

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



**CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS,  
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, C. A.**

**MARÍA ALEJANDRA LÓPEZ LÓPEZ**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

**CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS,  
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, C. A.**

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

**POR**

**MARÍA ALEJANDRA LÓPEZ LÓPEZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERA**

**EN  
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADA**

**Guatemala, octubre de 2017**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**RECTOR**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

|               |   |
|---------------|---|
| DECANO        | Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López         |
| VOCAL PRIMERO | Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara             |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras |
| VOCAL TERCERO | Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz    |
| VOCAL CUARTO  | P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos           |
| VOCAL QUINTO  | Per. Cont. Neydi Yasmine Juracán Morales      |
| SECRETARIO    | Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón          |

Guatemala, octubre de 2017

## ACTO QUE DEDICO A:

- Dios Principal responsable por este triunfo, gracias por las bendiciones y protección a lo largo de mi vida.
- Mis padres Gustavo Adolfo López Martínez y María Aracely López Sandoval de López, fueron ustedes quienes me dieron la vida, me han apoyado y me han dado siempre lo mejor sin importar las circunstancias.
- Mis hermanos Gustavo Adolfo y Alan Estuardo, quienes son parte importante en mi vida y en mi desarrollo como persona.
- Mis tíos y tías Porque siempre me han brindado todo su cariño y apoyo.
- Mis primos Por todo su apoyo y cariño.

TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO A:

Dios

Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Municipalidad de Esquipulas

## AGRADECIMIENTOS A:

Mi familia, por toda la paciencia a lo largo de todos estos años.

La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Agronomía por brindarme las herramientas que me permitirán desenvolverme en el campo profesional.

La Municipalidad de Esquipulas, gracias por todo lo compartido durante el desarrollo del ejercicio profesional supervisado.

A mis asesores: Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona y al Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, gracias por brindarme sus conocimientos para la realización de mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

|   | Página |
|---|--------|
| Índice de Cuadros .....   | V      |
| Índice de Figuras .....   | VII    |
| Resumen .....   | IX     |
| CAPÍTULO I.....   | 1      |
| DIAGNÓSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS,<br>DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA..... | 1      |
| 1.1 Presentación.....   | 3      |
| 1.2 Marco Referencial.....  | 5      |
| 1.2.1 Antecedentes históricos.....  | 5      |
| 1.2.2 Localización del municipio .....  | 6      |
| 1.2.3 Clima .....   | 7      |
| 1.2.4 Acceso.....   | 7      |
| 1.2.5 Cerros y montañas .....   | 8      |
| 1.2.6 Geología .....  | 9      |
| 1.2.7 Hidrografía.....  | 10     |
| 1.3 Objetivos.....  | 16     |
| 1.3.1 Objetivo general .....  | 16     |
| 1.3.2 Objetivos específicos.....  | 16     |
| 1.4 Metodología.....  | 17     |
| 1.5 Resultados.....   | 18     |
| 1.5.1 Caracterización social y productiva .....                                     | 18     |
| 1.5.2 Clima .....   | 24     |
| 1.5.3 Caracterización biofísica.....  | 30     |
| 1.5.4 Problemática ambiental actual.....  | 40     |
| 1.6 Conclusiones .....  | 42     |
| 1.6.1 Recomendaciones.....  | 45     |
| 1.7 Bibliografía.....   | 46     |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO II .....  | 47 |
| DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS<br>EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO<br>DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A. .... | 47 |
| 2.1 Presentación .....   | 49 |
| 2.2 Marco Teórico .....  | 52 |
| 2.2.1 Marco conceptual .....   | 52 |
| 2.3 Objetivos .....  | 60 |
| 2.3.1 Objetivo General .....   | 60 |
| 2.3.2 Objetivos Específicos .....  | 60 |
| 2.4 Metodología .....  | 61 |
| 2.4.1 Muestreo aleatorio simple .....  | 61 |
| 2.4.2 Definición de la muestra .....   | 61 |
| 2.4.3 Determinación de la generación per cápita .....  | 62 |
| 2.4.4 Determinación de la composición física de los residuos sólidos .....   | 63 |
| 2.4.5 Pesado de camiones .....   | 63 |
| 2.4.6 Elaboración de la propuesta .....  | 64 |
| 2.5 Resultados y Discusión .....   | 65 |
| 2.5.1 Caracterización de los residuos sólidos .....  | 65 |
| 2.5.2 Muestreo aleatorio simple .....  | 65 |
| 2.5.3 Pesos generados .....  | 67 |
| 2.5.4 Proyección de los residuos sólidos .....   | 72 |
| 2.5.5 Pesado de camiones .....   | 74 |
| 2.5.6 Sistema de recolección de desechos sólidos en la cabecera municipal de<br>Esquipulas, departamento de Chiquimula .....                         | 76 |
| 2.5.7 Árbol de problemas .....   | 79 |
| 2.5.8 Propuesta para el manejo de los residuos sólidos .....   | 80 |
| 2.5.9 Árbol de objetivos .....   | 81 |
| 2.5.10 Medios, acciones y proyectos .....  | 82 |
| 2.5.11 Descripción de los proyectos propuestos .....   | 83 |

|  | Página |
|--|--------|
| 2.5.12 Priorización y cronograma .....   | 93     |
| 2.5.13 Presupuesto .....   | 94     |
| 2.6 Conclusiones .....   | 96     |
| 2.7 Recomendaciones .....  | 97     |
| 2.8 Bibliografía.....  | 98     |
| 2.9 APÉNDICE .....   | 99     |
| CAPÍTULO III.....  | 103    |
| SERVICIOS REALIZADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS,<br>DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.....                                     | 103    |
| 3.1 Presentación.....  | 105    |
| 3.2 Diagnóstico Ambiental del Municipio De Esquipulas, Departamento de<br>Chiquimula.....                                      | 106    |
| 3.2.1 Objetivos.....   | 106    |
| 3.3 Metodología.....   | 107    |
| 3.4 Resultados.....  | 108    |
| 3.5 Evaluación .....   | 109    |
| 3.6 Charlas de educación ambiental a escuelas del área urbana del municipio de<br>Esquipulas, departamento de Chiquimula ..... | 110    |
| 3.6.1 Objetivos.....   | 110    |
| 3.7 Metodología.....   | 111    |
| 3.8 Resultados.....  | 112    |
| 3.9 Evaluación .....   | 113    |



## Índice de Cuadros

| Cuadro        |   | Página |
|---------------|---|--------|
| Cuadro 1.1    | Comités y asociaciones de Esquipulas.....   | 21     |
| Cuadro 1.2    | Producción agrícola en el municipio de Esquipulas.....  | 22     |
| Cuadro 2.3    | Variables obtenidas en el muestreo aleatorio simple.....  | 65     |
| Cuadro 2.4    | Variables obtenidas en los domicilios .....   | 68     |
| Cuadro 2.5    | Variables obtenidas en los comercios .....  | 68     |
| Cuadro 2.6    | Variables obtenidas en los hoteles .....  | 69     |
| Cuadro 2.7    | Variables obtenidas en la basílica .....  | 69     |
| Cuadro 2.8    | Variables obtenidas en restaurantes .....   | 70     |
| Cuadro 2.9    | Proyección de residuos sólidos por estrato en toneladas (T). .....  | 73     |
| Cuadro 2.10   | Porcentaje de residuos sólidos generados por cada estrato .....   | 74     |
| Cuadro 2.11   | Resumen de la generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas .....                                       | 75     |
| Cuadro 2.12   | Matriz de medios, acciones y proyectos .....  | 83     |
| Cuadro 2.13   | Matriz de marco lógico.....   | 84     |
| Cuadro 2.14   | Matriz de marco lógico.....   | 86     |
| Cuadro 2.15   | Matriz de marco lógico.....   | 87     |
| Cuadro 2.16   | Matriz de marco lógico.....   | 89     |
| Cuadro 2.17   | Matriz de marco lógico.....   | 91     |
| Cuadro 2.18   | Matriz de marco lógico.....   | 92     |
| Cuadro 2.19   | Priorización y cronograma de los proyectos propuestos .....   | 93     |
| Cuadro 2.20   | Presupuesto para los proyectos propuestos.....  | 95     |
| Cuadro 2.22.A | Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al martes 09 de mayo del año 2017.....    | 99     |
| Cuadro 2.23.A | Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al miércoles 10 de mayo del año 2017. ... | 100    |
| Cuadro 2.24.A | Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al jueves 11 de mayo del año 2017. ....   | 100    |

| Cuadro  | Página |
|---|--------|
| Cuadro 2.25.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al viernes 12 de mayo del año 2017.....  | 100    |
| Cuadro 2.26.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al sábado 13 de mayo del año 2017. ....  | 101    |
| Cuadro 2.27.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al domingo 14 de mayo del año 2017. .... | 101    |

## Índice de Figuras

| Figura      |  | Página |
|-------------|--|--------|
| Figura 1.1  | Mapa de Ubicación de Esquipulas .....  | 6      |
| Figura 1.2  | Climadiagrama general del municipio de Esquipulas .....  | 24     |
| Figura 1.3  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2007.....  | 25     |
| Figura 1.4  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2008.....  | 25     |
| Figura 1.5  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2009.....  | 26     |
| Figura 1.6  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2010.....  | 26     |
| Figura 1.7  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2011.....  | 27     |
| Figura 1.8  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2012.....  | 27     |
| Figura 1.9  | Climadiagrama estación Esquipulas año 2013.....  | 28     |
| Figura 1.10 | Climadiagrama estación Esquipulas año 2014.....  | 28     |
| Figura 1.11 | Climadiagrama estación Esquipulas año 2015.....  | 29     |
| Figura 1.12 | Climadiagrama estación Esquipulas año 2016.....  | 29     |
| Figura 1.13 | Mapa uso de la tierra año 2016, Esquipulas, Chiquimula .....   | 31     |
| Figura 1.14 | Mapa de intensidad de uso de la tierra Esquipulas, Chiquimula .....  | 32     |
| Figura 1.15 | Mapa capacidad de uso de la tierra Esquipulas, Chiquimula .....  | 33     |
| Figura 1.16 | Mapa de cobertura forestal, Esquipulas, Chiquimula .....   | 34     |
| Figura 1.17 | Mapa zonas de vida (Holdridge) Esquipulas, Chiquimula .....  | 36     |
| Figura 1.18 | Mapa de áreas protegidas Esquipulas, Chiquimula .....  | 39     |
| Figura 2.19 | Fotografía de pesaje de redes, con residuos sólidos,<br>provenientes de la Basílica de Esquipulas .....                                      | 70     |
| Figura 2.20 | Gráfica de residuos sólidos generadas por estrato (T /día).....  | 71     |
| Figura 2.22 | Fotografía de las bolsas utilizadas para la caracterización de<br>desechos sólidos.....  | 72     |
| Figura 2.23 | Fotografía del pesaje del camión recolector de residuos sólidos<br>en báscula perteneciente al beneficio de café húmedo El<br>Cascajal ..... | 75     |

| Figura      |   | Página |
|-------------|---|--------|
| Figura 2.24 | Fotografía de la disposición de los residuos sólidos en vertedero municipal de Esquipulas ..... | 79     |
| Figura 2.25 | Árbol de problemas .....  | 80     |
| Figura 2.26 | Árbol de objetivos .....  | 82     |
| Figura 3.27 | Mapa base, Esquipulas Chiquimula .....  | 114    |
| Figura 3.28 | Mapa Hidrológico, Esquipulas, Chiquimula.....   | 115    |
| Figura 3.29 | Mapa Geológico, Esquipulas Chiquimula.....  | 116    |

## RESUMEN

El documento que se presenta a continuación, describe las actividades desarrolladas durante el Programa del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado durante el período de agosto del año 2016 a mayo del año 2017 en la municipalidad de Esquipulas. El documento se agrupa en tres capítulos, diagnóstico, investigación y servicios.

El diagnóstico fue enfocado a conocer y determinar los factores de mayor importancia sobre aspectos sociales, económicos, biológicos y ambientales, así como también la problemática ambiental actual que se presenta en el municipio.

La investigación realizada consistió en la elaboración de un documento técnico que sirva de base para la implementación de un adecuado manejo de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

Finalmente, el último capítulo describe los servicios implementados durante el desarrollo del EPSA, realizado en la municipalidad de Esquipulas, con el fin de contribuir a la gestión ambiental local.



## **CAPÍTULO I**

# **DIAGNÓSTICO GENERAL DEL MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUMULA**



## 1.1 Presentación

Guatemala, es un país con una gran riqueza natural, sin embargo las actividades humanas ejercen una presión muy fuerte sobre el uso de los recursos naturales. Por ello es necesario realizar un diagnóstico a nivel municipal para que nos brinde información para implementar estrategias, planes, programas y proyectos que promuevan acciones para mejorar la calidad de vida de las personas y para el medio ambiente.

El municipio de Esquipulas se localiza en la parte suroriental del departamento de Chiquimula; tiene una extensión territorial de 532 km<sup>2</sup>. Posee una altitud que oscila entre los 600 y 2,500 metros sobre el nivel del mar. Posee un clima variable, cálido templado seco, su temperatura promedio anual es de 25°C. Los meses más cálidos son abril y mayo con temperaturas que oscilan entre 30 y 32°C, los más fríos son enero y febrero con mínimas de 15°C.

El municipio cuenta con una carretera principal que comunica la Ciudad Capital con la Ciudad de Esquipulas, con una distancia de 222 kilómetros por la ruta CA-9 y CA-10, continua por la ruta CA-12 a la frontera con la República de Honduras, siendo esta de dos y tres vías. (Diagnóstico Ambiental Esquipulas, 2012). Cuenta con una carretera asfaltada RN-18 que conduce desde la ciudad de Esquipulas hasta la aldea Cafetales contando con transporte público para las diferentes comunidades que se encuentran aledañas a esta vía de acceso. Para el resto de comunidades es diferente, ya que tan sólo cuenta con carreteras y caminos sin asfalto que en la mayoría de los casos se trata de caminos vecinales de acceso únicamente en época seca.

El municipio tiene una buena comunicación por la cantidad de teléfonos y líneas de telefonía fija y celular en el municipio.

El servicio de agua potable llega de forma aceptable hasta un 71% de las aldeas y un 32% de los caseríos. Las fuentes principales de abastecimiento de agua del área urbana son el Río Atulapa y la Quebrada El Arenal. El sistema de drenaje que se utiliza en el área

urbana es a través de alcantarillados que se encuentra en el centro de la ciudad, a excepción de algunas colonias y barrios.

Esquipulas cuenta con una cobertura en servicios de energía eléctrica del 91.2%, según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica para junio del año 2009. El número de viviendas según el MAGA para el año 2,015 es de 9,646.

Se incluyen aspectos relevantes del municipio tales como clima, acceso, orografía (cerros y montañas), hidrografía (ríos, quebradas y zanjones), división política y administrativa, infraestructura física y servicios (carreteras, comunicación, agua potable, drenajes, electricidad y vivienda).

También características sociales y productivas, como lo son: demografía (población del área urbana y rural, población indígena y ladina, población total, población económicamente activa y densidad de población), educación (analfabetismo, incorporación al sistema educativo, deserción), idiomas, migraciones, organización social (asociaciones, comités, cooperativas vigentes), tenencia de la tierra, actividades productivas (producción agrícola y producción pecuaria), artesanías, salud y sanidad pública (morbilidad y mortalidad).

Dentro de las características biofísicas se incluyen datos de suelos y tierras (suelo, vocación de los suelos, uso de la tierra, intensidad de uso de la tierra), cobertura y vegetación.

## 1.2 Marco Referencial

### 1.2.1 Antecedentes históricos

El municipio de Esquipulas, fue parte del territorio Maya Chortí en la época Prehispánica, luego se conoció con el nombre de Yzquipulas. Según consta el Libro del Cabildo, en su folio 162 Yzquipulas fue conquistado por primera vez en el año de 1525, por los Capitanes españoles Juan Pérez Dardón, Sancho de Barahona y Bartolomé Becerra, quienes fueron enviados por Don Pedro de Alvarado (Santizo, M., 2012).

Entre 1560 y 1570 fue fundada la Villa de Esquipulas, principalmente por población española. Luego de asentarse varias familias españolas en valles del municipio, aumentó la población de mestizos y mulatos. El nombre de Esquipulas según la etimología que proporciona el cronista Francisco Fuentes y Guzmán podría derivar del náhuatl, que significa “Tierras Floridas” (Santizo, M., 2012).

En el año de 1595 la población quiso tener una imagen para venerar y pidieron a los misioneros del lugar que buscaran a algún escultor que les hiciera un Cristo Crucificado; es así como el Provisor del Obispado de Guatemala, don Cristóbal de Morales hace un contrato con el portugués Quirio Cataño para que la esculpiera, la cual entregó el cuatro de octubre de dicho año en la Ciudad de Santiago de Guatemala, luego de cinco meses de peregrinación llegó a Esquipulas el nueve de marzo de 1595, donde los habitantes construyeron una pequeña ermita desde donde pudieran presentarle sus oraciones. El templo fue inaugurado el cuatro de enero de 1758 y fue elevado a categoría de basílica por Bula del Papa Juan XXIII el 16 de abril de 1961 (Santizo, M., 2012).

Esta Villa fue elevada a la categoría de Ciudad el 11 de octubre de 1968 durante la administración del Coronel Peralta Azurdia. Por su importancia turística y religiosa en Centroamérica, es sede de varios acontecimientos. La ciudad de Esquipulas ostenta varios títulos como: Capital de la Fé Centroamericana, Sede del Trifinio y Puerta Abierta

hacia la Paz (Santizo, M., 2012). Ahí se firmó el Acuerdo de Esquipulas en mayo de 1986, que dio inicio a los Acuerdos de Paz firmados en 1996.

### 1.2.2 Localización del municipio

El municipio se localiza en la parte suroriental del departamento de Chiquimula; tiene una extensión territorial de 532 km<sup>2</sup>. Posee una altitud que oscila entre los 600 y 2,500 metros sobre el nivel del mar en las montañas más altas; latitud 14°33'48'', longitud 89°21'06''. Colinda al Norte con los municipios de Olopa, Jocotán y Camotán del departamento de Chiquimula; al Sur con Metapán, El Salvador; al Oriente con Copán y Ocotepeque, Honduras y al Occidente con los municipios de Concepción Las Minas y Quezaltepeque del departamento de Chiquimula (Santizo, M., 2012).



Figura 1.1 Mapa de Ubicación de Esquipulas

Fuente: elaboración propia, 2017

### **1.2.3 Clima**

El municipio tiene un clima variable, cálido templado seco, su temperatura promedio es de 25°C. Los meses más cálidos son abril y mayo con temperaturas que oscilan entre 30 y 32°C, los más fríos son enero y febrero con mínimas de 15°C.

La humedad relativa del territorio es de 73 % a 86 % y se mantiene la mayor parte del tiempo con nubosidad; los vientos son moderados con dirección al noreste durante nueve meses del año. Durante la temporada de invierno las lluvias provocan deslizamientos de tierra e inundaciones por el desbordamiento de los ríos que afectan a la población del área urbana y rural (Santizo, M., 2012).

El período en que las lluvias son más frecuentes corresponde a los meses de mayo a noviembre, variando la intensidad según la situación orográfica que ocupan las áreas de la zona (Diagnóstico Ambiental, Esquipulas, 2012).

La máxima precipitación oscila entre 1,100 a 1,349 milímetros como promedio anual y 204.6 milímetros en un solo día (Diagnóstico Ambiental, Esquipulas, 2012).

La velocidad promedio del viento es de 6.8 kilómetros por hora con dirección dominante Noreste (Diagnóstico Ambiental, Esquipulas, 2012).

### **1.2.4 Acceso**

El acceso a la cabecera municipal es a través de la carretera principal que comunica con la ciudad de Guatemala, a una distancia de 222 kilómetros por la ruta CA-9, CA-10 y CA-12. Existen rutas alternas para llegar al municipio, del lado Norte se puede llegar por el municipio de Olopa y del Oeste por la ruta nacional 18 (RN-18) que conduce de la Capital al departamento de Jalapa, y de allí al municipio de Ipala y Quezaltepeque hasta llegar a Esquipulas, también se puede ingresar por el Sur a través de la ruta CA-1 que de la

ciudad de Guatemala llega al departamento de Jutiapa y de allí a los municipios de Agua Blanca, Ipala, Quezaltepeque y Esquipulas (Santizo, M., 2012).

### 1.2.5 Cerros y montañas

- **Agua Amate:** Cerro al norte del caserío Llano de San Gaspar, Timushán.
- **Bolillo:** Cerro al noroeste de la aldea Cafetales.
- **Capucal:** Cerro al norte de la aldea San Isidro.
- **Chino:** Cerro al oeste del caserío Las Crucitas, 1820 metros sobre el nivel del mar.
- **Guineal:** Cerro a 1641 metros sobre el nivel del mar en el caserío del mismo nombre.
- **Incienso:** Cerro entre aldea Las Peñas y el caserío El Zapotal.
- **Miramundo:** Cerro al sur de la aldea San Nicolás 1641 metros sobre el nivel del mar.
- **Olvido:** Nudo montañoso al este de la cabecera municipal, donde arranca un ramal de la Sierra Madre, con el nombre de Montaña de Copán, con picos de hasta 2,500 metros sobre el nivel del mar. La que se desarrolló al este de Chiquimula e Izabal y recibe el nombre de Montaña de Merendón. Sirve de límite entre Guatemala y Honduras. Termina en el golfo de Honduras entre la Bahía de Omoa y el Río Chamelecón.
- **Oscuro:** Cerro en la frontera con Honduras en la Sierra Espíritu Santo a 1595 metros sobre el nivel del mar.
- **Peñasco:** Cerro al este de aldea Carboneras y oeste del caserío Cañada del Pino a 932 metros sobre el nivel del mar.
- **Peña Blanca:** Cerro al este de aldea San Isidro, 1,600 metros sobre el nivel del mar.
- **Portillo:** Cerro al noroeste del caserío Llano Largo, aldea Cafetales.
- **Raspado:** Cerro a 2,240 metros sobre el nivel del mar.
- **San Isidro:** Cerro a 1835 metros sobre el nivel del mar.
- **Teocinte:** Cerro al sur del caserío La Fortuna, aldea Las Peñas.

- **Comapa:** Cerro al sur del caserío Tecomapa, frontera con la república de Honduras a 1,160 metros sobre el nivel del mar.
- **Montecristo:** Cerro en el Punto Trifinio de Guatemala, Honduras y El Salvador.
- **El Brujo:** Cerro ubicado al sur, frontera con El Salvador y Honduras.
- **Remudadero:** Cerro ubicado al noroeste del municipio, entre los caseríos Los Varales, Laguna Seca y Aldea Carrizal (Plan de municipal para prevención y mitigación de desastres naturales, Esquipulas, 2012).

### 1.2.6 Geología

El sistema tectónico de América Central está definido por la conjunción de las placas de Norteamérica, Caribe y la de Cocos; las placas de Norteamérica y del Caribe se desplazan en sentido horizontal y definen en Guatemala dos terrenos geológicos, al norte las rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico, y al sur las rocas ígneas recientes del terciario y cuaternario. Estas dos placas separadas por el sistema de fallas del Motagua, Chixoy-Polochic y Jocotán, correspondiendo esta región, al cinturón plegado metamórfico (Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal de Esquipulas, 2013).

Durante la formación del Istmo Centroamericano, tuvo lugar un alineamiento de subestructuras terrestres llamadas bloques. La región Norte del Istmo de Centro América llamado también América Septentrional (Yucatán, Belice y gran parte de Guatemala) y del Motagua. Al sur del Istmo Centroamericano se encuentra el bloque Chortí, integrado por Guatemala meridional, Honduras, El Salvador y Nicaragua (Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal de Esquipulas, 2013).

El municipio de Esquipulas presenta un sistema geológico basado en lahárico y sedimentos volcánicos. Rocas ultrabásicas, serpentinitas. Subinal, capas de rojas terciarias, de este municipio. Es rico en minerales ya que, presenta una gama diversa de estos entre los que se pueden mencionar: oro, plata, zinc, cobre, plomo, sulfato de almunia, varias rocas calizas; minerales de arcilla (grupos de caolinita, ilita,

montmorillonita), mármol. La mayor parte de sus suelos son de carácter volcánico (Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal de Esquipulas, 2013).

### 1.2.7 Hidrografía

En el municipio, las aguas se distribuyen en dos grandes corrientes. La primera nace en las montañas de Santa María Olopa y cruza el Valle de Olopita y Atulapa, se dirige al sur: su afluente principal es el Río Olopita, que se alimenta de las corrientes de los ríos Nejapa, San Juan, Atulapa, Blanco, Zepoctún y Chantiago; y las quebradas: Oscura, el Roble, el Chorro de Chacalapa, Anguiatú y Agua Caliente; se interna en territorio salvadoreño y desemboca en el Océano Pacífico. La segunda corriente se dirige hacia el norte y tiene como afluentes los ríos El Playón y Joyitas que nacen en la frontera con Honduras y el Río Frío o Sesecapa también en territorio hondureño que forman el Panela, se juntan con río Mapa, forman la cuenca del Jupilingo en jurisdicción de Esquipulas, pasan al municipio de Camotán unidos a otros afluentes y caen al Río Motagua que desemboca en el Océano Atlántico (Santizo, M., 2012).

