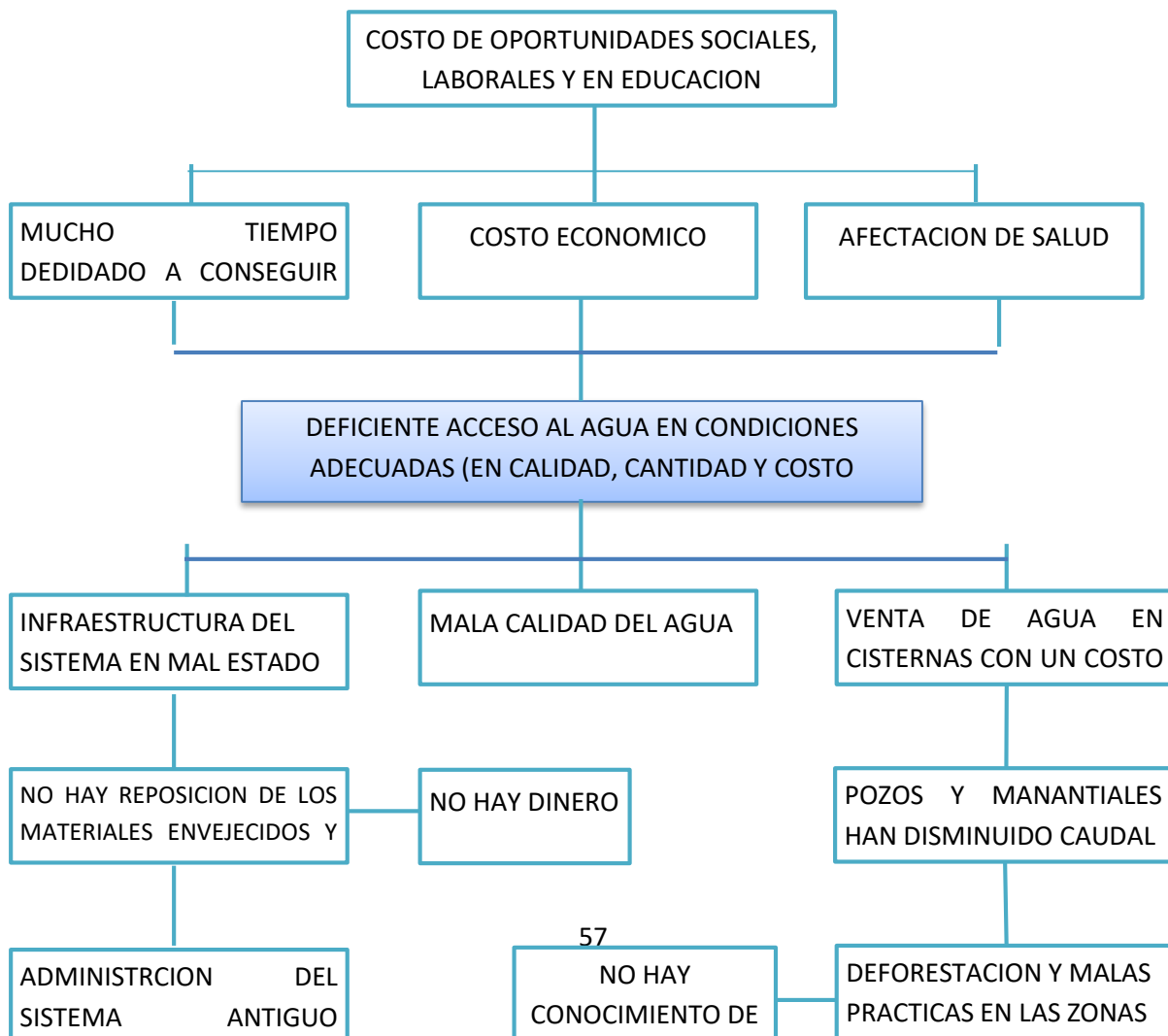


municipalidad de Puerto Barrios, el proyecto de Construcción Sistema de agua potable con la finalidad de resolver el problema, brindar salud a los habitantes y mejorar el desarrollo comunitario.

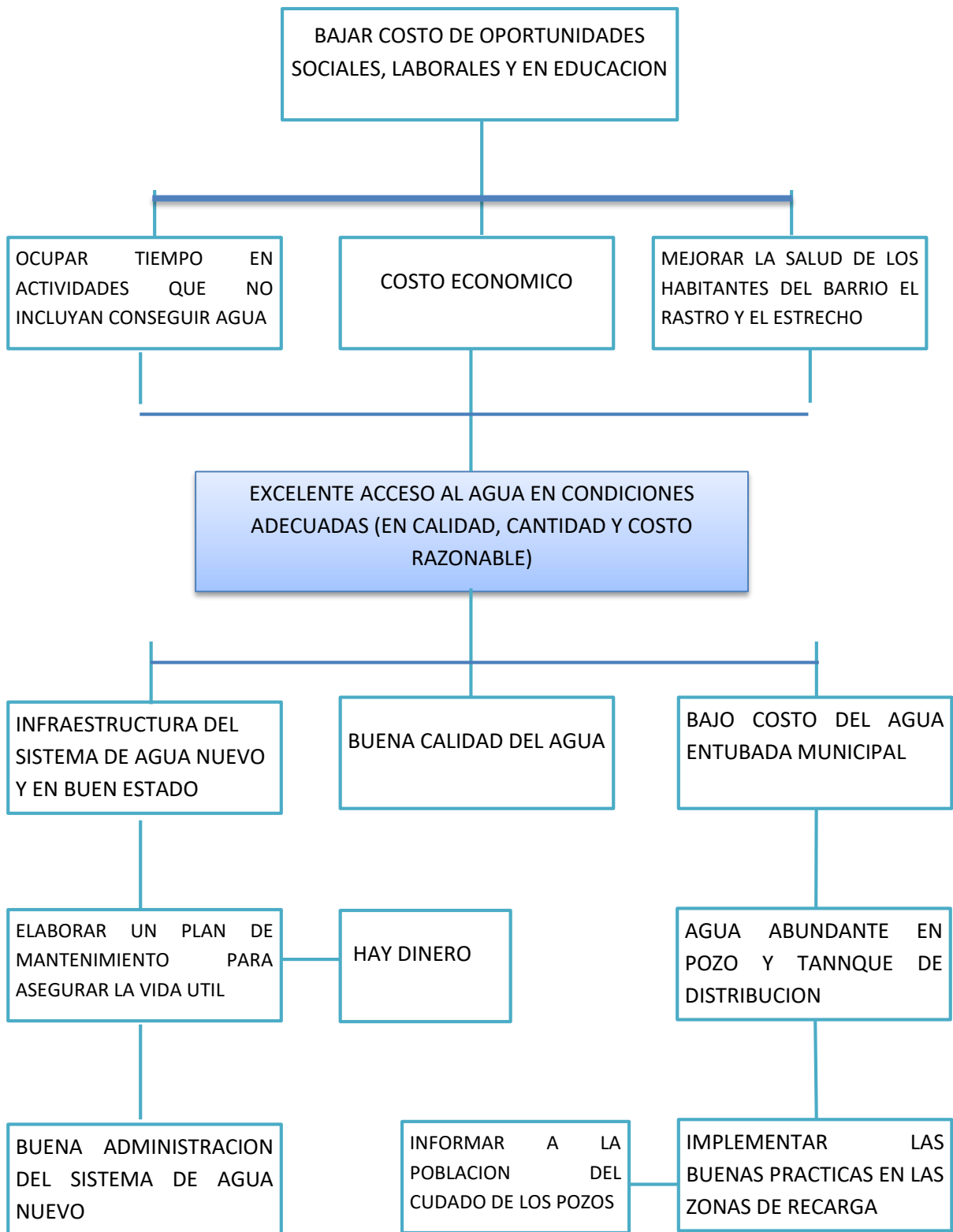
### Análisis de la problemática

En el Barrio el Rastro y el Estrecho el problema de falta de agua provoca en las familias gastos económicos ya que se ven en la necesidad de la compra del vital líquido, en la proliferación de vectores por mantener agua almacenada en condiciones que no son las adecuadas que esto provoca enfermedades como cólera, tifoidea y enfermedades gastrointestinales afectando más a los niños de 0 a 10 años esto ha afectado su preparación educacional, además tener que comprar el agua para los vecinos representa un gasto muy elevado y esto ha afectado mucho la economía de las personas, y en otras ocasiones a algunas personas acarrear el agua es un riesgo eminente ya que se somete a los niños y mujeres a peligros como caídas y otros riesgos. A continuación se grafica las causas y efectos que puede tener el inadecuado acceso al agua potable.

### ARBOL DE PROBLEMAS



## ARBOL DE OBJETIVOS



## CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA

### DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.

El Barrio el Rastro y el Estrecho se encuentra dentro del caso urbano del municipio de Puerto Barrios, Izabal, ubicado a 300 km. de la ciudad de Guatemala, al nororiente de la República, en los recodos de la bahía de Amatique en el Océano Atlántico; el municipio tiene una extensión territorial de 1,292 km<sup>2</sup>, Puerto Barrios, cabecera departamental, se localiza en las coordenadas geográficas: Latitud Norte 15°44'06'', Longitud Oeste 88°36'17''. El clima es cálido con una temperatura media de 26°C, dichos barrios se ubican en las cercanías de la zona costera.

### ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS

Para Puerto Barrios el INE reporto en el 2002 reporto un total de 84,725 habitantes, la población para el 2016 de: 115,126 habitantes de los cuales 56,147 son hombres (48.77%) y 58,979 (51.23%) son mujeres y en el Barrio el Rastro habitan 1,925 personas y en el Barrio el Estrecho habitan 2,310 personas comprendidas en diferentes edades.

Según proyección de censo del 2012 la densidad poblacional es de 84 habitantes por km<sup>2</sup>, significativamente menor a la densidad nacional (103/km<sup>2</sup>); es uno de los municipios más poblados de Izabal (segundo después de morales), este calificativo se explica porque la densidad poblacional es alta en relación a la extensión geográfica, en este municipio se puede observar que la mayor concentración poblacional se encuentran en las áreas urbanas principalmente en el casco urbano y la de santo tomas de castilla, esta situación permite hacer una comparación con el índice de ruralidad que es del 40% considerado el más bajo del departamento y la región.

En Puerto Barrios se ha identificado que 43,747 habitantes, el 38% de la población, integran la población económicamente activa- PEA -, de este se reporta que el 99 de cada 100 se encuentran ocupados situación contradictoria con la realidad, porque se evidencia que existe desempleo y empleo informal, en el Barrio el Rastro y el Estrecho la población se dedica a diferentes actividades para percibir ingresos económicos para el sostenimiento familiar, una de las actividades es empleo formal en empresas constituidas en el municipio, empleo informales como negocios familiares de venta de comida, bebidas y de productos exportados y las actividades pesqueras.

En el Barrio el Rastro y el Estrecho están organizados por medio de su Consejo Comunitario de Desarrollo, legalmente inscrito en la oficina de personas jurídicas y

COCODES en la municipalidad de Puerto Barrios, contando con alcalde comunitario encargado de velar por el desarrollo de la comunidad.

## **SERVICIOS**

El Barrio el Rastro y el Estrecho ubicado en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, no cuenta con sanatorios clínicos, ni con hospitales públicos o privados, estos están ubicados aproximadamente a 5 km, dentro del barrio el Rastro se encuentra la Clínica Municipal que presta servicio a toda la comunidad del puerto así mismo cuenta con una escuela de educación preprimaria y de primaria solamente de niñas, no se cuenta con establecimientos de educación media ni superior, el abastecimiento de agua potable es muy escaso que las familias optan por comprar y almacenar en recipientes inadecuados y en muy pocos casos con pozos artesanales, el servicio de energía eléctrica es abastecido por la empresa eléctrica municipal, en el barrio el Rastro y el Estrecho no se cuenta con alcantarillado sanitario por lo que las aguas de origen doméstico drenan directamente a cuerpos receptores, las vías de acceso al barrio es por medio de calles y avenidas no todas totalmente asfaltadas ya que hay existencia de terracería, existe transporte público el cual recorre parte de las calles de dichos barrios.

## **DETERMINACION DE POBLACION**

En el municipio de Puerto Barrios según la proyección realizada en base al censo del INE 2002 es de 115,126 habitantes y la población establecida en el barrio el Rastro es de 1,925 habitantes y en el Barrio el Estrecho es de 2,310 habitantes, en donde prevalece la comunidad garífuna.

## **POBLACION DE REFERENCIA**

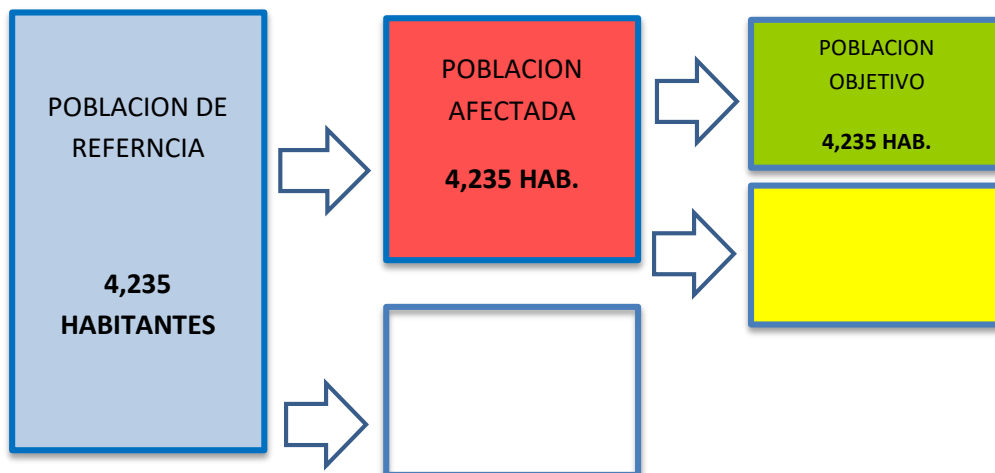
En barrio el Rastro y el Estrecho está establecida con un total de 4,235 habitantes siendo el total de la población que está siendo afectada por el problema de la inadecuada distribución de agua potable.

## **POBLACION OBJETIVO**

La población que podrá ser atendida ante el problema del mal manejo de las aguas residuales es de 4,235 habitantes, población total para cubrir el servicio de distribución de agua potable.

## POBLACION POSTERGADA O NO ATENDIDA

La población que no podrá ser atendida es de 0 habitantes ya que el proyecto está contemplado cubrir la totalidad de la población con un sistema adecuado de agua potable.



## DESAGREGACION DE LA POBLACION OBJETIVO

La población directamente beneficiada es de 4,235 habitantes, lo que se presenta en el siguiente cuadro:

a) Barrio El Rastro

SEXO	O A 14 AÑOS	15 A 64 AÑOS	MAYOR DE 65 AÑOS	TOTAL
HOMBRES	425	493	39	957
MUJERES	407	520	41	968

b) Barrio El Estrecho

SEXO	O A 14 AÑOS	15 A 64 AÑOS	MAYOR DE 65 AÑOS	TOTAL
HOMBRES	510	592	47	1,149
MUJERES	489	624	48	1,161

## BENEFICIARIOS INDIRECTOS

La población que será beneficiada de forma indirecta son 4,000 habitantes comprendidas en las colonias y barrios aledaños al proyecto, ya que estas en un futuro podrían formar parte del proyecto para ser beneficiadas.

## DESAGREGACION DE LOS BENEFICIARIOS INDIRECTOS

<b>No.</b>	<b>COLONIA O BARRIO</b>	<b>HABITANTES</b>
1	LOMA LINDA	1,300
2	BARRIO EL CENTRO	400
3	BARRIO LA CUEVITA	300
4	BARRIO LAS CHAMPAS	2,000

## JUSTIFICACION DEL PROYECTO

### SITUACION SIN PROYECTO

La carencia de un sistema de agua potable genera condiciones que predisponen a sus pobladores a enfermedades gastrointestinales por consumo de agua de mala calidad, específicamente a los niños y ancianos que son los más vulnerables, así mismo deben acarrear el agua de ríos o quebradas que se encuentran fuera de la cabecera municipal sin darle ningún tratamiento y tomando riesgos para poder abastecer a las familias que necesitan del vital líquido, los que tienen disponibilidad en recursos compran garrafones a las distribuidoras, otros esperan las lluvias para llenar tanques lo que en tiempo de verano es escasa.

### SITUACION CON PROYECTO

Los habitantes mejoran su calidad de vida, ya que cuentan con un servicio accesible hasta la comodidad de los hogares además se contribuirá a reducir el índice de enfermedades gastrointestinales en la población ya que la captación se hará desde un pozo mecánico donde no hay presencia de contaminantes, ya que también estará clorada para mejorar la calidad del agua.

## **ANALISIS DE ALTERNATIVAS**

### **IDENTIFICACION DE ALTERNATIVAS**

En los proyectos de agua potable, la alternativa de solución es única y consiste en brindar el servicio de agua segura para cubrir la necesidad de la población, pero es necesario analizar las alternativas tecnológicas más apropiadas, dependiendo de criterios geográficos, sociales, económicos, etc.

- a) Construcción de un pozo mecánico y red de distribución nueva
- b) Mejorar el sistema de agua potable existente
- c) Construir Pozos Artesanales con Bombas Manuales

## **ANALISIS DE ALTERNATIVAS**

### **CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA CON POZO MECANICO**

Estos sistemas abastecen con agua de buena calidad que no requiere un tratamiento muy sofisticado previo a su consumo, además gracias al manto freático en puerto barrios se puede tener un caudal apropiado y por mucho tiempo y debido al tipo de suelo el índice de recarga es muy elevado.

### **COMPONENTES**

- Captación (Pozo)
- Estación de Bombeo de Agua
- Línea de Conducción o Impulsión
- Tanque de Distribución
- Red de Distribución
- Conexiones Domiciliares y/o piletas públicas

### **VENTAJAS**

- Bajo costo en tratamiento
- Menor riesgo a contraer enfermedades
- No requiere de demasiado personal para su funcionamiento

### **DESVENTAJAS**

- Requiere elevada inversión para su implementación
- Tarifas de servicio elevadas pero bajas comparadas con comprar agua a terceros

## **MEJORAR EL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE**

El sistema existente funciona a través de bombas de impulsión y no abastece a los barrios por completo, además la tubería ya supero su vida útil y se encuentra en malas condiciones. Otra de las cosas que afecta es que la fuente ya no se da abasto para ofrecer un servicio adecuado.

### **COMPONENTES**

- Bombas de impulsión
- Red de Distribución nueva
- Conexiones Domiciliares y/o piletas públicas

### **VENTAJAS**

- Bajo costo de inversión inicial
- Requiere de operación y mantenimiento reducido

### **DESVENTAJAS**

- Podría haber contaminación por la tubería usada
- Tiempo de vida útil reducido debido a la tubería existente
- Por el origen del agua podría no cumplir con la norma COGUANOR NGO 29001

## **POZOS ARTEZANALES CON BOMBAS MANUALES**

Son soluciones compuestas por pozos perforados o excavados debidamente protegidos, que pueden ser del tipo familiar o multifamiliar. Dependiendo del tipo de protección del pozo y de la presencia de puntos de contaminación, el agua debe ser desinfectada antes de ser destinada al consumo humano directo.

### **VENTAJAS**

- Bajo costo inicial

### **DESVENTAJAS**

- Los acuíferos cercanos a la superficie están contaminados
- No sería agua potable
- Su periodo de vida útil seria de tan solo 5 años



## **ALTERNATIVA SELECCIONADA**

Al revisar las tres alternativas, para contribuir a alcanzar el objetivo general, dio como resultado la elección de la primera alternativa: “CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA CON POZO MECANICO” la alternativa seleccionada fue basada en las ventajas que esta tiene como bajo costo de mantenimiento, bajo costo de operación y menores probabilidades de contaminación, en comparación de las otras alternativas en donde su costo inicial es elevado y al mismo tiempo su costo de operación y mantenimiento es elevado.

## **FORMULACION DEL PROYECTO**

### **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

Introducción de 17,810.74 metros lineales de tubería de 1 ¼, 2 y 4 pulgadas con una resistencia de 160 PSI, Construcción de pozo mecánico de 800 pies de profundidad, un tanque de 215 m<sup>3</sup> y un tanque elevado de 80m<sup>3</sup> de capacidad, 25 cajas de registro, instalación y suministro de bomba de 6 etapas con motor trifásico 480 de 100 Hp, una bomba de 7Hp para el tanque elevado y la colocación de 3 postes de 35 pies de concreto con 1200 ml de cable triplex No. 2 de baja tensión.

### **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al desarrollo del área urbana del municipio de Puerto Barrios mediante la construcción del sistema de agua potable para el Barrio El Rastro y El Estrecho, por medio del cual se puede reducir el índice de enfermedades gastrointestinales en los niños de 0 a 10 años y les permita un estilo de vida saludable en su ambiente.

#### **OBJETIVO ESPECIFICO O INMEDIATO**

- Mejorar el servicio de agua potable del casco urbano con el fin de promover, fortalecer y generar mejoras en la salud de los habitantes.
- Dotar de agua apta para consumo humano a la población del Barrio el Rastro y el Estrecho de Puerto Barrios.
- Contribuir a mejorar la salud de los niños y niñas de la cabecera municipal de Puerto Barrios mediante la dotación de agua potable.

## **METAS**

Mejoramiento de 17,810.74 metros lineales de tubería de 1 ¼, 2 y 4 pulgadas con una resistencia de 160 PSI, Construcción de pozo mecánico de 800 pies de profundidad y tanque elevado de 363 m<sup>3</sup>, beneficiando a 4,235 habitantes de forma directa.

## **RESULTADOS**

- Ahorro familiar en los gastos de salud.
- Vida Saludable en la población.
- Oportunidad de desarrollo para las familias al poder realizar otras actividades.
- Mejor imagen de la localidad.

## **ESTUDIO DE MERCADO**

### **ANALISIS DDE LA DEMANDA ACTUAL**

La demanda está representada por 4,235 habitantes conforman el Barrio el Rastro y el Estrecho en el municipio de Puerto Barrios, este tipo de proyecto no permite la satisfacción de la necesidad de la población de otra forma más que con la introducción de 17,810.74 metros lineales de tubería que ayudara a mejorar que las mujeres y niños dejen de tomar agua de mala calidad y que se enfrentes a riesgos día a día al acarrearla.

### **ANALISIS DE LA OFERTA ACTUAL**

Actualmente no existe un sistema de distribución de agua potable en el Barrio el Rastro y el Estrecho que sea en condiciones adecuadas para el bienestar de la población ya que las familias recurren a la compra del vital líquido a empresas distribuidoras en pipas y este es almacenado en recipientes inadecuados, la población recurre a la compra hasta dos veces por semana según la cantidad de personas que habitan la vivienda y el uso que se realice.

### **DEMANDA INSATISFECHA**

Se cubrirá la necesidad del sistema de distribución de agua potable a un total de 4,235 habitantes total de personas que habitan en el Barrio el Rastro y el Estrecho que carecen del vital líquido.

## DEMANDA FUTURA

En el barrio el Rastro y el Estrecho si no se atiende a los 4,235 habitantes que son los afectados con el problema de la mala distribución de agua potable puede continuar existiendo la proliferación vectores por almacenamiento de agua en condiciones inadecuadas que conllevan a enfermedades, perdidas económicas familiares por incurrir en gastos de compra del vital líquido, pero realizando el proyecto de la distribución adecuada de agua potable se evitara que los problemas mencionados.

La población afectada es de 4,235 personas y a continuación se le presenta la proyección de la demanda futura en el siguiente cuadro.

### DEMANDA FUTURA BARRIO EL RASTRO

No.	AÑOS VIDA UTIL	POBLACION BASE	TASA DE CRECIMIENTO	CRECIMIENTO POR AÑO
0	2017	2,310	0.023	53
1	2018	2,363	0.023	54
2	2019	2,417	0.023	56
3	2020	2,473	0.023	57
4	2021	2,530	0.023	58
5	2022	2,588	0.023	60
6	2023	2,648	0.023	61
7	2024	2,709	0.023	62
8	2025	2,771	0.023	64
9	2026	2,835	0.023	65
10	2027	2,900	0.023	67
11	2028	2,966	0.023	68
12	2029	3,035	0.023	70
13	2030	3,105	0.023	71
14	2031	3,176	0.023	73
15	2032	3,249	0.023	75
16	2033	3,324	0.023	76
17	2034	3,400	0.023	78
18	2035	3,478	0.023	80
19	2036	3,558	0.023	82
20	2037	3,640	0.023	84

## DEMANDA FUTURA BARRIO EL ESTRECHO

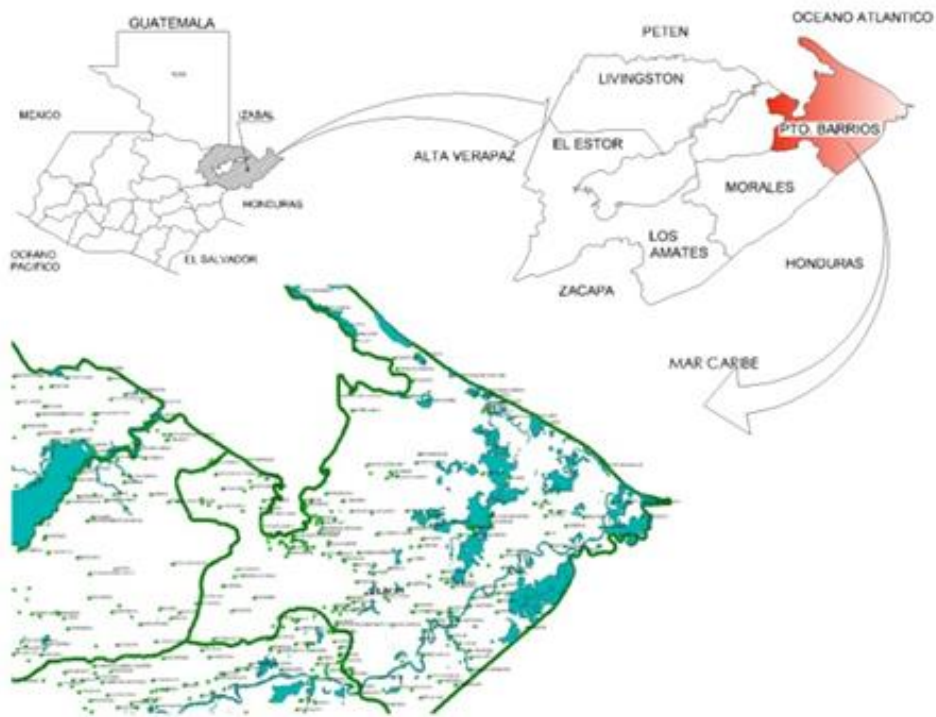
No.	AÑOS VIDA UTIL	POBLACION BASE	TASA DE CRECIMIENTO	CRECIMIENT O POR AÑO
0	2017	1,925	0.023	44
1	2018	1,969	0.023	45
2	2019	2,015	0.023	46
3	2020	2,061	0.023	47
4	2021	2,108	0.023	48
5	2022	2,157	0.023	50
6	2023	2,206	0.023	51
7	2024	2,257	0.023	52
8	2025	2,309	0.023	53
9	2026	2,362	0.023	54
10	2027	2,417	0.023	56
11	2028	2,472	0.023	57
12	2029	2,529	0.023	58
13	2030	2,587	0.023	60
14	2031	2,647	0.023	61
15	2032	2,707	0.023	62
16	2033	2,770	0.023	64
17	2034	2,833	0.023	65
18	2035	2,899	0.023	67
19	2036	2,965	0.023	68
20	2037	3,033	0.023	70

## ESTUDIO TECNICO

### LOCALIZACION DEL PROYECTO (MACRO LOCALIZACION, MICRO LOCALIZACION Y COORDENADAS GEOGRAFICAS)

El proyecto será localizado en el Barrio el Rastro y el Estrecho, ubicado en el casco urbano del municipio de Puerto Barrios, Izabal.

## MACRO LOCALIZACION



## MICRO LOCALIZACION



## COORDENADAS GEOGRAFICAS

COORDENADAS GEOGRAFICAS	LOCALIZACION
Latitud Norte 15°43'53.20" Latitud Oeste 88°35'43.03"	Área de localización de Pozo
Latitud Norte 15°43'55.72" Latitud Oeste 88°35'42.19"	Inicio del sistema del Proyecto
Latitud Norte 15°44'23.47" Latitud Oeste 88°35'51.42"	Intermedio del sistema del Proyecto
Latitud Norte 15°44'29.87" Latitud Oeste 88°35'39.21"	Final del sistema del Proyecto

## TAMAÑO OPTIMO DEL PROYECTO

Se contempla que los 17,810.74 metros lineales de tubería solicitados para el proyecto son de óptima utilización pues cubre las demandas de las necesidades existentes, se espera que el proyecto pueda atender a 6,673 habitantes y su periodo de vida sea de 20 años, además por ser un proyecto de servicio de agua estará habilitada las 24 horas.

## TECNOLOGIA

Para el proyecto se utilizaran recursos tecnológicos de distintos tipos, mano de obra calificada, materiales de buena calidad como tubería de pvc y sus accesorios, cemento, pedrín, arena, hierro y otros materiales, se utilizara maquinaria para la instalación de la tubería, estación total para la topografía, camiones para transporte de materiales y material extraído y todo el proyecto será supervisado por la municipalidad de Puerto Barrios.

## PRESUPUESTO DE INVERSION

### FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Inversión del proyecto: Q 5, 470,310.87

Fuente de financiamiento: Consejo de Departamental de Desarrollo y Municipalidad de Puerto Barrios.

COFINANCIANTES	MONTO A COFINANCIAR	PORCENTAJE
Consejo Departamental de Desarrollo	Q 5,213,206.26	95.30%
Municipalidad	Q 257,104.61	4.70%
Consejo Comunitario de Desarrollo	Q 0.00	0.00%
<b>TOTAL</b>	Q 5,470,310.87	100.00%

## RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO

RESUMEN DE LISTA DE RENGLONES DE TRABAJO					
NOMBRE : CONSTRUCCION SISTEMA DE AGUA POTABLE					
CON PERFORACION DE POZO PARA ABASTECER					
A BARRIO EL RASTRO Y EL ESTRECHO CASCO					
UBICACION : PUERTO BARRIOS , GUATEMALA					
FECHA : MARZO DEL 2017					
<b>GENERALES</b>					
ID	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	ROTULO DE IDENTIFICACION DE PROYECTO	UNIDAD	1.00	Q 4,130.00	Q4,130.00
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM	18.80	Q 1,364.43	Q25,651.28
<b>CONDUCCION</b>					
3	PERFORACION DE POZO MECANICO DE SUCCION A 800 PIES DE PROFUNDIDAD, CON DIAMETRO DE 8".	unidad	1.00	Q 748,524.00	Q748,524.00
4	CONSTRUCCION DE 2 CASETA DE BOMBEO	UNIDAD	2.00	Q 21,634.36	Q43,268.72
5	EQUIPAMIENTO DE POZO MECANICO Y COLOCACION DE EQUIPO 60 HP DE BOMBEO Y DE 7.5 HP DE RE BOMBEO A TANQUE ELEVADO.	UNIDAD	1.00	Q 299,909.05	Q299,909.05
6	CLORIFICADOR DE TABLETAS MODELO 300-29X, DE 200 GALONES	UNIDAD	1.00	Q 14,060.20	Q14,060.20
7	CONSTRUCCION DE CISTERNA DE ALMACENAJE DE 200 M3	UNIDAD	1.00	Q 418,807.41	Q418,807.41
8	CONSTRUCCION DE TANQUE LEVADO DE 60.00 m3 a 10.00 m DE ALTURA	UNIDAD	1.00	Q 511,109.20	Q511,109.20
9	CIRCULACION DE AREA PARA TANQUE DE ALMACENAJE Y TANQUE ELEVADO.	M2.	189.45	Q 922.67	Q174,799.83
10	CIRCULACION DE AREA DE POZO Y CASETA DE BOMBEO	M2.	129.24	Q 1,030.12	Q133,132.71
11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA HG Ø 4" TL	ML.	230.82	Q 389.82	Q89,978.25
12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 4" 160 PSI.	ML.	147.86	Q 174.83	Q25,850.36
<b>DISTRIBUCION</b>					
13	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 6" 160 PSI	M.L.	692.37	Q 272.71	Q188,816.22
14	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 4" 160 PSI	M.L.	2157.77	Q 167.40	Q361,210.70
15	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 2" 160 PSI	M.L.	7215.50	Q 96.89	Q699,109.80
16	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 1 1/4" 160 PSI	M.L.	8355.37	Q 82.10	Q685,975.88
17	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 1/2" 315 PSI	M.L.	1920.00	Q 77.08	Q147,993.60
18	CAJAS PARA VALVALVA DE 1 1/4" A 4"	UNIDAD	122.00	Q 1,291.50	Q157,563.00
19	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE 4" Br.	UNIDAD	1.00	Q 6,196.40	Q6,196.40
20	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE 2" Br.	UNIDAD	50.00	Q 1,058.75	Q52,937.50
21	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE 1 1/4" Br.	UNIDAD	71.00	Q 610.40	Q43,338.40
22	DEMOLICION DE PAVIMENTO EXISTENTE	M2	2112.00	Q 81.20	Q171,494.40
23	REPARACION DE PAVIMENTO DE DEMOLICION	M3	158.40	Q 1,943.95	Q307,921.68
24	ACCESORIOS EN LINEA DE DISTRIBUCION	UNIDAD	3103.00	Q 51.09	Q158,532.27
<b>COTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q5,470,310.87</b>

Fuente: Municipalidad de Puerto Barri

UBICACION - PUERTO BARRIOS, GUATEMALA		PRIMER AÑO														
FECHA - MARZO DEL 2017		MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12			
ID	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO	TIEMPO EN SEMANAS	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12
1	ROTULO DE IDENTIFICACION DE PROYECTO	UNIDAD	Q4,130.00	1	■											
2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM	Q26,661.28	1	■											
3	PERFORACION DE POZO MECANICO DE SUCCION A 800 PIES DE PROFUNDIDAD, CON	unidad	Q746,324.00	24		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	CONSTRUCCION DE CASETA DE BOMBEO	UNIDAD	Q43,268.72	24		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	EQUIPAMIENTO DE POZO MECANICO Y COLOCACION DE EQUIPO 60 HP DE BOMBEO	UNIDAD	Q299,309.05	24		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	CLORIFICADOR DE TABLETAS MODELO 300-20X DE 200 GALONES	UNIDAD	Q14,080.20	2			■	■								
7	CONSTRUCCION DE CISTERNA DE ALMACENAJE DE 200M3	UNIDAD	Q418,807.41	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	CONSTRUCCION DE TANQUE LEVADO DE 60.00m3 a 10.00m DE ALTURA	UNIDAD	Q511,109.20	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	CIRCULACION DE AREA PARA TANQUE DE ALMACENAJE Y TANQUE ELEVADO.	M2	Q141,709.93	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	CIRCULACION DE AREA DE POZO Y CASETA DE BOMBEO	M2	Q133,132.71	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 4" TL	ML	Q89,976.25	2			■	■								
12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 4" 160 PSI	ML	Q26,660.96	2			■	■								
13	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 6" 160 PSI	M.L.	Q188,816.22	4			■	■								
14	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 4" 160 PSI	M.L.	Q267,210.70	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
15	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 2" 160 PSI	M.L.	Q689,109.90	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
16	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 1 1/4" 160 PSI	M.L.	Q666,975.88	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
17	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC Ø 1/2" 315 PSI	M.L.	Q147,983.60	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
18	CAJAS PARA VALVULA DE 1 1/4" A 4"	UNIDAD	Q197,563.00	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
19	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE 4" Br.	UNIDAD	Q61,196.40	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
20	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE 2" Br.	UNIDAD	Q52,397.50	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
21	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VALVULAS DE 1 1/4" Br.	UNIDAD	Q43,338.40	24			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
22	DEVOLUCION DE PAVIMENTO EXISTENTE	M2	Q71,484.40	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23	PREPARACION DE PAVIMENTO DE DEVOLUCION	M3	Q397,921.68	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
24	ACESORIOS EN LINEA DE DISTRIBUCION	UNIDAD	Q186,332.27	12			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MONTO DEL PROYECTO			Q5,470,310.87													
INVERSION MENSUAL			Q227,064.62		Q48,172.79	Q57,794.96	Q435,462.54	Q388,258.49	Q370,414.29	Q465,378.94	Q465,378.94	Q465,378.94	Q465,378.94	Q465,378.94	Q465,378.94	Q465,378.94
PORCENTAJE DE INVERSION MENSUAL			5.98%	8.16%	10.75%	7.96%	7.10%	7.10%	10.45%	8.51%	8.51%	8.51%	8.51%	8.51%	8.51%	8.51%
INVERSION MENSUAL ACUMULADO			Q227,064.62		Q73,237.41	Q1,361,022.37	Q1,796,484.91	Q2,184,743.40	Q2,573,001.89	Q3,143,415.77	Q3,609,795.11	Q4,074,174.05	Q4,539,552.99	Q5,004,931.93	Q5,470,310.87	Q5,470,310.87
PORCENTAJE DE INVERSION MENSUAL ACUMULADO			5.98%	14.14%	24.88%	32.84%	39.94%	47.04%	57.46%	65.97%	74.48%	82.99%	91.49%	100.00%	100.00%	100.00%



## ACTIVIDADES DE CIERRE DE PROYECTO

Al momento de concluir el proyecto, se realizará el respectivo informe por parte de la unidad ejecutora a efecto de realizar la correspondiente acta de recepción, y extender el finiquito a la empresa constructora, toda vez la obra se encuentre en condiciones acordes a especificaciones técnicas y documentos técnicos.

## VIDA UTIL DEL PROYECTO

El proyecto del sistema de Distribución de Agua potable en el Barrio el Rastro y el Estrecho tendrá una vida útil de 20 años a partir de su funcionamiento.

## VALOR ACTUAL DE COSTOS

TASA DE ACTUALIZACIÓN  
PERIODO:

0.12  
20

VALOR ACTUAL DE COSTOS (VAC)				
VIDA UTIL DEL PROYECTO	INVERSION INICIAL	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FACTOR DE ACTUALIZACIÓN AL 12 %	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ACTUALIZADOS
2017	Q 5,470,310.87		1.0000	Q 5,470,310.87
2018		Q 1,160,000.00	0.8929	Q 1,035,714.29
2019		Q 1,252,800.00	0.7972	Q 998,724.49
2020		Q 1,353,024.00	0.7118	Q 963,055.76
2021		Q 1,461,265.92	0.6355	Q 928,660.91
2022		Q 1,578,167.19	0.5674	Q 895,494.45
2023		Q 1,704,420.57	0.5066	Q 863,512.50
2024		Q 1,840,774.21	0.4523	Q 832,672.77
2025		Q 1,988,036.15	0.4039	Q 802,934.46
2026		Q 2,147,079.04	0.3606	Q 774,258.23
2027		Q 2,318,845.37	0.3220	Q 746,606.15
2028		Q 2,504,353.00	0.2875	Q 719,941.64
2029		Q 2,704,701.24	0.2567	Q 694,229.44
2030		Q 2,921,077.34	0.2292	Q 669,435.53
2031		Q 3,154,763.52	0.2046	Q 645,527.12
2032		Q 3,407,144.60	0.1827	Q 622,472.58
2033		Q 3,679,716.17	0.1631	Q 600,241.42
2034		Q 3,974,093.47	0.1456	Q 578,804.22
2035		Q 4,292,020.94	0.1300	Q 558,132.64
2036		Q 4,635,382.62	0.1161	Q 538,199.34
2037		Q 5,006,213.23	0.1037	Q 518,977.93
VALOR ACTUAL DE COSTOS (VAC)				Q 20,457,906.74

## **ASPECTOS LEGALES**

Por tratarse de tubería instalada sobre las vías públicas de uso común, no existen impedimentos para ubicar el proyecto. La ejecución se realizará a través de contrato, al llenar todos los requisitos que establece la ley de contrataciones del estado en su art. 9 y 38 para la cual se observará todo lo relativo a este tipo de contratación en lo que establece la presente ley y su reglamento.

Este proyecto esta afecto a Licencia Ambiental extendida por el Ministerio de ambiente y recursos naturales, aval del Ministerio de Salud Pública y por ser un proyecto municipal no se cobrara licencia de construcción, para el establecimiento del tanque de distribución de agua será en terreno municipal. Previo a la ejecución del proyecto, se contará con la Resolución ambiental respectiva, en la cual estarán establecidas las actividades a realizar.

## **ASPECTO AMBIENTALES**

Para el proyecto de distribución de agua potable en el Barrio el Rastro y el Estrecho previo a ejecutarse se realizara un estudio de impacto ambiental en el cual se indica las actividades que se realizaran dentro del proyecto, indicando el impacto ambiental al recurso agua, bosque, suelo; tomando en cuenta las medidas de mitigación para minimizar dichos impactos.

Así mismo al obtener la licencia ambiental se cumplirá con las medidas de mitigación propuestas en la evaluación así como las que el Ministerio de ambiente y Recursos Naturales proponga.