- **Río Chantiago:** Se origina en la aldea Cruz Alta, corre al noroeste, donde se une con el río Zepoctún.
- **Río Tepoctún:** Nace al poniente de la cabecera municipal, su recorrido es hacia el oriente, recibe las aguas del río Chacalapa.
- **Río Chacalapa:** Nace al sur de la cabecera municipal, por la confluencia de las quebradas: la Laguna, la Chorrera y la de Tizaquín. Corre hacia el noroeste donde se junta con el río Zepoctún. Por la cercanía de su cauce a la basílica de Esquipulas recibe el nombre de El Milagro.
- **Río San Juan:** Se origina al norte de las aldeas Valle Dolores y Olopita, por el caserío Piedra Redonda, corre hacia el sur oriente y cae al Zepoctún.
- **Río Valle de Dolores:** Se une al río Chantiago, fuente principal de abastecimiento de agua de la aldea del mismo nombre.
- **Río Olopita:** Nace en el municipio de Olopa, en sus aguas se reproducen peces característicos del lugar.

- **Río Blanco:** Se forma al sureste del caserío El Jícaro por la confluencia del río Chanmagua y la quebrada las Cañas. Al unirse con el río Panela forman el río Jupilingo.
- **Río Chanmagua:** Nace al sur del cerro de la Peña Blanca, frontera con Honduras, corre de sureste a noroeste. Recibe las aguas del río Blanco y de las quebradas Colorada, Malcotal, El Zapotal, Del Jute y Las Cañas.
- **Río Jupilingo:** se origina en el norte del caserío San Antonio Sulay, se une con los ríos Mapa y Panela. Constituye una de las principales cuencas hidrográficas del municipio.
- **Río Panela:** lo forman los ríos Playón y Suley, al norte del caserío Sulay.
- **Río Playón:** Nace en la quebrada de la raya, que sirve de límite con Honduras. Recibe las quebradas del Camalote, Remudadero y Pasaljá. Al sureste de Sulay se une al río Panela.
- **Río Atulapa:** es el principal río de la microcuenca, el cual tiene una longitud de 17.598 km, desde su nacimiento en los caseríos El Duraznal y Plan de la Arada, en donde se une al río Olopa, a una distancia de 2.3 km de la aldea Atulapa. Sus principales afluentes son las quebradas: Raspada, De Piedra y Liquidámbar.
- **Zanjón del Ahogado:** descarga en el río Nejapa.
- **Quebrada Arenal:** se origina en San Nicolás, corre hacia el noreste, desemboca en la quebrada el Amatal que al unirse la Quebrada mal paso desemboca en el río Olopita.
- **Quebrada El Amatillo:** se origina en el caserío Cascajal y desemboca en la quebrada Arenal, afluente del río Olopita.
- **Quebrada Blanca:** se origina en el caserío Tareas, al norte de Jagua, desagua en el río Mapa.
- **Quebrada Blanca II:** al norte de la aldea El Carrizal, cursa de sur a norte desemboca en la quebrada El Remudadero.
- **Quebrada de la Brea:** se origina al noroeste del caserío El Palmar, corre hacia el sur, después de su confluencia con la quebrada El Incienso pasa a ser línea divisoria con la República de Honduras y desemboca en el río de Olopita.

- **Quebrada La Calera:** se origina al sur de La Hacienda Vieja, su rumbo es hacia el este y descarga en la quebrada El Pital, afluente del río Jupilingo.
- **Quebrada de la Cañas:** descarga en el río Chanmagua, que cambia su nombre a Mapa.
- **Quebrada El Calichal:** se localiza al noroeste del caserío El Incienso.
- **Quebrada La Cocha:** ubicada en jurisdicción de Carboneras, descarga sus aguas en quebrada El Pital.
- **Quebrada Colorada:** se origina cerca de la frontera de Honduras, corre de sureste a noroeste.

### 1.2.7.A Microcuencas y zonas de recarga hídrica

El territorio se encuentra ampliamente irrigado por una gran gama de corrientes de agua, entre quebradas, riachuelos y ríos; dando estos ciertas características que han permitido el desarrollo de actividades agropecuarias e industriales importantes. Sin embargo, el uso desordenado de los recursos naturales, ha puesto en evidencia que estos podrían revertirse en contra de la convivencia del ser humano y obstaculizar el desarrollo (Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal de Esquipulas, 2013).

Siendo para el municipio de Esquipulas las principales microcuencas: río Frío, río Atulapa, río Tepoctún, río San Juan, quebrada Pedernales, afluentes del río Olopa, quebrada Las Cañas, río Chanmagua, río del Playón, Sulay, Timushán, Piedra de Amolar (Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal de Esquipulas, 2013).

Las zonas de recarga hídrica son las siguientes: cerro Montecristo – El Trifinio (al este), montañas de Chanmagua, cumbre de Cafetales (al sureste); montañas del camino viejo (al noroeste) arriba de la piedra de los Compadres (Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal de Esquipulas, 2013).

### **1.2.7.B División política y administrativa**

El municipio cuenta en la actualidad con: 1 ciudad, 20 aldeas y 138 caseríos distribuidos en los 532 kilómetros cuadrados. El casco urbano está dividido en 9 barrios, 14 colonias, 15 residenciales 3 lotificaciones y 3 Condominios distribuidas en 6 zonas (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

La ciudad cuenta también con 6 caseríos: Tizaquín, Ciracil, San Joaquín, Jesús y María, El Sillón y Vuelta Grande.

### **1.2.7.C Infraestructura física y servicios**

#### **Carreteras**

Cuenta con una amplia red de transporte que con el pasar del tiempo tiende a ampliarse por la inmensa demanda del mismo. En la actualidad existen líneas directas hacia la ciudad capital del país, así como también a la cabecera departamental de Chiquimula (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

En el caso del área rural, cuenta con una carretera asfaltada RN-18 que conduce desde la ciudad de Esquipulas hasta la aldea Cafetales contando con transporte público para las diferentes comunidades que se encuentran aledañas a esta vía de acceso. Para el resto de comunidades es diferente, tan sólo cuenta con carreteras y caminos sin asfalto que en la mayoría de los casos se trata de caminos vecinales de acceso únicamente en época seca. El transporte hacia estas zonas es difícil, existen pocas líneas establecidas para prestar servicio y poder viajar a cualquier comunidad, siendo comunes también el desplazamiento a pie (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

## **Comunicación**

Existe cobertura de las empresas de telefonía celular móvil como Claro, Movistar y Tigo; quienes han tenido gran aceptación a nivel de toda la población urbana y rural.

En el área urbana se cuenta con el servicio de televisión por cable, además de los servicios de televisión vía satélite (que lo tiene una minoría de clientes). (SEGEPLAN, 2010)

## **Agua Potable**

El servicio de agua potable llega de forma aceptable hasta un 71% de las aldeas y un 32% de los caseríos.

Las fuentes principales de abastecimiento de agua del área urbana son el río Atulapa y la quebrada El Arenal. El agua es captada en tanques que luego se distribuyen a los hogares por gravedad; en el área rural, cada comunidad cuenta con su fuente de agua. En la mayoría de comunidades, los beneficiarios no pagan por el servicio de agua, por no haber organización que promueva la generación de ingresos por la prestación de este servicio (SEGEPLAN, 2010).

## **Drenajes**

El sistema de drenaje que se utiliza en el área urbana es a través de alcantarillados, el cual se encuentra en el centro de la ciudad, a excepción de algunas colonias y barrios; pero debido al tiempo de uso de dicho proyecto éste se encuentra en condiciones deterioradas casi al borde del colapso. En el área rural, únicamente cuentan con este servicio las aldeas Chanmagua, Ciracil, Loma alta y El Zarzal, las restantes no cuentan con drenajes (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

## **Electricidad**

El municipio cuenta con una cobertura en servicios de energía eléctrica del 91.2 %, según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica para junio del año 2009. Este suministro es alimentado por la sub-estación de Quezaltepeque, Chiquimula, que se proporciona durante las 24 horas del día. El voltaje más utilizado en las residencias es de 110 voltios, pero debido a la demanda de comercios, centros turísticos, hoteles y hospedajes, es muy común el uso de energía de 220 voltios.

## **Vivienda**

En Esquipulas el tipo de vivienda es formal, construcción de block, piso en cementado o de cerámico, techos de terraza o lámina, según el Instituto Nacional de Estadística el 91 % de la población vive en este tipo de construcción, el 61 % son dueños de la vivienda y el resto vive en cuarto de casa, rancho, casa improvisada o apartamento.

En el área rural, la condición de vivienda es precaria, al considerar que muchas de estas fueron construidas con materiales inflamables con techos de palma, paja y otros inadecuados, lo que da como producto que sean reservorio para la proliferación de vectores como insectos que transmiten enfermedades (SEGEPLAN, 2010).

El número de viviendas según el MAGA para el año 2,015 es de 9,646.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Conocer la situación económica, biológica y natural, así como también la problemática ambiental actual que se presenta en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar la situación social y productiva del municipio de Esquipulas.
- Determinar los aspectos ambientales relevantes del municipio de Esquipulas.
- Determinar características biofísicas, principalmente la situación actual de suelos y tierras del municipio de Esquipulas.
- Identificar la problemática ambiental actual del municipio de Esquipulas.

## 1.4 Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos del diagnóstico general del municipio de Esquipulas durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de agosto de 2016 a mayo de 2017, se definieron los siguientes aspectos:

- Obtención de información acerca de la situación social y productiva del municipio de Esquipulas a través de fuentes de información secundaria brindada por la municipalidad de Esquipulas.
- Para obtener información sobre los aspectos ambientales relevantes, como lo es el clima, se elaboraron diferentes climadiagramas a partir de datos del año 2007 hasta el año 2016.
- La caracterización biofísica, principalmente la situación actual de suelos y tierras, se realizó por medio de la elaboración de diferentes mapas temáticos.
- Por último, la problemática ambiental actual del municipio de Esquipulas, se realizó a través de fuentes de información secundaria como documentos proporcionados por la municipalidad de Esquipulas, datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, tesis de licenciatura, etc.

## **1.5 Resultados**

### **1.5.1 Caracterización social y productiva**

#### **1.5.1.A Demografía**

##### **Población área urbana**

Según los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA- de Esquipulas, la población estimada del municipio para el año 2,015 es de 14,045 hombres y 15,215 mujeres, haciendo un total de 29,260 habitantes en el área urbana. Esta población está dividida en 5,112 familias.

##### **Población área rural**

La población en el área rural del municipio de Esquipulas según el MAGA para el año 2,015 es de 12,964 hombres y 14,044 mujeres haciendo un total de 27,008 habitantes. Esta población está dividida en 4,534 familias.

##### **Población indígena y ladina**

La población del municipio de Esquipulas se encuentra dividida en población indígena de hombres: 702 personas, población indígena de mujeres: 761 personas, población ladina de hombres: 26,307 y población ladina de mujeres: 28,498 personas (MAGA, 2015).

##### **Población total**

La población total del municipio de Esquipulas es de 56,268 habitantes (MAGA, 2015).

## **Población económicamente activa**

La población económicamente activa en el municipio de Esquipulas para el año 2,015 es de 14,851 personas (MAGA, 2015).

## **Densidad de población**

En relación a la extensión territorial del municipio de Esquipulas presenta una densidad de 91 habitantes por kilómetro cuadrado al año 2,015 (MAGA, 2015).

### **1.5.1.B Educación**

El municipio de Esquipulas cuenta con todos los niveles de escolaridad cubiertos por el gobierno central y el sector privado; también cuenta con educación superior y estudios de postgrado, que permiten a las personas no tener la necesidad de recorrer grandes distancias para satisfacer sus requerimientos educativos (SEGEPLAN, 2010).

## **Analfabetismo**

El porcentaje de analfabetismo en el municipio de Esquipulas se encuentra en un 23.46 % abajo del promedio departamental que es del 29.73 %, sin embargo se debe hacer notar que la incidencia de emigración por el dinamismo económico influye que muchas personas de todo nivel educativo se instalen o se asienten definitivamente en este municipio y eso podría hacer variar estos promedios en un futuro (SEGEPLAN, 2010).

## **Incorporación al sistema educativo**

La incorporación al sistema educativo en el municipio se da de la siguiente manera:

Área Urbana: 3 años en adelante

Área Rural: 5 años en adelante (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

## **Deserción**

La población que se retira del sistema educativo es de:

Área Urbana: 326 alumnos (45.43 %)

Área Rural: 395 alumnos (54.57 %) (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

### **1.5.1.C Idiomas**

En el municipio de Esquipulas predomina el idioma español.

### **1.5.1.D Migraciones**

Las migraciones reportadas en el municipio dan como resultado, que en su mayoría las personas son provenientes de departamentos del altiplano y norte guatemalteco. Un bajo porcentaje sale del municipio con aspiraciones de superación económica hacia la ciudad capital o hacia los Estados Unidos (SEGEPLAN, 2010).

La cabecera municipal debido a su atractivo turístico y de feligresía en cuanto a la visita del Cristo Negro que se encuentra en la basílica, da cuenta a que a este sitio ingresan miles de fieles diariamente, en las temporadas como enero y julio, debido a festividades religiosas (SEGEPLAN, 2010).

### **1.5.1.E Organización social**

#### **Asociaciones, comités, cooperativas**

En el municipio de Esquipulas existen comités y asociaciones vigentes hasta la fecha, según inscripciones de personerías jurídicas y auxiliares de la municipalidad de Esquipulas, los cuales se mencionan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1.1 Comités y asociaciones de Esquipulas

| No. | Nombre   |
|-----|--|
| 1   | Comité de Administración del Fondo Verde   |
| 2   | Comisión Municipal de Prevención de la Violencia   |
| 3   | Comité Club Social y Deportivo Atlas   |
| 4   | Junta Directiva de Comerciantes del Mercado de Artesanías  |
| 5   | Comité de Administración, Operación, Mantenimiento y Saneamiento del Servicio de Agua Potable en el Caserío el Duraznal, Aldea Santa Rosalía |
| 6   | Comité de Mariachis de Esquipulas  |
| 7   | Comité Pro-Mejoramiento de Agua Potable de la Comunidad del Caserío Montesinas, de la Aldea Atulapa  |
| 8   | Ampliación de Constitución del Comité Pro-Administración y Mantenimiento de Agua Potable de la Aldea Atulapa                                 |
| 9   | Comité de Vecinos de Urbanización Las Vegas  |
| 10  | Ampliación de Constitución del Comité Pro-Mejoramiento del Proyecto de Agua Potable de Caserío La Planta, Aldea Santa Rosalía                |
| 11  | Comisión Municipal de la Mujer   |
| 12  | Comité Pro-Construcción y Mantenimiento de Agua Potable, Aldea Chanmagua   |
| 13  | Comité Pro-Mejoramiento de Agua y Drenajes de la Colonia Loma Linda  |
| 14  | Comité Pro-Mejoramiento del Cementerio, Aldea Santa Rosalía  |
| 15  | Asociación de Vecinos Pro-Mejoramiento y Desarrollo de Residenciales Quinta Bella  |
| 16  | Asociación del Adulto Mayor  |
| 17  | Asociación de Ganaderos y Agricultores   |
| 18  | Comité Pro XXX Compañía del Cuerpo Voluntario de Bomberos  |
| 19  | Comité de Taxi Motos Esquipulas  |

### 1.5.1.F Tenencia de la tierra

Dentro del municipio se distinguen tres tipos de tenencia de la tierra: A) privada teniendo la certeza jurídica de propiedad, B) de uso comunal en el caso de astilleros y tierras que por derecho natural lo explotan para la recolección de leña y caza, C) las tierras municipales que pertenecen al municipio, caso de los nacimientos y fuentes de agua.

### 1.5.1.G Actividades productivas

#### Producción agrícola

En Esquipulas, la agricultura se ha ido desarrollando poco a poco, entre los principales productos agrícolas podemos mencionar en primer lugar el café, puesto que es producido en más de un setenta por ciento de su territorio y también es exportado hacia otros países; también es de considerar que es un gran productor de tomate, chile dulce, chile picante, maíz, frijol, entre otros (SEGEPLAN, 2010).

Cuadro 1.2 Producción agrícola en el municipio de Esquipulas

| Producción agrícola | Área en hectáreas |
|---------------------|-------------------|
| Maíz                | 7,879             |
| Frijol              | 2,613             |
| Sorgo               | 1,676             |
| Tomate              | 123               |
| Café                | 3,432             |
| Mango               | 12                |
| Aguacate            | 12                |
| Banano              | 104               |
| Plátano             | 12                |

## **Producción pecuaria**

En el municipio existen 3 granjas de gallinas ponedoras, 199 pequeños productores de cerdos, 7252 cabezas de ganado bovino, 14 aves de traspatio por familia, 2 cerdos criollos de patio por familia, 4 colmenas por productor y 24 estanques para piscicultura (MAGA, 2010).

## **Artesanía**

La principal artesanía reconocida en Esquipulas es la Toquilla, que es un colorido adorno tradicional representativo que los romeristas que visitan el municipio lucen en sombreros de paja, complementados con pequeños adornos de barro pintado, crucecitas plásticas y canastitos de paja. Decorando también con la toquilla los vehículos que en romería concluyen su visita de penitencia o agradecimiento al Cristo Negro de Esquipulas (SEGEPLAN, 2010).

El motivo principal de las artesanías de Esquipulas es el fervor religioso al Cristo Negro de Esquipulas, su basílica y las imágenes y cuadros de personajes de la iglesia católica que se pueden encontrar en la mayoría de comercios en el mercado de artesanías (SEGEPLAN, 2010).

### **1.5.1.H Salud y sanidad pública**

Actualmente el municipio cuenta con cobertura total de los servicios de salud en todas las comunidades, administrados por una prestadora de servicios del programa de extensión de cobertura, la cual es realizada con el apoyo de 216 vigilantes de salud, 99 comadronas adiestradas y 3 médicos ambulatorios, servicios que son prestados en un centro de salud tipo B ubicado en la cabecera municipal, 3 puestos de salud ubicados en la aldea Chanmagua, Horcones y Las Nubes, en donde muchas veces existen limitantes de insumos, personal y equipo especializado para el tratamiento in situ de diferentes dolencias que no requieren de un servicio de encamamiento (SEGEPLAN, 2010).

El sector privado también aporta a los servicios de salud a través de prestar los servicios en dos hospitales privados con diferentes especialidades, donde acuden personas de los municipios vecinos y de la República de Honduras, el servicio de salud es auxiliado también por la venta de medicamentos con 53 farmacias, ubicadas principalmente en la cabecera municipal (SEGEPLAN, 2010).

## Morbilidad y mortalidad

La población del municipio de Esquipulas es susceptible a diversas enfermedades, principalmente por la movilidad constante de peregrinos en todas las épocas del año, los cuales son procedentes de distintos países y departamentos de Guatemala, sin embargo, el principal problema de morbilidad lo presenta el resfriado común, con una incidencia para el año 2009 de 17 % del total de casos de primeras consultas, la segunda causa es la enfermedad péptica y la tercera causa es la cefalea (SEGEPLAN, 2010).

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para el año 2010 las principales enfermedades en el municipio de Esquipulas fueron: resfriado común, diarreas, enfermedades de la piel, parasitismo intestinal, amigdalitis, neumonías y bronconeumonías, infección del tracto urinario, gastritis, amebiasis, anemia, conjuntivitis, otitis, alergias, etc.

### 1.5.2 Clima

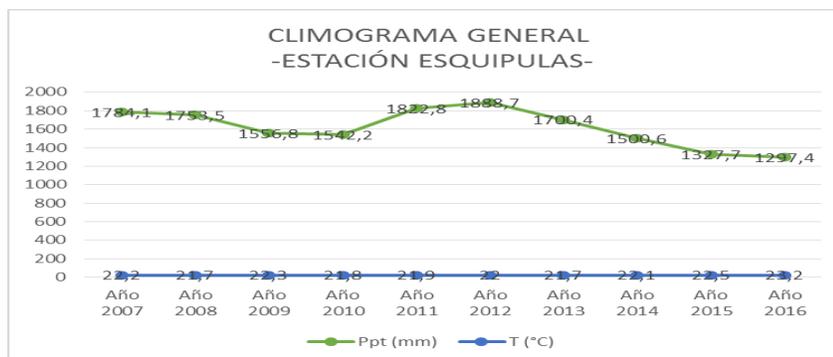


Figura 1.2 Climadiagrama general del municipio de Esquipulas

Fuente: elaboración propia, 2017.

Según el Climadiagrama general para el municipio de Esquipulas, en cuanto a la temperatura, del año 2007 al año 2016 fue variando hasta llegar a un promedio de 23.2°C. La precipitación fue mayor en el año 2012 con 1888.7 milímetros y menor en el año 2016 con 1297.4 milímetros.



Figura 1.3 Climadiagrama estación Esquipulas año 2007

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2007 la temperatura promedio fue de 22.1°C, presentando mayor temperatura el mes de abril (24.6°C) y menor temperatura el mes de noviembre (19.7°C). La precipitación fue alta en el mes de julio (325.7 mm) y baja para el mes de marzo (1.4 mm).

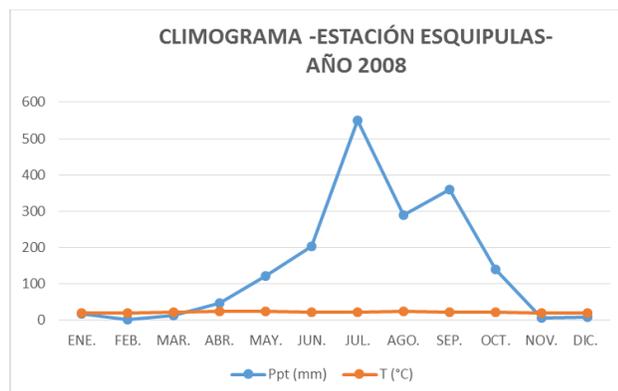


Figura 1.4 Climadiagrama estación Esquipulas año 2008

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2008 se presentó una temperatura promedio de 21.8°C, presentando mayor temperatura el mes de mayo (24.6°C) y menor temperatura el mes de noviembre (19.1°C). La precipitación fue alta en el mes de julio (549.2 mm) y baja para el mes de febrero (2 mm).

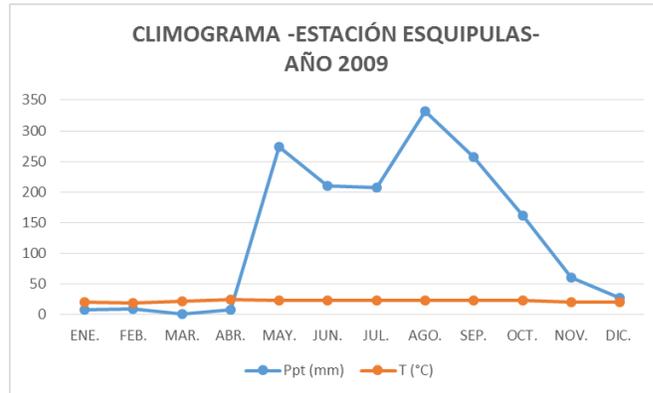


Figura 1.5 Climadiagrama estación Esquipulas año 2009

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2009 se presentó una temperatura promedio de 20.2°C, presentando mayor temperatura el mes de abril (24.5°C) y menor temperatura el mes de febrero (19.5°C). La precipitación fue alta en el mes de agosto (331.7 mm) y baja para el mes de marzo (0.4 mm).

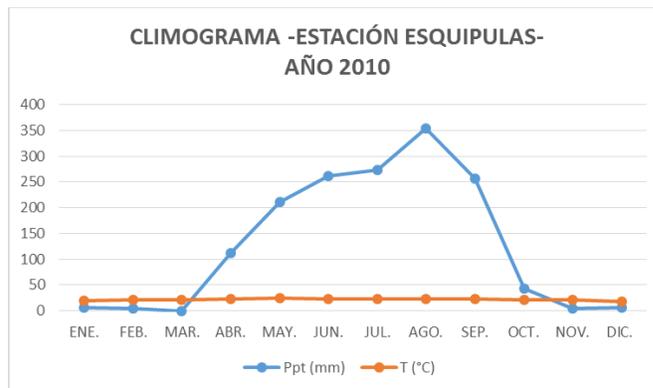


Figura 1.6 Climadiagrama estación Esquipulas año 2010

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2010 se presentó una temperatura promedio de 21.7°C, presentando mayor temperatura el mes de mayo (23.7°C) y menor temperatura el mes de diciembre (17.7°C). La precipitación fue alta en el mes de agosto (354.5 mm) y nula para el mes de marzo (0.0 mm).