## **ASPECTO DE RIESGO Y CAMBIO CLIMATICO**

Para el proyecto del sistema de distribución de agua potable en el Barrio el Rastro y el Estrecho previo a ejecutarse se realizara un análisis de gestión de riesgo indicando las amenazas, vulnerabilidades, fragilidad y exposición a las que estará expuesto el proyecto, así como las medidas de mitigación en el plan de gestión de riesgo.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**TÍTULO DE TESIS DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL RECURSO BOSQUE Y AGUA DE LA CUENCA  
ALTA DEL RIO QUEBRADA SECA EN ALDEA SANTO TOMAS DE  
CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL.**

**BRYAN ROLANDO RAMOS PAZ**

**PUERTO BARRIOS, IZABAL, NOVIEMBRE, 2017.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**TÍTULO DE TESIS DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL RECURSO BOSQUE Y AGUA DE LA CUENCA  
ALTA DEL RIO QUEBRADA SECA EN ALDEA SANTO TOMAS DE  
CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL.**

**BRYAN ROLANDO RAMOS PAZ**

**ING. NAZIR EDUARDO BARROW RAMIREZ  
ASESOR PRINCIPAL**

**PUERTO BARRIOS, IZABAL, NOVIEMBRE, 2017.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**RECTOR**

PhD. Carlos Alvarado Cerezo

**CONSEJO DIRECTIVO**

**Presidente**

PhD. José Adiel Robledo Hernández

**Representantes de Profesores**

Lic. Humberto Teos Morales

Licda. Juna Isabel Galdámez Mendoza

**Representantes de estudiantes**

Luis Fernando Arias López

Roberto Gabino Barrera Castillo

**Secretaria**

Licda. Ana María de León Escobar

**AUTORIDADES ACADEMICAS**

**Coordinador académico**

Lic. Humberto Teos Morales

**Coordinador de Carrera**

Msc. Ricardo Alfonso Barrientos Reneau

Puerto Barrios, Izabal, NOVIEMBRE, 2017.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**TÍTULO DE TESIS DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL RECURSO BOSQUE Y AGUA DE LA CUENCA  
ALTA DEL RIO QUEBRADA SECA EN ALDEA SANTO TOMAS DE  
CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL.**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO**

**POR:**

**BRYAN ROLANDO RAMOS PAZ**

**En el acto de investidura como**

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL,**

**EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO**

**PUERTO BARRIOS, IZABAL, NOVIEMBRE, 2017.**

Puerto Barrios, Octubre de 2017

Señor Director

Centro Universitario de Izabal  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Puerto Barrios, Ciudad

Señor Director:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación de la Carrera de Gestión Ambiental Local, para asesorar al estudiante, **Bryan Rolando Ramos Paz**, en la realización del trabajo de investigación de tesis denominado "EVALUACION DEL RECURSO BOSQUE Y AGUA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO QUEBRADA SECA EN ALDEA SANTO TOMAS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL. ", tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar al sustentante, en todo el proceso de planificación, ejecución y evaluación.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público de Graduación, previo a optar el título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, con el grado académico de Licenciado..



Ing. Nazir Eduardo Barrow Ramírez  
Asesor Principal

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro universitario de Izabal**  
**Carrera: Ingeniería en gestión ambiental local**  
**Comisión de tesis**

Acta No 6  
Seminario II de tesis  
Estudiante: Bryan Rolando Ramos Paz

Con fecha 21 de Septiembre de 2017, se presentó seminario de tesis II a solicitud de la estudiante Bryan Rolando Ramos Paz, identificado con numero de carné: 201241673 quien luego de presentar su seminario, fue evaluada individualmente y calificada satisfactoriamente por la terna evaluadora, por lo que está aprobado el seminario II con una nota de setenta y siete (77) puntos, con la salvedad de incorporar las sugerencias inscritas en los documentos evaluados por los evaluadores individualmente y a los acuerdos a los que se llegó de manera grupal en la reunión, entre los que destaca:

- Utilización adecuada de norma APA.
- Mejoramiento de figuras.
- Numeración y forma del documento.

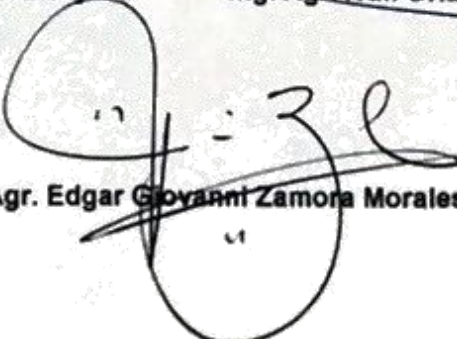
Por lo que se insta al estudiante a que pueda continuar con su proceso de graduación.

Se finaliza la presente acta el 18 de octubre del 2017 y se entrega una copia certificada al alumno para los trámites respectivos de seguimiento a su proceso de graduación.

Atentamente,

  
Ing. Agr. Mauricio Warren Esmenjaud

  
Ing. Agr. Iván Orlando Cabrera Ermitaño

  
Ing. Agr. Edgar Giovanni Zamora Morales





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL  
INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

**Dictamen de Revisora de Redacción y Estilo de tesis de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciado**

Nombre del estudiante: **Bryan Rolando Ramos Paz**

Título de la tesis: **Evaluación del Recurso Bosque y Agua de la Cuenca Alta Del Río Quebrada Seca en Aldea Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.**

La Revisora de Tesis,

**Considerando:**

**PRIMERO:** Que ha leído el informe de tesis, donde consta que la estudiante en mención realizó la investigación de rigor atendiendo a un método, técnicas e instrumentos propios de su campo.

**SEGUNDO:** Que la estudiante realizó las correcciones que le fueron planteadas en su oportunidad.

**TERCERO:** Que dicho trabajo reúne las calidades necesarias de un trabajo de investigación de tesis para optar al título de **Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciado.**

**Por tanto,**

En calidad de revisora de Redacción y Estilo de Tesis para optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciado, emite DICTÁMEN FAVORABLE, con correcciones menores para que continúe con los trámites de rigor

Izabal, Guatemala, octubre 2017

MSc. Elena Elizabeth Sújite Garnica de Quintanilla  
Revisora de Redacción y Estilo

Cc/estudiante  
Archivo.




Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Izabal "CUNIZAB"  
Teléfonos 79475792 79475788 79475754


### **DICTAMEN DE IMPRESIÓN 083-2017**

Con base en los requerimientos académicos y en cumplimiento de los reglamentos; según consta en punto CUARTO del acta 18-2017, de la sesión celebrada por el Consejo Directivo del Centro Universitario de Izabal, el miércoles ocho de Noviembre del dos mil diecisiete, se conoció el acta No. 6 de Examen Privado de Tesis de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, de fecha 18 de Octubre de dos mil diecisiete y el trabajo de Tesis denominado "EVALUACIÓN DEL RECURSO BOSQUE Y AGUA DE LA CUENCA ALTA DEL RIO QUEBRADA SECA EN ALDEA SANTO TOMAS DE CASTILLA, PUERTO BARRIOS, IZABAL", que para su graduación profesional presentó el estudiante: BRYAN ROLANDO RAMOS PAZ. Por lo cual, posterior a la revisión respectiva y en cumplimiento de los normativos correspondientes, el Consejo Directivo APROBO lugar, fecha y hora para efectuar examen público de graduación y esta Dirección AUTORIZA la impresión del documento de Tesis.

Dado en la ciudad de Puerto Barrios, a los diez días del mes de Noviembre de dos mil diecisiete.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
PhD. José Adiel Robledo Hernández  
Director  
CUNIZAB



## **DEDICATORIA**

- A Dios y a la Virgen María: Por darme sabiduría y entendimiento para iniciar y culminar la carrera con éxito.
- A mis padres: Julio Ramos y Marleny Paz, por su apoyo incondicional y ser quienes me animan a seguir adelante.
- A mis hermanos: Lerby Ramos y Julio Alberto Ramos (QEPD), por ser ejemplo de superación que con esfuerzo y dedicación se pueden lograr las metas.
- A mi sobrino: Ian Alberto Ramos Reyes, por darme alegría y motivo de lucha.
- A mis Ángeles: Abuelita Chaito, Abuelito Rolando, mi hermano Julito, tío Hugo, tío Nery y Padre Israel.
- A la Universidad: Universidad de San Carlos, Centro Universitario de Izabal, por ser el centro formación superior.
- A la Municipalidad: Municipalidad de Puerto Barrios Administración 2016-2020 del Lic. Hugo Sarceño, por el apoyo brindado en la realización de la investigación.

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios y a la Virgen María: Por acompañarme en todo momento.
- A la Universidad: Centro Universitario de Izabal de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por brindar un espacio de crecimiento personal y profesional.
- Al Director del CUNIZAB: PhD José Adiel Robledo Hernández, por sus gestiones y dedicación en el proceso formativo e impulsor de la educación en el Departamento.
- A mi Asesor: Ingeniero Nazir Eduardo Barrow Ramírez, por su esfuerzo y dedicación que con su experiencia, conocimientos y amistad logro motivarme para culminar mi formación académica.
- A los Catedráticos: Por sus aportes académicos durante el tiempo de formación.
- A mi familia: Tíos, tías, primos y primas, por apoyarme y motivarme a seguir adelante en todo momento.
- A mis amigos: Guillermo, Elizabeth, Ingrid, Los Conocidos, María Fernanda, Heidy, Elia, Josué Navas, Bryan Archila, familia Renacer, Familia Villatoro, Señora Damaris, Señora Ana Lidia,.
- A la DMP: De la Municipalidad de Puerto Barrios, por el apoyo y confianza brindada durante el proceso de Ejercicio profesional Supervisada.

## INDICE GENERAL

INDICE DE CONTENIDO.....	I
INDICE DE TABLAS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE APENDICE.....	VI
RESUMEN.....	VII

## INDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>4. JUSTIFICACION.....</b>	<b>4</b>
<b>5. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>5</b>
<b>5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>5</b>
<b>6. MARCO TEORICO.....</b>	<b>6</b>
<b>6.1. RECURSOS NATURALES .....</b>	<b>6</b>
<b>6.2. IMPORTANCIA DEL RECURSO BOSQUE .....</b>	<b>6</b>
<b>6.3. EFECTO DE LA COBERTURA FORESTAL SOBRE EL RÉGIMEN HÍDRICO DE LA CUENCA ....</b>	<b>8</b>
<b>6.4. PRINCIPALES CAUSAS DEL CAMBIO DE COBERTURA FORESTAL .....</b>	<b>9</b>
<b>6.5. GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO.....</b>	<b>9</b>
<b>6.6. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO HÍDRICO .....</b>	<b>10</b>

<b>6.7. PUNTOS CLAVE EN LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO</b> .....	10
<b>6.8. OBJETO DE MANEJO DE UNA CUENCA</b> .....	11
<b>6.9. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL</b> .....	12
<b>6.10. LEGISLACIÓN AMBIENTAL</b> .....	13
<b>6.10.1. .... Constitución Política de la República de Guatemala</b> .....	<b>13</b>
<b>6.10.1.A. .... Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86)</b> .....	<b>14</b>
<b>6.10.2.B. Código de Salud (Decreto 90-97)</b> .....	<b>14</b>
<b>6.10.2.C. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR 290001)</b> .....	<b>15</b>
<b>6.10.2.D. Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89)</b> .....	<b>19</b>
<b>6.10.2.E. Plan Maestro Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil (2006-2010)</b>	<b>20</b>
<b>7. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>21</b>
<b>7.1. UBICACIÓN Y SUPERFICIE</b> .....	21
<b>7.2. DIVISIÓN EN SUBCUENCAS</b> .....	22
<b>7.3. ZONA DE VIDA</b> .....	22
<b>7.4. CLIMA</b> .....	23
<b>7.4.1. Precipitación</b> .....	<b>23</b>
<b>7.4.2. Temperatura</b> .....	<b>23</b>
<b>8. METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
<b>8.1. CARACTERÍSTICAS DE LA COBERTURA DEL BOSQUE EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO QUEBRADA SECA</b> .....	24
<b>8.1.1. Caracterización y acercamiento del área de estudio</b> .....	<b>24</b>
<b>8.1.2. Estudio Multitemporal</b> .....	<b>26</b>
<b>8.2. CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO QUEBRADA SECA</b> .....	26
<b>8.2.1. Caracterización y acercamiento del área de estudio</b> .....	<b>26</b>
<b>8.2.2. Evaluación Morfométrica</b> .....	<b>28</b>
<b>8.2.2.A. Determinación de la parte alta de la cuenca del rio Quebrada Seca</b> .....	<b>28</b>
<b>8.2.2.B. Aspectos Lineales</b> .....	<b>29</b>
<b>8.2.2.C. Perímetro de la subcuenca</b> .....	<b>30</b>
<b>8.2.2.D. Clases de Corrientes</b> .....	<b>30</b>

8.2.2.E. Orden de Corrientes .....	30
8.2.2.F. Radio de Bifurcación medio .....	30
8.2.2.G. Longitud media de corrientes.....	31
8.2.3. Aspectos de Superficie .....	31
8.2.3.A. Área de la Cuenca (Ak) .....	31
8.2.3.B. Relación de forma (Rf) .....	31
8.2.3.C. Coeficiente de compacidad (kc).....	32
8.2.3.D. Densidad de Drenaje (D).....	32
8.2.4. Aspectos de relieve .....	32
8.2.4.A. Pendiente media de la Cuenca.....	32
8.2.5. Evaluación Hidrométrica .....	33
8.2.5.A. Método de Sección-Velocidad.....	33
8.2.5.B. Caracterización Físico químico y biológica del recurso hídrico.....	34
8.2.5.C. Propuesta de lineamientos para la conservación del recurso bosque y el aprovechamiento le recurso hídrico para consumo humano.....	36
<b>9. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>36</b>
9.1. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA DEL BOSQUE EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO QUEBRADA SECA .....	37
9.2. CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO QUEBRADA SECA.....	39
9.2.1. Evaluación morfométrica de la subcuenca del Rio Quebrada Seca.....	41
9.2.2. Evaluación Hidrométrica de la Subcuenca del Rio Quebrada Seca. ....	42
9.3. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA LA CONSERVACIÓN DE PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RIO QUEBRADA SECA .....	45
9.3.1. Propuesta para el Recurso Bosque .....	45
9.3.2. Propuesta para el Recurso Hídrico .....	47
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>11. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>52</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Parámetros de Características Físicas el agua potable.....	16
<b>Tabla 2</b> Parámetros de Características Químicas del Agua Potable .....	17
<b>Tabla 3</b> Relación de las Sustancias Inorgánicas .....	18
<b>Tabla 4</b> Parámetro de Análisis Bacteriológico para agua potable .....	18
<b>Tabla 5</b> Rangos de pendientes de una cuenca.....	33
<b>Tabla 6</b> Pérdida de Cobertura Boscosa.....	39
<b>Tabla 7</b> Resultados de Evaluación Morfométrica de la subcuenca .....	41
<b>Tabla 8</b> Tabla de Resultados método de aforo.....	42
<b>Tabla 9</b> Resultados de los análisis físicos del agua .....	42
<b>Tabla 10</b> Resultados de los análisis químicos del agua .....	43
<b>Tabla 11</b> Resultados de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud .....	43
<b>Tabla 12</b> Resultados de la verificación de la calidad Microbiológica del agua.....	44



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de Ubicación del Rio Quebrada Seca. Elaboración Propia.....	21
<b>Figura 2</b> Mapa Áreas Protegidas de la cuenca del Rio Quebrada Seca. Elaboración Propia..	22
<b>Figura 3.</b> Área de Evaluación de la Subcuenca. Elaboración Propia .....	29
<b>Figura 4</b> Resultado de pregunta número uno de ficha de encuesta. Elaboración Propia.....	37
<b>Figura 5</b> Resultado de pregunta número dos de ficha de encuesta. Elaboración Propia.....	38
<b>Figura 6</b> Resultado de pregunta número tres de la ficha de encuesta. Elaboración propia. ....	40
<b>Figura 7</b> Resultado de pregunta número cuatro de ficha de encuesta. Elaboración propia. ....	40

## INDICE DE APÉNDICE

<b>Apéndice A</b> Trazo de las corrientes intermitentes según curvas de nivel.....	54
<b>Apéndice B</b> Orden de corrientes según método de Horton.....	55
<b>Apéndice C</b> Identificación parte alta, media y baja de la cuenca. ....	55
<b>Apéndice D</b> Secciones transversales día 02 de Agosto de 2017.....	56
<b>Apéndice E</b> Secciones transversales día 16 de Agosto de 2017.....	56
<b>Apéndice F</b> Secciones transversales día 02 de Septiembre de 2017 .....	57
<b>Apéndice G</b> Mapas de Cobertura Boscosa en los años 2001, 2006, 2010 y 2017 .....	57
<b>Apéndice H</b> Resultados de análisis de Laboratorio .....	59

## RESUMEN

Se realizó la caracterización de la cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada seca, conociendo la perdida que ha tenido en los últimos 17 años, así como la caracterización de la cuenca del Rio Quebrada Seca, estimando propiedades morfométricas e hidrométricas con la finalidad de conocer la respuesta hidrológica de la cuenca para abastecimiento de agua potable.

Se realizó un análisis Multitemporal con fotografías LANSAT y por medio de un sistema de información geográfica de acceso libre (QGIS) se determinó la pérdida de 61.02 hectáreas equivalentes al 25% de la cobertura existente en el año 2001. En la morfometría e hidrometría de la cuenca obtuvimos que la respuesta hidrológica es alta por lo que el caudal estimado cubre la demanda de abastecimiento a 1,053 viviendas localizadas en la parte media y baja de la cuenca. Los análisis de calidad de Agua con la Norma COGUANOR 290001, en sus características físico- química muestra estar dentro de los parámetros permisibles y en las características microbiológicas se detectó mayor cantidad de agentes patógenos a los permisibles establecidos en la norma.

Se propone el establecimiento de áreas de conservación de bosque por medio de proyectos PINPEP y el aprovechamiento del recurso hídrico estableciendo métodos de desinfección para cumplir con los parámetros permisibles establecidos en la norma COGUANOR 290001.

Es recomendable que las entidades encargadas de la conservación de flora y fauna y de abastecer de agua a la población, sumen esfuerzos con el fin de aprovechar de manera adecuada los recursos naturales de la cuenca del Rio Quebrada Seca.

## 1. INTRODUCCION

El presente documento tiene como objeto la evaluación de la situación actual de la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca, con el fin de la toma de decisiones para proponer acciones para la conservación del recurso bosque y aprovechamiento del recurso agua para consumo humano.

El Rio Quebrada Seca, se encuentra ubicado en la aldea Santo Tomas de Castilla, este drena a la bahía de Amatique y tiene una extensión de 10.10 km, dicha cuenca es de vital importancia para el municipio por el aporte del recurso agua que no está siendo aprovechada para el uso de la población.

Se realizó la caracterización del recurso bosque mediante un estudio Multitemporal de la cobertura boscosa en donde conocimos que en la parte alta de la cuenca se ha perdido un 25% de bosque en los últimos 17 años, así como la caracterización del recurso hídrico mediante los cálculos morfométricos e hidrométricos de la cuenca nos indican que el caudal calculado es suficiente para abastecer a la población establecida en parte baja de la cuenca, no obstante los resultados de los análisis físico- químico y bacteriológico en base a la Norma COGUANOR 29001, nos indican que el agua no apta para consumo humano por la presencia de microorganismos la cual se plantean propuesta para dicho vital sea aprovechado.

## **2. ANTECEDENTES**

El municipio de Puerto Barrios es rico en recursos naturales, cuenta con una gran diversidad de paisaje, flora y fauna, además con una hidrografía muy extensa en lo que se refiere a sus ríos, riachuelos, arroyos, quebradas, lagunas.

El río Quebrada seca es uno de los ríos de importancia del municipio y este se encuentra dentro del área protegida Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil en el área de zona de amortiguamiento y en la Zona de Veda Definitiva Bahía Santo Tomas, este aun siendo de importancia para el municipio no se ha mostrado interés en realizar estudios e investigaciones para caracterizar el uso del recurso hídrico como fuente de abastecimiento para consumo.

Carmen Godoy (2016) realizó el estudio técnico de la caracterización de aguas residuales del municipio de Puerto Barrios como parte de un proyecto de Programa de las Naciones Unidas, en la que realizo análisis de la calidad de agua en base a los parámetros establecidos en el acuerdo gubernativo 236-2006 que es específico para la descarga y reusó de aguas residuales, de tal manera que realizó muestras en la parte alta, media y baja del Río Quebrada Seca, teniendo como resultado la presencia de Coliformes fecales y totales.

Rodriguez (2016), realizó una investigación basada en caracterización y diagnóstico de los recursos biofísicos y socioeconómicos de las cuencas de los Ríos San Carlos, Quebrada Seca, Cacao y Escondido, siendo estudiados por su red de drenaje directamente al mar y con principal atención a la Bahía de Santo Tomas de Castilla, evaluando la calidad del agua de dichas cuencas se realizó por medio del Índice de Calidad de Agua (ICA), con la visión de proponer acciones de un plan de manejo de cuencas para cada Río.

### **3. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA**

#### **3.1. Definición Del Problema**

La problemática en el país de la contaminación del recurso hídrico crea en la población un conflicto social y ambiental por la reducción del acceso al recurso, según el Perfil Ambiental de Guatemala en las proyecciones para el año 2025 existirá una escasez del recurso agua y esto es a base del crecimiento poblacional, al incremento de la demanda, al deterioro ambiental del recurso bosque y por la contaminación del agua (Perfil Ambiental de Guatemala).

El crecimiento del desarrollo del municipio de Puerto Barrios ha sido motivo para alterar el equilibrio ecológico por la gestión inapropiada que se ha ejercido en los recursos naturales, de tal manera que las actividades productivas, cambios de uso del suelo, aprovechamientos intensivos y otros aspectos han generado que en el municipio la cobertura forestal tenga una pérdida equivalente el 1.50% anual de la existente (INAB, 2010).

Es necesario establecer lineamientos de manejo integral del recurso bosque y agua para reducir los impactos que estos causan y al mismo tiempo aprovechar de manera integral el vital líquido para el consumo de los habitantes dotando del servicio de agua entubada.

## **4. JUSTIFICACION**

La contaminación de los ríos es la problemática más antigua de contaminación ambiental. El crecimiento poblacional en las áreas cercanas de las riberas de los ríos, aunado con la actividad industrial, han tenido como consecuencia un incremento en los volúmenes descargados a los cuerpos de agua, con la consecuente entrada de contaminantes. El daño a una cuenca suele relacionarse por la evidente pérdida de la biodiversidad, llegando a afectar la salud humana por contaminantes que ingresan al organismo de forma directa por el agua en mal estado y los agentes infecciosos provenientes de las aguas residuales que pueden provocar trastornos gastrointestinales (Izurieta, 2016).

Es fundamental realizar una evaluación del recurso bosque y agua del Rio Quebrada Seca para conocer la situación actual para establecer lineamiento y un programa de manejo de la cuenca en la parte alta, siendo esta el área con condiciones para el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes, previendo el cambio de uso del suelo, los aspectos de saneamiento ambiental y las condiciones de la cobertura forestal.

El Rio Quebrada Seca, por su importancia en el municipio como fuente de aprovechamiento para consumo humano, se hace necesario conocer las condiciones actuales, evaluando las características microbiológicas, físicas y químicas.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Diagnosticar la situación actual de la cuenca alta del río Quebrada Seca para elaborar la propuesta de manejo en Aldea Santo Tomas de Castilla, Puerto Barrios, Izabal.

### **5.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las características de la cobertura del bosque en la parte alta de la cuenca del Río Quebrada Seca.
- Determinar las características de recurso hídrico en la parte alta de la cuenca del Río Quebrada Seca.
- Elaborar propuestas de acciones para la conservación del recurso bosque y agua en la parte alta del Río Quebrada Seca.

## **6. MARCO TEORICO**

### **6.1. Recursos Naturales**

Los recursos naturales son aquellos elementos proporcionados por la naturaleza sin intervención del hombre y que pueden ser aprovechados por el hombre para satisfacer sus necesidades (Anzil, 2009).

Los recursos naturales se clasifican en tres tipos que son: recursos continuos o inagotables, recursos renovables y recursos no renovables o irrenovables. Los recursos Continuos o inagotables con aquellas fuentes de energía que son inagotables y que no son afectadas por la actividad humana, los recursos renovables son todos aquellos que pueden regenerarse mediante procesos naturales, de manera que aunque sean utilizados pueden seguir existiendo siempre que no se sobrepase su capacidad de regeneración y los recursos no renovables son todos aquellos que una vez utilizados no puede regenerarse por forma natural a una escala de tiempo humana. Los recursos naturales también se pueden clasificar según la función si los recursos naturales provienen de seres vivos o materiales orgánicos se les llama recursos bióticos y si los recursos se originan a partir de materiales no vivos e inorgánicos se les denomina recursos abióticos (INAB, 2010).

### **6.2. Importancia del Recurso Bosque**

El Bosque es un ecosistema en donde los árboles son las especies vegetales dominantes y permanentes y estos se clasifican en: 1. Bosques naturales sin manejo: Son los originados por regeneración natural sin influencia del ser humano, 2. Bosques naturales bajo manejo: Son los originados por regeneración natural y que se encuentran sujetos a la aplicación de técnicas silviculturales, 3. Bosques naturales bajo manejo agroforestal: Son los bosques en los cuales se practica el manejo forestal y la agricultura en forma conjunta (Decreto No. 101-96).



Los bosques contienen alrededor del 70% de la biodiversidad de la tierra, proveen bienes y servicios esenciales, ambientales, sociales y económicos para el ser humano de tal manera que contribuyen a la seguridad alimentaria, mejorando la calidad del agua, así como la protección al suelo, conservando la humedad de tal manera que protegen el equilibrio ambiental absorbiendo el dióxido de carbono. Según la FAO se está perdiendo 1% de la cobertura boscosa anual equivalente a 14 millones de hectáreas de bosque y más 34,000 especies de plantas que están en peligro de extinción (INAB, 2010).

Según INAB, CONAP, UVG & URL (2012) en el año 2006 la cobertura forestal era de 3, 868,708 hectáreas, para el año 2010 la cobertura estimada fue de 3, 722,595 hectáreas de bosque, reflejándose una pérdida de 500,107 hectáreas en cuatro años, de las cuales se recuperaron 354,107 hectáreas, teniendo una pérdida neta de 146,112 hectáreas. La tercer parte del territorio nacional está cubierto por el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP- representando el 52% de la cobertura forestal del país y el 48% de la cobertura restante se distribuye en las otras dos partes del territorio nacional.

En el año 2006 Izabal contaba con 285,617 hectáreas de bosque, para el 2010 se estimó una cobertura de 264,245 hectáreas. Durante cuatro años perdió 43,517 hectáreas, de las cuales se recuperaron 22,146 hectáreas, logrando una pérdida neta de 21,372 hectáreas, estas hectáreas representan el 7.48% de bosque deforestado. La pérdida de cobertura forestal al año es de 4,272 hectáreas (INAB, CONAP, UVG & URL, 2012.).

Los pequeños focos de deforestación abarcan el 58% del territorio nacional afectando los restos de bosques de pino encino y hoja ancha, estos se localizan en el “centro, nororiente, noroccidente y sur del país”. El recurso bosque provee de servicios ambientales, que como recurso proporcionan madera y proyectos que son ingresos económicos para el sostenimiento así como otras actividades como regularización del ciclo hídrico, fijación de dióxido de carbono, mitigación ante desastres naturales por

medio de la erosión del suelo, conservación de biodiversidad y fuente de ingresos económicos por ecoturismo (IARNA-URL, 2012).

### **6.3. Efecto de la cobertura forestal sobre el régimen hídrico de la cuenca**

Se reconoce que el bosque en su condición natural, ofrece un óptimo régimen de aguas y capacidad de conservar el suelo. Pese a ello existen grandes extensiones de terrenos degradados y el problema de las inundaciones se hace cada día mayor, aunque no es posible atribuir toda la culpa a la deforestación, ya que puede estimarse que se trata de una de las principales causas (Alvarado, 2007).

Los bosques protegen nuestras aguas y gestionan nuestro clima. Cuando llueve en el bosque, las hojas permiten que el agua gotee lentamente sobre el suelo; si se corta el bosque, la lluvia cae fuertemente sobre el suelo desprotegido y sus partículas son arrastradas hacia las corrientes, ensuciando sus aguas. Esto no es bueno para los peces, y puede provocar inundaciones. Además, sin árboles, el agua se evapora rápidamente, cambiando el clima de los bosques próximos. Este proceso impide que los árboles reciban el agua que necesitan (INAB, 2010).

El análisis del ciclo hidrológico en cuencas muestra que la destrucción de la cobertura forestal hace que se incremente la escorrentía superficial, un incremento del 10% de la cobertura de bosques de pinos y eucaliptos determinan una baja del caudal anual, además que la reforestación de un 10% de la zona previamente cubierta de pastos, determina que la escorrentía anual disminuya, por lo que se concluye que las características del perfil del suelo (permeabilidad y evaporación potencial) son variables que influyen en el balance de agua. La sustitución o eliminación de una cubierta vegetal, altera de la misma forma a las reservas de agua a caudales punta, especialmente en verano (López, 1994).

## **6.4. Principales causas del Cambio de Cobertura Forestal**

Se estima que más de la mitad de las zonas que originalmente son boscosas han cambiado de uso de la tierra para dedicarla a la agricultura y ganadería, en donde la mayor parte de la población rural que se encuentra en las laderas de los ríos se dedica al cultivo de granos básicos como maíz, frijol y otros de productividad. En el proceso de ocupación y cambio de uso forestal por agrícola y ganadero no se consideran pendientes, productividad del suelo y cercanía a fuentes de agua, por lo que la degradación ambiental en suelos se estima de 2.3 millones de hectáreas, en general la pérdida de bosques debido a la agricultura migratoria es evidente en algunas áreas (FAO, 2009).

Existen otras causas por las cuales se presenta el cambio de cobertura forestal en el transcurso del tiempo entre las que están: la industria forestal, el crecimiento poblacional, desastres naturales, voluntad política e incendio forestales. Aunque las medidas para el logro de un manejo forestal sostenible no han tenido efecto a nivel nacional, de tal manera se hacen esfuerzos mayores como la modernización de la ley, creación de áreas de protección, etc (Ruano, 2006).

## **6.5. Gestión Integrada del Recurso Hídrico**

Es un concepto lógico y atractivo que se basa en que los múltiples usos del recurso hídricos son interdependientes, esto se evidencian por todos lados, en donde la demanda de agua para irrigación y flujos de drenaje contaminados por el uso, agrícola, significan menos cantidad de agua fresca para beber o para uso industrial; las aguas de desechos, municipales o industriales, contaminan los ríos y amenazan los ecosistemas, se puede desviar menos para siembra de cultivos. La Gestión Integrada significa que todos los recursos biofísicos deben de ser considerados en conjunto. La distribución del agua y las decisiones de gestión consideran los efectos de cada uno de los usos capaces de tomar en cuenta la forma global, las metas sociales y económicas en busca del desarrollo sostenible (Taylor, 2005).

## **6.6. Importancia de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico**

El Agua es vital para la supervivencia, la salud y la dignidad humana, fundamental para el desarrollo. Los recursos de agua dulce del mundo se encuentran bajo presión creciente y muchas personas carecen aún de un suministro de agua adecuado para satisfacer sus necesidades básicas. El crecimiento poblacional, el aumento de la actividad económica y de los estándares de vida han conducido a un aumento en la complejidad y a los conflictos relacionados con los recursos limitados, por lo que muchas personas se enfrentan a crisis hídricas inminente, en donde las tomas de agua ha aumentado dos veces más rápido que el crecimiento d la población y actualmente un tercio de la población mundial vive en países que experimentan el estrés hídrico (Ruano, 2006).

La contaminación está aumentando aún más la escasez de agua, al reducir la utilidad la utilidad del agua en lugares con limitaciones de gestión del agua, aun teniendo un enfoque en el desarrollo de nuevas fuentes en lugar de impulsar una mejor gestión de las existentes propuestas sectoriales de tipo jerárquico para la administración del recurso, han dado como resultado un desarrollo y gestión de las mismas con mayor desarrollo que significa mayor impacto en el ambiente (Rodriguez, 2016).

## **6.7. Puntos clave en la Gestión del Recurso Hídrico**

La crisis de la gobernabilidad del agua de tipo sectorial, que han denominado en el pasado la gestión del recurso hídrico, siguen prevaleciendo esto conduce a un desarrollo y gestión del recurso de manera fragmentada y sin coordinación, además la gestión del agua se encuentra usualmente en manos de instituciones jerárquicas cuya legitimidad y efectividad se encuentran cada vez más cuestionadas, por consiguiente el gobierno ineficiente de este recurso finito, agrava la creciente competencia por el mismo (CIDA & PAWD, 2005).

Garantizar el agua a las personas aunque en la mayoría de los países le da máxima prioridad a la satisfacción de las necesidades básicas humanas de agua. Las deficiencias de servicio afectan principalmente a los sectores más pobres que requieren suministro de las necesidades de saneamiento para las áreas urbanas y rurales en donde representan uno de los retos más serios para reducir a la mitad el impacto (Izurieta, 2016).

## **6.8. Objeto de manejo de una cuenca**

El manejo de cuencas consiste en aprovechar y conservar los recursos naturales en función de las necesidades del hombre, para que pueda alcanzar una adecuada calidad de vida en armonía con su medio ambiente. Se trata de hacer uso apropiado de los recursos naturales para el bienestar de la población, teniendo en cuenta que las generaciones futuras tendrán necesidades de esos mismos recursos, por lo que hay que conservarlos en calidad (CIDA & PAWD, 2005).

Es el espacio territorial limitado por las partes más altas de las montañas, laderas, colinas en el que se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas a un río principal que se integra al mar, lago u otro río más grande. Se puede definir como el área drenada por una corriente o por un sistema de corrientes cuyas aguas concurren a un mismo punto de salida (Alvarado, 2007).

El manejo adecuado de una cuenca protege los ecosistemas que son vitales que están ubicados en las zonas de corriente arriba de una cuenca son importantes para la infiltración del agua de lluvia, la recarga de agua subterránea y los regímenes de flujo de los ríos. Los ecosistemas acuáticos producen una variedad de beneficios económicos, incluyendo productos tales como madera, leña y plantas medicinales, además provee hábitats y lugares de reproducción para la vida silvestre. Los ecosistemas dependen de los flujos de agua, de las variaciones estacionales, de las fluctuaciones del nivel de la capa freática se ven amenazados por una pobre calidad de agua (CIDA & PAWD, 2005).

El manejo de la Cuenca incluye aspectos que determinan el cauce principal como Perímetro de la cuenca, expresado en la longitud de la cuenca delimitada, determinada sobre la línea que indica el parte aguas de la cuenca y regularmente es determinado mediante la ayuda de un sistema de información geográfica; el Área de la Cuenca que nos indica la superficie del área drenada, es decir desde donde nace el cauce principal hasta el sitio donde se encuentra la estación medidora del caudal que va a servir de base para el estudio hidrológico de la cuenca y cubre el perímetro de la cuenca. Este se indica generalmente en kilómetros cuadrados o hectáreas (Duarte, 2015).

Toda cuenca tiene un orden que representa la medida de las ramificaciones del cauce principal en una cuenca hidrográfica, el número de orden va con relación al número de bifurcaciones de una corriente (Aguilar, 2007).

## **6.9. Problemática Ambiental**

“Daño aparente, real o potencial al medio ambiente que no está acompañados de acción popular” (Glosario Ambiental).

Esta situación se produce a nivel mundial, por lo que la actual generación debe tomar conciencia sobre la problemática ambiental y evitar que el deterioro ambiental continúe. Existen muchos problemas ambientales en donde la principal fuente de generación es la interacción del ser humano con la naturaleza y lo hace con la finalidad de satisfacer sus necesidades (Comisión Portuaria Nacional, 2017).

Uno de los principales problemas ambientales es la Calidad del recurso hídrico para abastecimiento de aguas y este se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua, midiendo las condiciones del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad o propósito (COGUANOR 29001).

El Agua Potable que por sus características de calidad especificadas es adecuada para el consumo del ser humano crea un Aspecto Ambiental que se refiere a cualquier elemento de las actividades, procesos, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente. (Manual Análisis Ambiental Portuario, 2017) obteniendo Desarrollo Sostenible satisfaciendo las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades. Es un proceso de mejoramientos sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección ambiental (Comisión Portuaria Nacional, 2017).

## **6.10. Legislación Ambiental**

La legislación ambiental en Guatemala es amplia y nos regula estableciendo procesos que deben de cumplirse para buscar el desarrollo sostenible, por lo que a continuación se presenta las relacionadas a las actividades que se ejercen en el Rio Quebrada Seca.

### **6.10.1. Constitución Política de la República de Guatemala**

En la Constitución Política de Guatemala, ley suprema del país nos menciona en sus artículos siguientes el manejo adecuado que debe de tener el ser humano al aprovechar los recursos naturales.

- **Artículo 97.- Medio ambiente y equilibrio ecológico:** “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación”.

- **Artículo 126. Reforestación:** “Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo las resinas, gomas, productos vegetales silvestres no cultivados y demás productos similares, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos, corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecas, individuales o jurídicas. Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección”.

- **Artículo 127. -Régimen de aguas:** “Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia”.

- **Artículo 128.- Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos:** “El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicios de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso”.

#### **6.10.1.A. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86)**

En el Artículo 1, establece que las municipalidades y todos los habitantes del país propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantener el equilibrio ecológico. Por lo tanto, deberán realizarse racionalmente la utilización y el aprovechamiento del a fauna, flora, suelo, subsuelo y el agua.

#### **6.10.2.B. Código de Salud (Decreto 90-97)**

La salud es un bien público, es un derecho fundamental del ser humano sin discriminación alguna y obliga al Estado a velar por el cumplimiento de la misma, que a través de sus



instituciones desarrollar acciones de prevención, promoción, recuperación y rehabilitación, establecido en los siguientes artículos:

**Artículo 68. Ambientes Saludables.** El Ministerio de Salud junto con el MARN, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverán un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades.

**Artículo 70. Vigilancia de la calidad ambiental.** El Ministerio de Salud, el MARN, Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán un sistema de vigilancia de la calidad ambiental con los límites permisibles de exposición.

**Artículo 78. Acceso y Cobertura Universal.** “El Estado a través del MS en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones del sector impulsará una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable con énfasis en la gestión de las propias comunidades para garantizar el manejo sostenible del recurso”.

**Artículo 79. Obligatoriedad de las municipalidades.** Es una obligación que debe de tener cada municipalidad en abastecer el agua potable a las comunidades que se encuentran situadas dentro de su jurisdicción territorial como lo establece el Código Municipal y las necesidades de la población.

**Artículo 80. Protección de las fuentes de agua.** “El Estado a través del MS juntamente con las instituciones del sector deberán velar por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes del agua potable, las Municipalidades del país están obligadas como principales prestadoras del servicio de agua potable a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del sector, para el logro de la cobertura universal dentro de su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio”.

#### **6.10.2.C. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR 290001)**

Es el Organismo Nacional de Normalización, creada por el Decreto No. 1523 del Congreso de la República del 05 de mayo de 1962. Esta norma establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano y se aplica a toda agua que sea para consumo humano como preparación de alimentos y uso doméstico proveniente de pozos, nacimientos, ríos, entre otras y que puede estar ubicada en una red de distribución, en reservorios o depósitos. (NORMA TECNICA GUATEMALTECA).

La presente norma nos permite evaluar características físicas, químicas y microbiológicas en sus límites máximo aceptable y permisible los cuales se detallan a continuación:

### **Características Físicas**

Las características físicas en sus límites máximos aceptables se (LMA) y los límites máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable para consumo humano, se muestran en la tabla 1 que se presenta a continuación.

**Tabla 1.** Parámetros de Características Físicas el agua potable

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	<b>LIMITE MAXIMO ADMISIBLE (LMA)</b>	<b>LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (LMP)</b>
Color	5.0 unidades	50 unidades
Olor	No rechazable	No rechazable
Ph	7 - 8.5	6.5 - 9.2
Solidos Totales	500 mg/l	1500 mg/l
Temperatura	10 a 30 grados celsius	No mayor que 34 grados celsius
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 utn	25.0 utn

Fuente: COGUANOR 29001

### **Conductividad Eléctrica**

El agua potable deberá tener una conductividad de 100  $\mu\text{s/cm}$  a 750  $\mu\text{s/cm}$  a 25°C.

## Características químicas del agua potable

Estas características son aquellas que afectan la potabilidad del agua las cuales se muestran en la tabla 2 y en la tabla 3 se muestra la relación de sustancias inorgánicas.

**Tabla 2.** Parámetros de Características Químicas del Agua Potable

<b>CARACTERISTICAS QUIMICAS</b>	<b>LIMITE MAXIMO ADMISIBLE (LMA)</b>	<b>LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (LMP)</b>
Cloro residual libre	0.5 mg/l	1.0 mg/l
cloruro (Cl)	100.00 mg/l	250.00 mg/l
Conductividad	-----	menor de 1500 uS/cm
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	100.00 mg/l	500.00 mg/l
Potencial de hidrogeno	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
Solidos totales disueltos	500 mg/l	1000.00 mg/l
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	100.00 mg/l	250.00 mg/l
Temperatura	15 a 25 grados Celsius	34 grados Celsius
Aluminio (Al)	0.050 mg/l	0.100 mg/l
Calcio (Ca)	75.00 mg/l	150.00 mg/l
Zinc (Zn)	3.00 mg/l	70.00 mg/l
Cobre (Cu)	0.050 mg/l	1.500 mg/l
Magnesio (Mg)	50.00 mg/l	100.00 mg/l

Fuente: Normas COGUANOR 29001

**Tabla 3.** Relación de las Sustancias Inorgánicas

<b>Substancia</b>	<b>LMP (mg/l)</b>
Arsénico	0.01
Bario	0.7
Boro	0.3
Cadmio	0.003
Cianuro	0.07
Cromo total	0.05
Fluoruro	1.5
Mercurio total	0.001
Plomo	0.01
Selenio	0.01
Nitrato	50
Nitrito	3

Fuente: COGUANOR NTG 29001

### **Características Bacteriológicas del Agua**

Estas características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos de Coliformes, con la finalidad de establecer alternativas de uso. En la Tabla 3 se muestra el parámetro a medir.

**Tabla 4.** Parámetro de Análisis Bacteriológico para agua potable

<b>Microorganismos</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Agua para consumo directo Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100 ml de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100 ml de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100 ml de agua

Fuente: Normas COGUANOR 29001

#### **6.10.2.D. Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89)**

La conservación, restauración y manejo de la fauna y flora silvestre de los guatemaltecos es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico sostenido del país, de tal manera que para una adecuada conservación y mejoramiento del medio ambiente es indispensable la creación y organización de sistemas y mecanismos que protejan la vida silvestre, por tanto esta ley es específica para el manejo de las diversas categorías de las áreas protegidas en el país.

- Artículo 7. Áreas Protegidas. Son áreas protegidas, incluidas sus respectivas zonas de amortiguamiento, las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales que tengan alta significación por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua de las cuencas críticas de los ríos, de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, de tal modo de mantener opciones de desarrollo sostenible.
  