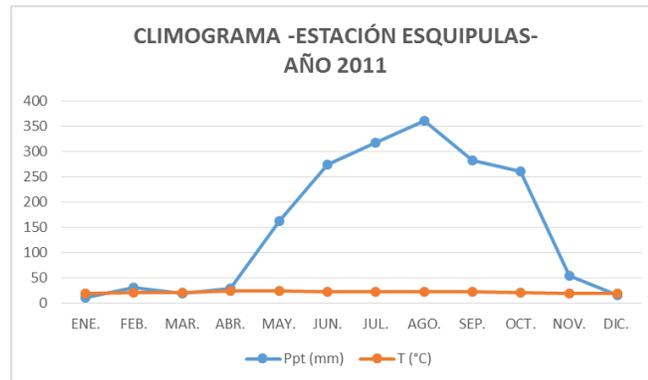


Figura 1.7 Climadiagrama estación Esquipulas año 2011

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2011 se presentó una temperatura promedio de 21.9°C, presentando mayor temperatura el mes de mayo (24.4°C) y menor temperatura el mes de diciembre (19.2°C). La precipitación fue alta en el mes de agosto (361.5 mm) y baja para el mes de enero (11.1 mm).

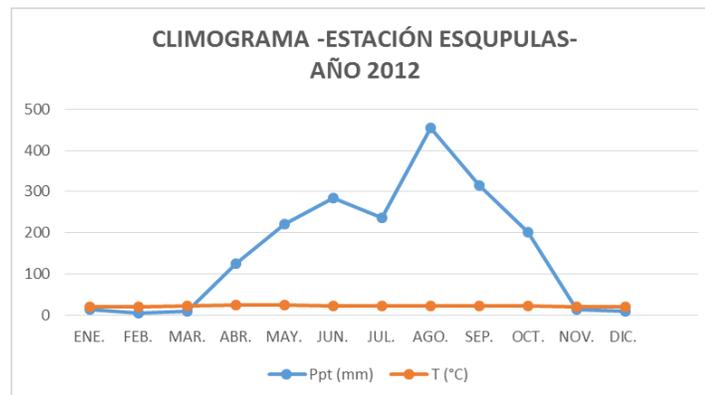


Figura 1.8 Climadiagrama estación Esquipulas año 2012

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2012 se presentó una temperatura promedio igual al año 2011 de 21.9°C, presentando mayor temperatura el mes de mayo (23.6°C) y menor temperatura el mes de noviembre (19.2°C). La precipitación fue alta en el mes de agosto (454.5 mm) y baja para el mes de febrero (4.3 mm).

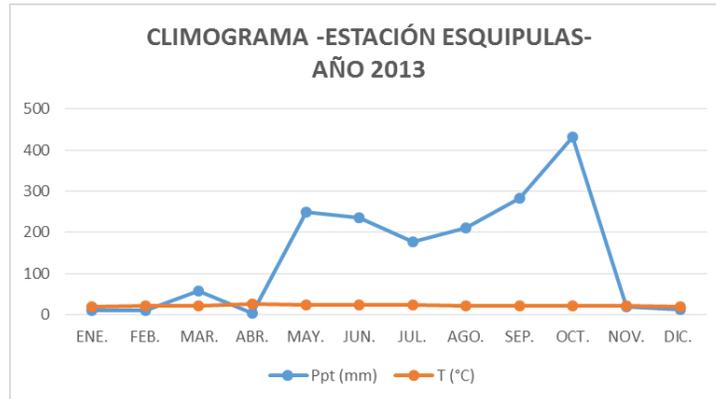


Figura 1.9 Climadiagrama estación Esquipulas año 2013

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2013 se presentó una temperatura promedio igual al año 2010 de 21.7°C, presentando mayor temperatura el mes de abril (25.2°C) y menor temperatura el mes de diciembre (19.6°C). La precipitación fue alta en el mes de octubre (432.5 mm) y baja para el mes de abril (2.5 mm).

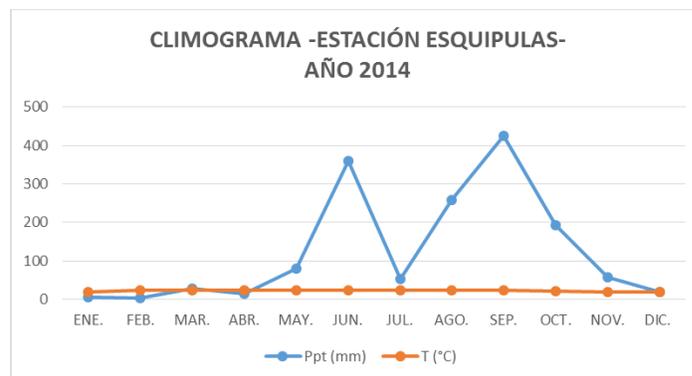


Figura 1.10 Climadiagrama estación Esquipulas año 2014

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2014 se presentó una temperatura promedio de 22.1°C, presentando mayor temperatura el mes de abril (24.4°C) y menor temperatura el mes de enero (18.6°C). La precipitación fue alta en el mes de septiembre (426.3 mm) y baja para el mes de febrero (4.2 mm).

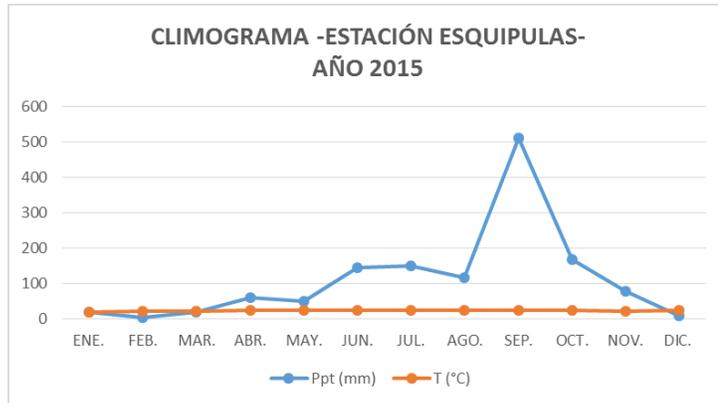


Figura 1.11 Climadiagrama estación Esquipulas año 2015

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2015 se presentó una temperatura promedio de 22.5°C, presentando mayor temperatura el mes de abril (24.5°C) y menor temperatura el mes de enero (19°C). La precipitación fue alta en el mes de septiembre (512.7 mm) y baja para el mes de febrero (3.5 mm).

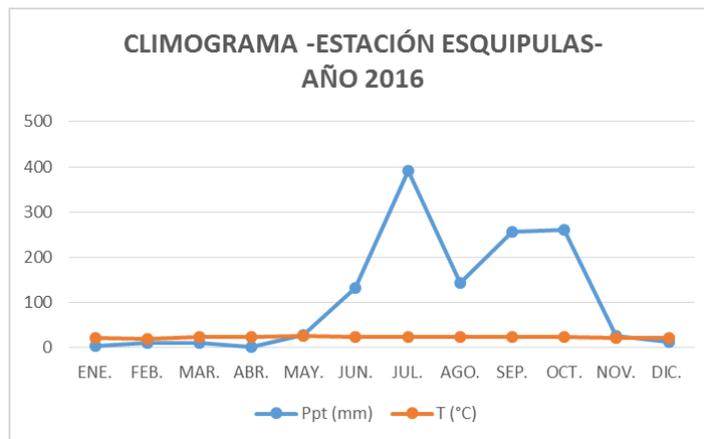


Figura 1.12 Climadiagrama estación Esquipulas año 2016

Fuente: elaboración propia, 2017.

En el año 2016 se presentó una temperatura promedio de 23.2°C, presentando mayor temperatura el mes de mayo (25.5°C) y menor temperatura el mes de febrero (19.6°C). La precipitación fue alta en el mes de julio (390.6 mm) y baja para el mes de enero (5 mm).

### **1.5.3 Caracterización biofísica**

#### **1.5.2.A Suelos y tierras**

##### **Suelos**

Los suelos en su mayoría pertenecen al orden de los andisoles, entisoles e inceptisoles; aunque pueden encontrarse también algunos alfisoles, debido al origen volcánico y los diferentes procesos de intemperización que se han desarrollado (SEGEPLAN, 2010).

##### **Vocación de los suelos**

La vocación de los suelos en el municipio de Esquipulas es forestal, sin embargo se visualiza que tiene potencial para el desarrollo de sistemas agroforestales, ganado, cultivos intensivos en áreas planas que no son grandes extensiones pero con sistemas bien definidos podrían alcanzar altas producciones de bosque y café (SEGEPLAN, 2010).

El 50 % de los suelos carecen de capacidad para los cultivos y su uso se limita exclusivamente para pasturas, bosques o reservas de tierras vírgenes bajo un manejo apropiado (SEGEPLAN, 2010).

Se conoce que en el municipio, principalmente el cambio se da del área boscosa para la producción de café y algunas otras para granos básicos, principalmente en el área norte del municipio donde las condiciones climáticas son apropiadas para ello (SEGEPLAN, 2010).

### Uso de la tierra

Según el Mapa de Uso de la Tierra para el año 2016 que pertenece al municipio de Esquipulas, la mayor parte del territorio la ocupan los cultivos anuales con aproximadamente 14939 hectáreas (29.74 %); seguido de la categoría de charral o matorral que son 10669.73 hectáreas (21.24 %); las coníferas 10317.26 hectáreas (20.54 %); cultivos perennes 9774.91 (19.46 %): latifoliadas 3119.68 (6.21 %); pastos naturales 1296.83 (2.58 %) y por último 119.79 hectáreas (0.23 %) que ocupan los centros poblados.

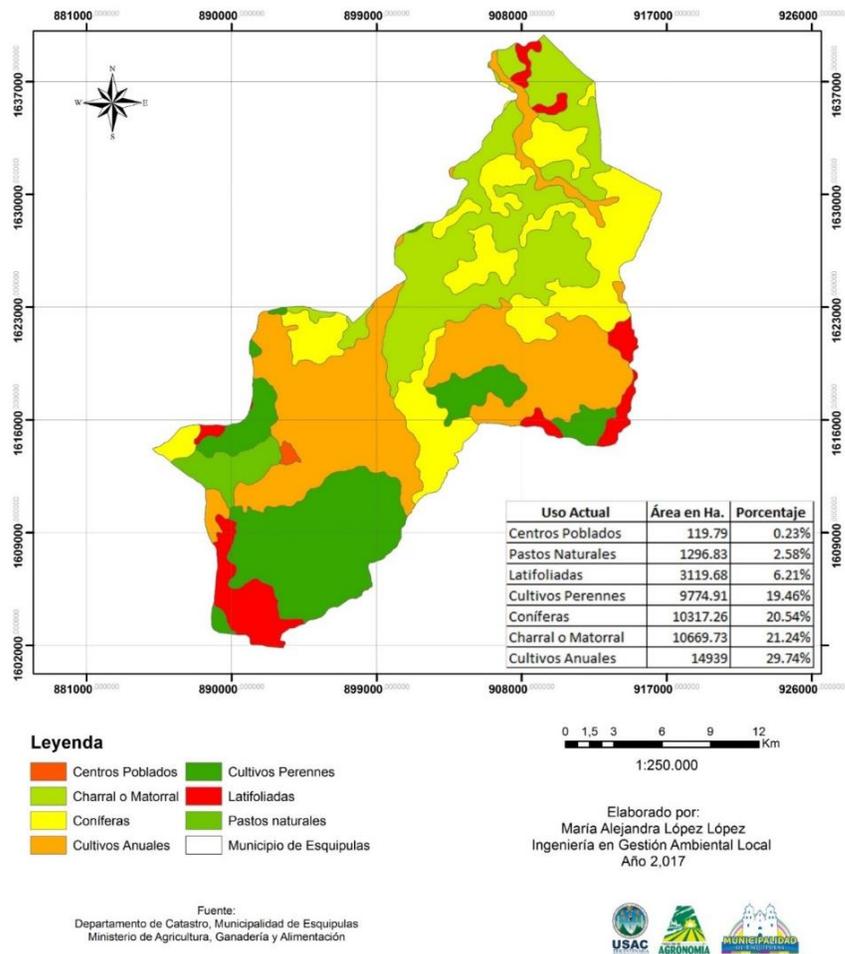


Figura 1.13 Mapa uso de la tierra año 2016, Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.

## Intensidad de uso de la tierra

En el municipio de Esquipulas, se considera que el 42.41 % (21304.99 hectáreas) del territorio está siendo sobre utilizado, el 41.04 % (20618.19 hectáreas) está siendo manejado correctamente, el 16.30 % (8189.59 hectáreas) está sub utilizado y el 0.24 % (119.79 hectáreas) pertenece a las áreas urbanas.

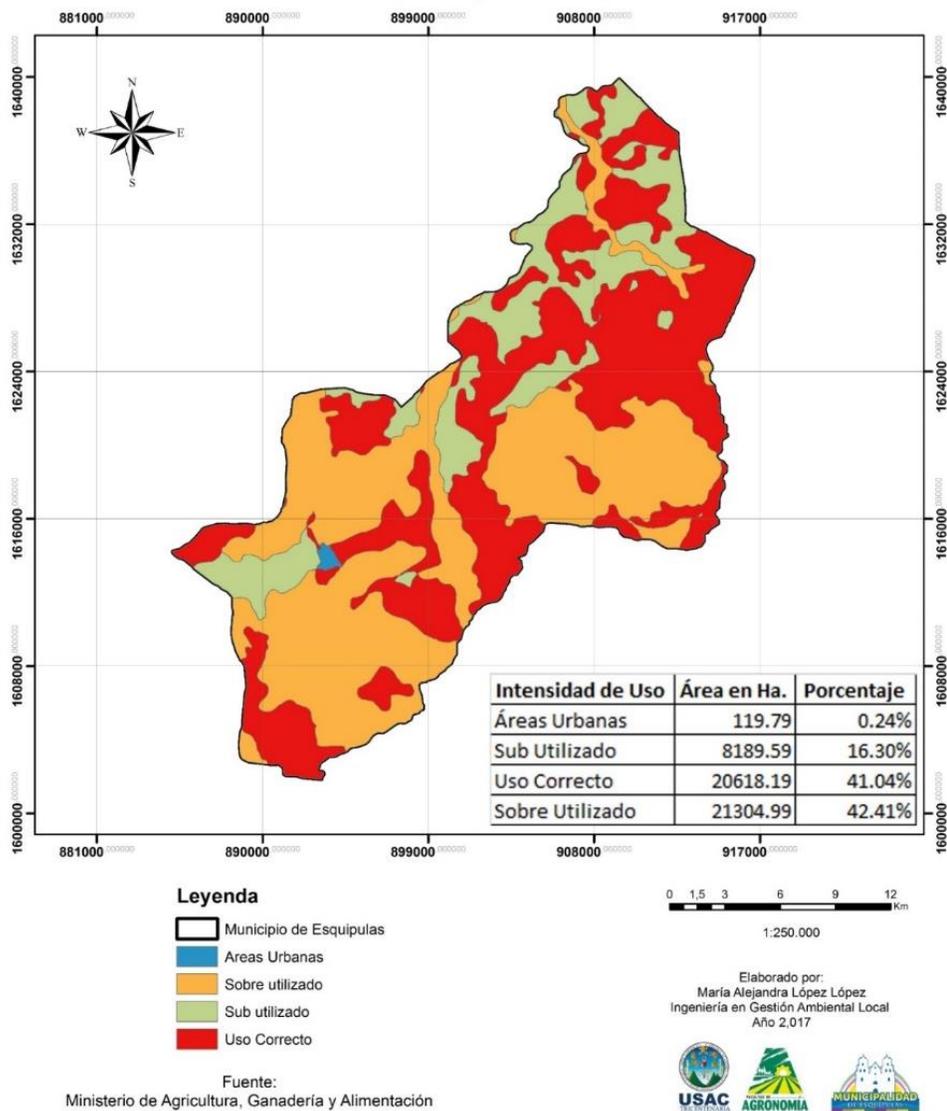


Figura 1.14 Mapa de intensidad de uso de la tierra Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.

## Capacidad de uso de la tierra

Según el mapa de capacidad de uso de la tierra para el municipio de Esquipulas, realizado según la metodología que establece el Instituto Nacional de Bosques (INAB) el 39.95 % del territorio puede ser destinado a la agroforestería con cultivos anuales (aproximadamente 19972 hectáreas); 32,18 % a agroforestería con cultivos permanentes (16088 hectáreas); 11.23 % a tierras forestales de producción (5612 hectáreas); 9.42 % a agricultura con mejoras (4710 hectáreas); 4.37 % a la agricultura sin limitaciones (2187 hectáreas); el 2.78 % a los sistemas silvopastoriles (1383 hectáreas) y por último el 0.07 % destinado a las tierras forestales de protección (33.59 hectáreas).

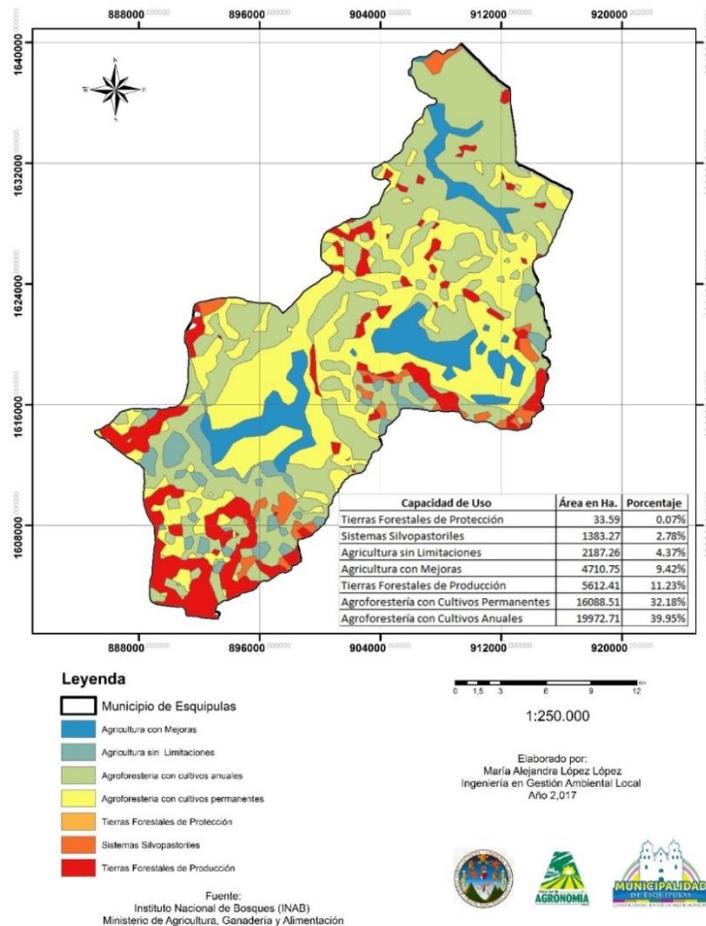


Figura 1.15 Mapa capacidad de uso de la tierra Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 1.5.2.B Cobertura y vegetación

#### Cobertura forestal

En Esquipulas, el 46.97 % pertenece a la asociación de bosque mixto con cultivos y cubre aproximadamente 23598.86 hectáreas; el 24.6 % pertenece a bosque mixto y son 12358.45 hectáreas; también existen áreas sin cobertura forestal que suman el 19.04 % (9565.06 hectáreas) y por último 9.38 % (4714.81 hectáreas) cubiertas por bosque secundario / arbustal.

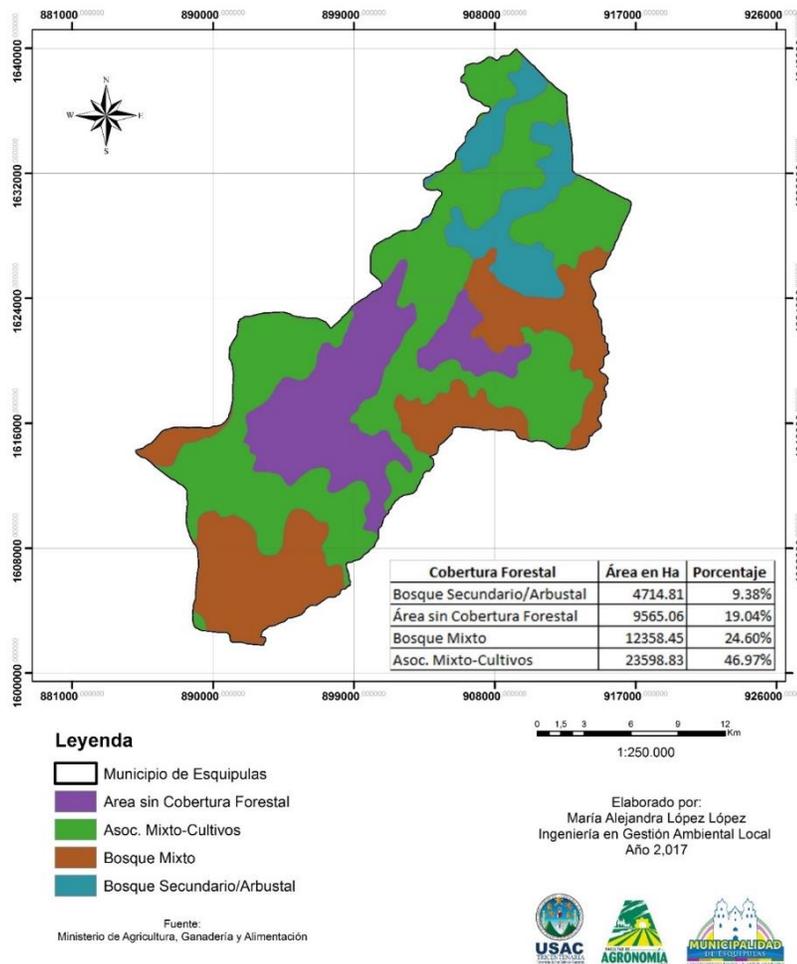


Figura 1.16 Mapa de cobertura forestal, Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.

## Zonas de Vida

En el municipio se identifican tres zonas de vida:

1. **Bosque húmedo subtropical templado:** esta zona de vida se caracteriza por poseer las siguientes especies: Roble o Encino (*Quercus sp.*), Pino colorado (*Pinus oocarpa*), Nance (*Byrsonimia crassifolia*) y Hoja de Lija (*Curatella americana*) (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).
2. **Bosque muy húmedo subtropical frío:** esta zona de vida contempla las siguientes especies: Aguacatillo (*Persea schiedeana*), Pimientillo (*Rapanea ferruginea*), Zapotillo (*Clethra sp.*), y Arayán (*Myrica sp.*) (Diagnóstico ambiental Esquipulas ,2012).
3. **Bosque muy húmedo montano:** esta zona de vida se encuentra en una pequeña área del Cerro Montecristo, es común encontrar las siguientes especies: Canac (*Chiranthodentrum pentadactylon*), Pino blanco (*Pinus pscudostrubus*) y Ciprés común (*Cupressus lusitánica*) (Diagnóstico ambiental Esquipulas, 2012).

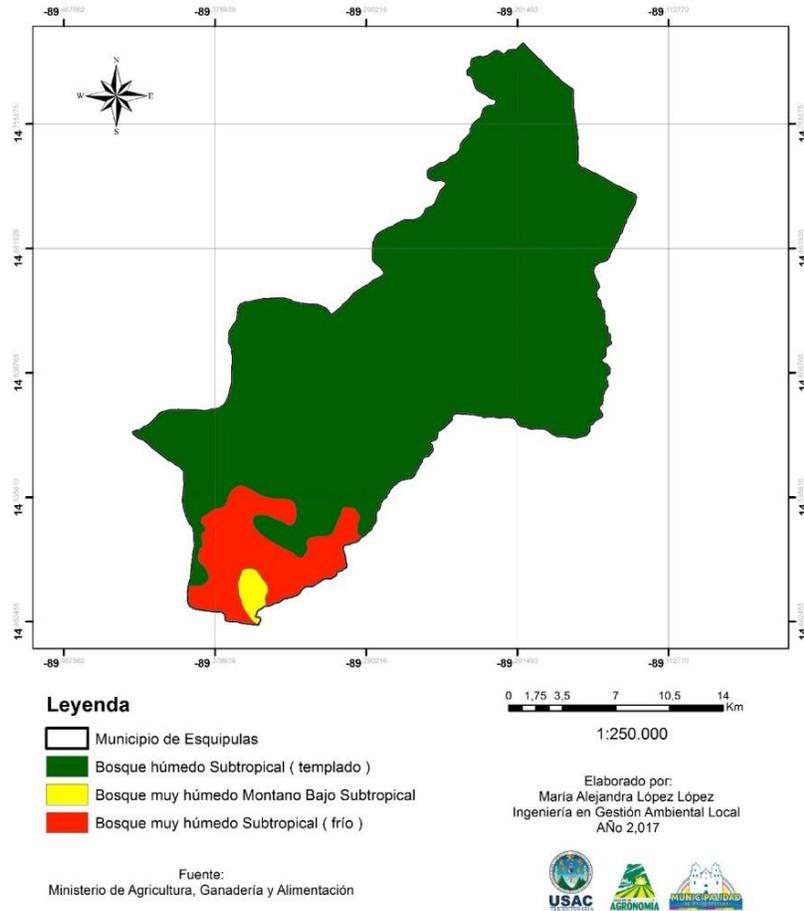


Figura 1.17 Mapa zonas de vida (Holdridge) Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 1.5.2.C Vivero forestal municipal

El vivero forestal municipal se inició a partir del año 2,004 y se encuentra ubicado dentro del bosque municipal El Mirador en el caserío El Mirador de la aldea Olopita. Cada año se elaboran aproximadamente 25,000 plantas forestales, en las que destacan las siguientes especies: Pino colorado, Ciprés común, Liquidámbar, Madre Cacao o Cacahuanance, Cuje, Matiliguat, Mangle, Cedro, Palo Blanco, Caoba y Chichipate. Estas plantas son donadas a las comunidades, escuelas, iglesias, personas particulares que desean contribuir a la recuperación de la masa boscosa de este municipio, así como para proyectos de reforestación municipales.