- Artículo 8. Categorías de manejo. Las áreas protegidas para su óptima administración y manejo se clasifican en: parques nacionales, biotopos, reservas de la biosfera reservas de uso múltiple, reservas forestales, reservas biológicas, manantiales, reservas de recursos, monumentos naturales, monumentos culturales, rutas y vías escénicas, parques marinos, parque regionales, parque históricos, refugios de vida silvestre, áreas naturales recreativas, reservas naturales o privadas y otras que se establezcan con fines similares, las cuales integran el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, creado dentro de la misma ley, independiente de la entidad, persona individual o jurídica que las administre.
  
- Artículo 13. Fuentes de Agua. Como programa prioritario del SIGAP, se crea el subsistema de Conservación de los Bosques pluviales, de tal manera de asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca. Dentro del podrá haber reservas naturales privadas.

- Artículo 16. Zona de Amortiguamiento. Se establece zona de amortiguamiento alrededor de todas las áreas protegidas existentes o de las que se creen en el futuro, consistente en la superficie territorial que proteja el funcionamiento adecuado del área protegida.
- Artículo 18. Planes Maestros y Operativos. El manejo de cada una de las áreas protegidas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, estará definido por su respectivo plan maestro, el cual será compartamentalizado en detallado a planes operativos anuales, los cuales serán elaborados por el ente ejecutor del área, o la persona individual o jurídica que la administra. Todos los planes maestros y operativos deben ser registrados, aprobados y supervisados por la Secretaria Ejecutiva del CONAP para verificar que se cumpla con los propósitos de conservación de esta ley.

#### **6.10.2.E. Plan Maestro Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil (2006-2010)**

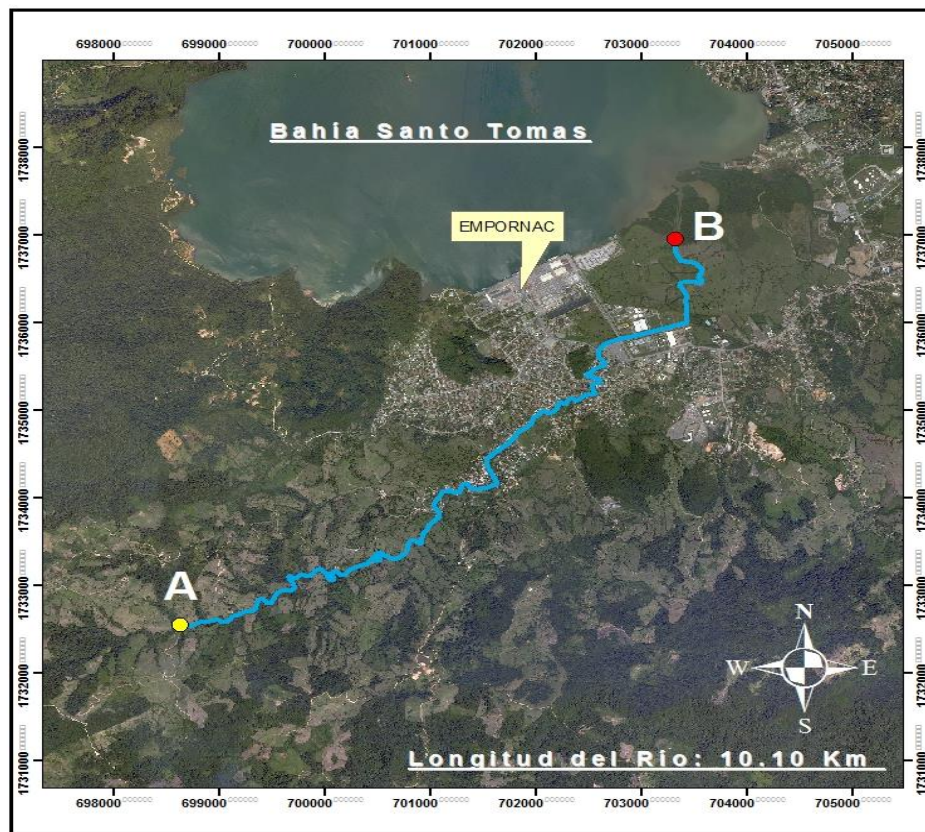
El manejo del área protegida está regida por un plan maestro, documento que tiene como principal objetivo, el ordenamiento territorial, y la gestión para el desarrollo integral de las áreas protegidas, la elaboración de dicho plan es fundamental para la sostenibilidad de los ecosistemas y de los recursos naturales y culturales dentro de las áreas protegidas. El primer plan maestro para Cerro San Gil se desarrolló en consulta con el personal de FUNDAECO y con 10 miembros representantes del Consejo Ejecutivo Local.

El plan maestro ha sido elaborado para proveer las estrategias que guiaran las acciones e inversiones necesarias para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y culturales de la Reserva de Protectora de manantiales Cerro San Gil así como asegurar el cumplimiento de la visión de los objetivos primarios de la conservación de la reserva, promover y facilitar la participación de los comunitarios y de otros actores para el manejo integral del área protegida.

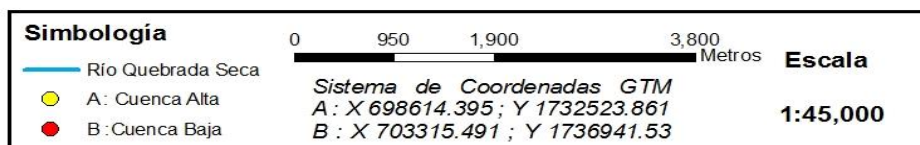
## 7. MARCO REFERENCIAL

### 7.1. Ubicación y Superficie

El Río Quebrada Seca está ubicado en la Aldea Santo Tomas de Castilla desemboca a la Bahía de Amatique, limita el norte con la Bahía de Amatique, al este con el área habitada y área Protegida Zona de Veda Definitiva Bahía Santo Tomas de Castilla y al sur y oeste con el Área protegida Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil. El Río tiene una Longitud del Cauce de 10.10 km identificados en la figura No. 1.

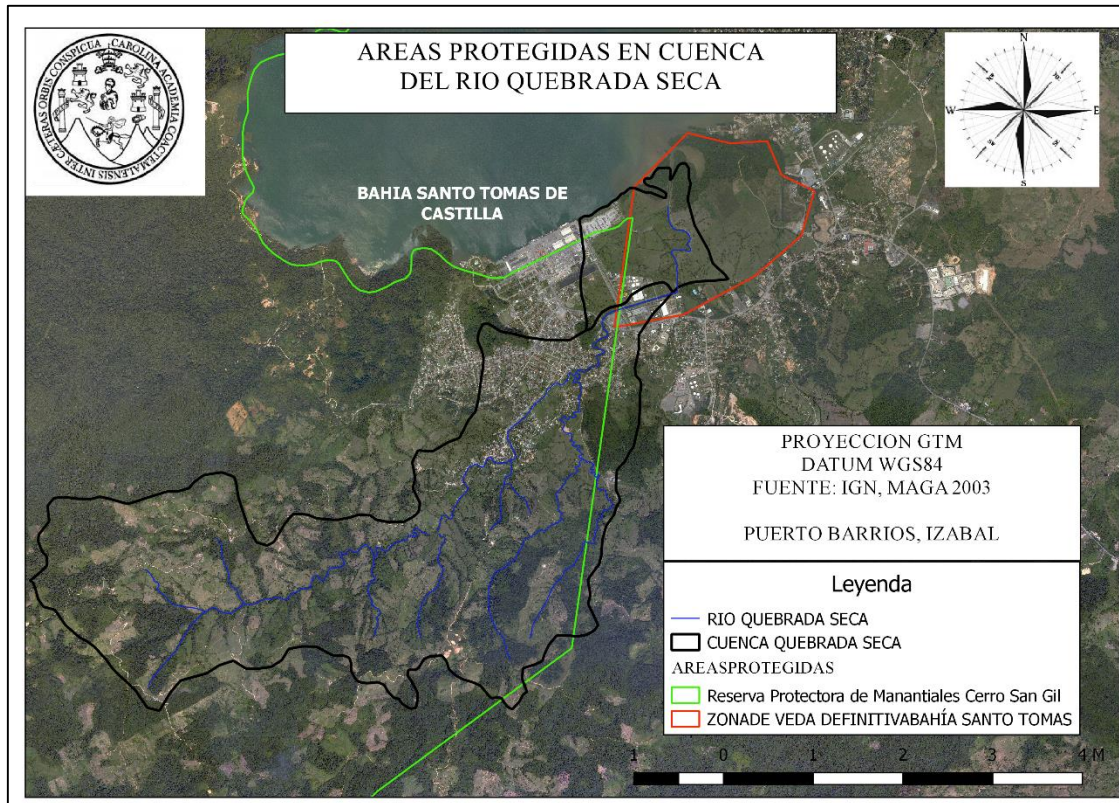


**Mapa de Ubicación, Río Quebrada Seca**



*Figura 1.* Mapa de Ubicación del Río Quebrada Seca. Elaboración Propia.

La cuenca del Rio Quebrada Seca se encuentra dentro de dos áreas protegidas que son: Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil y Zona de veda definitiva Bahía Santo Tomas, las cuales se muestran en la siguiente figura.



**Figura 2.** Mapa Áreas Protegidas de la cuenca del Río Quebrada Seca. Elaboración Propia.

## 7.2. División en Subcuencas

La cuenca del río Quebrada Seca pertenece a la vertiente de la Bahía de Amatique.

## 7.3. Zona de Vida

“Las zonas de vida se desarrollaron para nombrar y describir áreas que tienen comunidades vegetales y animales similares.”(CONAP, 2011) La cuenca del río Quebrada Seca se encuentra en la zona de vida de bosque muy húmedo tropical. Ecosistema famoso por poseer



diversidad de plantas y animales únicas de especies en el mundo. La vegetación se encuentra muy desarrollada y favorecen a un rápido descomposición de materiales muertos y vuelven a integrar la cadena de nutrientes que toman las plantas (Gentry, 1990).

## **7.4. Clima**

Según el modelo de Thornthwaite, el clima corresponde a un régimen megatérmico hiperhúmedo, de tipo ArA'a' (cálido, húmedo, sin estación seca bien definida). El gradiente de humedad de Norte a Sur va, respectivamente, de mayor a menor. La lluvia es de moderada a intensa y bien distribuida a lo largo del año, aunque se reconoce como “meses secos” a febrero, marzo y abril

### **7.4.1. Precipitación**

En el municipio de Puerto Barrios se tiene una precipitación anual de 3,073.7 milímetros, con 200 días de lluvia, el mes de julio es el más húmedo con una precipitación media de 439 milímetros durante veinticuatro días del mes, en Puerto Barrios ningún mes es seco ya que aún en marzo se tiene un promedio de 146 milímetros de lluvia con doce días de precipitación (INSIVUMEH, 2010).

### **7.4.2. Temperatura**

En el Municipio de Puerto Barrios, la temperatura se mantiene alta durante todo el año con un promedio de humedad relativa de 79%, teniendo una temperatura máxima anual de 30°C, una media de 26.5°C y una mínima de 22.1°C (INSIVUMEH, 2010).

## **8. METODOLOGIA**

### **8.1. Características de la cobertura del bosque en la parte alta de la cuenca del rio Quebrada Seca.**

Los bosques son fundamentales para el bienestar de la humanidad, ya que estos constituyen el sustento de la vida en el planeta a través de sus funciones ecológicas, regulación del clima y de los recursos hídricos, sirviendo además de hábitat a plantas y animales. Estos suministran una amplia gama de bienes esenciales como madera, alimentos, forraje y medicina.

Para conocer la situación actual del recurso bosque en la parte alta del Rio Quebrada seca se realizó lo siguiente:

#### **8.1.1. Caracterización y acercamiento del área de estudio**

Se realizó reunión con los líderes de la comunidad por medio del COCODE establecido en la Colonia Quebrada Seca, presentándoles la investigación, los objetivos del proyecto, la importancia de la realización de la investigación y la importancia de la participación para el éxito de la investigación.

Así mismo se realizó la caracterización de los usos del recurso bosque en la parte alta del Rio Quebrada Seca, mediante trabajo de campo realizando una ficha de encuesta a la población situada en dicha área de forma al azar y con ello conocimos el uso potencial que los recursos forestales ejercen en dicha área.

Se calculó la cantidad de encuestas a realizar de acuerdo a la cantidad de lotes que se encuentre en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca, especificando los usos que le dan al recurso bosque.

Para la determinación de la cantidad de encuestas que se realizaron según la cantidad de lotes se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_{\alpha}^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z_{\alpha}^2}$$

Donde:

- n = número de encuestas a pasar aleatoriamente.
- N = Tamaño de la población.
- $\sigma$  = Desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5.
- $Z_{\alpha}$  = valor de confianza, es un valor constante, se tomara el 95% de confianza equivalente a un valor de 1.96 ya que es el más usual
- e = representa el límite aceptable de error muestral, se utilizara un valor del 5%

La cantidad de encuestas en cada sección de la cuenca se ponderara dependiendo del número de lotes en la misma.

### **Análisis estadístico de las encuestas ejecutadas**

Se realizó el análisis estadístico que permitió inferir el uso que se ejerce al recurso bosque que se realiza en las diferentes secciones en las que se dividió la cuenca del Río Quebrada Seca.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_{\alpha}^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z_{\alpha}^2}$$

$$n = \frac{111(0.5)^2(1.96)^2}{0.05^2(7,686-1) + 0.5^2(1.96)^2}$$

$$n = 106.60$$

$$\frac{106.60}{1.23}$$

$$n = 86.66 \approx 87$$

Por lo tanto, el número de encuestas a realizar para tener una muestra representativa es de 87.

### **8.1.2. Estudio Multitemporal**

Se Realizó el estudio Multitemporal en donde nos reflejó el cambio de uso del bosque a partir de los años 2001, 2006, 2010 y 2017, el cual nos proporcionó información sobre las condiciones de aprovechamiento que este recurso ha tenido en el transcurso del tiempo, se utilizaron fotografías LANSAT, y por medio de sistemas de información geográfica de acceso libre (QGIS) se realizó análisis de la pérdida que se ha ejercido en los años establecidos en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca.

El resultado obtenido se refleja en mapas temáticos mostrando los cambios de la cobertura forestal, en donde nos ayuda a analizar la pérdida de bosque que se ha ejercido dentro de la cuenca del Rio Quebrada seca, aun formando parte del Área Protegida Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil.

## **8.2. Caracterización del Recurso hídrico en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca**

El Rio Quebrada Seca como parte de la red hídrica del municipio presta una función importante en la población cercana del mismo, por lo que dentro de la metodología se caracterizó su uso.

### **8.2.1. Caracterización y acercamiento del área de estudio**

Se realizó reunión con los líderes de la comunidad por medio del COCODE establecido en la Colonia Quebrada Seca, presentándoles la investigación, los objetivos del proyecto, la importancia de la realización de la investigación y la importancia de la participación para el éxito de la investigación.

Así mismo se realizó la caracterización de los usos del recurso agua en la parte alta del Rio Quebrada Seca, mediante trabajo de campo realizando una ficha de encuesta a la población situada en dicha área de forma al azar y con ello conocimos el uso potencial que los recursos naturales ejercen en dicha área.

Se calculó la cantidad de encuestas a realizar de acuerdo a la cantidad de lotes que se encuentre en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca, especificando los usos que le dan al recurso hídrico.

Para la determinación de la cantidad de encuestas que se realizaron según la cantidad de lotes se utilizó la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_{\alpha}^2}{e^2(N - 1) + \sigma^2 Z_{\alpha}^2}$$

Donde:

- a.  $n$  = número de encuestas a pasar aleatoriamente.
- b.  $N$  = Tamaño de la población.
- c.  $\sigma$  = Desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5.
- d.  $Z_{\alpha}$  = valor de confianza, es un valor constante, se tomara el 95% de confianza equivalente a un valor de 1.96 ya que es el más usual
- e.  $e$  = representa el limite aceptable de error muestral, se utilizara un valor del 5%

La cantidad de encuestas en cada sección de la cuenca se ponderara dependiendo del número de lotes en la misma.

## **Análisis estadístico de las encuestas ejecutadas**

Se realizó el análisis estadístico que permitió inferir en el uso al recurso hídrico que se realiza en las diferentes secciones en las que se dividió la cuenca del Río Quebrada Seca.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_\alpha^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z_\alpha^2}$$
$$n = \frac{111(0.5)^2 (1.96)^2}{0.05^2 (7,686-1) + 0.5^2 (1.96)^2}$$
$$n = \frac{106.60}{1.23}$$
$$n = 86.66 \approx 87$$

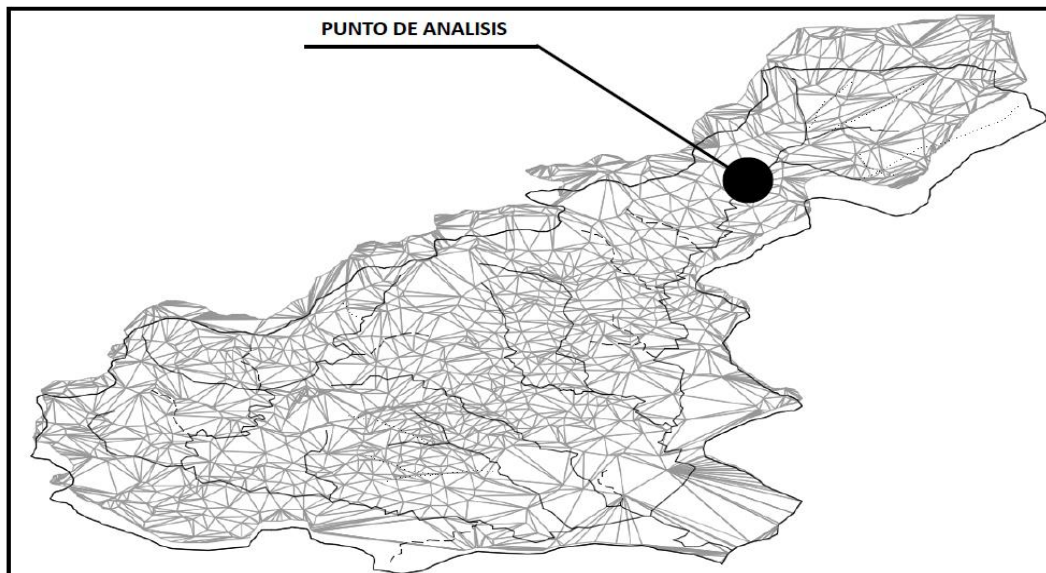
Por lo tanto, el número de encuestas a realizar para tener una muestra representativa en de 87 encuestas.

### **8.2.2. Evaluación Morfométrica**

#### **8.2.2.A. Determinación de la parte alta de la cuenca del río Quebrada Seca**

En una cuenca se pueden identificar tres partes de acuerdo a su relieve, las cuales son: i) Parte alta de la cuenca, la cual corresponde a la zona donde generalmente nace el río el cual general posee pendientes muy grandes, dicho de otra forma, es la parte montañosa de la cuenca, ii) Parte media de la cuenca, la cual corresponde a la parte de la cuenca en donde existe un equilibrio entre los materiales que arrastra la corriente y los materiales que salen de dicha zona, generalmente su relieve es más ondulado y no tan pronunciado como en la parte montañosa, y por último la iii) Parte baja de la cuenca, la cual corresponde a la parte de la cuenca donde se depositan el material sólido arrastrado por la corriente, generalmente su relieve es muy llano.

Por tanto, para determinar el área de estudio, el cual corresponde a la parte alta de la cuenca, dicho de otra forma, la parte montañosa, se utilizó un programa Cad, para generar una superficie tomando en cuenta las curvas de nivel del terreno, en la siguiente figura se muestra la superficie total de la cuenca del Rio Quebrada Seca identificando la parte montañosa y el punto de descarga de análisis de la misma.



**Figura 3.** Área de Evaluación de la Subcuenca. Elaboración Propia

Se realizó la evaluación morfométrica de la Subcuenca en base a los aspectos lineales, aspectos de superficie y aspectos de relieve los cuales se detallan a continuación:

### **8.2.2.B. Aspectos Lineales**

Se refiere a la dimensión de las corrientes o canales de drenaje natural dentro de la subcuenca, en función de la determinación de factores y coeficientes de la subcuenca en donde se evalúa: perímetro de la subcuenca, Clases de Corrientes, Orden de Corrientes, radio de bifurcación medio, longitud media de corrientes y longitud acumulada de corrientes.

### **8.2.2.C. Perímetro de la subcuenca**

Consiste en establecer la longitud del perímetro de la cuenca delimitada, lo cual se determinó por medio de un sistema de información geográfica mediante imágenes satelitales o Lansat.

### **8.2.2.D. Clases de Corrientes**

Estas fueron delimitadas de acuerdo su presencia en el mapa cartográfico como: permanentes, intermitentes y por ultimo las corrientes efímeras que fueron determinadas o trazadas de acuerdo al drenaje natural existente, mostrado por las curvas de nivel.