Actualmente el vivero forestal municipal se encuentra registrado y certificado por el Instituto Nacional de Bosques.

#### **1.5.2.D Áreas protegidas**

##### **Reserva de Biósfera Trifinio Fraternidad**

La Reserva de Biósfera Trifinio Fraternidad se encuentra dentro del Área Protegida Trinacional Montecristo (APTMT), la cual se ubica en el Macizo Montañoso Montecristo, en la región fronteriza compartida por las repúblicas de El Salvador, Guatemala y Honduras, con una elevación máxima de 2,418 msnm.

El área protegida abarca la región nor-occidental de El Salvador, parte de la región oriental de Guatemala y una porción del occidente de Honduras. En los municipios de Metapán, departamento de Santa Ana y Citalá, departamento de Chalatenango, en El Salvador; municipios de Concepción Las Minas y Esquipulas, del departamento de Chiquimula, en Guatemala; y en los municipios de Santa Fe y Ocotepeque, del departamento de Ocotepeque, en Honduras. Tiene una extensión de 379 km<sup>2</sup>, de los cuales 58 km<sup>2</sup> corresponden a la zona núcleo, 118 km<sup>2</sup> a la zona de uso múltiple y 203 km<sup>2</sup> a la zona de amortiguamiento. El 31.1 % de este territorio corresponde a El Salvador, 47 % a Guatemala y 21.9 % a Honduras (Plan maestro reserva de biósfera trifinio fraternidad, 2015).

La Reserva de Biósfera Trifinio Fraternidad fue nombrada y designada como tal por la UNESCO en junio de 2011, y es la primera Reserva de Biósfera Trinacional en el continente americano, su valioso patrimonio ambiental y cultural la han hecho merecedora del título “La Joya de las Américas”.

El CONAP reconoce 6 categorías de manejo para áreas protegidas; siendo éstas: a) categoría tipo I: Parque Nacional y Reserva Biológica, b) categoría tipo II: Biotopo Protegido, Monumento Natural, Monumento Cultural y Parque Histórico; c) categoría tipo

III: Área de Uso Múltiple, Manantial, Reserva Forestal, Refugio de Vida Silvestre, d) categoría tipo IV: Área Recreativa Natural, Parque Regional y Rutas y Vías Escénicas, e) categoría tipo V: Reserva Natural Privada, y f) categoría tipo VI: Reserva de la Biósfera (Plan maestro reserva de biósfera trifinio fraternidad, 2015).

Con base al Acuerdo Gubernativo número 939-87 de fecha 19 de octubre de 1987, el área protegida que comprende la Reserva de Biósfera Trifinio, fue declarada bajo la categoría tipo VI. Para el caso de este tipo de categoría, el reglamento de la Ley de Áreas Protegidas indica que las reservas de la Biósfera son áreas de importancia mundial en términos de sus recursos naturales y culturales. Se indica también que para ostentar esta categoría, las áreas deben ser lo suficientemente extensas para constituir unidades de conservación, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos. En el caso de esta categoría de manejo, las áreas deberán ser objeto de una protección jurídica a largo plazo. Por lo tanto sus objetivos de manejo deberán ser enfocados a dar oportunidad a aprovechamiento sostenible de recursos naturales del área con énfasis en las actividades tradicionales y actividades humanas estables, así como la conservación de núcleos de conservación más estricta (Plan maestro reserva de biósfera trifinio fraternidad, 2015).

La zonificación con la que fue creada la Reserva de Biósfera Trifinio, consiste en: a) Zona Natural de Reserva (Zona Núcleo), b) Zona de Amortiguamiento; y c) Área de Uso Múltiple. En estas zonas se llevan a cabo diferentes actividades productivas y de aprovechamiento por parte de los pobladores de las comunidades que se encuentran dentro y alrededor del área protegida (Plan maestro reserva de biósfera trifinio fraternidad, 2015).

### **San Isidro, Cafetales**

Ésta área está declarada como Área de Protección Especial para la conservación, según el artículo 90 de la Ley de Áreas Protegidas por parte del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, comprende montañas dentro de la Aldea San Isidro y de la Aldea Cafetales de este municipio.

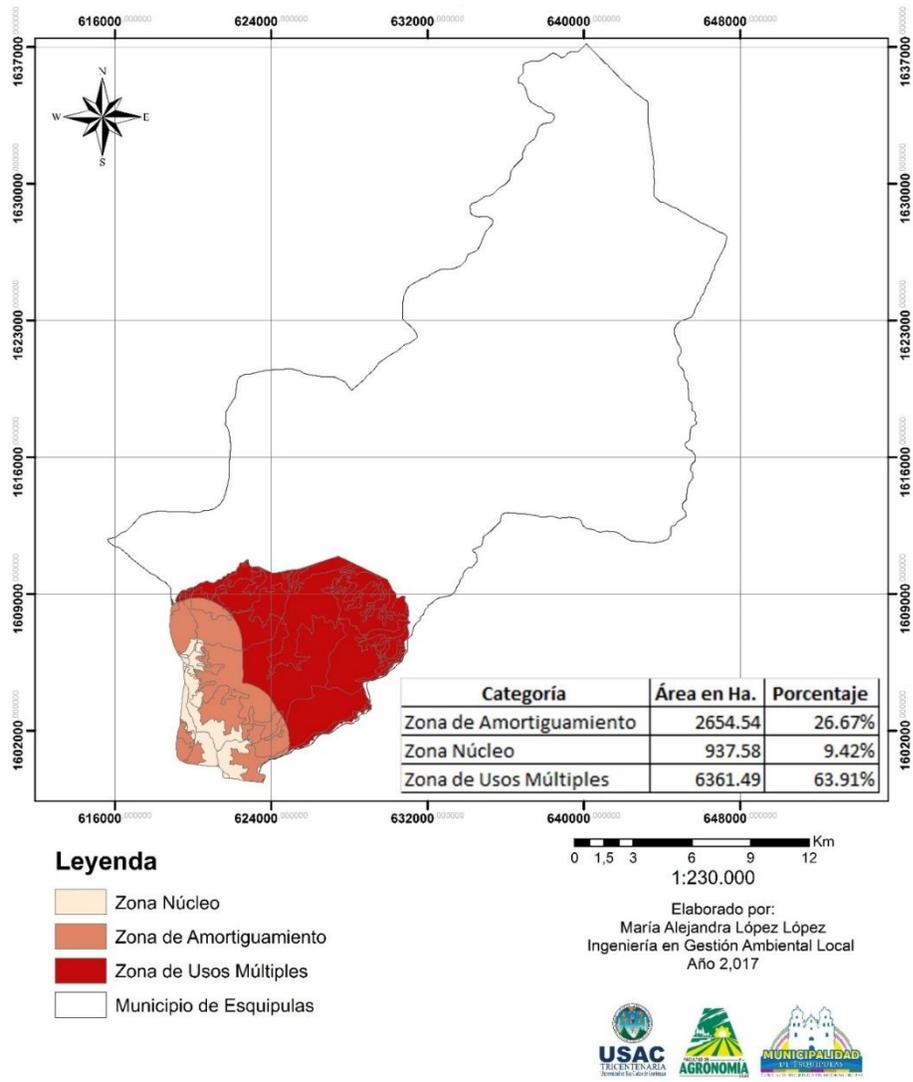


Figura 1.18 Mapa de áreas protegidas Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.

#### **1.5.4 Problemática ambiental actual**

##### **Deforestación**

Uno de los impactos que afecta el ecosistema es la tala de árboles para uso comercial y para consumo familiar. Casi todos los bosques del municipio de Esquipulas han sufrido problemas de deforestación y por lo tanto constituye una amenaza a desastres naturales. La deforestación se da por inoperancia de la Ley Forestal y por la extensión de la frontera agrícola, repercutiendo en la disminución de caudales de las fuentes de agua, que en consecuencia pone en riesgo el servicio de agua potable a la población.

##### **Pérdida de Biodiversidad**

La Biodiversidad ha sido reducida en consideración a años anteriores. Son muy pocas las especies de flora y fauna las que se encuentran en los bosques, esto debido a la deforestación que se da en las zonas boscosas y a las prácticas de caza de animales silvestres. Existen especies en peligro de extinción, entre las que se pueden mencionar: aves (gorrión y tortolita), reptiles (iguanas y serpientes), peces (tilapias), mamíferos (coche de monte) y forestales (liquidámbar).

##### **Contaminación del agua**

El municipio de Esquipulas no cuenta con una planta de tratamiento para el manejo de aguas servidas. Los drenajes desembocan en diferentes ríos que corren por el municipio, generando gran contaminación de este recurso natural. El casco urbano cuenta con servicio de alcantarillado, sin embargo, el área rural no cuenta con este servicio, por lo que sus aguas servidas corren a flor de tierra y contaminan los cultivos por los que pasan; así como los ríos en los que desembocan. Las aguas mieles que provienen de los beneficios de café también causan contaminación del recurso hídrico, ya que éstas desembocan en los ríos.

## **Uso de plaguicidas agrícolas**

Una de las amenazas antrópicas que se da en el municipio es el uso de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes; los cuales son utilizados constantemente por los pobladores, es un área de producción intensiva en agricultura, lo que provoca contaminación de afluentes y pone en peligro la salubridad de la población.

## **Desechos sólidos**

En el municipio de Esquipulas existe el servicio municipal de recolección de desechos sólidos. Este servicio se da en el área urbana de la ciudad, y en algunas aldeas. Ante la ausencia de una planta de tratamiento y manejo adecuado de los desechos sólidos, éstos son depositados en un basurero a cielo abierto, provocando varios tipos de contaminación (agua, suelo y aire). Las aldeas que no cuentan con un sistema de recolección y tratamiento de desechos sólidos, la mayoría los depositan en las orillas de los ríos y otros son quemados.

Se agrega también la existencia de basureros no autorizados por falta de conciencia de la población, aguas servidas de drenajes que terminan en los ríos, falta de plantas de tratamiento de desechos sólidos y líquidos. Solo el 60% de las viviendas cuentan con servicio de letrinas y drenajes. La contaminación por aguas mieles en los ríos causada por el beneficiado de café. Todo esto por falta de intervención del MARN, INAB y la Municipalidad (SEGEPLAN, 2010).

El basurero municipal se encuentra ubicado en el caserío Montesinas de la aldea Atulapa, a 8.64 kilómetros de distancia del centro del casco urbano. Se clasifican los envases plásticos para ser transportados a una planta de tratamiento en la ciudad capital, los envases de vidrio y el papel que se recolecta son llevados al departamento de Jutiapa; estos desechos clasificados los recogen en el basurero cada 12 días para ser llevados a su destino final.

## 1.6 Conclusiones

En lo que se refiere a aspectos de demografía, según el MAGA para el año 2,015, Esquipulas cuenta con una población total de 56,268, de la cual 29,260 son pertenecientes al área urbana y 27,008 son pertenecientes al área rural. Del total de la población, 1,463 personas son indígenas y 54,805 personas son ladinos. La población económicamente activa es de 14,851 personas. La densidad de población es de 91 habitantes por kilómetro cuadrado.

Esquipulas cuenta con todos los niveles de escolaridad cubiertos por el gobierno central y el sector privado. El porcentaje de analfabetismo se encuentra en un 23.46 % abajo del promedio departamental que es del 29.73 %.

Actualmente el municipio cuenta con cobertura total de los servicios de salud en todas las comunidades, así como también el sector privado aporta a los servicios de salud a través de prestar los servicios en dos hospitales privados con diferentes especialidades.

La agricultura se ha ido desarrollando poco a poco, entre los principales productos agrícolas podemos mencionar en primer lugar el café; en cuanto a la producción agrícola, existen granjas de gallinas ponedoras, granjas de cerdos, ganado bovino, aves de traspatio, colmenas y se practica la acuicultura.

En cuanto a los aspectos orográficos, el municipio cuenta con 18 cerros y 1 nudo montañoso que se localiza al este de la cabecera municipal. Las aguas se distribuyen en dos grandes corrientes, la primera desemboca en el Océano Pacífico y la segunda en el Océano Atlántico. La red hidrográfica está formada por 12 ríos, 10 quebradas y 1 zanjón. También cuenta en la actualidad con: 1 ciudad, 20 aldeas y 138 caseríos.

La vocación de los suelos es forestal, sin embargo se visualiza que tiene potencial para el desarrollo de sistemas agroforestales, ganado, cultivos intensivos en áreas planas que no

son grandes extensiones pero con sistemas bien definidos podrían alcanzar altas producciones de bosque y café.

Según el mapa de uso de la tierra para el año 2016 que pertenece al municipio de Esquipulas, la mayor parte del territorio la ocupan los cultivos anuales con aproximadamente 14939 hectáreas (29.74 %); seguido de la categoría de charral o matorral que son 10669.73 hectáreas (21.24 %); las coníferas 10317.26 hectáreas (20.54 %); cultivos perennes 9774.91 (19.46 %): latifoliadas 3119.68 (6.21 %); pastos naturales 1296.83 (2.58 %) y por último 119.79 hectáreas (0.23 %) que ocupan los centros poblados.

En el municipio de Esquipulas, se considera que el 42.41 % (21304.99 hectáreas) del territorio está siendo sobre utilizado, el 41.04 % (20618.19 hectáreas) está siendo manejado correctamente, el 16.30 % (8189.59 hectáreas) está sub utilizado y el 0.24 % (119.79 hectáreas) pertenece a las áreas urbanas.

Según el mapa de capacidad de uso de la tierra para el municipio de Esquipulas, realizado según la metodología que establece en Insituto Nacional de Bosques (INAB) el 39.95 % del territorio puede ser destinado a la agroforestería con cultivos anuales (aproximadamente 19972 hectáreas); 32,18 % a agroforestería con cultivos permanentes (16088 hectáreas); 11.23 % a tierras forestales de producción (5612 hectáreas); 9.42 % a agricultura con mejoras (4710 hectáreas); 4.37 % a la agricultura sin limitaciones (2187 hectáreas); el 2.78 % a los sistemas silvopastoriles (1383 hectáreas) y por último el 0.07 % destinado a las tierras forestales de protección (33.59 hectáreas).

En Esquipulas, el 46.97 % pertenece a la asociación de bosque mixto con cultivos y cubre aproximadamente 23598.86 hectáreas; el 24.60 % pertenece a bosque mixto y son 12358.45 hectáreas; también existen áreas sin cobertura forestal que suman el 19.04 % (9565.06 hectáreas) y por último 9.38 % (4714.81 hectáreas) cubiertas por bosque secundario / arbustal.

En el municipio se identifican tres zonas de vida: bosque húmedo subtropical templado, bosque muy húmedo subtropical frío y bosque muy húmedo montano.

Dentro de las áreas protegidas del municipio de Esquipulas, se encuentra la Reserva de Biósfera Trifinio Fraternidad, que está declarada legalmente por el CONAP; y las montañas de San Isidro y Cafetales que son declaradas Áreas de Protección Especial, según el artículo 90 de la Ley de Áreas Protegidas.

En cuanto a la problemática ambiental actual, el municipio de Esquipulas se ve afectado por prácticas de deforestación; pérdida de biodiversidad, que va amarrada con la deforestación; contaminación del recurso hídrico; potencial de plagas por el uso de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes; y, la generación y manejo inadecuado de los desechos sólidos.

### **1.6.1 Recomendaciones**

Que el instrumento de diagnóstico elaborado constituya una fuente de consulta y de implementación para mejorar las condiciones ambientales de la cabecera municipal de Esquipulas.

Que el Concejo Municipal adopte medidas de carácter urgente en base al documento planteado, a fin de evitar mayor deterioro de ambiente, priorizando lo relacionado a evitar la contaminación de las fuentes de agua, proliferación de basureros clandestinos, manejo adecuado de los desechos sólidos, entre otros aspectos.

Dar a conocer a la población sobre la importancia de su participación en el mejoramiento del ambiente, dado a la imagen turística que posee la cabecera municipal.

Involucrar a otras instituciones relacionadas con el medio ambiente presentes en el municipio a participar de las acciones tendientes a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales.

## 1.7 Bibliografía

1. Cigarroa Morales, C. I. (2014). *Plan Maestro Reserva de Biósfera Trifinio 2015-2020*. Guatemala: Plan trifinio. 147 p..
2. Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Esquipulas, Guatemala. (2012). *Diagnóstico Ambiental Municipal Esquipulas*. Guatemala: Autor.
3. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación, Guatemala). 2015. *Sala situacional de Esquipulas*. Guatemala. (1 hoja Excel).
4. Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa y Mancomunidad de Nor-Oriente de Guatemala. (2013). *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Municipal de Esquipulas*. Guatemala: Autor.
5. Santizo Barrientos, M. (2012). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuesta de inversión*. (Ejercicio Profesional Supervisado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala.
6. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Esquipulas, Chiquimula, Guatemala*. Guatemala: Autor.

## **CAPITULO II**

**DIAGNÒSTICO Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A.**

**DIAGNOSTIC AND PROPOSAL FOR SOLID WASTE MANAGEMENT AT THE ESQUIPULAS MUNICIPALITY, CHIQUIMULA DEPARTMENT, GUATEMALA, CENTRAL AMERICA.**



## 2.1 Presentación

Los desechos sólidos urbanos son una fuente de problemas para los seres humanos y para el medio ambiente, provocado principalmente por el incremento poblacional, migraciones del área rural hacia áreas urbanas, cambios en el estilo de vida y hábitos de consumo, aumentando con ello los volúmenes de muchos materiales no biodegradables, en su conjunto constituyen la fuente de la problemática actual sobre un adecuado manejo de los desechos sólidos generados en las diferentes áreas urbanas, teniendo como consecuencia la proliferación de plagas y vectores transmisores de un gran número de enfermedades gastrointestinales, respiratorias, oculares, de la piel, así como el impacto negativo del medio ambiente como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, generación de malos olores y de humo tóxico en los casos donde se queman.

De igual manera se puede considerar que la generación de los desechos sólidos en las áreas urbanas constituye una fuente de ingresos para cierto grupo de la población que se dedican a la recolección y venta para el reciclaje de ciertos desechos reutilizados por la industria. Así mismo la falta de concientización y sensibilización socio-ambiental trae como consecuencia la proliferación de basureros clandestinos, provocando aparte de lo mencionado, contaminación visual y que actualmente constituye un alto riesgo para que se provoquen inundaciones, así como un alto grado de contaminación de los ríos que van a desembocar a otros afluentes como el caso del río Motagua que desemboca en el Océano Atlántico y que contamina las playas de Izabal y la zona limítrofe con Honduras.

Ante esta problemática, las diferentes municipalidades como autoridades locales y dentro de los servicios públicos que prestan a la población, se han basado en el Código Municipal para implementar acciones para mejorar el servicio de recolección de basura a nivel domiciliario, estableciendo para ello diferentes rutas que abarquen si es posible la totalidad de viviendas de cada cabecera municipal dándole un manejo a los desechos recolectados acorde a las normas y reglamentos emitidos.

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado prestado en la Municipalidad de Esquipulas, se realizó un reconocimiento de la problemática entorno al manejo de los desechos sólidos que derivó en la presentación de la presente investigación, y para ello es necesario llevar a cabo una caracterización de los desechos sólidos generados a nivel domiciliario, lo que constituye la base para crear un plan de manejo y tratamiento de los mismos y así poder reducir la contaminación ambiental, contaminación visual y proliferación de enfermedades.

La cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula es una de las ciudades de mayor visita a nivel nacional, consecuencia de la presencia de la Basílica de Esquipulas y el Cristo Negro que atrae a más de un millón de feligreses anualmente. Con ello, se han incrementado los servicios de hotelería, así como de comedores, restaurantes, ventas de comida rápida; aunado a los cambios en el estilo de vida, incremento poblacional y migraciones del área rural a la urbana, ha generado una alta producción de desechos sólidos, la Municipalidad de Esquipulas no cuenta actualmente con una adecuada disposición final de los mismos, afectando la calidad de vida de los habitantes de este municipio, contaminación ambiental incluyendo ríos, contaminación visual por basureros clandestinos, sobrecarga de desechos en el sistema de drenajes de la ciudad con posibilidades de inundaciones en ciertas zonas y proliferación de enfermedades para el ser humano (Urdaneta G., Joheni A., Sáez, Alejandrina. *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. 2014).

El manejo de estos residuos tiene una estrecha relación con la salud de la población, se han presentado tres situaciones principales, la primera referida a la transmisión de enfermedades bacterianas y parasitarias tanto por agentes patógenos transferidos por los residuos como por vectores que se alimentan y se reproducen en los residuos; en segundo lugar el riesgo de lesiones e infecciones ocasionados por los objetos punzo penetrantes que se encuentran en los residuos, esta condición pone en alto riesgo la salud de las personas que recuperan materiales en los vertederos; y en tercer lugar la contaminación ocasionada por la quema de residuos, la cual afecta el sistema respiratorio de los individuos.

A la fecha no se cuenta con un instrumento técnico que sirva de base para implementar un adecuado manejo de los desechos sólidos producidos en la cabecera municipal de Esquipulas, razón por la cual esta investigación se realizó la elaboración de un documento basado inicialmente en la caracterización de los desechos sólidos y posteriormente presentar una propuesta de plan de manejo de los mismos ante el Concejo Municipal.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Marco conceptual**

#### **2.2.1.A Desechos sólidos**

Es frecuente la confusión entre residuos sólidos y desechos sólidos, por lo que cuando se refiere a desechos sólidos se trata del material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado. Básicamente la diferencia entre ambos conceptos radica en que todo material o resto que pueda ser nuevamente utilizado a través de un adecuado proceso de reciclaje se denomina residuo, éste se transforma en materia prima generando un beneficio económico y una protección al ambiente, mejorando la calidad de vida (Zamora, J., 2013).

#### **2.2.1.B Residuos sólidos**

Se entiende por residuo todo material que es destinado al abandono por su productor o poseedor, pudiendo resultar de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza. Los residuos pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gaseosos, de acuerdo a su estado físico. Agregándose los residuos pastosos, que comúnmente aparecen como producto de las actividades humanas (Barradas, A., 2009).

#### **2.2.1.C Clasificación de los residuos sólidos**

Según Barradas, A. (2009), los residuos sólidos han sido clasificados de diversas maneras. Estructuralmente mantienen ciertas características desde su origen hasta su disposición final. Los diferentes usos de los materiales, su biodegradabilidad, combustibilidad, reciclabilidad, etc., juegan un papel importante en la percepción de quien los clasifica, presentándose algunas discrepancias entre una u otra clasificación.

Tratando de respetar la estructura química, el origen y destino final potencial de los residuos sólidos, se presenta la siguiente clasificación:

- **Residuos sólidos orgánicos:** son los materiales residuales que en algún momento tuvieron vida, formaron parte de un ser vivo o derivan de los procesos de transformación de combustibles fósiles.
  - Putrescibles: son los residuos que provienen de la producción o utilización de materiales naturales sin transformación estructural significativa. Por ello y por su grado de humedad mantienen un índice alto de biodegradabilidad: residuos forestales y de jardín, residuos animales, residuos de comida, heces animales, residuos agropecuarios y agroindustriales, entre otros.
  - No putrescibles: Residuos cuyas características biológicas han sido modificadas al grado que en determinadas condiciones pierden su biodegradabilidad. Comúnmente son combustibles.
- **Residuos sólidos inertes:** *Residuos no biodegradables ni combustibles que* provienen generalmente de la extracción, procesamiento o utilización de los recursos minerales: vidrio, metales, residuos de construcción y demolición de edificios, tierras, escombros, entre otros.
- **Residuos sólidos municipales:** *Los residuos sólidos municipales (RSM) son* aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales (pequeña industria y artesanía), institucionales (administración pública, establecimientos de educación, etc.), de mercados, y los resultantes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales (Díaz, F., 2008).
- **Residuos domésticos y comerciales:** *Consisten en residuos sólidos* orgánicos e inorgánicos de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. La fracción

orgánica de los residuos sólidos domésticos y comerciales está formada por materiales como residuos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos los tipos, textiles, goma, cuero, madera y residuo de jardín. La fracción inorgánica está formada por artículos como vidrio, cerámica, latas, aluminio y metales féreos (Díaz, F., 2008).

- **Residuos institucionales:** *Las fuentes incluyen centros* administrativos, escuelas, cárceles y hospitales, excluyendo residuos de fabricación de las industrias y los residuos sanitarios de los hospitales. En la mayoría de los hospitales, los residuos sanitarios son manipulados y procesados separadamente de otros residuos (Díaz, F., 2008).
- **Residuos de la construcción y demolición:** *Son los residuos que proceden de la* construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales y otras estructuras. Las cantidades generadas son difíciles de estimar y se componen generalmente de suciedad, piedras, hormigón, armaduras, ladrillos, yeso, madera, grava, etc. (Díaz, F., 2008).
- **Residuos de los servicios municipales:** Derivan de las operaciones de mantenimiento de las instalaciones municipales, incluyendo los residuos de barrido de las calles, residuos de jardinería, animales muertos y vehículos abandonados (Díaz, F., 2008).
- **Residuos peligrosos:** Dentro de esta categoría se ubican todos aquellos desechos químicos, biológicos, inflamables, explosivos o radioactivos que plantan un peligro sustancial para la vida humana, vegetal o animal. Estos desechos son, en su mayoría, generados en la industria farmacéutica, hospitales, clínicas y laboratorios químicos. Se presentan en forma de líquidos, pero con frecuencia se encuentran en forma de gases, sólidos o lodos; en todos los casos, estos desechos deben ser manejados y dispuestos con gran cuidado y precaución (Díaz, F., 2008).

- **Residuos agrícolas:** En esta clasificación se hallan los desechos y residuos que resultan de diversas actividades agrícolas, como los de la siembra y cosecha de hortalizas, campos, árboles, producción de leche, rastros municipales y la operación de corrales avícolas, porcinas, etc (Díaz, F., 2008).

#### **2.2.1.D Degradación de los desechos en el ambiente**

Sanz, Ecología verde (2012), citado por Zamora, J. (2013), descubrió que dependiendo de las condiciones ambientales naturales a las que los desechos están expuestos, tales como sol, lluvia, temperatura y la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, las sustancias se descomponen en los elementos químicos que conforman estos desechos. El tiempo de biodegradación depende de varios factores, entre ellos se puede mencionar: la estabilidad que presenta las moléculas que lo conforman, el medio en el que se encuentra por la disponibilidad para los agentes biológicos, etc.

#### **2.2.1.E Gestión de residuos sólidos**

Se encontró (Carrera, 1993 citado por Zamora, 2012) que la gestión de los residuos inicia con el proceso de recolección, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho, ellos son los materiales producidos por la actividad humana, dicha gestión busca reducir sus efectos sobre la salud y el ambiente. La gestión de los desechos también es llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos residuos.

#### **2.2.1.F Manejo de residuos sólidos**

Según Ramírez (2016), el Manejo Integral se refiere al componente técnico de la gestión integral, el cual se puede dividir en los siguientes aspectos:

- **La generación:** es la acción de producir residuos a través de personas, instituciones o empresas.
- **El barrido:** es el barrido manual o mecánico de calles efectuado por los municipios o personas.
- **La recolección y transporte:** puede ser realizado por el municipio o una empresa privada concesionada. La recolección y el transporte ocurren desde que los residuos son recogidos del generador y transportados a una estación de transferencia, una planta de tratamiento o a su disposición final.
- **La transferencia:** sirve para reunir los residuos colectados por los camiones recolectores. En este punto los residuos son puestos en camiones de mayor capacidad para ser transportados, ya sea a su tratamiento o a la disposición final.
- **Tratamiento:** pueden ser tratados para disminuir su volumen en la disposición final. Métodos: la composta, la separación del material reciclable o el tratamiento mecánico – biológico.
- **Disposición final:** se encontró (Barrios, 2013 citado por Ramírez, A., 2016) que se realiza en instalaciones sanitarias construidas, operadas y controladas como lo indica la Normatividad y leyes vigentes.

### **2.2.1.G Riesgos y consecuencias de los residuos sólidos**

- **Riesgos para la salud:** La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas (Díaz, F., 2008).

- Riesgos directos: Son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar, excrementos de origen humano o animal, e incluso con residuos infecciosos de establecimientos hospitalarios y sustancias de la industria, los cuales pueden causar lesiones a los operarios de recolección de basura (Díaz, F., 2008).

El servicio de recolección de basura es considerado uno de los trabajos más arduos: se realiza en movimiento, levantando objetos pesados y, a veces, por la noche o en las primeras horas de la mañana; condiciones que lo vuelven de alto riesgo y hacen que la morbilidad pueda llegar a ser alta. Las condiciones anteriores se vuelven más críticas si las jornadas son largas y si, además, no se aplican medidas preventivas o no se usa equipo de protección adecuado. Asimismo, los vehículos de recolección no siempre ofrecen las mejores condiciones: en muchos casos, los operarios deben realizar sus actividades en presencia continua de gases y partículas emanadas por los propios equipos, lo que produce irritación en los ojos y afecciones respiratorias; por otra parte, estas personas están expuestas a mayores riesgos de accidentes de tránsito, magulladuras, etc (Díaz, F., 2008).

En peor situación se encuentran los segregadores de basura, cuya actividad de separación y selección de materiales se realiza en condiciones inhumanas y sin la más mínima protección ni seguridad social.

En general, por su bajo nivel socioeconómico, carecen de los servicios básicos de agua, alcantarillado y electricidad y se encuentran sometidos a malas condiciones alimentarias, lo que se refleja en un estado de desnutrición crónica. Los segregadores de basura suelen tener más problemas gastrointestinales de origen parasitario, bacteriano o viral que el

resto de la población. Además, sufren mayor número de lesiones que los trabajadores de la industria; estas lesiones se presentan en las manos, pies y espalda, y pueden consistir en cortes, heridas, golpes y hernias, además de enfermedades de la piel, dientes y ojos, infecciones respiratorias, etc. Los mismos segregadores de basura se transforman en vectores sanitarios y potenciales generadores de problemas de salud entre las personas con las cuales conviven y están en contacto (Díaz, F., 2008).

- Riesgos indirectos: El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad (Díaz, F., 2008).
- Riesgos para el medio ambiente: El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada si ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar (Díaz, F., 2008).
- Contaminación del agua: El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto (Díaz, F., 2008).

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, generan malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso (Díaz, F., 2008).

La descarga de la basura en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, también trae consigo la disminución de los cauces y la obstrucción tanto de éstos como de las redes de alcantarillado. En los períodos de lluvia, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas. (Díaz, F., 2008).

- Contaminación del suelo: Otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro estético de los pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los botaderos como de las áreas vecinas, por el abandono y la acumulación de basura. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental (Díaz, F., 2008).
- 2.1.7.5 Contaminación del aire: Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que se respira, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, que reducen la visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los períodos secos, que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes (Díaz, F., 2008).

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo general**

Elaborar un documento técnico que sirva de base para la implementación de un adecuado manejo de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

1. Caracterizar los desechos sólidos producidos en la cabecera municipal de Esquipulas.
2. Elaborar una propuesta de manejo de los desechos sólidos y presentarla ante el Concejo Municipal de Esquipulas.

## **2.4 Metodología**

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el diagnóstico y propuesta de manejo de desechos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas se llevaron a cabo las siguientes actividades:

### **2.4.1 Muestreo aleatorio simple**

Mediante este método se obtuvo el total de la generación per cápita y total de residuos sólidos en distintos estratos, así como también la composición física de residuos sólidos para cada estrato.

### **2.4.2 Definición de la muestra**

La obtención del número de muestras se realizó de la siguiente forma:

### **2.5.2.A Zonificación del distrito**

Se dividió la población de la cabecera municipal en los siguientes estratos:

- Estrato 1: Domicilios
- Estrato 2: Comercios
- Estrato 3: Hoteles
- Estrato 4: Basílica
- Estrato 5: Restaurantes

### **2.5.2.B Determinación de la población**

Para el caso de los domicilios, comercios, hoteles y restaurantes; se determinó el número de viviendas con la ayuda del Departamento de Servicios Públicos y el Departamento Municipal de Agua, ambos de la municipalidad de Esquipulas.

### **2.5.2.C Determinación del número de muestras**

El cálculo del número de muestras se realizó con el método de muestreo aleatorio simple.

### **2.5.2.D Distribución de encuestas**

- Diseño e impresión de encuestas y volantes informativos.
- Realización de la encuesta a la población seleccionada.
- Capacitación de cómo deben clasificar los residuos sólidos y en qué bolsas se depositará cada uno. Las bolsas se identificaron con el tipo de material (orgánico, papel, vidrio, plástico y metal) además de un número que correspondía a cada lugar muestreado.

### **2.4.3 Determinación de la generación per cápita**

- Se recolectó el material de los estratos que fueron seleccionados, dos veces por semana, distribuidos en los meses de noviembre, diciembre, febrero y marzo del año 2017, haciendo un total de 16 recolecciones para todas las muestras.
- Se transportaron las bolsas de basura en un camión tipo agrícola, propiedad de la Dirección de Servicios Públicos de la municipalidad de Esquipulas, hacia el vertedero municipal donde se procedió a pesarlas con una balanza de colgar.
- Se determinó el número de personas de cada domicilio, comercio y ocupantes de los hoteles, en función de los datos que fueron recopilados en las encuestas.
- Se dividió el peso total de las bolsas de basura entre el número de personas de cada domicilio para obtener la generación per cápita diaria promedio de las viviendas, comercios y hoteles muestreados (kg/hab/día).
- Para el caso de la Basílica, se realizó obteniendo el número de redes de residuos sólidos por día de recolección, durante una semana, y sacando una muestra aleatoria de las mismas para obtener el peso de cada una; se obtuvo el peso promedio de cada red; y al final el total de residuos sólidos generado por día.

- En los restaurantes, se realizó clasificando cada uno de acuerdo a su capacidad en grandes, medianos y pequeños; sacando una muestra de residuos sólidos por cada uno, durante una semana; y al final obtener la generación de residuos sólidos por día.

#### **2.4.4 Determinación de la composición física de los residuos sólidos**

1. Según los datos obtenidos en las encuestas se elaboró una tabla que indica el porcentaje de generación del tipo de residuos de cada estrato.
2. El cálculo de los porcentajes de composición física para la basílica y restaurantes, se obtuvo mediante observación directa.

#### **2.4.5 Pesado de camiones**

Mediante este método se obtendrá la generación total y promedio de residuos sólidos generados por cada día de la semana.

- Se solicitó autorización al beneficio de café húmedo El Cascajal, ubicado en la aldea Atulapa, Esquipulas, para hacer uso de la báscula en la cual realizan el pesado de vehículos con carga de café; así como también a la Dirección de Servicios Públicos de la municipalidad de Esquipulas para que cada camión recolector de residuos sólidos ingresara al Beneficio para que fuera pesado con carga y al descargar los residuos en el vertedero municipal, ingresara nuevamente al beneficio para que fuera pesado sin carga.
- El pesado de camiones se realizó durante una semana, específicamente los días 08, 09, 10, 11, 12 y 13 de mayo del presente año.

- El beneficio de café húmedo El Cascajal brindó una boleta por cada camión que fue pesado, y se procedió a hacer el cálculo del peso de residuos sólidos para cada camión.

#### **2.4.6 Elaboración de la propuesta**

1. Teniendo los datos que fueron obtenidos de las encuestas y durante la caracterización, trabajar en un informe para la presentación de una propuesta que incluya la identificación de la mejor alternativa para el manejo de los residuos sólidos de la cabecera municipal de Esquipulas.
2. Se elaboró una breve descripción del desarrollo de la alternativa que más se adecúe a los resultados obtenidos.

## 2.5 Resultados y Discusión

### 2.5.1 Caracterización de los residuos sólidos

A continuación se describen los métodos de muestreo aleatorio simple y el pesado de camiones que se utilizaron para llevar a cabo la caracterización de los residuos sólidos.

### 2.5.2 Muestreo aleatorio simple

Este método se utilizó para determinar el tamaño de cada muestra por estrato.

En el cuadro 2.1 se presentan las variables obtenidas en el muestreo aleatorio simple, tales como: el tamaño de muestra, la media, límite inferior y límite superior, la moda y la desviación estándar de cada estrato.

Cuadro 2.3 Variables obtenidas en el muestreo aleatorio simple

| MUESTREO ALEATORIO SIMPLE |      |    |            |         |         |       |                     |
|---------------------------|------|----|------------|---------|---------|-------|---------------------|
| Variable                  | N    | n  | Media (kg) | LI (95) | LS (95) | Moda  | Desviación Estándar |
| Domicilios                | 4700 | 60 | 0.5698     | 0.5159  | 0.6238  | 0.49  | 0.21                |
| Comercios                 | 150  | 49 | 0.3        | 0.28    | 0.33    | 0.26  | 0.12                |
| Hoteles                   | 75   | 18 | 0.07       | 0.06    | 0.08    | 0.06  | 0.03                |
| Restaurantes              | 21   | 3  | 45.45      | 43.13   | 47.77   | 45    | 0.44                |
| Comedores                 | 20   | 4  | 18.18      | 15.6    | 20.76   | 17.27 | 0.82                |
| Cafeterías                | 61   | 7  | 20         | 7.43    | 10.75   | 9.09  | 0.88                |
| Basílica (lunes)          | 27   | 3  | 27.276     | 18.06   | 36.48   | 25    | 3.94                |
| Basílica (miércoles)      | 8    | 2  | 27.27      | 26.72   | 27.82   | 27.27 | 0.076               |
| Basílica (viernes)        | 6    | 2  | 27.27      | 26.75   | 27.79   | 27.27 | 0.076               |

- Domicilios: 4700 es el número total de domicilios que cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos, se tomó una muestra de 60 domicilios, la generación per cápita de residuos sólidos es de 0.5698 kg/hab/día con límites no menor de 0.5159 kg/hab/día y no mayor de 0.6238 kg/hab/día, la moda es de 0.49 kg y una desviación estándar de 0.21 kg.
- Comercios: 150 es el número total de comercios, la muestra tomada fue de 49 comercios, la generación de residuos sólidos es de 0.3 kg/trabajador/día con límites no menor de 0.28 kg/trabajador/día y no mayor de 0.33 kg/trabajador/día, la moda es de 0.26 kg y la desviación estándar de 0.12 kg.
- Hoteles: 75 es el número total de hoteles, la muestra tomada fue de 18 hoteles, la generación de residuos sólidos es de 0.07 kg/ocupante/día con límites no menor de 0.06 kg/ocupante/día y no mayor de 0.08 kg/ocupante/día, la moda es de 0.06 kg y la desviación estándar de 0.03 kg.
- Restaurantes: el número total de restaurantes es de 21, la muestra tomada fue de 3, la generación de residuos sólidos es de 45.45 kg/restaurante/día con límites no menor de 43.13 kg/restaurante/día y no mayor de 47.77 kg/restaurante/día, la moda es de 45 kg y la desviación estándar de 0.44 kg.
- Comedores: el número total de comedores es de 20, la muestra tomada fue de 4, la generación de residuos sólidos es de 18.18 kg/comedor/día con límites no menor de 15.6 kg/comedor/día y no mayor de 20.76 kg/comedor/día, la moda es de 17.27 kg y la desviación estándar de 0.82 kg.
- Cafeterías: el número total de cafeterías es de 61 y la muestra tomada fue de 7, la generación de residuos sólidos es de 20 kg/cafetería/día con límites no menor de 7.43 kg/cafetería/día y no mayor de 10.75 kg/cafetería/día, la moda es de 9.09 kg y la desviación estándar de 0.88 kg.

- Basílica (lunes): el total de redes para el día lunes es de 27 y la muestra tomada fue de 3, la media obtenida para cada red fue de 27.27 kg con límites no menor de 18.06 kg y no mayor de 36.48 kg, la moda fue de 25 kg y la desviación estándar de 3.94 kg.
- Basílica (miércoles): el total de redes para el día miércoles es de 8 y la muestra tomada fue de 2, la media obtenida para cada red fue de 27.27 kg con límites no menor a 26.72 kg y no mayor de 27.82 kg, la moda fue de 27.27 kg y la desviación estándar 0.076 kg.
- Basílica (viernes): el total de redes para el día viernes es de 6 y la muestra tomada fue de 2, la media obtenida para cada red fue de 27.27 kg con límites no menor a 26.75 kg y no mayor de 27.79 kg, la moda fue de 27.27 kg y la desviación estándar 0.076 kg.

### **2.5.3 Pesos generados**

A continuación se describen los pesos generados por cada estrato.

#### **2.6.3.A Domicilios**

El número de muestras para estimar la producción per cápita en domicilios (kg/hab/día) de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula es de 60, fueron considerados 47 datos para la muestra preliminar, por lo que se seleccionó de forma aleatoria los 13 datos faltantes para completar la muestra de 60 (cuadro 2.2).

Cuadro 2.4 Variables obtenidas en los domicilios

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>N</b>                                   | 4700              |
| <b>n</b>                                   | 60                |
| <b>Media</b>                               | 0.5698 kg/hab/día |
| <b>Habitantes</b>                          | 247               |
| <b>Promedio de habitantes por vivienda</b> | 4                 |
| <b>Total de habitantes</b>                 | 18800             |
| <b>Generación</b>                          | 10.71 T/día       |

### 2.6.3.B Comercios

El número de muestras para estimar la producción per cápita en comercios (kg/hab/día) de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula es de 49, fueron considerados 15 datos para la muestra preliminar, por lo que se seleccionó de forma aleatoria los 34 datos faltantes para completar la muestra de 49 (cuadro 2.3).

Cuadro 2.5 Variables obtenidas en los comercios

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>N</b>                                     | 150             |
| <b>n</b>                                     | 49              |
| <b>Media</b>                                 | 0.3 kg/trab/día |
| <b>Trabajadores</b>                          | 169             |
| <b>Promedio de trabajadores por comercio</b> | 4               |
| <b>Total de trabajadores</b>                 | 600             |
| <b>Generación</b>                            | 0.18 T/día      |

### 2.6.3.C Hoteles

El número de muestras para estimar la producción per cápita en hoteles (kg/huésped/día) de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula

es de 18, fueron considerados 7 datos para la muestra preliminar, por lo que se seleccionó de forma aleatoria los 11 datos faltantes para completar la muestra de 18 (cuadro 2.4).

Cuadro 2.6 Variables obtenidas en los hoteles

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| <b>N</b>          | 75                  |
| <b>n</b>          | 18                  |
| <b>Media</b>      | 0.07 kg/huésped/día |
| <b>Huéspedes</b>  | 3541                |
| <b>Generación</b> | 0.24 T/día          |

### 2.6.3.D Basílica

En este estrato se obtuvieron 27 redes para el día lunes haciendo un total de 0.73 T, 8 redes para el día miércoles haciendo un total de 0.22 T y 6 redes para el día viernes haciendo un total de 0.16 T; cada red pesó aproximadamente 27.27 kg. En total se obtuvieron 1.11 T de residuos sólidos en 7 días, haciendo un promedio de 0.T/ día (cuadro 2.5).

Cuadro 2.7 Variables obtenidas en la basílica

| <b>Día</b>       | <b>Redes</b> | <b>Peso promedio de cada red</b> | <b>Total</b> |
|------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
| <b>Lunes</b>     | 27           | 27.27 kg.                        | 0.73 T       |
| <b>Miércoles</b> | 8            | 27.27 kg.                        | 0.22 T       |
| <b>Viernes</b>   | 6            | 27.27 kg.                        | 0.16 T       |
| <b>Total</b>     |              |                                  | 0.16 T/día   |



Figura 2.19 Fotografía de pesaje de redes, con residuos sólidos, provenientes de la Basílica de Esquipulas

Fuente: elaboración propia, 2017.

### 2.6.3.E Restaurantes

Los restaurantes se dividieron en tres categorías dependiendo del tamaño de cada local: restaurantes, comedores y cafeterías. En los restaurantes se genera un promedio de 0.95 T de residuos sólidos por día, en los comedores 0.36 T y en las cafeterías 0.55 T de residuos sólidos por día. En promedio se generan 0.46 T de residuos sólidos por día en los tres estratos (cuadro 2.6).

Cuadro 2.8 Variables obtenidas en restaurantes

|                     | <b>Cantidad</b> | <b>Peso promedio</b> | <b>Total</b> |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------|
| <b>Restaurantes</b> | 21              | 954.54 kg.           | 0.95 T       |
| <b>Comedores</b>    | 40              | 363.63 kg.           | 0.36 T       |
| <b>Cafeterías</b>   | 61              | 554.54 kg.           | 0.55 T       |
|                     |                 | <b>Total</b>         | 0.46 T       |

En la figura 2.3 se presenta el total de pesos generados de residuos sólidos por cada estrato en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula, obteniendo que en los domicilios es donde más residuos sólidos se generan, produciendo aproximadamente 10.71 T por día de residuos sólidos; seguido de los restaurantes que generan 0.46 T por día de residuos sólidos. El estrato que presentó menos volumen generado de residuos sólidos fue la basílica con 0.16 T por día.

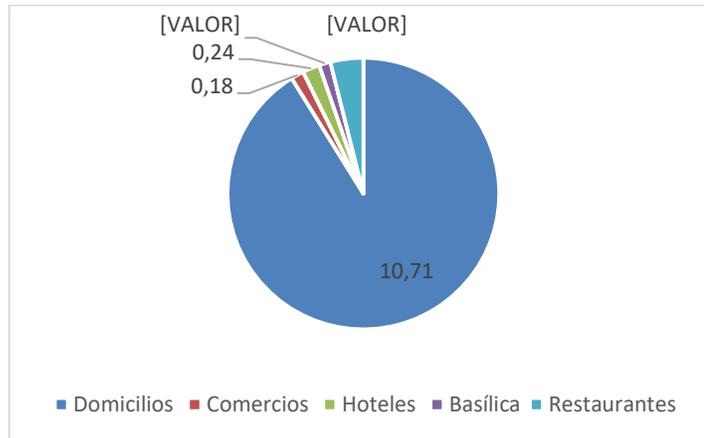


Figura 2.20 Gráfica de residuos sólidos generadas por estrato (T /día)

Fuente: elaboración propia, 2017.



Figura 2.21 Fotografía de la disposición de las bolsas en el camión, utilizadas para la caracterización de desechos sólidos

Fuente: elaboración propia, 2017.



Figura 2.22 Fotografía de las bolsas utilizadas para la caracterización de desechos sólidos

Fuente: elaboración propia, 2017.

#### 2.5.4 Proyección de los residuos sólidos

En el cuadro 2.7 se presenta la producción diaria de los residuos sólidos para la cabecera municipal de Esquipulas, así como también una proyección semanal, mensual y anual por cada estrato.

A nivel domiciliar se generan 10.71 toneladas diarias, se estima una producción de 74.97 toneladas por semana, 299.88 toneladas por mes y 3598.56 toneladas por año.

A nivel comercial se generan 0.18 toneladas diarias, se estima una producción de 1.26 toneladas por semana, 5.04 toneladas por mes y 60.48 toneladas por año.

A nivel de hoteles se generan 0.24 toneladas por día, se estima una producción de 1.68 toneladas por semana, 6.72 toneladas por mes y 80.64 toneladas por año.

En la basílica se generan 0.16 toneladas diarias, se estima una producción de 1.12 toneladas por semana, 4,48 toneladas por mes y 53.76 toneladas por año.

En los restaurantes se generan 0.46 toneladas diarias, se estima una producción de 3.22 toneladas por semana, 12.88 toneladas por mes y 154.56 toneladas por año.

En total se generan 11.75 toneladas de residuos sólidos por día, se estima una producción de 82.25 toneladas por semana, 329 toneladas por mes y 3948 toneladas de residuos sólidos por año.

Cuadro 2.9 Proyección de residuos sólidos por estrato en toneladas (T).

| <b>Proyección de residuos sólidos en toneladas (T)</b> |                          |                           |                           |                         |
|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Estrato</b>   | <b>Producción diaria</b> | <b>Producción semanal</b> | <b>Producción mensual</b> | <b>Producción anual</b> |
| <b>Domicilios</b>                                      | 10.71                    | 74.97                     | 299.88                    | 3598.56                 |
| <b>Comercios</b>                                       | 0.18                     | 1.26                      | 5.04                      | 60.48                   |
| <b>Hoteles</b>   | 0.24                     | 1.68                      | 6.72                      | 80.64                   |
| <b>Basílica</b>  | 0.16                     | 1.12                      | 4.48                      | 53.76                   |
| <b>Restaurantes</b>                                    | 0.46                     | 3.22                      | 12.88                     | 154.56                  |
| <b>Total</b>   | 11.75                    | 82.25                     | 329                       | 3948                    |

En el cuadro 2.8 se presentan los porcentajes de cada tipo de residuos sólidos que corresponden a cada estrato. Se estima que la materia orgánica es la que más se genera

en los domicilios, presentando el 60 % de generación, por el contrario, en los hoteles es donde menos se produce este tipo de residuo ya que presenta el 6.58 % de generación. El papel se genera más en los hoteles (52.38 %) y menos en los restaurantes (9 %). El vidrio presenta una generación del 2 % en la basílica y en los restaurantes, y en mayor cantidad (11.92 %) en los comercios. El plástico se genera en un 40% en la basílica y en menor cantidad (15 %) en los restaurantes. Por último, el metal, que incluye aluminio, presenta mayor generación en la basílica (8 %) y menos cantidad generada en los hoteles (0.74 %).