### **8.2.2.E. Orden de Corrientes**

Este tipo de corriente se determinó utilizando la clasificación de Horton, describiendo corrientes de primer orden aquellas que provienen de un pequeño tributario de la subcuenca, de segundo orden aquellas que están formadas por corrientes de primer orden y así sucesivamente, el orden de la subcuenca será dado por el orden del cauce principal del mismo.

### **8.2.2.F. Radio de Bifurcación medio**

Este se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$Rb = \frac{Nu}{N(u+1)}$$

En donde:

$Nu$  = Numero de corrientes de orden  $u$

$N(u+1)$  = Numero de corrientes de orden superior siguientes

$i$  = Numero de relaciones,  $i=1 \dots n$



### **8.2.2.G. Longitud media de corrientes**

Este es un indicador de pendientes a manera que corrientes con longitudes cortas indican pendientes más fuertes, mientras las longitudes largas reflejan pendientes suaves, por lo que fue calculada por medio de la siguiente ecuación:

$$L_u = \frac{\text{longitud acumulada de corrientes de orden } u}{N_u}$$

En donde:

$L_u$  = longitud media de corrientes

$N_u$  = Numero de Corrientes

### **8.2.3. Aspectos de Superficie**

#### **8.2.3.A. Área de la Cuenca ( $A_k$ )**

Este aspecto nos indica la superficie del área drenada es decir desde donde nace el cauce principal hasta el sitio donde se encuentra la desembocadura al mar, cubriendo el perímetro de la subcuenca que generalmente se indica en kilómetros cuadrados o hectáreas, este se refleja en un mapa digital de la subcuenca realizado por medio de sistema de información geográfica.

#### **8.2.3.B. Relación de forma ( $R_f$ )**

La forma de la subcuenca hidrográfica afecta los hidrógrama de escorrentía y las tasas de flujo máximo, que de alguna forma indica las avenidas en el cauce por lo que se sugiere un factor adimensional de forma “ $R_f$ ” como índice de la forma según la ecuación:

$$R_f = \frac{A_k}{L_c^2}$$

En donde:

$A_k$ = área de la cuenca

$L_c^2$ = Longitud del cauce principal desde el nacimiento del cauce hasta la salida de la cuenca.

### **8.2.3.C. Coeficiente de compacidad ( $k_c$ )**

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual al de la cuenca.

En cuanto más irregular sea la cuenca, mayor será su coeficiente de compacidad. Una cuenca circular posee el coeficiente mínimo, igual a uno. Hay mayor tendencia a las crecientes en la medida en que este número sea próximo a la unidad.

$$K_c = 0.28 P/A^{1/2}$$

### **8.2.3.D. Densidad de Drenaje (D)**

Es una característica importante que se debe tener en cuenta al hacer la evaluación hidrológica de una cuenca. Esta es indicativa de la relación entre la infiltración y la escorrentía, es decir de las condiciones de permeabilidad de acuerdo a la textura del suelo.

$$D = \frac{L_a}{A_k}$$

## **8.2.4. Aspectos de relieve**

### **8.2.4.A. Pendiente media de la Cuenca**

Este aspecto tiene una relación importante con la infiltración, el escurrimiento, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea, que para su determinación se utilizó el método de Alvord, que se describe a continuación:

$$Sc = \frac{DxL * 100}{Ak}$$

En donde:

D= Diferencia vertical entre curvas de nivel

L= longitud de las curvas de nivel dentro de la cuenca

Ak= área de la cuenca

Después de la determinación de dichas características, se presentara gráficamente por medio de un mapa, realizado en un sistema de información geográfica.

**Tabla 5.** Rangos de pendientes de una cuenca

<b>PENDIENTES MEDIAS (%)</b>	<b>RELIEVE</b>
0-12	Suave
12-25	Moderado
25-50	Pronunciado
50-75	Muy Pronunciado
>75	Escarpado

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Herrera 2011

### **8.2.5. Evaluación Hidrométrica**

La Evaluación Hidrométrica de la subcuenca del río Quebrada Seca se realizó por medio de un método de aforo, el cual se detalla a continuación.

#### **8.2.5.A. Método de Sección-Velocidad**

En este método determina la sección transversal del cauce y la velocidad del agua; la sección se determinó por sondeos en base al ancho del cauce del río y la velocidad por medio de un flotador, de tal manera que el caudal del río está representado se la siguiente manera:

$$Q = \text{Área} * \text{Velocidad media, expresada en m}^3/\text{s}$$

Para determinar el área de la sección, se realizó por medio del cauce del río tomando en consideración que la sección se estableció para practicar aforos posteriores, teniendo en cuenta que se debe de realizar la medición de profundidades y velocidades conforme avanza de un extremo a otro la sección, por la variabilidad del nivel de corriente.

La velocidad media, se determinó por medio de un flotador que es un cuerpo ligero que el agua conduce más o menos a la velocidad de la corriente, de tal manera que se tomó el tiempo en el recorrido de la sección desde el inicio hasta el final, realizándolo en 3 ocasiones, utilizando la siguiente ecuación:

$$V_m = K * v_s$$

Donde:

$V_m$  = Velocidad Media

$K$  = constante de relación entre velocidad superficial y velocidad media, es decir 0.9

$V_s$  = Velocidad Superficial

Según lo establecido la investigación se basa en el manejo adecuado para aprovechamiento del recurso hídrico para captación y distribución de agua potable, por lo que realizaron análisis físico-químico y bacteriológico del agua en base a la norma COGUANOR 290001.

### **8.2.5.B. Caracterización Físico químico y biológica del recurso hídrico**

#### **Metodología a utilizar para la toma de muestras**

Se realizó la toma de muestra para el análisis físico químico y bacteriológico de la siguiente manera:

- **Análisis físico Químico:** Las muestras para el análisis físico químico se tomaron en recipientes perfectamente limpios y adecuados, de plástico cuya capacidad mínima debe ser aproximada de 4 litros (1 galón), el cual se sumergió en contra de la corriente y se llenó, se tapó y se enjuagó y se devolvió a la fuente. Este procedimiento se realizó tres veces y a la cuarta vez se realizó el mismo procedimiento de llenado pero se conservó la muestra, se etiquetó el recipiente y se envió al laboratorio, el transporte de la muestra no requirió refrigerante.
  
- **Análisis Bacteriológico:** Para la toma de muestra del análisis bacteriológico se debe de realizar lo siguiente:
  - Se Abrió el frasco esterilizado mediante la técnica clásica, desamarrar el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel de estraza y halar hacia afuera el tapón.
  - Para el llenado del Frasco se sostuvo de la parte inferior y hasta sumergirlo a una profundidad de aproximadamente 20 cm con la boca ligeramente hacia arriba.
  - Se Llenó la etiqueta y se adhirió al frasco
  - Las muestras se transportaron vía terrestre dentro de recipientes con refrigeración mediante Hieleras pequeñas.
  
- **Etiqueta para las muestras**

Los datos que se identificaron en la etiqueta para las muestras son los siguientes:

- Lugar y fecha de la toma de muestra
- Fuente de la toma de muestra
- Condiciones de temperatura
- Condiciones de transporte
- Tipo de análisis
- Nombre de la persona quien tomó la muestra
- Nombre de la persona interesada en la muestra

### **8.2.5.C. Propuesta de lineamientos para la conservación del recurso bosque y el aprovechamiento le recurso hídrico para consumo humano.**

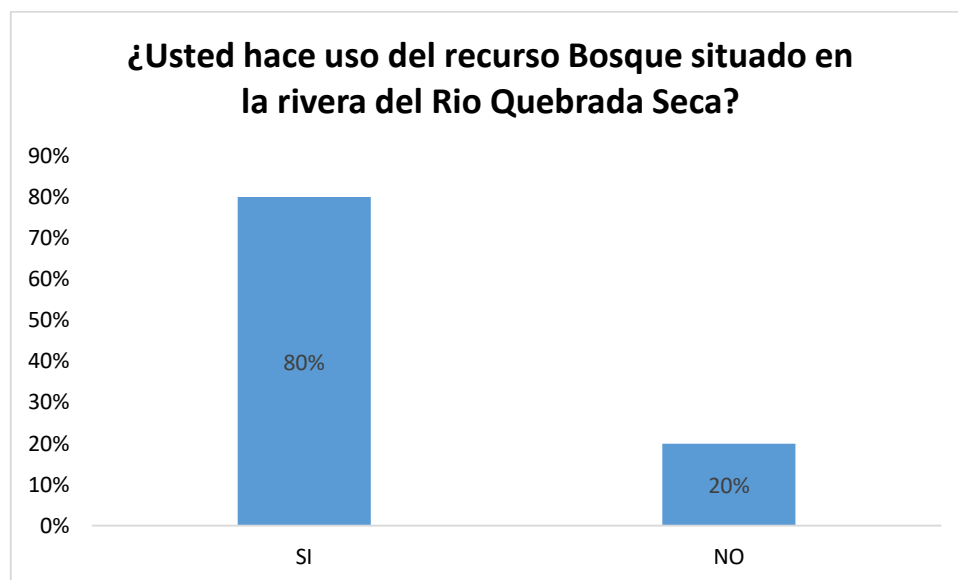
Al haber obtenido el resultado de la caracterización de los usos de los recursos agua y bosque, los resultados del cambio de cobertura forestal por medio del análisis Multitemporal de los años estudiados, los resultados morfométricos e hidrométricos incluyendo los resultados del análisis de calidad de agua, se hizo un análisis para determinar y proponer acciones que mejoren las condiciones de vida y la conservación de dicha cuenca, por la importancia que tiene para el municipio por la presión que ejerce hacia la bahía de Amatique como el aprovechamiento integral que pueda determinarse para el mismo, de tal manera que se pueda considerar un aprovechamiento del vital líquido para consumo humano siempre cumpliendo con los parámetros establecidos en COGUANOR 29001 específica para agua potable o entubada y en el área de bosque un manejo integral del mismo para conservar flora y fauna y la masa boscosa considerando que se encuentra dentro de un área protegida.

## 9. RESULTADOS Y DISCUSION

### 9.1. Caracterización de la cobertura del bosque en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca

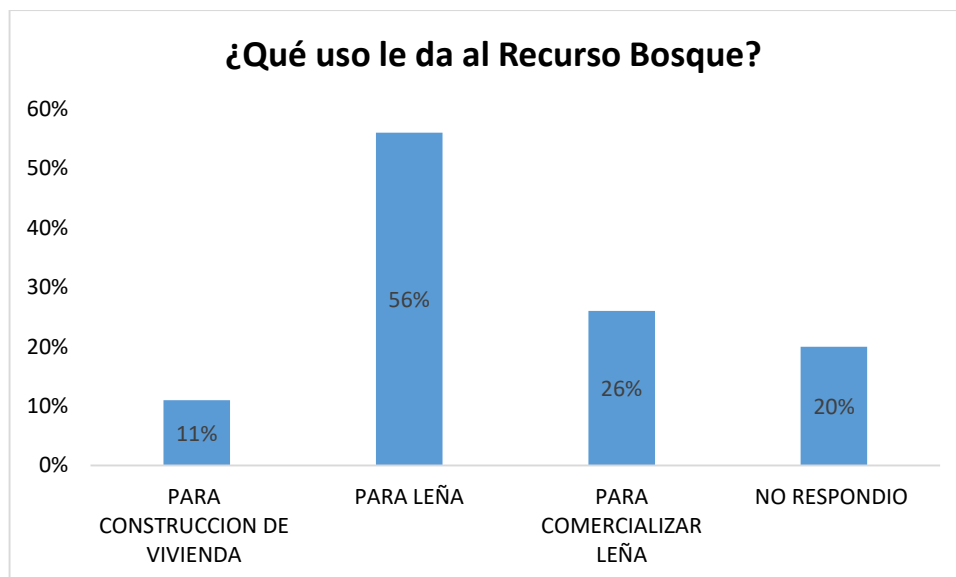
En reunión establecida en la metodología con la comunidad en donde fue presentado el objeto de la investigación y la importancia de realizarla, se obtuvo una aceptación de la comunidad en donde manifestaron que el rio ha sufrido una disminución del caudal a lo largo de los años, cabe mencionar que la comunidad mostro su anuencia a la realización de la investigación.

Los resultados de la encuesta realizada a la muestra representativa de la población de la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca, se muestra en la figura número cuatro el cual es el resultado de la pregunta número uno que se realizó en la ficha de encuesta.



**Figura 4.** Resultado de pregunta número uno de ficha de encuesta. Elaboración Propia

El 80% de los encuestados respondieron de forma positiva a la pregunta planteada, lo que nos indica que si existe un uso del recurso bosque en la comunidad, de tal manera que en la figura número cinco conocemos el uso que dicha población ejerce al recurso bosque.



**Figura 5.** Resultado de pregunta número dos de ficha de encuesta. Elaboración Propia

Según la ficha de encuesta realizada el uso que mayor prevalece en la comunidad hacia el recurso bosque es uso de leña con un 56% de la población encuestada, dato interesante ya que el área de estudio a pesar de encontrarse en el área rural las condiciones de vida de la población no es muy racional y esto nos puede indicar que el problema puede surgir por los procesos culturales que la población ha adquirido desde hace muchos años, aun así teniendo la capacidad de adquirir otra fuente de combustible, así como el segundo porcentaje que se refiere a la comercialización de la leña con un 26%, el 11% de la población ha utilizado el recurso para la construcción de su vivienda y el otro 20% de la población no contestó la interrogante ya que no realizan ningún uso del recurso, cabe mencionar que aun estando dentro del área protegida Reserva de Manantiales Cerro San Gil, se ejerce un impacto significativo.

Los resultados del análisis Multitemporal realizado para conocer la pérdida de cobertura boscosa en la parte alta del río Quebrada Seca se muestra en los mapas temáticos ubicados en el anexo número siete y la tabla número seis muestra los porcentajes de pérdida de cobertura boscosa en los años 2001, 2006, 2010 y 2017.



**Tabla 6.** Perdida de Cobertura Boscosa

<b>No.</b>	<b>AÑO</b>	<b>AREA DE COBERTURA</b>	<b>% DE PERDIDA</b>	<b>DIFERENCIA % DE PERDIDA</b>
<b>1</b>	2001	250.35 Ha.	100%	0%
<b>2</b>	2006	235.88 Ha.	94%	6%
<b>3</b>	2010	208.53 Ha.	83%	17%
<b>4</b>	2017	189.33 Ha.	75%	25%

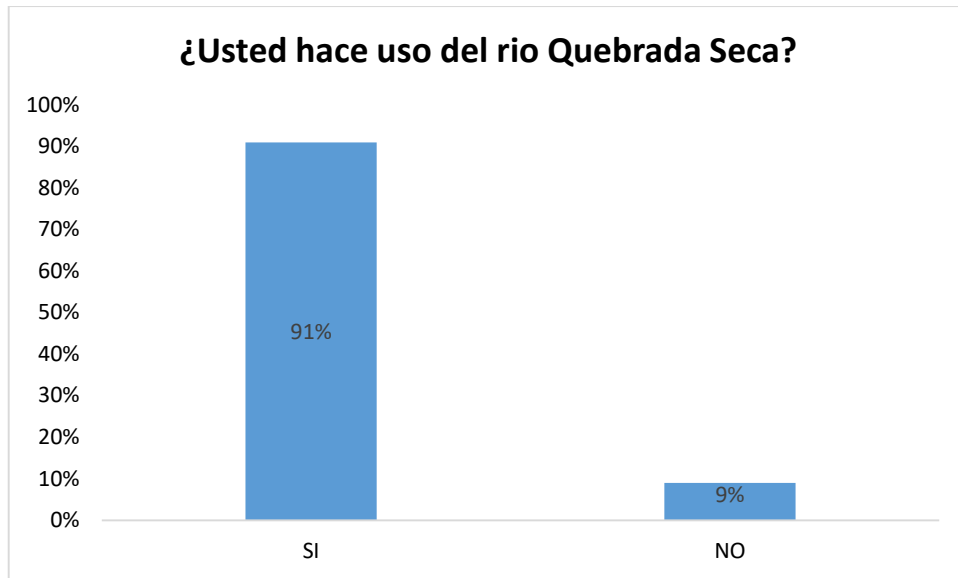
Fuente: Elaboración Propia

Para el año 2001 la cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca era de 250.35 hectáreas, 5 años después se han perdido 14.47 hectáreas, quedando un total de 235.88 hectáreas, en el año 2010 el área ha disminuido hasta 208.53 hectáreas y en el año 2017 tan solo existen 189.33 hectáreas, esto quiere decir que en 17 años se han perdido un total de 61.02 hectáreas de bosque equivalente a un 25% de la cobertura existente en el año 2001, resultado alarmante ya que el área de estudio se encuentra dentro del área protegida reserva protectora de manantiales, Cerro San Gil, el cual cuenta con un plan de maestro, en donde se muestran términos de referencia para el aprovechamiento de los recursos naturales existentes.

## **9.2. Caracterización del recurso hídrico en la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca.**

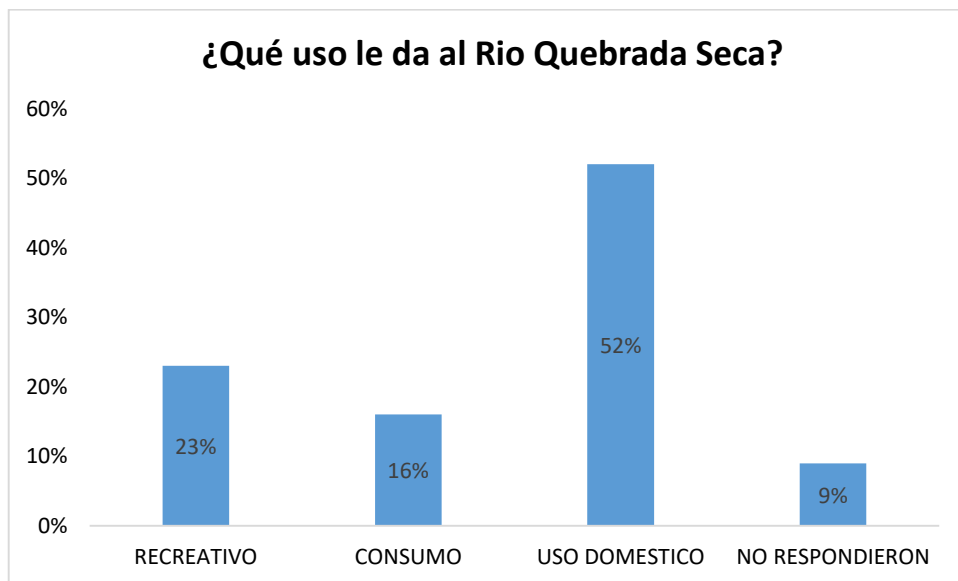
En la reunión con la comunidad en donde fue presentado el objeto de la investigación y la importancia de realizarla, se obtuvo una aceptación de la comunidad de tal manera que manifestaron que el rio ha sufrido una disminución del caudal a lo largo de los años.

Los resultados de la encuesta realizada a la muestra representativa de la población de la parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca, se muestran en las siguientes figuras.



**Figura 6.** Resultado de pregunta número tres de la ficha de encuesta. Elaboración propia.

El 91% de los encuestados respondieron de forma positiva a la pregunta planteada, lo que nos indica que si existe un uso del recurso hídrico en la comunidad, de tal manera que se plantea la siguiente interrogante para conocer el tipo de uso que la población ejerce al recurso.



**Figura 7.** Resultado de pregunta número cuatro de ficha de encuesta. Elaboración propia.

Según la ficha de encuesta realizada el uso que mayor prevalece en la comunidad hacia el recurso hídrico es uso domiciliario con un 52% de la población encuestada, dato interesante ya

que el área de estudio a pesar de encontrarse en el área rural las condiciones de vida de la población no es muy racional y esto nos puede indicar que el problema puede surgir por procesos culturales que la población ha adquirido desde hace muchos años, aun así teniendo la capacidad de adquirir otra fuente de abastecimiento, así como el segundo porcentaje que se refiere al uso recreativo con un 23%, el 16% de la población ha utilizado el recurso para consumo humano desconociendo la calidad que dicho recurso tiene y el otro 9% de la población no contestó la interrogante ya que no realizan algún uso significativo al recurso hídrico, cabe mencionar que aun estando dentro del área protegida Reserva de Manantiales Cerro San Gil, se ejerce un impacto significativo.

### 9.2.1. Evaluación morfométrica de la subcuenca del Rio Quebrada Seca

En la tabla número siete se muestran los resultados de la evaluación morfométrica de la subcuenca del Rio Quebrada Seca en los aspectos estudiados.

**Tabla 7. Resultados de Evaluación Morfométrica de la subcuenca**

Aspectos Evaluados	Características	Descripción	Valores	
Punto de área de estudio	Coordenadas	Longitud	15°40'16.06'' N	
		Latitud	88°37'27.63'' W	
		Elevación	48 msnm	
Lineales	Perímetro de la cuenca		9.77 km	
		Clases de corrientes	Permanentes	2.72 km
	Intermitentes		1.55 km	
	Efímeras		10.2 km	
	Orden de Corrientes	13 de orden 1	9.72 km	
		4 de orden 2	2.52 km	
		2 de orden 3	1.35 km	
		1 de orden 4	0.93 km	
	Superficies	Longitud acumulada de corrientes		14.52
		Radio de Bifurcación media		2.41 km
Longitud media de corrientes			0.73 km	
Área de la cuenca			5.36 km <sup>2</sup>	
Forma de la cuenca			Ovalada	
Relación de forma			0.85	
Coefficiente de compacidad			1.18	
Densidad de Drenaje			2.71 km/km <sup>2</sup>	
Pendiente media parte alta			28%	
Relieve		Pendiente media parte media		17%
	Pendiente media parte baja		8%	

Fuente: Elaboración Propia

El perímetro de la sub cuenca es de 9.77 kilómetros, presentan muchas corrientes efímeras pero pocas permanentes o intermitentes, de acuerdo al número de orden, esta es de orden 4, por lo tanto, es bastante pequeña, con 20 corrientes y una longitud total acumulada de 14.52 km.