Cuadro 2.10 Porcentaje de residuos sólidos generados por cada estrato

| PORCENTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS |          |         |         |          |        |
|--------------------------------|----------|---------|---------|----------|--------|
|                                | Orgánico | Papel   | Vidrio  | Plástico | Metal  |
| <b>Domicilios</b>              | 60 %     | 17.28 % | 6.29 %  | 15.41 %  | 2.62 % |
| <b>Comercios</b>               | 21.69 %  | 32.53 % | 11.92 % | 31 %     | 3.01 % |
| <b>Hoteles</b>                 | 6.58 %   | 52.38 % | 5.35 %  | 29.96 %  | 0.74 % |
| <b>Basílica</b>                | 20 %     | 30 %    | 2 %     | 40 %     | 8 %    |
| <b>Restaurantes</b>            | 70 %     | 9 %     | 2 %     | 15 %     | 4 %    |

### 2.5.5 Pesado de camiones

Se pesaron 7 camiones recolectores de residuos sólidos, los días 08, 09, 10, 11, 12 y 13 de mayo del año en curso. Se coordinó con los pilotos de cada camión para que ingresaran al beneficio de café con cada camión lleno, procedían a llevarse los residuos sólidos al vertedero municipal, y luego ingresaban al beneficio para pesar el camión vacío. El cuadro 9 presenta el valor neto y el valor promedio de los residuos sólidos generados en la cabecera municipal de Esquipulas por cada día de la semana. El día que presenta más generación de residuos sólidos es el día lunes con 40.82 toneladas y en promedio 19.41 T por día. Seguido del día viernes que presenta 38.27 T y en promedio 12.85 T por día. Por el contrario, el día que presenta menos generación de residuos sólidos es el día

domingo con 4.29 T. En total se generan 10.78 T diarias de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas.

Cuadro 2.11 Resumen de la generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas

| <b>Generación de residuos sólidos</b> |                      |                       |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Día</b>                            | <b>Peso neto (T)</b> | <b>Promedio T/día</b> |
| Lunes                                 | 40.82                | 19.41                 |
| Martes                                | 22.34                | 9.7                   |
| Miércoles                             | 12.18                | 8.03                  |
| Jueves                                | 14.15                | 9.6                   |
| Viernes                               | 38.27                | 12.85                 |
| Sábado                                | 28.75                | 11.58                 |
| Domingo                               | 4.29                 | 4.29                  |
| Promedio                              |                      | 10.78 T/día           |



Figura 2.23 Fotografía del pesaje del camión recolector de residuos sólidos en báscula perteneciente al beneficio de café húmedo El Cascajal

Fuente: elaboración propia, 2017

## **2.5.6 Sistema de recolección de desechos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula**

### **2.6.6.A Generación**

Con el fin de recolectar información necesaria para elaborar el presente diagnóstico, se prepararon tres tipos de encuestas dirigidas a las siguientes áreas:

- Domicilios
- Comercios
- Hoteles

En la cabecera municipal de Esquipulas, existen al menos 4700 domicilios, 150 comercios y 75 hoteles. Para los efectos de las encuestas, se realizaron visitas personales a las áreas mencionadas con el fin de recabar la información pertinente, habiéndose logrado visitar 60 domicilios, 49 comercios y 18 hoteles, con lo que se considera tener una muestra representativa.

Para el caso de los desechos sólidos que son generados en dos grandes áreas de interés que son: la basílica del Señor de Esquipulas y en los restaurantes, no se obtuvieron datos por medio de encuestas, solo de visitas personales dos veces por semana durante aproximadamente un mes.

Al momento de recolectar los residuos sólidos, se observó que en ninguna de las áreas de estudio se clasifican éstos; siendo éste un problema, los residuos sólidos están dispuestos sin ningún tipo de tratamiento y originan una serie de impactos negativos al agua, aire y suelo, recursos que se convierten en receptores de los mismos ocasionando problemas de salubridad a la población.

Para contrarrestar esta problemática, es conveniente poner en práctica el manejo adecuado de los residuos sólidos desde la fuente de generación (domicilios, comercios y

hoteles), es decir realizar una separación de los residuos de acuerdo con sus características y su composición.

### **2.6.3.B Tren de aseo municipal**

Es importante resaltar que para que se realice un manejo adecuado de los residuos sólidos, es necesario realizar una recolección adecuada de los mismos en el tiempo adecuado, es por ello que se indagó sobre los tiempos de acumulación en cada uno de los domicilios obteniendo que la mayoría manifiesta que aproximadamente en tres días el recipiente en donde depositan los residuos sólidos se encuentra lleno.

Actualmente, el tren de aseo en algunos barrios y colonias pasa aproximadamente dos veces por semana, o bien cada tres o cuatro días, dependiendo del sector y la demanda que exista. El período máximo que tarda el tren de aseo en pasar es de 8 días, esto se debe a que las áreas que se encuentran alejadas son de escasos recursos, por lo que su generación es muy baja como para pasar dos veces por semana.

La ruta del tren de aseo actual demuestra ser regular para algunos habitantes, debido a que se verificaron los recorridos de los camiones de recolección, observando que pasan una sola vez por cada calle. Estas rutas de los camiones no son equitativas, y el horario suele ser poco conveniente para algunos domicilios y principalmente comercios.

La mayoría de viviendas tiene servicio de recolección en la puerta de su casa y una menor cantidad en la esquina, debido a que se encuentran ubicadas en calles muy estrechas, dificultando el acceso del camión.

En cuanto a los camiones, son 5 los que se utilizan en el sistema de recolección, siendo de diferentes volúmenes (27.07 m<sup>3</sup>, 33.81 m<sup>3</sup>, 29.79 m<sup>3</sup>, 27.45 m<sup>3</sup> y 43.62 m<sup>3</sup>). Para cubrir sectores donde no hay acceso para los camiones de recolección, se utiliza un camión tipo agrícola y una volqueta, lo cuales se ocupan también para otras actividades, siendo de diferentes volúmenes (3.74 m<sup>3</sup> y 6.88 m<sup>3</sup>).

En repetidas ocasiones, cuando algún camión presenta problemas mecánicos, se utiliza una volqueta que no es propiedad de la municipalidad, y presenta un volumen de 10.62 m<sup>3</sup>. Cuando se utiliza esta volqueta, es manejada por un piloto ajeno a la municipalidad, por lo que se presentan problemas al momento de la recolección, ya que no se le notifica a la población que corresponde al sector afectado.

En el mercado municipal de Esquipulas existe un centro de acopio de residuos sólidos el cual se desocupa de forma parcial de lunes a viernes por un camión específico.

El centro de acopio no es desocupado totalmente debido a que los residuos se disponen de forma suelta (teniendo que cargar el camión con palas), esto hace que los recolectores se tarden más tiempo en su recolección; otro problema es el tiempo asignado para este sector, esto se debe a la ubicación del centro de acopio que se encuentra en una avenida muy transitada, generando problemas a la hora de la recolección porque el camión es grande y ocupa una buena parte de la avenida, provocando en ocasiones accidentes de tránsito.

### **2.6.3.C Disposición final**

Durante el transporte se observó que muchas veces los camiones, por estar sobrecargados, iban dejando sobre el camino pequeñas cantidades de los residuos sólidos recolectados; sin que los pilotos de cada unidad se percataran de que esto estaba ocurriendo y por lo tanto no podían tomar las medidas correspondientes para evitar que esto sucediera.

En el vertedero municipal no existe el tratamiento adecuado que garantice el correcto manejo de los residuos sólidos. Así como también se tomó en consideración que no existe el manejo de gases que son producidos por la degradación y/o combustión de los materiales desechados.

En cuanto a la infraestructura del vertedero municipal, se considera que no es el adecuado, se observó que es a cielo abierto; lo que potencialmente puede generar

enfermedades en la población cercana a éste por la proliferación de vectores infecciosos como insectos y roedores; también es de tomar en consideración que existe una fuente de agua cercana y se puede ver afectada por los lixiviados que la puedan alcanzar.



Figura 2.24 Fotografía de la disposición de los residuos sólidos en vertedero municipal de Esquipulas

Fuente: elaboración propia, 2017

### 2.5.7 Árbol de problemas

En la figura 8 se analiza el problema del mal manejo de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula, partiendo desde sus efectos principales, los que se identifican en la degradación de suelos por lixiviación, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, contaminación visual y estética que afecta a la actividad turística, contaminación del aire por quemas no controladas y la proliferación de basureros clandestinos.

Se visualizan también las causas primarias y las razones por las que se pueden dar, destacando la deficiencia de los sistemas de recolección a nivel municipal, la falta de aprovechamiento de residuos sólidos recuperables, las formas inadecuadas de los ciudadanos para el manejo de los desechos sólidos y la mala disposición de los residuos sólidos.

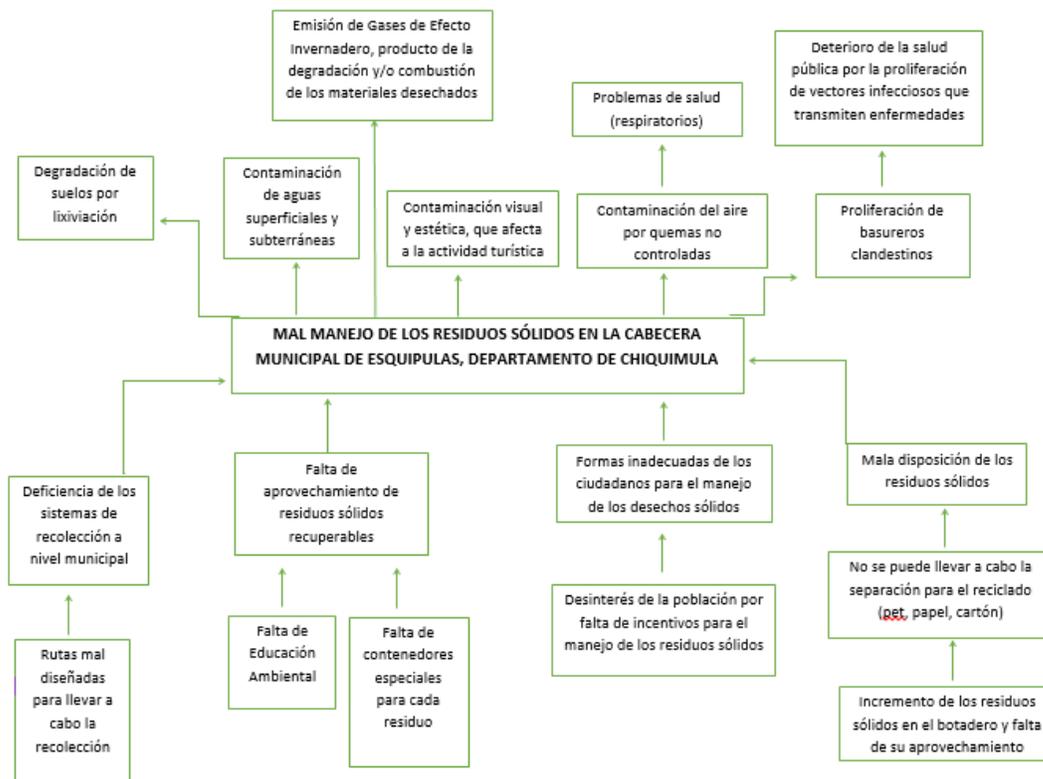


Figura 2.25 Árbol de problemas

Fuente: elaboración propia, 2017

La situación del manejo de los desechos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas es preocupante, no cuenta con una adecuada disposición final de los mismos, afectando la calidad de vida de los habitantes de este municipio; contaminación ambiental incluyendo ríos, suelo y aire; contaminación visual y estética por basureros clandestinos; sobrecarga de desechos en el sistema de drenajes de la ciudad con posibilidades de inundaciones en ciertas zonas y proliferación de enfermedades para el ser humano.

### 2.5.8 Propuesta para el manejo de los residuos sólidos

El objetivo de las propuestas para el manejo de los residuos sólidos, es brindar elementos claves para la municipalidad, relativos al manejo y disposición final de los desechos

generados en la cabecera municipal de Esquipulas, con esto favorecer las condiciones sanitarias, reduciendo los impactos ambientales y riesgos en la salud provocados por el mal manejo de los desechos sólidos que se realiza actualmente, y con ello lograr una mejor calidad de vida para los habitantes de este municipio.

### **2.5.9 Árbol de objetivos**

El análisis del árbol de objetivos está basado en el árbol de problemas que se expuso anteriormente, se plantean los efectos que son ocasionados por el problema central en términos de objetivos a alcanzar para un manejo adecuado de los desechos, a su vez las causas del problema central son utilizadas en la búsqueda de medios y acciones que nos llevan al mejoramiento de la situación actual.

En el árbol de objetivos, se aspiran a alcanzar beneficios que se derivan de un adecuado manejo de desechos sólidos, siendo los siguientes:

- Disminución de la degradación de suelos por lixiviación.
- Menos contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Menos contaminación visual y estética, que afecta a la actividad turística.
- Reducción de la contaminación del aire por quemas no controladas.
- Reducción de basureros clandestinos.

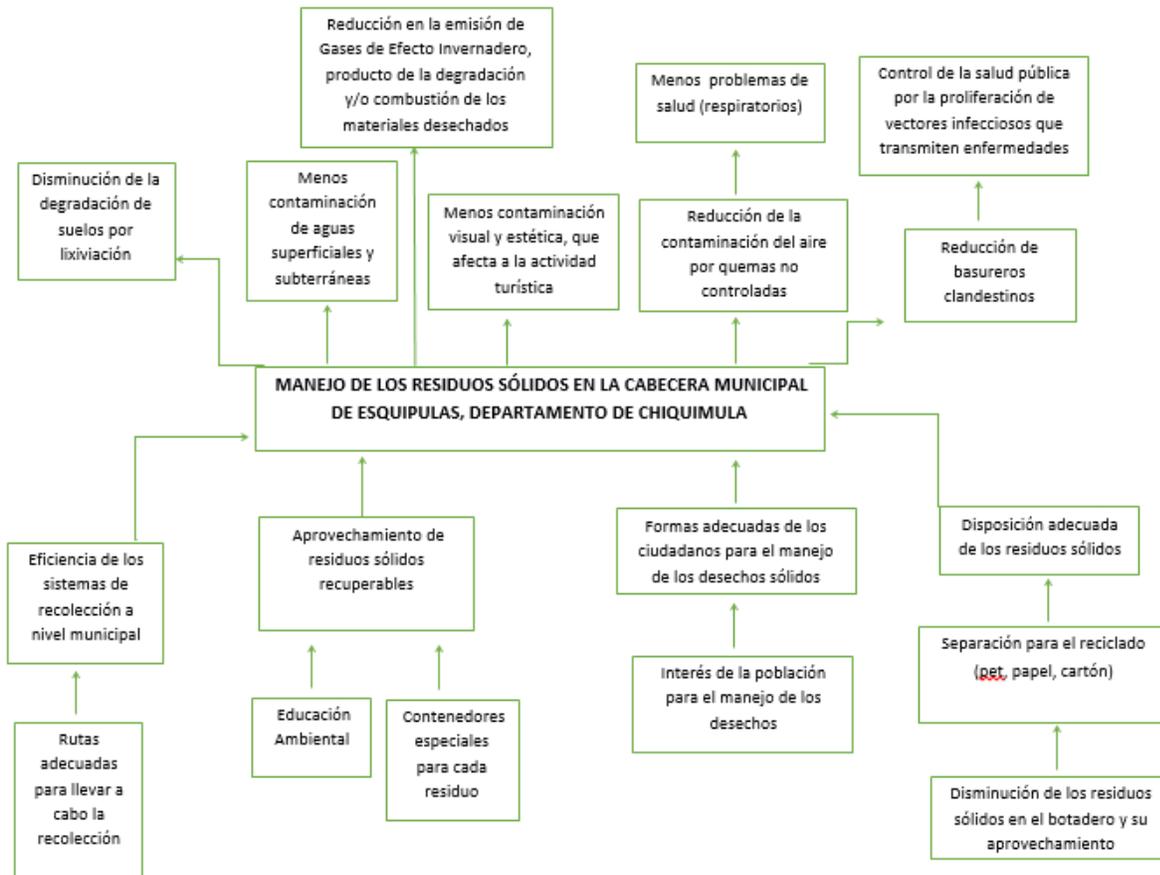


Figura 2.26 Árbol de objetivos

Fuente: elaboración propia, 2017

### 2.5.10 Medios, acciones y proyectos

A continuación se presenta una matriz de medios, acciones y proyectos; derivando de los objetivos específicos que provienen del árbol de objetivos.

En el cuadro 10 se describen los medios u objetivos específicos para elaborar la propuesta, las acciones para llevar a cabo esos medios y los proyectos propuestos para cada uno de los objetivos.

Cuadro 2.12 Matriz de medios, acciones y proyectos

| MEDIOS  | ACCIONES  | PROYECTOS   |
|---|---|---|
| Rutas adecuadas para llevar a cabo la recolección de residuos sólidos.  | Optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos y reorganizar las rutas y frecuencia de recolección de residuos sólidos. | Readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos.   |
| Educación ambient   | Crear conciencia ambiental en la población con respecto al manejo de los residuos sólidos y la conservación del medio ambiente  | Programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos.  |
| Contenedores especiales para cada residuo                               | Implementación de contenedores especiales para los residuos sólidos en puntos estratégicos.                                     | Adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos para disminuir el deterioro del ecosistema urbano.<br>Instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas. |
| Interés de la población para el manejo de los desechos                  | Aplicar incentivos para la promoción de la participación ciudadana.   | Aplicación de bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos.  |
| Disminución de los residuos sólidos en el botadero y su aprovechamiento | Promover el tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (compostaje).   | Compostaje de residuos orgánicos presentes en el vertedero municipal de Esquipulas.   |

### 2.5.11 Descripción de los proyectos propuestos

A continuación se describen los proyectos propuestos.

#### 2.6.11.A Proyecto 1: Readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos

La recolección es el proceso que mayor tiempo genera dentro de la gestión de los residuos sólidos. Es por esta razón que al optimizar la recolección se optimizarán los tiempos con respecto al servicio de aseo.

La propuesta es readecuar las rutas actuales de recolección de residuos sólidos, analizando el recorrido, la frecuencia y el horario en el que se lleva a cabo este proceso,

con el fin de mitigar la contaminación ambiental producida por el inadecuado manejo de los residuos sólidos.

### Objetivos

- Optimizar las rutas de recolección.
- Diseñar accesos que faciliten el transporte de los residuos recolectados.

Cuadro 2.13 Matriz de marco lógico

| Resumen  | Indicadores   | Medios de Verificación  | Supuestos   |
|--|---|---|---|
| <p><b>Fin</b><br/>Contribuir a la recolección de los residuos sólidos con el fin de mitigar la contaminación ambiental producida por el inadecuado manejo de los residuos sólidos a través del diseño de rutas de recolección.</p>   | Volumen de residuos sólidos que fueron recolectados.  | Evaluaciones periódicas sobre el estado de las rutas de recolección de residuos sólidos en la cabecera municipal.   | Calles inaccesibles para la recolección de los residuos sólidos.  |
| <p><b>Propósito</b><br/>Readecuación de rutas de recolección de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas.</p>   | Número del personal del servicio de recolección de residuos sólidos que utiliza adecuadamente las rutas de recolección de residuos sólidos.   | Formato de evaluación y seguimiento a personal de recolección de residuos sólidos; basados en temas de utilización de rutas de recolección de residuos sólidos.   | Población inconforme por la readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos.   |
| <p><b>Componentes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar y analizar el mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas.</li> <li>2. Ubicar zonas y rutas de recolección de los residuos sólidos.</li> <li>3. Establecer procedimientos relacionados al recorrido, horario y frecuencia de la recolección de los residuos sólidos.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas revisados y analizados.</li> <li>2. Ubicación y localización de las zonas y rutas de recolección de los residuos sólidos por parte de la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad de Esquipulas.</li> <li>3. Número de funcionarios del servicio de recolección de residuos sólidos que cumple a tiempo con recorrido, horario y frecuencia de la recolección de residuos sólidos.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas en la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Esquipulas.</li> <li>2. Registro de la ubicación y localización de las zonas y rutas de recolección de los residuos sólidos en la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad de Esquipulas.</li> <li>3. Registro de personal de recolección de residuos sólidos que cumplen con la parte operativa de recolección, horario y frecuencia de recolección de residuos sólidos en la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad de Esquipulas.</li> </ol> | Inexistencia de mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas en la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Esquipulas. |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <p><b>Actividades</b></p> <p>1. Gestión de recursos financieros, operativos y técnicos de entidades públicas y privadas en especial de la Municipalidad.</p> <p>2. Revisión y estudio del mapa de la cabecera municipal de Esquipulas para el diseño de las rutas de recolección de residuos sólidos.</p> | <p>1. Número de entidades públicas y privadas que aportan recursos financieros, operativos, logísticos y técnicos.</p> <p>2. Número de rutas establecidas utilizadas correctamente por parte de la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad de Esquipulas.</p> | <p>1. Registro de recursos financieros operativos y técnicos aportados por las entidades públicas y privadas en la Dirección Administrativa y Financiera Municipal de la Municipalidad de Esquipulas.</p> <p>2. Registro de inspecciones al personal de recolección de residuos sólidos para supervisar el horario, la frecuencia y la recolección de los residuos sólidos en la Dirección de Servicios Públicos de la Municipalidad de Esquipulas.</p> | <p>Falta de compromiso y presupuesto por parte de la municipalidad.</p> |
|---|---|---|---|

### **2.6.11.B Proyecto 2: Programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos.**

Es fundamental trabajar en la sensibilización y capacitación de la población, también es de importancia que después de la identificación de los problemas se implementen los recursos y las acciones necesarias para crear conciencia ambiental a través de la enseñanza y capacitación ambiental.

La capacitación deberá estar enfocada a la enseñanza de los beneficios ambientales, económicos y sociales de la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos.

#### *Objetivos*

- Crear conciencia ambiental en la población de la cabecera municipal de Esquipulas con respecto al manejo de los residuos sólidos y a conservación del medio ambiente.

Cuadro 2.14 Matriz de marco lógico

| Resumen  | Indicadores   | Medios de Verificación  | Supuestos  |
|--|---|---|--|
| <b>Fin</b><br>Contribuir a la sensibilización, capacitación y formación sobre el manejo de los residuos sólidos para mitigar la contaminación ambiental presente en este lugar.  | Número de personas ejecutando el manejo de residuos sólidos.  | Evaluaciones periódicas sobre el manejo de los residuos sólidos.  | Falta de interés por parte de la población.  |
| <b>Propósito</b><br>Capacitar a la población de la cabecera municipal de Esquipulas para sensibilizarlas formarlas en el manejo de los residuos sólidos.   | Número de capacitaciones realizadas en temas ambientales y de manejo de residuos sólidos.<br><br>Número de personal capacitado en temas de importancia del manejo de los residuos sólidos.<br><br>Porcentaje de participación de los capacitados. | Registro de asistencia a capacitaciones.<br><br>Formatos de evaluación de la capacitación.  | Inexistencia de normatividad aprobada por la administración municipal que regulen el manejo de los residuos sólidos.   |
| <b>Componentes</b><br>1. Sensibilizar a la población de la cabecera municipal en la importancia del manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.<br><br>2. Formar a la población de la cabecera municipal de Esquipulas en los procesos de clasificación y aprovechamiento mediante la capacitación.  | 1. Número de personas que realizan el manejo adecuado de los residuos sólidos.<br><br>2. Número de personas que utilizan utensilios adecuados para separar y almacenar temporalmente los residuos sólidos.  | 1. Registro de personas que aprovechan, reutilizan y reciclan los residuos sólidos.<br><br>2. Registro de visitas a personas y verificación de utensilios adecuados para separar y almacenar temporalmente los residuos sólidos.  | Motivación de los involucrados en temáticas ambientales y en participar en el proyecto.<br><br>Metodología adecuada para asegurar resultados en la realización de la capacitación.<br><br>Personal idóneo para las capacitaciones, Participación de instituciones educativas para asesoría y apoyo académico en la ejecución del proyecto. |
| <b>Actividades</b><br>1. Capacitaciones en temas ambientales con respecto al manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.<br><br>2. Realización de campañas a través de radio, perifoneo, televisión, carteles ubicados estratégicamente con la importancia del manejo integral y aprovechamiento de los residuos sólidos.<br><br>3. Solicitud de apoyo logístico y de capacitación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. | 1. Número de personas capacitadas.<br><br>2. Número de personas que manejan adecuadamente los residuos sólidos.<br><br>3. Apoyo logístico y de capacitación por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.                            | 1. Registro de asistencia a capacitaciones.<br><br>2. Encuesta a la población para ver el impacto de las campañas de radio, perifoneo, televisión y carteles referentes al manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos.<br><br>3. Respuesta del Ministerio de Ambiente para realizar las capacitaciones. | Apoyo de entidades privadas y públicas para obtener recursos financieros, logísticos, técnicos y de asesorías académicas para el desarrollo del proyecto.<br><br>Compromiso y presupuesto por parte de la administración municipal.  |

### 2.6.11.C Proyecto 3: Adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos.

Este proyecto tiene como idea principal la implementación de contenedores de residuos sólidos en la vía pública de la cabecera municipal de Esquipulas para poder eliminar la acumulación de residuos sólidos en las calles.