Respecto a los aspectos de superficie se pueda considerar que la parte alta es muy pequeña (5.36 km<sup>2</sup>) de forma de rombo (relación de forma de 0.85) con una densidad de drenaje bastante alta, que indica que los suelos son muy poco resistentes a la erosión.

La pendiente de la cuenca en la parte alta es muy pronunciada (28%) aunado a esta, considerando la densidad de drenaje y la relación de forma, podemos decir que la respuesta hidrológica de la sub cuenca en la parte alta es muy alta (minutos) por lo que pueden existir crecidas, lo que nos indica que, de aprovecharse para consumo humano, las obras de captación deberán tener protección y disipadores de energía para salvaguardarla de las crecidas del río.

### **9.2.2. Evaluación Hidrométrica de la Subcuenca del Rio Quebrada Seca.**

#### **Resultados de método de aforo**

El promedio aritmético del caudal calculado es de 0.631 m<sup>3</sup>/s, el cual se muestra en la tabla número ocho.

**Tabla 8.** Tabla de Resultados método de aforo

<b>Fecha de Estudio</b>	<b>Área transversal</b>	<b>Caudal Estimado</b>
02 de Agosto 2017	1.19 m <sup>2</sup>	0.906 m <sup>3</sup> /s
16 de Agosto 2017	0.91 m <sup>2</sup>	0.578 m <sup>3</sup> /s
02 de Septiembre 2017	0.86 m <sup>2</sup>	0.410 m <sup>3</sup> /s

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9.** Resultados de los análisis físicos del agua

CARACTERISTICAS FISICAS	RESULTADOS DEL ANALISIS
Color	19 unidades
Olor	Lig. materia orgánica
Ph	7.6
Solidos Totales	142 mg/l
Temperatura	24.60 grados celcius
Sabor	-----
Turbiedad	15.0 utn

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10.** Resultados de los análisis químicos del agua

CARACTERISTICAS QUIMICAS	RESULTADOS DEL ANALISIS
Cloro residual libre	-----
cloruro (Cl)	14.5 mg/l
Conductividad	237 uS/cm
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	134 mg/l
Potencial de hidrogeno	7.6
Solidos totales disueltos	126.0 mg/l
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	2 mg/l
Temperatura	24.60 grados celcius
Aluminio (Al)	----
Calcio (Ca)	----
Zinc (Zn)	----
Cobre (Cu)	----
Magnesio (Mg)	----

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11.** Resultados de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua en significativas para la salud

<b>Substancia</b>	<b>Resultado de los análisis (mg/l)</b>
Arsénico	---
Bario	---
Boro	---
Cadmio	---
Cianuro	---
Cromo total	---
Fluoruro	---
Mercurio total	---
Plomo	---
Selenio	---
Nitrato	3.3
Nitrito	0.008

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio en la investigación de la calidad microbiológica del agua, representándose como número más probable de gérmenes en 100 ml de agua.

**Tabla 12.** Resultados de la verificación de la calidad Microbiológica del agua

	<b>Coliformes totales</b>	<b>Coliformes Fecales</b>
Resultado: Numero más probable de gérmenes Coliformes/100 cm <sup>3</sup>	300	50

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en los resultados de las tablas anteriores el agua NO ES POTABLE desde el punto de vista bacteriológico según la norma COGUANOR NTG 29001 ya que según la norma estos no deben de ser detectables en 100 ml de agua.

### **9.3. Propuesta de lineamientos para la conservación de parte alta de la cuenca del Rio Quebrada Seca**

#### **9.3.1. Propuesta para el Recurso Bosque**

##### **Propuesta Técnica**

Para poder llevar a cabo la conservación del recurso bosque en la parte alta de la subcuenca del Rio Quebrada Seca, tomando como base los artículos 97, 119 inciso c) y 126 de la constitución Política de la República de Guatemala, la ley de protección y mejoramiento de Medio Ambiente, la ley forestal y el decreto 51-2010 del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal, se presente la propuesta de acciones que se pueden aplicar para la conservación del recurso.

El establecimiento de programas de reforestación para dar cumplimiento al artículo 126 de la constitución política de la república en donde se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país para la conservación de los bosques, la ley determinara la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos en donde los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozaran de especial protección y conservación, por tal motivo también se propone establecer proyectos PINPEP, que tienen como objetivo el establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales a los titulares de pequeños poseedores de extensiones de tierra con vocación forestal o agroforestal, que no cuenten con título de propiedad de las tierras que aplican a los beneficios del programa.

Para que la población pueda optar a ser titulares de proyectos en programas PINPEP deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser guatemalteco de origen
- Ser mayor de edad
- Estar en el libre ejercicio de sus derechos civiles
- Poseer tierras de vocación forestar o agroforestal
- Los poseedores individuales para optar al incentivo forestal podrán ingresar uno o más proyectos, siempre y cuando la extensión total de dichos proyectos individuales sumados no exceda a las 15 hectáreas en cualquier parte del territorio nacional.
- Cada titular que conforme parte de un proyecto colectivo para ser beneficiario del incentivo forestal debe ingresar con un área de terreno que posea como mínimo de 0.1 hectárea.
- Se permite el ingreso de plantaciones forestales y sistemas agroforestales ya establecidos que cumplan con los requisitos exigidos por la Junta directiva del INAB.

Para que los proyectos sean aprobados además de los requisitos deberán presentar los siguientes documentos:

- Solicitud de ingreso al PINPEP, según formato aprobado por el CODI
- Documento que acredita la posesión de tierra según los casos siguientes:
- Certificación extendida por el Alcalde del municipio correspondiente, en hoja membretada y sellada, en la que se haga constar que el interesado es poseedor del terreno.

Para los proyectos ubicados en tierras comunales, además de lo requerido en la literal anterior, se deberá presentar lo siguiente:



- Copia certificada del acta suscrita, en la cual la junta directiva o comité de la comunidad, reunidos en asamblea con vecinos de la comunidad, acuerdan lo siguiente: i) solicitar que los terrenos en posesión ingresen al PINPEP y ii) establecer claramente los compromisos de los poseedores de tierra en la gestión y ejecución del proyecto.
- Además a estos los que se encuentran establecidos en el artículo 23 del reglamento de la ley de incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal –PINPEP-.

### **9.3.2. Propuesta para el Recurso Hídrico**

#### **Propuesta Técnica**

Aprovechar el río quebrada seca como fuente de abastecimiento de agua potable sería una razón más para proteger la parte alta de la cuenca, además, resolvería los problemas de falta de agua que padece una parte de la población de la aldea Santo Tomas de Castilla.

El río Quebrada Seca, en el punto de análisis posee un caudal neto de 0.631 m<sup>3</sup>/s, ya que el aforo fue realizado en época de invierno se utiliza un factor de 0.45 para estimar el caudal en época de estiaje, quedando así un caudal de 0.28 m<sup>3</sup>/s, así mismo, deberemos considerar un 15% de este como caudal ecológico, siendo el caudal aprovechable de 0.24 m<sup>3</sup>/s.

Utilizando la siguiente fórmula podemos calcular el número de personas a las que podríamos dotar de agua en la parte media y baja.

$$Q = \frac{Dot * Pob}{86400}$$

Donde:

Q: Caudal en litros por segundo

Dot: dotación en litros por habitante por día

Pob: población a beneficiar

Si se toma una dotación de 100 litros/habitante/día y una densidad poblacional según el INE para Puerto Barrios de 6 habitantes por vivienda, calculamos el caudal necesario para abastecer a las viviendas que se encuentran en la parte media y baja, que en total son 1053 viviendas.

$$Q = \frac{100 \frac{l}{hab} * 6318hab}{86400} = 7.31 l/s$$

Como se puede observar el caudal necesario es mucho menor que el caudal disponible en el río Quebrada seca.

Así mismo, derivado de los análisis físico – químicos y bacteriológicos para el agua, es necesario tener un sistema de desinfección ya que esta no debería tener presencia de Coliformes, para esto, se propone utilizar un alimentador automático de tricloro en pastillas, instalado en serie con la tubería de conducción, a la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se trataran en el sistema es de 7.31 l/s. las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y 10% de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas, para determinar la cantidad de tabletas necesarias para clorar el agua utilizamos la siguiente formula.

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

G: gramos de tricloro

C: miligramos por litro deseado

M: número de días

%CL: concentración de cloro.

$$G = \frac{0.001 * 631584 * 30}{0.9}$$

$$G = 21052.8$$

$$\frac{21052.8}{200} = 73 \text{ tabletas}$$

Por lo tanto, se necesitarán 73 tabletas mensuales, estas deberán ser colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes.

La municipalidad deberá tener en cuenta los siguientes elementos para el diseño final del sistema de distribución de agua:

- Captación superficial
- Desarenador
- Línea de conducción
- Válvulas de limpieza
- Válvulas de aire
- Clorador de pastillas de tricloro
- Tanque de distribución (de al menos el 25% del volumen de agua a utilizar en un día)
- Red de distribución (con una presión entre 10 y 40 metros columna de agua)

## **Propuesta de financiamiento**

Mediante fondos del Gobierno central de la Republica el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), da apoyo a proyectos de desarrollo sostenible, financiado los proyectos dirigidos a reducir impactos al medio ambiente y fortalecer el manejo adecuado de recursos naturales.

La Secretaria de Planificación y Programación (SEGEPLAN) da apoyo a proyectos de desarrollo municipal en la planificación, que en el año 2016 apoyo a la municipalidad de Puerto Barrios en la planificación de proyectos como redes de alcantarillados, redes de agua potable y edificios educativos.

### **Condiciones de la financiación**

Las condiciones y términos en los préstamos del INFOM dependen de lo que sea solicitado, para los prestamos el tiempo de amortización es durante el tiempo de gobierno municipal, las tasas se calculan trimestralmente y son del 2.5%. El monto para el préstamo se calcula dependiendo los ingresos de la municipalidad, su capacidad de pago y solvencia.

### **Fuentes de financiamiento**

Las principales fuentes de financiamiento para inversión en saneamiento básico serian el Gobierno Central con los recursos del Tesoro General de la Nación a través del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), fuentes de financiamiento externo y los ingresos municipales quedando programados en el plan operativo anual.

## 10. CONCLUSIONES

- Se determinó que la cobertura boscosa de la parte alta del Rio Quebrada Seca, ha tenido una perdida en 17 años de 61.02 hectáreas equivalentes a un 25% de la cobertura existente en el año 2001, por lo que actualmente únicamente se cuenta con 189.33 hectáreas de bosque.
- Se determinó que las características del recurso hídrico en la parte alta del Rio Quebrada Seca, según su morfometría e hidrometría está en condiciones para abastecer a 1,053 viviendas que se encuentran en la parte baja de la cuenca.
- Se considera que por el caudal estimado el Rio Quebrada Seca puede ser aprovechado para consumo humano, aunque muestra presencia de agentes bacteriológicos, los cuales deben ser tratados mediante un método de desinfección.
- Para lograr la conservación del recurso bosque es necesario reforestar el área y establecer proyectos PINPEP y para aprovechar el recurso hídrico para consumo humano establecer método de desinfección por medio de pastillas de tricloro.

## **11. RECOMENDACIONES**

- Desarrollar procesos de educación ambiental en la comunidad, que permita mostrar los impactos que genera el aprovechamiento irracional de los recursos naturales y proporcionar alternativas de las condiciones de vida.
- Realizar patrullajes constantes para la identificación de talas ilícitas. Por encontrarse dentro del Área protegida Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, administrada por CONAP
- Establecer proyectos de captación, potabilización y distribución de agua a la población establecida en la Aldea Santo Tomas de Castilla por la Municipalidad de Puerto Barrios como ente a cargo de dotar de agua potable a la población, el aprovechamiento del rio Quebrada Seca para consumo humano,.
- Dar seguimiento a la investigación para establecer enlaces interinstitucionales para la ejecución de proyectos de conservación del recurso bosque y el aprovechamiento del recurso hídrico.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

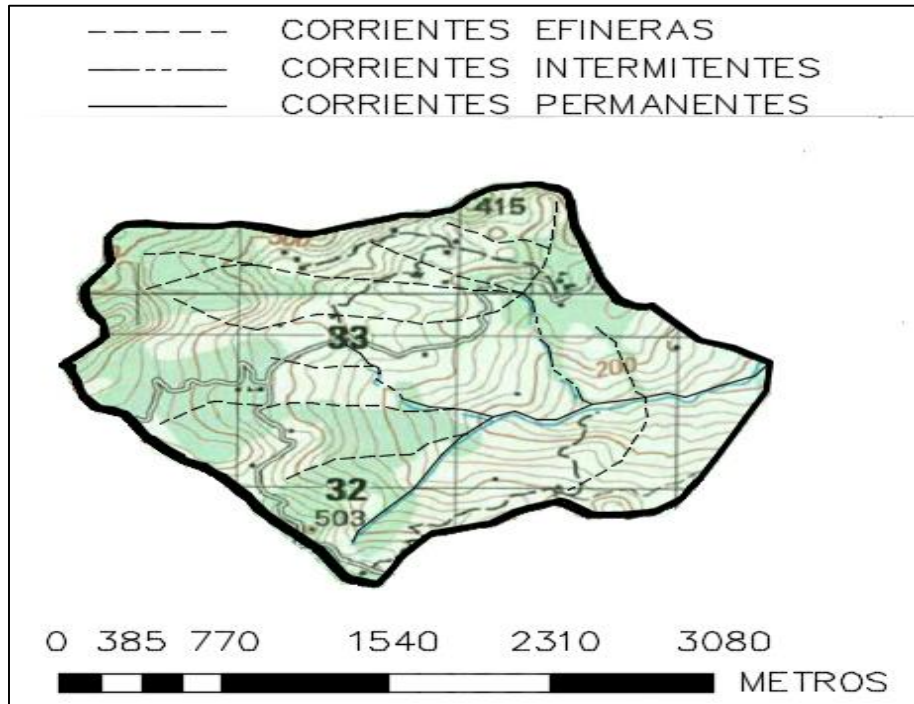
- Aguilar (2007). Resumen Ingeniería Sanitaria 1. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Alvarado (2007). Caracterización Preliminar y Propuesta de Lineamientos de Manejo de la Cuenca del Rio Pasaguay, Joyabaj, Quiche. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- CIDA, PAWD (2005). Planes de Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Manual de capacitación y Guía Operacional.
- Congreso de la Republica. Decreto número 4-89. Ley de Áreas Protegidas.
- Congreso de la Republica. Decreto número 68-86. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.
- Congreso de la Republica. Decreto número 90-97. Código de Salud.
- Congreso de la Republica. Decreto número 101-96. Ley Forestal.
- Congreso de la Republica. Reforma a Acuerdo Legislativo No. 18-93 de 17 de Noviembre de 1993. Constitución Política de la República de Guatemala.
- Duarte (2015) Diagnostico de la microcuenca los Amates, Cuenca Grande de Zacapa. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar, Subsede Regional de Jutiapa.
- Elisa Colom y Marco Morales (2011). Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia.
- FAO, (2009), Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. Santiago, CL. Serie zonas áridas y semiáridas.
- Gentry, A. 1990. La región amazónica. Pags. 53-64 en: Villegas Editores (ed.). Selva Húmeda de Colombia. Bogotá. Colombia.
- Herrera (2011) Manual de Hidrología. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- INAB (2010) Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Región Nor-orient. Guatemala.
- INAB, CONAP, UVG & URL (2012)
- Izurieta, J (2016). Contaminación de Rio. Tu Revista Digital del Agua.
- López F. 1,998. Restauración Hidrológica Forestal y Control de la Erosión. Ingeniería Ambiental. Ministerio de Ambiente. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España. 1998, pag. 851.

- LOPEZ. Restauración hidrológica forestal de cuencas y control de la erosión. Tragsa-Tragsatec, Ediciones Mundiprensa, Madrid, España, 1994, 898 p.
- Luna Pabello, V.M, Martínez Alejandro A, Bernal Becerra A, Arteaga M. (2011). Cuerpos de aguas superficiales. En F. Bautista (Ed.): Técnicas de Muestreo para manejadores de recursos naturales. (Págs.19-69) (2ª Ed.). México, D. F.: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mario Salguero, Bruno Arias y Byron Gonzales (2014) Lineamientos Técnicos de Manejo Forestal. Instituto Nacional de Bosques. Dirección de Manejo y conservación de Bosques.
- Markku Turtiainen (1993) Planes de Manejo una Base para el Uso Sostenible del Bosque. Revista Forestal Centroamericana No. 4.
- Normas COGUANOR 29001 (1985) Especificaciones para Agua Potable. Comisión Guatemalteca de Normas.
- Patricia Torres, Camilo Hernan y Paola Patriño (2010). Índices De Calidad De Agua En Fuentes Superficiales Utilizadas En La Producción De Agua Para Consumo Humano. Revista Ingenieras Universidad de Medellín.
- Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Plan Maestro Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil (2006-2010). FUNDAECO (2006).



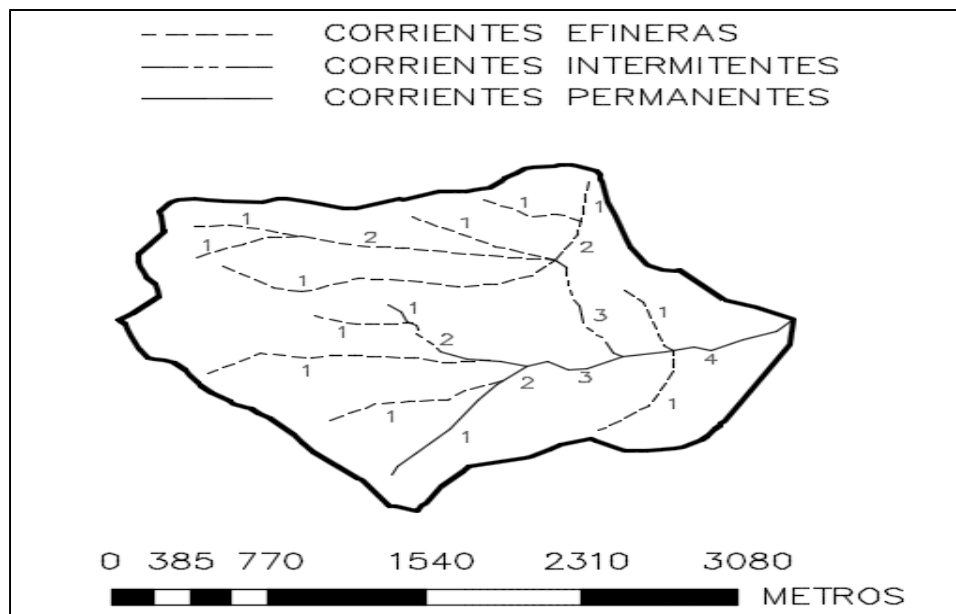
## APÉNDICES

### Apéndice A. Trazo de las corrientes intermitentes según curvas de nivel



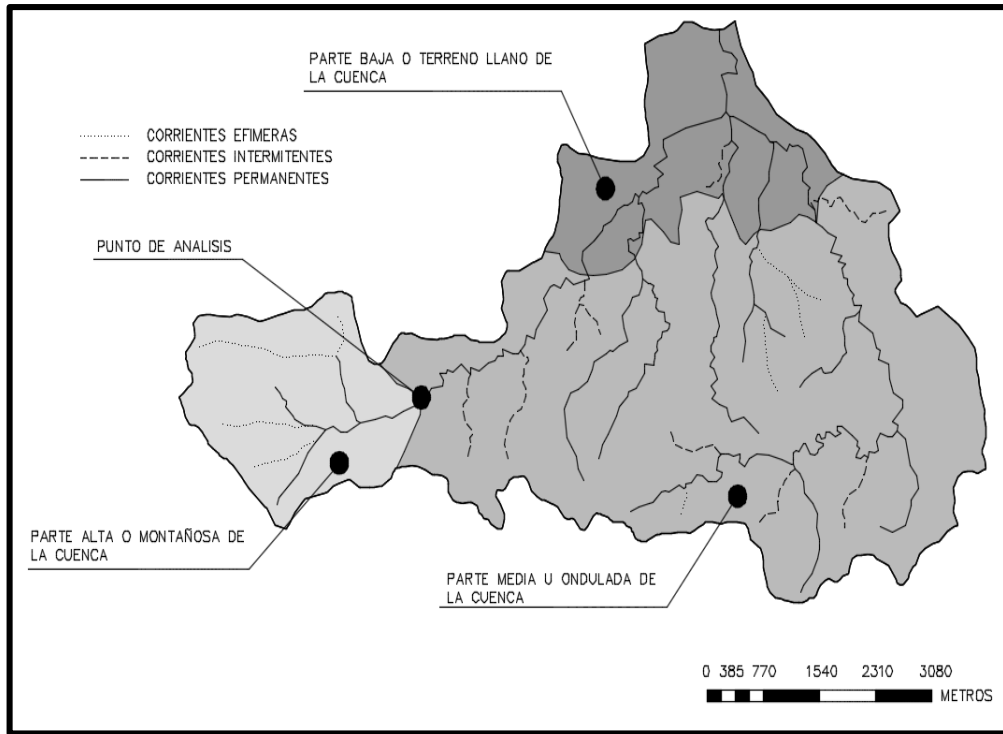
Fuente: Elaboración propia

### Apéndice B. Orden de corrientes según método de Horton



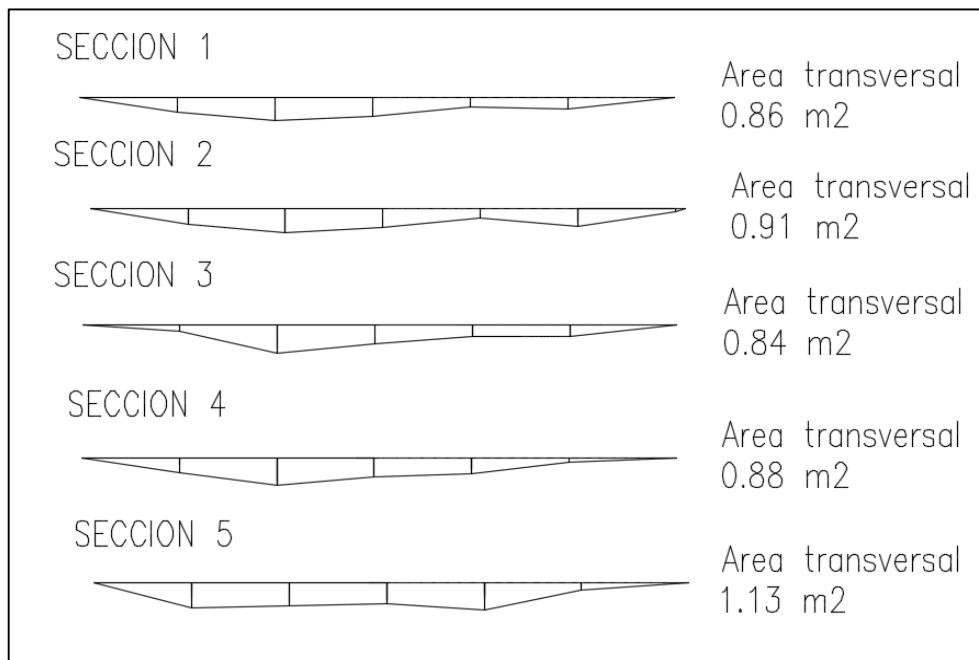
Fuente: Elaboración propia

### Apéndice C. Identificación parte alta, media y baja de la cuenca.



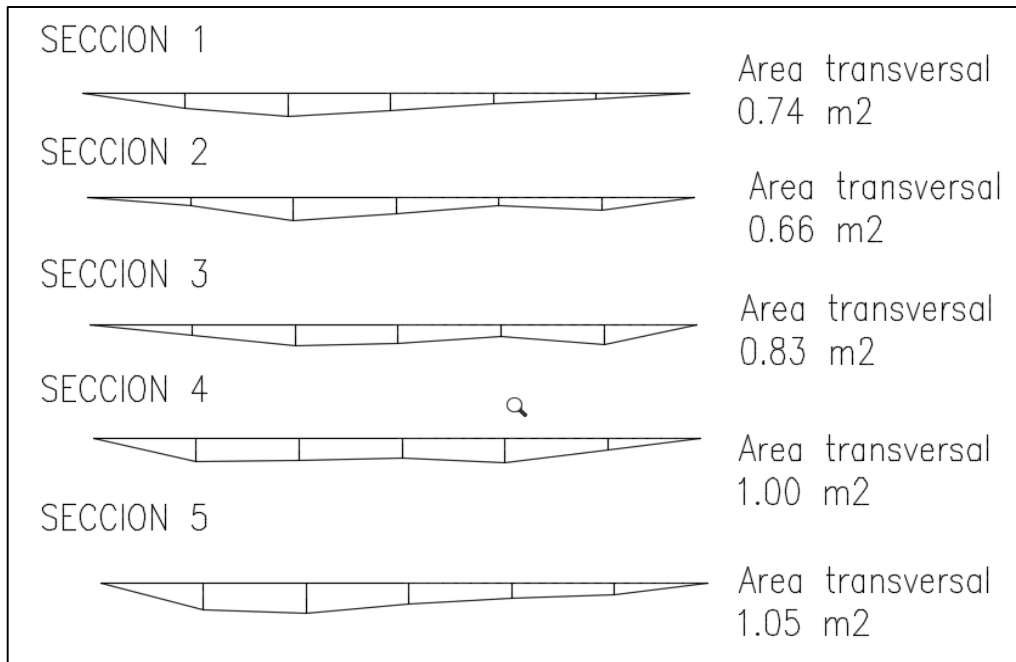
Fuente: Elaboración propia

### Apéndice D. Secciones transversales día 02 de Agosto de 2017



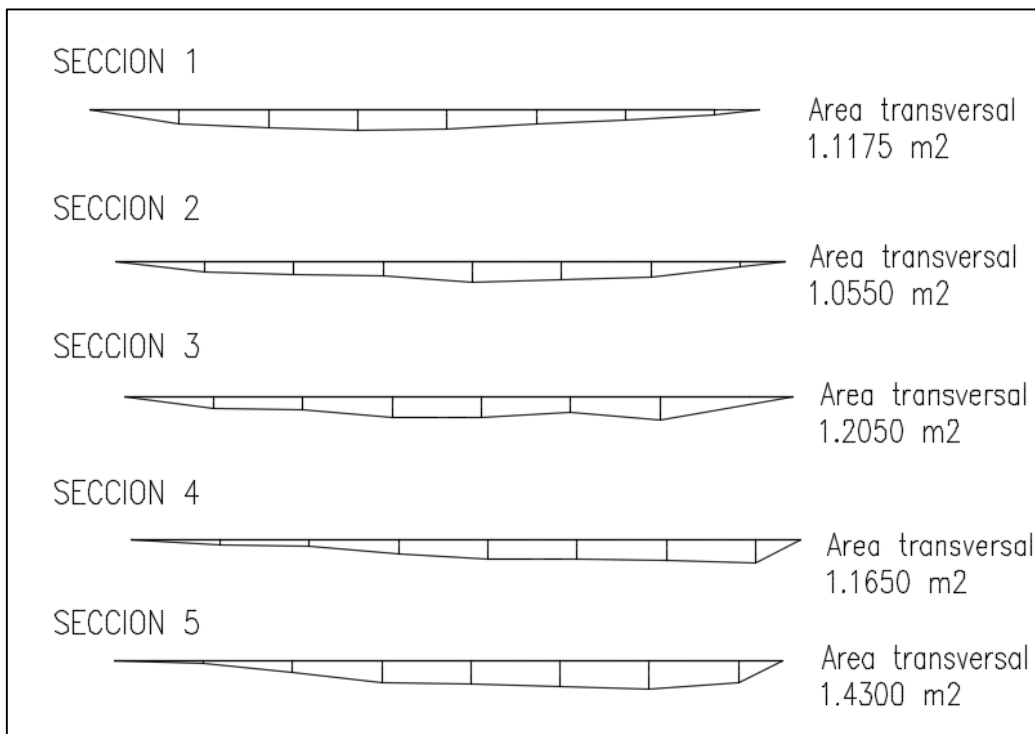
Fuente: Elaboración propia

### Apéndice E. Secciones transversales día 16 de Agosto de 2017



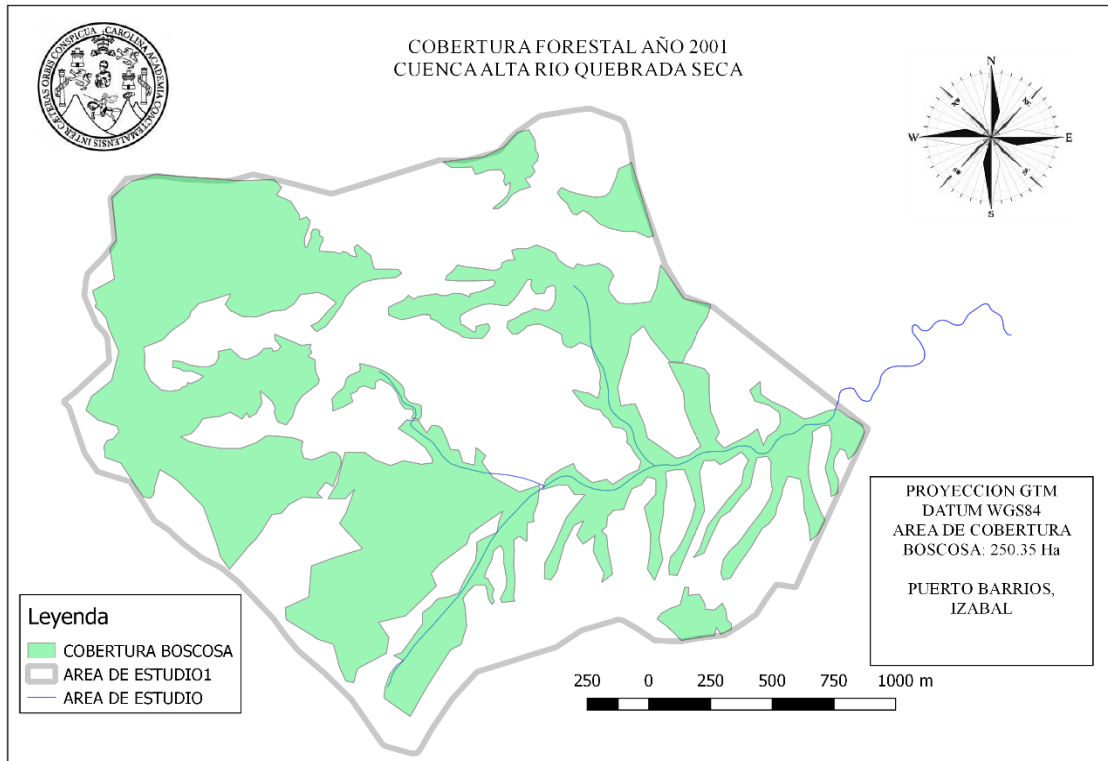
Fuente: Elaboración propia

### Apéndice F. Secciones transversales día 02 de Septiembre de 2017

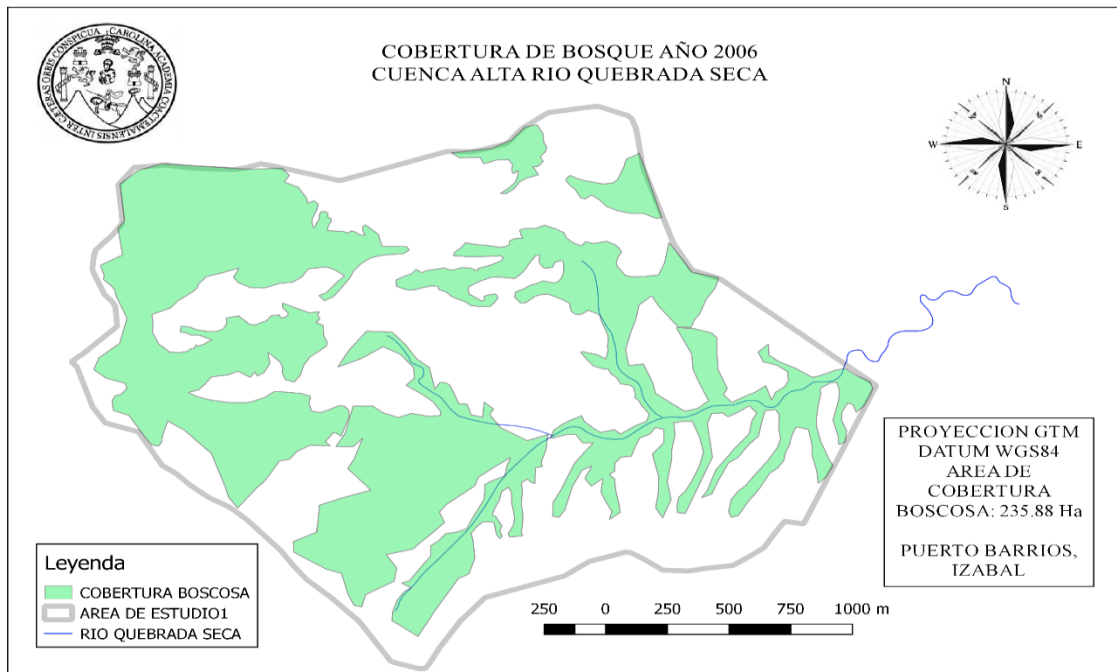


Fuente: Elaboración propia

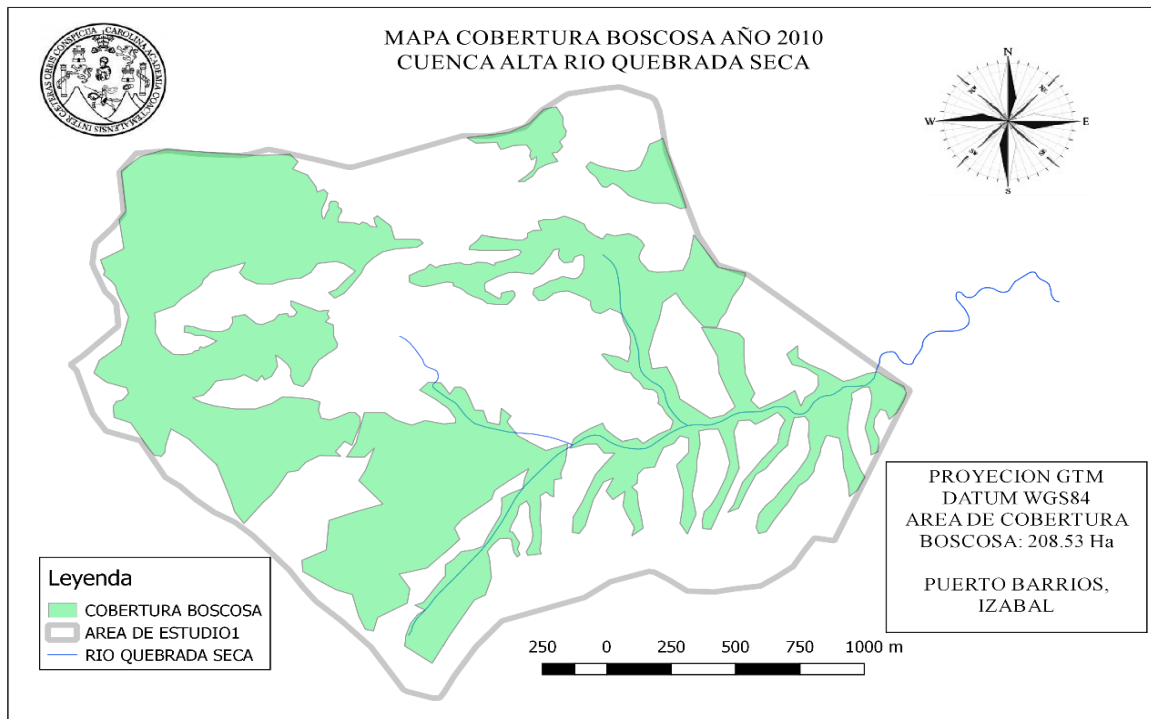
### Apéndice G. Mapas de Cobertura Boscosa en los años 2001, 2006, 2010 y 2017



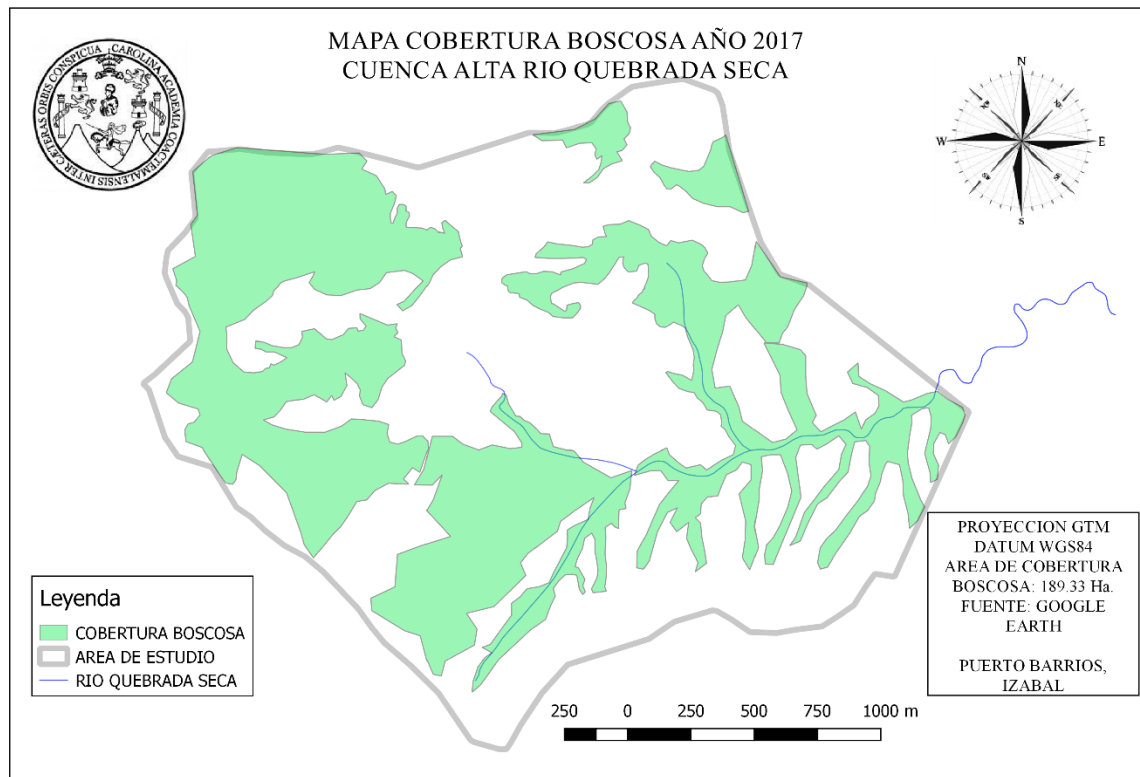
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

## Apéndice H. Resultados de análisis de Laboratorio



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



**Nº 004460**

O.T. No. 27 083 ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO INF. No. 24 086

INTERESADO: <u>Bryan Rolando Ramos Paz</u>	PROYECTO: <u>"Sistema de Abastecimiento de agua potable Col. Quebrada Seca"</u>
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingenieria-USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCION: <u>Col. Quebrada Seca</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>2017-08-15 h15</u>
FUENTE: <u>Rio</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2017-08-17 10 h 30</u>
MUNICIPIO: <u>Puerto Barrios</u>	CONDICION DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO: <u>Izabal</u>	

RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Liq. Turbia</u>	4. OLOR: <u>Lig. a materia orgánica</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>24,6° C</u>			
2. COLOR: <u>15,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>237,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>15,50 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,66 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,02	6. CLORUROS (Cl)	14,50	11. SOLIDOS TOTALES	142,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,008	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,11	12. SOLIDOS VOLÁTILES	0,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	03,30	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	138,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,36	14. SOLIDOS EN SUSPENSION	02,00
5. MANGANESO (Mn)	00,050	10. DUREZA TOTAL	138,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	126,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACION)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	RICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	142,00	142,00		

OTRAS DETERMINACIONES

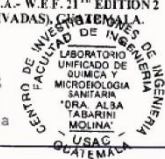
**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista fisico quimico sanitario: OLOR ligero a materia orgánica, TURBIEDAD alta, COLOR, HIERRO, DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según Norma COGUANOR NGO 29 601.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> EDITION 2005, NORMA COGUANOR NGU 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA, Guatemala, 2017-09-05

Vo. Bo.   
Ing. César Alfonso García Guerra  
DIRECTOR a.i. CI/USAC



Zeno Muchi Cantos  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA-USAC  
Edificio-F5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993  
Página web: http://ci.usac.edu.gt



Nº 004461

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. 27 083		INF. No.A-308 128	
INTERESADO	<u>Bryan Rolando Ramos Paz</u>	PROYECTO:	<u>"Sistema de abastecimiento de agua potable Col. Quebrada Seca"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>Facultad de Ingenieria-USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Col. Quebrada Seca</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2017-08-15 15h</u>
FUENTE:	<u>Río</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2017-08-17 10h30</u>
MUNICIPIO:	<u>Puerto Barrios</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con Refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Izabal</u>		
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Reg. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Lig. turbia</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Ligero a mat. orgánica</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++--
00,10 cm <sup>3</sup>	+++--	+--	---
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMINES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		300	50
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: <u>Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29 001.</u> Guatemala, 2017-09-05			
Vo.Bo.	 Ing. César Alfonso García Guerra DIRECTOR a.i. CII/USAC	 Zender Much Samios Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	