#### Objetivos

- Mantener la cabecera municipal de Esquipulas limpia mediante la implementación de contenedores de residuos sólidos estratégicos de manera que se genere una menor contaminación y reduzca el gasto de limpieza.

Cuadro 2.15 Matriz de marco lógico

| Resumen  | Indicadores  | Medios de Verificación  | Supuestos   |
|--|--|---|---|
| <b>Fin</b><br>Implementación de contenedores especiales para los residuos sólidos en puntos estratégicos.  | Número de contenedores especiales para los residuos sólidos ubicados en las calles de la cabecera municipal de Esquipulas.<br><br>Volumen de residuos sólidos clasificados en los contenedores especiales de residuos sólidos. | Inventario de contenedores establecidos.<br>Registro del volumen de residuos sólidos dispuesto al vertedero municipal.  | Rechazo de los contenedores especiales para los residuos sólidos por la población.  |
| <b>Propósito</b><br>Adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos para disminuir el deterioro del ecosistema urbano.  | Número de contenedores especiales para los residuos sólidos.   | Registro de inspección de contenedores especiales.<br><br>Estado de limpieza de las calles.<br><br>Ubicación y funcionalidad de los contenedores para clasificación de los residuos.<br><br>Fotos del estado de los contenedores. | Compromiso administrativo municipal para que canalicen los recursos económicos necesarios para la ejecución del proyecto.                               |
| <b>Componentes</b><br>1. Colocar contenedores especiales para clasificar los residuos sólidos en puntos estratégicos de la cabecera municipal de Esquipulas.<br><br>2. Realizar análisis del mapa y planos de la cabecera municipal de | 1. Volumen de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos extraído de los contenedores<br><br>2. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas analizados.   | 1. Registro de volumen de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos extraído de los contenedores.<br><br>2. Ubicación adecuada de los contenedores.  | Apoyo de entidades privadas para obtener recursos financieros y logísticos para el desarrollo del proyecto.<br><br>Apoyo por parte de la municipalidad. |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Esquipulas para la ubicación estratégica de contenedores.  |   |  |   |
| <b>Actividades</b><br>1. Realizar campañas de perifoneo y carteles concernientes a la importancia de clasificar los residuos sólidos para mantener motivación de la población.<br>2. Gestión de recursos económicos con empresas privadas y alcaldía para la compra de contenedores.<br>3. Revisión y estudio del mapa y los planos para la ubicación de contenedores especiales para la clasificación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas. | 1. Número de contenedores utilizados correctamente.<br>2. Número de empresas que apoyan con recursos financieros el proyecto.<br>3. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas revisados. | 1. Fotos de contenedores.<br>2. Registro de recursos financieros aportado para la compra de contenedores especiales.<br>3. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas. | Interés de los involucrados.<br><br>Existencia de mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas. |

#### **2.6.11.D Proyecto 4: Instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas.**

La instalación de un centro de acopio de residuos sólidos permitirá realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos reciclables y reutilizables, contribuyendo con la reducción de la contaminación ambiental.

##### *Objetivos*

- Instalar un centro de acopio de para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables producidos en la cabecera municipal de Esquipulas.

Cuadro 2.16 Matriz de marco lógico

| Resumen   | Indicadores   | Medios de Verificación  | Supuestos   |
|---|---|---|---|
| <p><b>Fin</b><br/>Cooperar con la reducción de la contaminación ambiental a partir de la instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables producidos en la cabecera municipal de Esquipulas.</p>  | Estado de calles de la cabecera municipal de Esquipulas.  | Fotos de puntos estratégicos de contaminación de la cabecera municipal de Esquipulas.   | Población insatisfecha.   |
| <p><b>Propósito</b><br/>Instalar un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables producidos en la cabecera municipal de Esquipulas.</p>   | Centro de acopio instalado.   | Fotos del centro de acopio.<br><br>Fotos de las condiciones del centro de acopio.   | Falta de compromiso administrativo municipal para que canalicen los recursos económicos, técnicos y operativos necesarios para la instalación del centro de acopio.   |
| <p><b>Componentes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buscar un lugar propicio y con las condiciones adecuadas para instalar un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables producidos en la cabecera municipal de Esquipulas.</li> <li>2. Revisar y estudiar el mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas para factibilidad de ubicación del centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables.</li> <li>3. Informar a la población sobre la ubicación del centro de acopio y de su función.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Volumen de papel, cartón, metal, plástico y vidrio recolectado en centro de acopio.</li> <li>2. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas revisados.</li> <li>3. Número de personas que utilizan correctamente el centro de acopio.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registro de volúmenes de los residuos sólidos.</li> <li>2. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas.</li> <li>3. Fotos del centro de acopio.</li> </ol> | <p>Voluntad administrativa y financiera del gobierno local.</p> <p>Apoyo de entidades privadas para obtener recursos financieros para el desarrollo del proyecto.</p> |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <p><b>Actividades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar campañas de perifoneo para recordar ubicación del centro de acopio.</li> <li>2. Gestión de recursos económicos con empresas privadas y locales para la instalación del centro de acopio.</li> <li>3. Revisión y estudio del mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas para la ubicación del centro de acopio.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Número de personas que llevan residuos sólidos reciclables y reutilizables al centro de acopio.</li> <li>2. Cantidad de recursos financieros operativos y técnicos conseguidos con el gobierno local para el centro de acopio.</li> <li>3. Número de terrenos potenciales para instalación del centro de acopio.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fotos del centro de acopio.</li> <li>2. Registro de recursos financieros, operativos y técnicos aportados para la instalación del centro de acopio por parte de las empresas privadas, públicas y alcaldía.</li> <li>3. Mapa y planos de la cabecera municipal de Esquipulas</li> </ol> | <p>Voluntad política, administrativa y financiera del gobierno local.</p> <p>Apoyo de entidades privadas para obtener recursos financieros para la instalación el centro de acopio.</p> <p>Interés de los involucrados.</p> |
|--|---|---|---|

### 2.6.11.E Proyecto 5: Aplicación de bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos.

Es un sistema para el reaprovechamiento de los residuos sólidos desde la generación en la fuente, velando que en él participe la población de la cabecera municipal de Esquipulas mediante la separación de sus residuos sólidos, almacenamiento y entrega el personal encargado de realizar la recolección; la estrategia consiste en la aplicación de bonos ecológicos, este incentivo dependerá de las gestiones que se hagan con empresas privadas y la administración municipal para la compra de utensilios de limpieza y/o electrodomésticos que serán entregados por medio de sorteos mensuales a las personas que realicen adecuadamente la clasificación de sus residuos sólidos.

#### *Objetivos*

- Clasificación de los residuos sólidos por parte de la población.
- Aplicación de bonos ecológicos como incentivo para el manejo adecuado de los residuos sólidos.

Cuadro 2.17 Matriz de marco lógico

| Resumen   | Indicadores  | Medios de Verificación  | Supuestos  |
|---|--|---|--|
| <p><b>Fin</b><br/>Contribuir a la disminución de impactos negativos ambientales que se presentan en la cabecera municipal de Esquipulas, referente a la contaminación del aire, visual y proliferación de vectores; a través de la aplicación de bonos ecológicos para la separación de residuos sólidos.</p>   | Volumen de residuos sólidos clasificados.  | Clasificación correcta de los residuos sólidos por parte de la población.   | Rechazo del proyecto por parte de la población.  |
| <p><b>Propósito</b><br/>Clasificar los residuos sólidos, por parte de la población a partir de la aplicación de la estrategia de bonos ecológicos que buscan mitigar la contaminación del aire, visual y proliferación de vectores.</p>   | <p>Número de personas que realizan la clasificación de los residuos sólidos.</p> <p>Volumen de residuos sólidos clasificados.</p> <p>Número de utensilios, equipos de limpieza y/o electrodomésticos entregados a la población para clasificar los residuos sólidos.</p>   | <p>Registro de personas que clasifican los residuos sólidos.</p> <p>Registro de utensilios, equipos de limpieza y/o electrodomésticos recibidos por las personas por clasificar los residuos sólidos que generan.</p>   | Voluntad administrativa municipal para canalizar los recursos económicos necesarios para la ejecución y aplicación de los bonos.   |
| <p><b>Componentes</b><br/>1. Capacitar a la población en clasificación en la fuente de los residuos sólidos.</p>  | 1. Número de personas capacitadas en la clasificación de residuos sólidos.   | 1. Registro de personas que fueron capacitadas para la clasificación de los residuos sólidos.   | Personas motivadas y dispuestas a participar en la capacitación y en el proyecto en general.   |
| <p><b>Actividades</b><br/>1. Gestión de recursos económicos con empresas privadas y alcaldía para la compra de utensilios de limpieza y/o electrodomésticos.<br/>2. Talleres impartidos a la población.<br/>3. Diseño e impresión de bonos ecológicos.<br/>4. Entrega y verificación de los residuos clasificados.<br/>5. Realización de los sorteos para dar efecto a los bonos entregados a la población por la clasificación de los residuos sólidos.<br/>6. Entrega de los premios por clasificación de residuos sólidos.</p> | <p>1. Número de empresas que apoyan con recursos financieros el proyecto y número de utensilios, equipos de limpieza y/o electrodomésticos entregados a las personas por clasificar los residuos sólidos.</p> <p>2. Número de personas que participan en talleres.</p> <p>3. Bonos ecológicos impresos.</p> <p>4. Residuos sólidos clasificados.</p> <p>5. Número de sorteos realizados y número de bonos entregados a las personas por clasificar los residuos sólidos.</p> <p>6. Número de utensilios, equipos de limpieza y/o electrodomésticos entregados.</p> | <p>1. Registro de recursos financieros aportado para la compra de utensilios, equipos de limpieza y/o electrodomésticos.</p> <p>2. Registro de personas que asistieron a los talleres.</p> <p>3. Bonos ecológicos.</p> <p>4. Boletas de registro de los residuos sólidos clasificados.</p> <p>5. Registro de sorteos realizados y bonos entregados a las personas por clasificar los residuos sólidos.</p> <p>6. Registro de entrega de utensilios, equipos de limpieza y/o electrodomésticos a las personas.</p> | <p>Voluntad política, administrativa y financiera del gobierno local.</p> <p>Apoyo de entidades privadas para obtener recursos financieros y logísticos para el desarrollo del proyecto.</p> |

### 2.6.11.F Proyecto 6: Compostaje de residuos orgánicos presentes en el Vertedero Municipal de Esquipulas.

Mediante la técnica del compostaje como transformación de los residuos sólidos orgánicos en abono mediante organismos descomponedores, se tiene como fin contribuir a la reducción de los residuos sólidos orgánicos en el vertedero municipal y así obtener abono orgánico para que sea aplicado en el vivero forestal municipal, contribuyendo a minimizar la proliferación de vectores que transmiten enfermedades, degradación del suelo por lixiviados, contaminación del aire por gases, contaminación de agua superficial y subterránea, entre otros problemas ambientales presentes en el vertedero municipal.

#### Objetivos

- Reducir el volumen de los residuos sólidos orgánicos dispuestos en el vertedero municipal.
- Obtener un producto útil como fertilizante y aplicarlo en el vivero forestal municipal.

Cuadro 2.18 Matriz de marco lógico

| Resumen   | Indicadores  | Medios de Verificación   | Supuestos   |
|---|--|--|---|
| <b>Fin</b><br>Contribuir a la disminución de residuos sólidos orgánicos en el vertedero municipal por medio del compostaje.   | Disminución de los residuos sólidos orgánicos en el vertedero municipal.   | Estado del vertedero municipal.  | Residuos sólidos insuficientes para realizar el compostaje.   |
| <b>Propósito</b><br>Reincorporar al ciclo productivo con la participación de la municipalidad la mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos como fuese posible.   | Volumen de residuos sólidos incorporado al ciclo productivo.   | Registro de volúmenes de residuos sólidos incorporados al ciclo productivo.  | Interés de las personas involucradas en el proyecto.  |
| <b>Componentes</b><br>1. Establecer el volumen de residuos sólidos que llegan al vertedero municipal.<br>2. Capacitar a personal de la municipalidad sobre la técnica del compostaje.<br>3. Ubicación del lugar adecuado para realizar el compostaje. | 1. Volumen de residuos sólidos en vertedero municipal.<br>2. Número de personas capacitadas sobre la técnica de compostaje.<br>3. Lugar ubicado para realizar el compostaje. | 1. Registro de volúmenes de residuos sólidos en vertedero municipal.<br>2. Registro de número de personas capacitadas sobre el compostaje<br>3. Fotos del lugar adecuado para el compostaje. . | Personal idóneo para las capacitaciones.<br><br>Metodología adecuada para garantizar los resultados de la técnica del compostaje. |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <p><b>Actividades</b></p> <p>1. Seleccionar al personal que será capacitado para la realización de la técnica de compostaje.</p> <p>2. Gestionar recursos para realizar la técnica de compostaje.</p> | <p>1. Número de personas idóneas para realizar el compostaje.</p> <p>2. Listado de recursos gestionados para el compostaje.</p> | <p>1. Registro de personas idóneas para realizar el compostaje.</p> <p>2. Registro de los recursos que fueron gestionados para realizar el compostaje.</p> | <p>Compromiso y presupuesto por parte de la municipalidad para gestionar los recursos necesarios para la realización del compostaje.</p> |
|---|---|--|--|

**2.5.12 Priorización y cronograma**

El cuadro 2.17 presenta como proyecto prioritario la readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos, seguido del programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos, adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos, instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas, aplicación de bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos y por último el compostaje de residuos orgánicos presentes en el vertedero municipal de Esquipulas.

Todos los proyectos tendrán un período de preparación de 2 años (organización, material didáctico, materia prima, etc.), y serán ejecutados a partir del tercer año.

Cuadro 2.19 Priorización y cronograma de los proyectos propuestos

| No. | Proyectos   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | Readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos  | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2   | Programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos.  | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3   | Adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos  | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4   | Instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5   | Aplicación de bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos   | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6   | Compostaje de residuos orgánicos presentes en el vertedero municipal de esquipulas  | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|     | Período de preparación  | ■ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|     | Período de ejecución  | ■ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

### **2.5.13 Presupuesto**

En el cuadro 12 se presenta una estimación de costos para cada proyecto propuesto, incluyendo costos por capacitaciones, equipo, infraestructura, publicidad y otros gastos.

El proyecto de readecuación de las rutas de residuos sólidos contempla reuniones frecuentes para llevarse a cabo, así como la ayuda de expertos en el tema, estimando un costo total de Q.18,000.00.

Para el proyecto de programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos se estima un costo total de Q.5,750.00.

El proyecto de adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos solamente contempla equipo con un total de Q.9,000.00 para la compra de 60 contenedores.

El proyecto de instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas estima un costo total de Q.75,000.00.

Para el proyecto de aplicación de bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos se estima un costo total de Q.14,500.00.

Por último, para el proyecto de compostaje de residuos orgánicos presentes en el vertedero municipal de Esquipulas se estima un costo total de Q.29,800.00. El total estimado para todos los proyectos es de Q.152,050.00.

Cuadro 2.20 Presupuesto para los proyectos propuestos

| No.          | Proyectos   | Capitaciones | Equipo                           | Infraestructura | Publicidad | Otros gastos | Total por proyecto |
|--------------|---|--------------|----------------------------------|-----------------|------------|--------------|--------------------|
| 1            | Readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos  | Q.18,000.00  | Q. 0.00                          | Q. 0.00         | Q. 0.00    | Q. 0.00      | Q.18,000.00        |
| 2            | Programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos.  | Q.1,265.00   | Q.747.50                         | Q.862.50        | Q.1,150.00 | Q.1,725.00   | Q5,750.00          |
| 3            | Adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos  | Q.0.00       | 60<br>contenedores<br>Q.9,000.00 | Q.0.00          | Q. 0.00    | Q.0.00       | Q.9,000.00         |
| 4            | Instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos sólidos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas | Q.0.00       | Q.0.00                           | Q.75,000.00     | Q. 0.00    | Q.0.00       | Q.75,000.00        |
| 5            | Aplicación de bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos   | Q.2,000.00   | Q.7,000.00                       | Q. 1,000.00     | Q.1,500.00 | Q.3,000.00   | Q.14,500.00        |
| 6            | Compostaje de residuos orgánicos presentes en el vertedero municipal de esquipulas  | Q.3,800.00   | Q21,500.00                       | Q.0.00          | Q. 0.00    | Q.4,500.00   | Q.29,800.00        |
| <b>Total</b> |   |              |                                  |                 |            |              | Q.152,050.00       |

## 2.6 Conclusiones

1. Se determinó la producción per cápita y la generación promedio de residuos sólidos para cada estrato evaluado, presentando los siguientes resultados: domicilios: 0.5698 kg/hab/día y 10.71 ton/día; comercios: 0.3 kg/hab/día y 0.18 ton/día; hoteles: 0.07 kg/hab/día y 0.24 ton/día; basílica: 0.16 ton/día y los restaurantes: 0.46 ton/día; según el muestreo aleatorio simple se determinó que la producción total promedio de residuos sólidos es de 11.75 toneladas por día, generando un total de 3,948 toneladas anuales. Se estimaron los porcentajes para cada tipo de residuos sólidos generados por estrato, obteniendo el tipo de residuo sólido que más se genera en cada estrato: a nivel domiciliario se genera aproximadamente 60% de materia orgánica; en los comercios 32.53% de papel; en los hoteles 52.38% de papel; en la basílica 40% de plástico y en los restaurantes 70% de materia orgánica. El día que presenta más generación de residuos sólidos es el día lunes con 40.82 toneladas y en promedio 19.41 toneladas por día. Por el contrario, el día que presenta menos generación de residuos sólidos es el día domingo con 4.29 toneladas.
2. En base a los resultados obtenidos, se determinó que es necesario llevar a cabo una serie de acciones orientadas al manejo y disposición final de los residuos sólidos generados en la cabecera municipal de Esquipulas con el fin de reducir los efectos ambientales y riesgos en la salud provocados por el mal manejo de estos. Para ello se elaboró una propuesta en la que se presentan seis proyectos, con los que se pretende mejorar la problemática actual generada por los residuos sólidos, la cual se estará presentando al Concejo Municipal de Esquipulas para su aprobación y posterior aplicación, y con ello lograr una mejor calidad de vida para los habitantes y personas que visitan la cabecera municipal de Esquipulas.

## 2.7 Recomendaciones

1. Implementar los proyectos generados a raíz de la presente investigación, lo que permitirá una participación más activa de la población para atender la problemática de la generación de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas, y con ello mejorar las condiciones de saneamiento ambiental, así como la salud pública.
2. Gestionar apoyo institucional y con organismos internacionales a fin de establecer alianzas estratégicas que conlleve al cumplimiento de los objetivos de cada uno de los proyectos presentados.
3. Se recomienda llevar a cabo seis proyectos para el manejo adecuado de los residuos sólidos en la cabecera municipal, siendo estos: 1. Readecuación de las rutas de recolección de residuos sólidos, 2. Programa educativo y de sensibilización acerca del manejo de los residuos sólidos, 3. Adquisición de contenedores especiales para los residuos sólidos, 4. Instalación de un centro de acopio para almacenar los residuos reciclables y reutilizables generados en la cabecera municipal de Esquipulas, 5. Aplicación de Bonos ecológicos para la separación de los residuos sólidos y, 6. Compostaje de residuos sólidos orgánicos presentes en el Vertedero Municipal de Esquipulas.

## 2.8 Bibliografía

1. Barradas Rebolledo, A. (2009). *Gestión integral de residuos sólidos municipales*. Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Minatitlán.
2. Dirección Municipal de Planificación, Municipalidad de Esquipulas, Guatemala. (2012). *Diagnóstico ambiental municipal Esquipulas*. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala: Autor.
3. Duarte Díaz, F. A. (2008). *Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario*. (Tesis Ing. Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: Guatemala.
4. Ramírez Gómez, A. M. (2016). *Diagnóstico del manejo de desechos sólidos y propuesta de planta de tratamiento en San Andrés Semetabaj, Sololá*. (Práctica profesional Inga. Agra.). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales: Guatemala.
5. Sáez, A., Urdaneta G., J. A. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. *Omnia*, 20(3), 121-135. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
6. Santizo Barrientos, M. (2012). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuesta de inversión*. (Ejercicio Profesional Supervisado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas: Guatemala.
7. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). (2010). *Plan de desarrollo Esquipulas, Chiquimula, Guatemala*. Guatemala: Autor.
8. Zamora Arenales, J. (2013). *Plan de manejo ambiental de desechos sólidos del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango*. (Tesis MSc.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura: Guatemala.

## 2.9 APÉNDICE

Cuadro 2.21.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al día lunes 08 de mayo del año 2017.

| Lunes 08/05/2017 |                   |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|------------------|-------------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa        | Piloto            | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| C333BMW          | Jorge Guerra      | 3        | 193.4           | 135.4          | 58             | 5800           | 2,636.36       | 2.64          | 0.88  |
| C333BMW          | Jorge Guerra      | 3        |                 |                |                |                |                | 2.02          | 0.67  |
| C0028BLP         | Mardoqueo Duarte  | 3        | 240             | 147            | 93             | 9300           | 4,227.27       | 4.23          | 1.41  |
| C0028BLP         | Mardoqueo Duarte  | 3        | 235.8           | 147.6          | 88.2           | 8820           | 4,009.09       | 4.01          | 1.34  |
| C326BMP          | Jorge Lázaro      | 3        | 260             | 149.4          | 110.6          | 11060          | 5,027.27       | 5.03          | 1.68  |
| C326BMP          | Jorge Lázaro      | 3        | 212.4           | 149            | 63.4           | 6340           | 2,881.82       | 2.88          | 0.96  |
| O818BBV          | Nicolás Rodríguez | 3        | 110.8           | 85             | 25.8           | 2580           | 1,172.73       | 1.17          | 0.39  |
| O818BBV          | Nicolás Rodríguez | 3        | 110.2           | 85.2           | 25             | 2500           | 1,136.36       | 1.14          | 0.38  |
| O818BBV          | Nicolás Rodríguez | 3        | 108             | 85             | 23             | 2300           | 1,045.45       | 1.05          | 0.35  |
| C511BLC          | Rudy Castillo     | 1        | 237.4           | 129.8          | 107.6          | 10760          | 4,890.91       | 4.89          | 4.89  |
| C511BLC          | Rudy Castillo     | 1        | 213.2           | 129.4          | 83.8           | 8380           | 3,809.09       | 3.81          | 3.81  |
| C627BJS          | Eduardo Mejía     | 3        | 236.4           | 152.4          | 84             | 8400           | 3,818.18       | 3.82          | 1.27  |
| C627BJS          | Eduardo Mejía     | 3        | 223.8           | 151.6          | 72.2           | 7220           | 3,281.82       | 3.28          | 1.09  |
| Basilica         |                   | 3        |                 |                |                | 1910           | 868.18         | 0.87          | 0.29  |
| <b>Totales</b>   |                   |          |                 |                |                |                |                | 40.82         | 19.41 |

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 2.22.A Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al martes 09 de mayo del año 2017.

| Martes 09/05/2017 |                   |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|-------------------|-------------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa         | Piloto            | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| C0028BLP          | Mardoqueo Duarte  | 3        | 226.4           | 146.4          | 80             | 8000           | 3,636.36       | 3.64          | 1.21  |
| C326BMP           | Jorge Lázaro      | 3        | 286             | 148.4          | 137.6          | 13760          | 6,254.55       | 6.25          | 2.08  |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 3        | 108.2           | 84.8           | 23.4           | 2340           | 1,063.64       | 1.06          | 0.35  |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 3        | 108.6           | 85             | 23.6           | 2360           | 1,072.73       | 1.07          | 0.36  |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 3        | 100.8           | 84.6           | 16.2           | 1620           | 736.36         | 0.74          | 0.25  |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 3        | 92.8            | 84.8           | 8              | 800            | 363.64         | 0.36          | 0.12  |
| C511BLC           | Rudy Castillo     | 1        | 203.6           | 129.2          | 74.4           | 7440           | 3,381.82       | 3.38          | 3.38  |
| C627BJS           | Eduardo Mejía     | 3        | 249.4           | 151.8          | 97.6           | 9760           | 4,436.36       | 4.44          | 1.48  |
| C627BJS           | Eduardo Mejía     | 3        | 183.4           | 152.8          | 30.6           | 3060           | 1,390.91       | 1.39          | 0.46  |
| <b>Totales</b>    |                   |          |                 |                |                |                |                | 22.34         | 9.70  |

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 2.23.A Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al miércoles 10 de mayo del año 2017.

| Miércoles 10/05/2017 |                   |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|----------------------|-------------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa            | Piloto            | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| O818BBV              | Nicolás Rodríguez | 1        | 107             | 84.4           | 22.6           | 2260           | 1,027.27       | 1.03          | 1.03  |
| O818BBV              | Nicolás Rodríguez | 1        | 116.2           | 84.4           | 31.8           | 3180           | 1,445.45       | 1.45          | 1.45  |
| C511BLC              | Rudy Castillo     | 1        | 233.8           | 129.4          | 104.4          | 10440          | 4,745.45       | 4.75          | 4.75  |
| C627BJS              | Eduardo Mejía     | 7        | 253.6           | 150.6          | 103            | 10300          | 4,681.82       | 4.68          | 0.67  |
| Basílica             |                   | 2        |                 |                |                | 625            | 284.09         | 0.28          | 0.14  |
| <b>Totales</b>       |                   |          |                 |                |                |                |                | 12.18         | 8.03  |

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 2.24.A Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al jueves 11 de mayo del año 2017.

| Jueves 11/05/2017 |                   |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|-------------------|-------------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa         | Piloto            | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 2        | 101             | 85.6           | 15.4           | 1540           | 700.00         | 0.70          | 0.35  |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 2        | 106             | 85.6           | 20.4           | 2040           | 927.27         | 0.93          | 0.46  |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 2        | 108             | 85.8           | 22.2           | 2220           | 1,009.09       | 1.01          | 0.50  |
| C511BLC           | Rudy Castillo     | 1        | 240.6           | 129.6          | 111            | 11100          | 5,045.45       | 5.05          | 5.05  |
| C0028BLP          | Mardoqueo Duarte  | 2        | 289.2           | 146.8          | 142.4          | 14240          | 6,472.73       | 6.47          | 3.24  |
| <b>Totales</b>    |                   |          |                 |                |                |                |                | 14.15         | 9.60  |

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 2.25.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al viernes 12 de mayo del año 2017.

| Viernes 12/05/2017 |                   |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|--------------------|-------------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa          | Piloto            | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| O818BBV            | Nicolás Rodríguez | 4        | 107.4           | 85.2           | 22.2           | 2220           | 1,009.09       | 1.01          | 0.25  |
| C0028BLP           | Mardoqueo Duarte  | 4        | 251             | 146.8          | 104.2          | 10420          | 4,736.36       | 4.74          | 0.25  |
| C0028BLP           | Mardoqueo Duarte  | 4        | 221             | 147            | 74             | 7400           | 3,363.64       | 3.36          | 1.18  |
| C326BMP            | Jorge Lázaro      | 4        | 350.4           | 148.6          | 201.8          | 20180          | 9,172.73       | 9.17          | 0.84  |
| C511BLC            | Rudy Castillo     | 1        | 235.2           | 129.8          | 105.4          | 10540          | 4,790.91       | 4.79          | 2.29  |
| C627BJS            | Eduardo Mejía     | 4        | 246.6           | 150.2          | 96.4           | 9640           | 4,381.82       | 4.38          | 4.79  |
| C627BJS            | Eduardo Mejía     | 4        | 227.6           | 149.8          | 77.8           | 7780           | 3,536.36       | 3.54          | 1.10  |
| C676BFD            | Christian Pérez   | 4        | 263.4           | 214.6          | 48.8           | 4880           | 2,218.18       | 2.22          | 0.88  |
| C676BFD            | Christian Pérez   | 4        | 266.2           | 214.2          | 52             | 5200           | 2,363.64       | 2.36          | 0.55  |
| C676BFD            | Christian Pérez   | 4        | 268             | 213.8          | 54.2           | 5420           | 2,463.64       | 2.46          | 0.59  |
| Basílica           |                   | 2        |                 |                |                | 505            | 229.55         | 0.23          | 0.11  |
| <b>Totales</b>     |                   |          |                 |                |                |                |                | 38.27         | 12.85 |

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 2.26.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al sábado 13 de mayo del año 2017.

| Sábado 13/05/2017 |                   |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|-------------------|-------------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa         | Piloto            | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| O818BBV           | Nicolás Rodríguez | 4        | 118.2           | 84.8           | 33.4           | 3340           | 1,518.18       | 1.52          | 0.38  |
| C627BJS           | Eduardo Mejía     | 4        | 268             | 150            | 118            | 11800          | 5,363.64       | 5.36          | 1.34  |
| C326BMP           | Jorge Lázaro      | 4        | 332.2           | 148.2          | 184            | 18400          | 8,363.64       | 8.36          | 2.09  |
| C0028BLP          | Mardoqueo Duarte  | 4        | 266.4           | 146.4          | 120            | 12000          | 5,454.55       | 5.45          | 1.36  |
| C511BLC           | Rudy Castillo     | 1        | 258.2           | 129.2          | 129            | 12900          | 5,863.64       | 5.86          | 5.86  |
| C676BFD           | Christian Pérez   | 4        | 262             | 214            | 48             | 4800           | 2,181.82       | 2.18          | 0.55  |
| <b>Totales</b>    |                   |          |                 |                |                |                |                | 28.75         | 11.58 |

Fuente: elaboración propia, 2017.

Cuadro 2.27.A. Generación de residuos sólidos en la cabecera municipal de Esquipulas correspondiente al domingo 14 de mayo del año 2017.

| Domingo 14/05/2017 |               |          |                 |                |                |                |                |               |       |
|--------------------|---------------|----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------|
| No. Placa          | Piloto        | No. Días | Peso Bruto (qq) | Peso Tara (qq) | Peso Neto (qq) | Peso Neto (lb) | Peso Neto (kg) | Peso Neto (T) | T/día |
| C511BLC            | Rudy Castillo | 1        |                 |                |                |                |                | 4.29          | 4.29  |

Fuente: elaboración propia, 2017.



**CAPITULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS,  
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**



### 3.1 Presentación

A raíz del crecimiento poblacional, los problemas en cuanto a cuidar el medio ambiente también se han necesitado, de esa cuenta, numerosas campañas pro- mejoramiento del medio ambiente han surgido, pero más sin embargo, el problema no se resuelve y a medida que crece más la población, crece el problema de contaminación ambiental.

La falta de una cultura ambiental de parte de la mayoría de la población, ha sido en parte, un problema que necesita ser abordado de un modo integral, es decir, que desde el hogar debe de existir una conciencia ambiental en la cual todos los miembros de la familia participen en una campaña de tener un lugar más sano donde vivir.

El implementar estas medidas tendrá como fin reducir los problemas ambientales que actualmente se tienen en cuanto a la presencia de basureros clandestinos, contaminación de ríos y quebradas, problemas que traen como consecuencia la elaboración de planes de mitigación a efecto de evitar mayores problemas ecológicos.

Los servicios realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado prestado en la municipalidad de Esquipulas fueron los siguientes: elaboración de un diagnóstico ambiental municipal que contenga climogramas y mapas temáticos y la realización de charlas sobre el manejo de los residuos sólidos en diferentes escuelas del municipio de Esquipulas.

## **3.2 Diagnóstico Ambiental Del Municipio De Esquipulas, Departamento De Chiquimula**

### **3.2.1 Objetivos**

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

Identificar las medidas de mitigación y otras que sean necesarias para el mejoramiento del medio ambiente en la cabecera municipal de Esquipulas, departamento de Chiquimula.

#### **3.2.1.B Objetivos Específicos**

- Elaborar mapas temáticos que reflejen aspectos particulares ambientales del municipio.
- Elaborar climadiagramas que sintetizen las características principales del clima del municipio.
- Socializar documento final al Concejo Municipal de Esquipulas para que sirva como instrumento de toma de decisiones sobre el ambiente.

### **3.3 Metodología**

Para el efecto se elaboró un documento conteniendo las características relevantes, aspectos socioeconómicos, biofísicos y situación ambiental actual del municipio.

Posteriormente, una serie de mapas temáticos dentro de los cuales se incluye el mapa base, hidrológico, geológico, zonas de vida, uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra e intensidad de uso de la tierra.

Luego se elaboraron climadiagramas obtenidos a través de la información de la estación meteorológica del municipio.

### **3.4 Resultados**

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se tiene el compromiso de contribuir a resolver parte la problemática ambiental de nuestro país, el cual a través del diagnóstico ambiental obtenido a través de la investigación, observación y análisis de la información obtenida, se pudo llevar a cabo la elaboración de diferentes mapas temáticos y climadiagramas para obtener la información necesaria para la elaboración y redacción del documento final.

El documento fue ampliado y actualizado a petición de la Municipalidad y se entregó en físico y digital al Alcalde Municipal y al Concejo Municipal. El documento en versión digital se entregó al Alcalde Municipal, al Concejo Municipal, a la Dirección Municipal de Planificación, a la Unidad de Acceso a la Información, al Departamento de Comunicación Social y a la Unidad de Gestión Ambiental Municipal; todos de la Municipalidad de Esquipulas.

### 3.5 Evaluación

Se elaboraron los siguientes climadiagramas: climadiagrama general del municipio de Esquipulas, climadiagrama estación Esquipulas año 2007, climadiagrama estación Esquipulas año 2008, climadiagrama estación Esquipulas año 2009, climadiagrama estación Esquipulas año 2010, climadiagrama estación Esquipulas año 2011, climadiagrama estación Esquipulas año 2012, climadiagrama estación Esquipulas año 2013, climadiagrama estación Esquipulas año 2014, climadiagrama estación Esquipulas año 2015 y climadiagrama estación Esquipulas año 2016.

Los mapas temáticos elaborados fueron: mapa base, mapa hidrológico, mapa geológico, mapa de uso de la tierra año 2016, mapa de capacidad de uso de la tierra, mapa de intensidad de uso de la tierra, mapa de cobertura forestal, mapa de zonas de vida y mapa de áreas protegidas de Esquipulas, Chiquimula.

### **3.6 Charlas de educación ambiental a escuelas del área urbana del municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula**

#### **3.6.1 Objetivos**

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

Contribuir a la educación ambiental para lograr que los niños adquieran conocimientos y conciencia sobre la importancia de evitar la contaminación ambiental generada por los desechos sólidos, y con ello tener un lugar más sano y libre de contaminación.

##### **3.5.1.B Objetivos Específicos**

- Identificar escuelas cercanas a la cabecera municipal de Esquipulas para impartir las charlas sobre cómo evitar el deterioro del medio ambiente.
  
- Elaborar un documento (trifoliar) educativo para los niños sobre la importancia del adecuado manejo de los desechos sólidos generados a nivel domiciliar.
  
- Transferir la importancia de un adecuado manejo de los desechos sólidos a los alumnos de las escuelas públicas de la cabecera municipal de Esquipulas.

### **3.7 Metodología**

- Elaboración de trifoliales sobre el manejo de los desechos sólidos que será impartido en las escuelas cercanas a la cabecera municipal de Esquipulas.
- Ubicación de escuelas públicas cercanas a la cabecera municipal de Esquipulas.
- Selección de escuelas y nivel académico para realizar la actividad.
- Solicitud por escrito a directores de escuelas para llevar a cabo la actividad.
- Socializar con maestros encargados para realizar actividad y definir fechas convenientes.

### **3.8 Resultados**

Se identificaron escuelas cercanas a la cabecera municipal de Esquipulas para impartir charlas sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y su importancia para el medio ambiente.

Se realizaron charlas de educación ambiental en cinco escuelas cercanas a la cabecera municipal de Esquipulas, transfiriendo conocimientos sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y el cuidado del medio ambiente.

Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Santa Rosalía: 38 alumnos

Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Belén: 28 alumnos

Escuela Oficial Urbana Mixta Doctor Romeo de León: 43 alumnos

Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Olopita Centro: 20 alumnos

Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Olopita: 34 alumnos

### 3.9 Evaluación

Las charlas de educación ambiental, específicamente el tema de manejo adecuado de los residuos sólidos y el cuidado del medio ambiente se realizaron en las fechas siguientes:

Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Santa Rosalía: 07 de marzo de 2017.

Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Belén: 08 de marzo de 2017.

Escuela Oficial Urbana Mixta Doctor Romeo de León: 14 de marzo de 2017.

Escuela Oficial Rural Mixta Caserío Olopita Centro: 15 de marzo de 2017.

Escuela Oficial Rural Mixta Aldea Olopita: 16 de marzo de 2017.

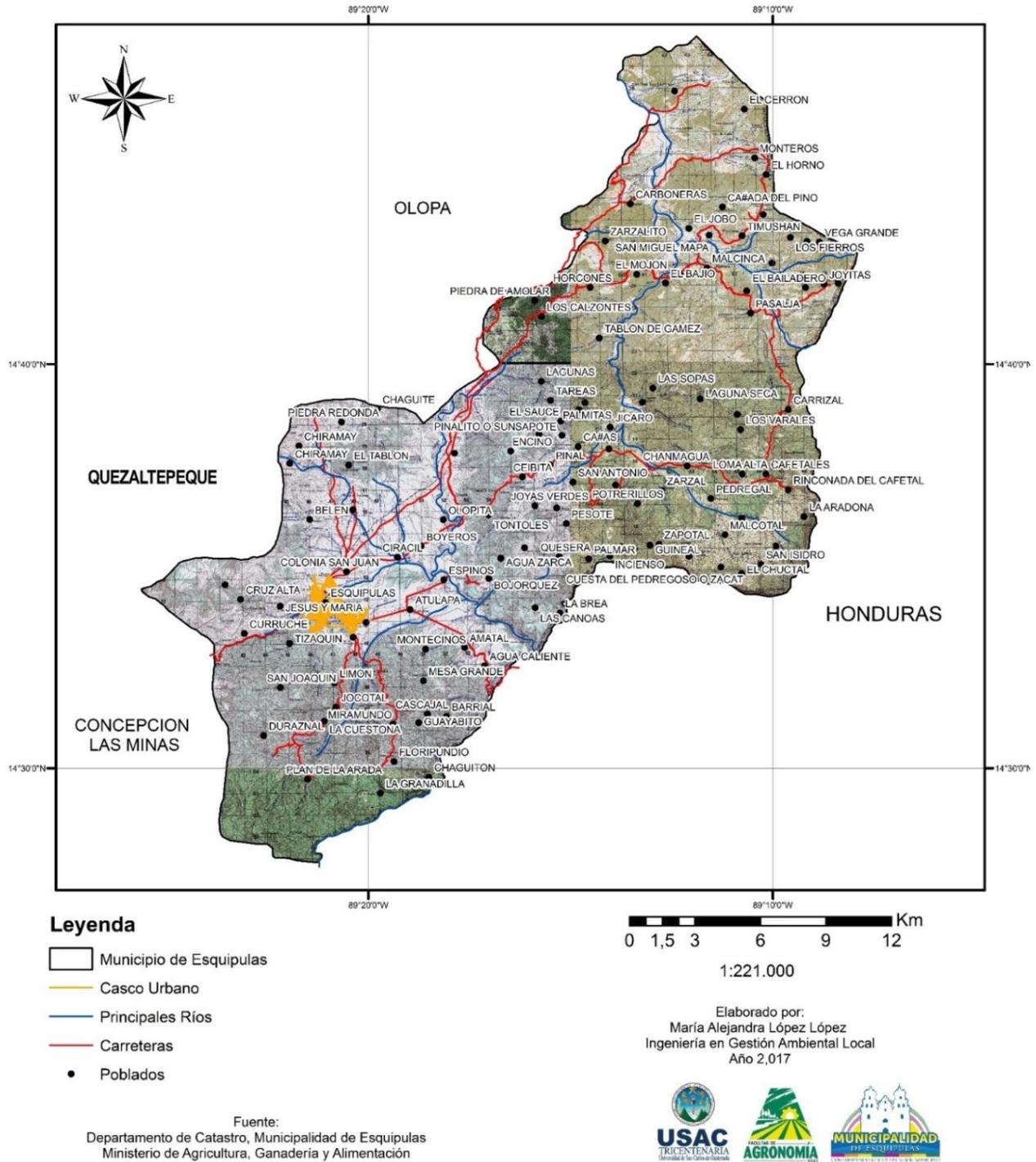


Figura 3.27 Mapa base, Esquipulas Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017

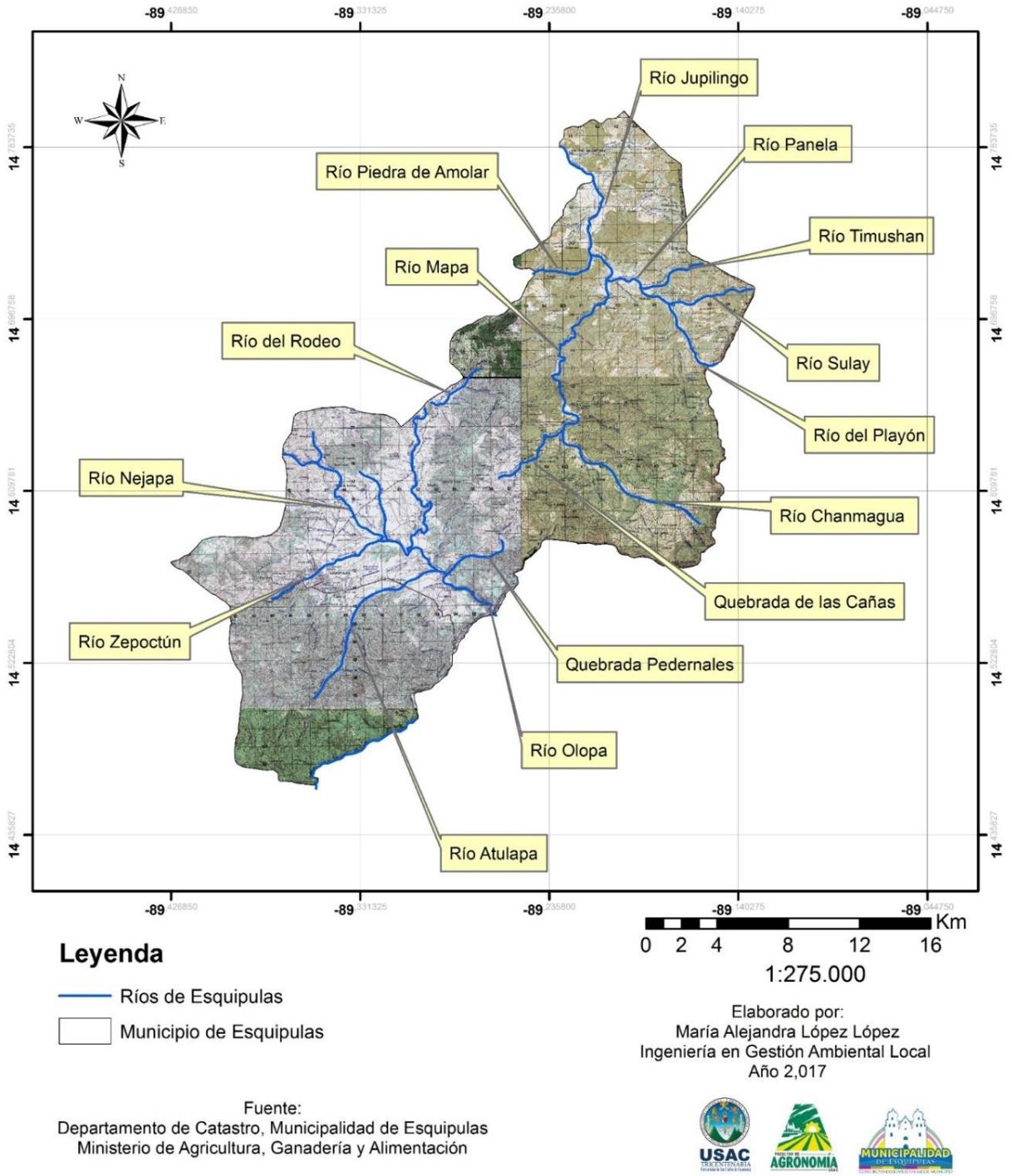


Figura 3.28 Mapa Hidrológico, Esquipulas, Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017

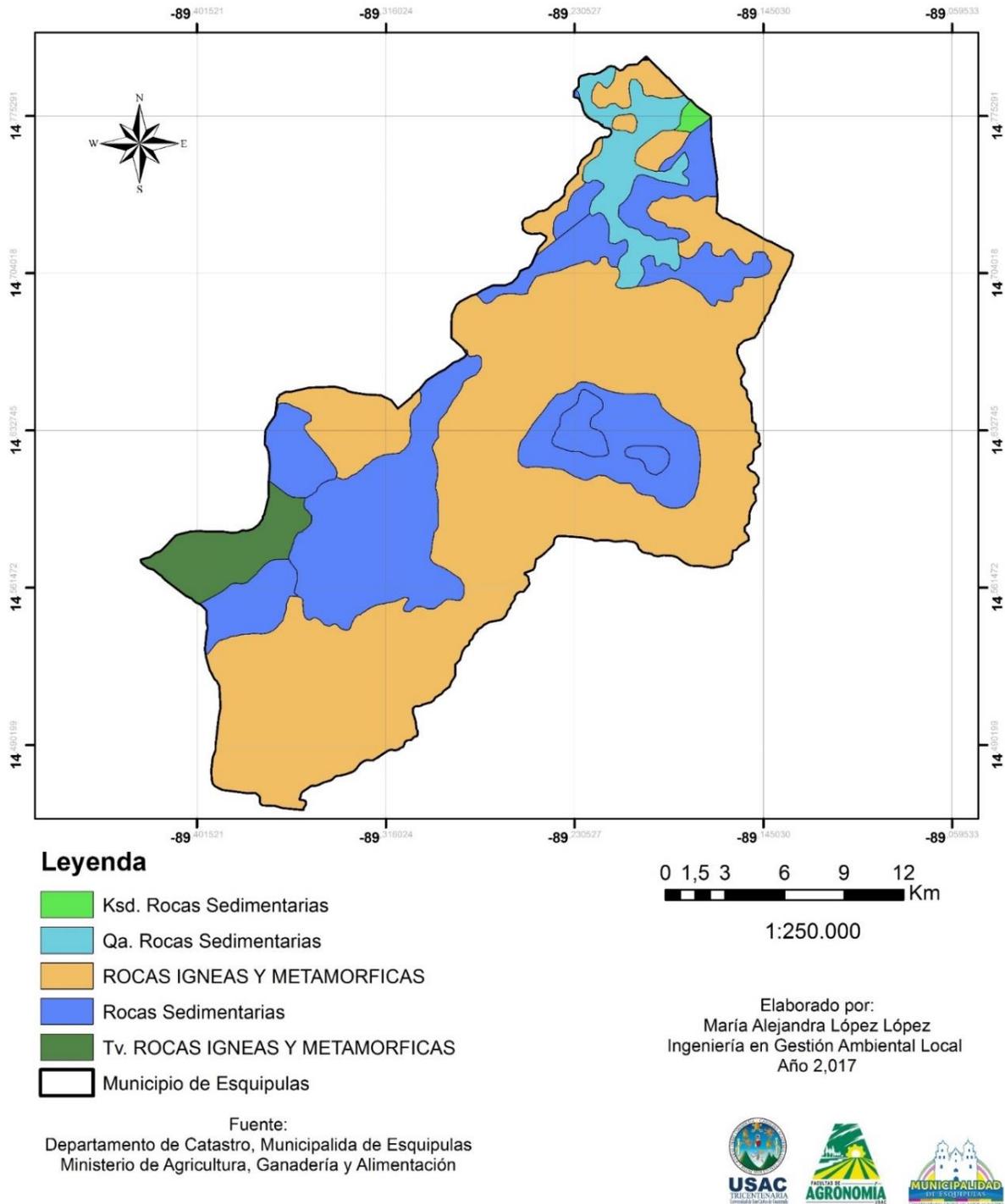


Figura 3.29 Mapa Geológico, Esquipulas Chiquimula

Fuente: elaboración propia, 2017.



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



REF. Sem. 69/2017

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE: MARÍA ALEJANDRA LÓPEZ LÓPEZ

CARNÉ: 200721538

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Guillermo Santos  
Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona  
Ing. Agr. Fredy Rolando Hernández Ola

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

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona  
ASESOR ESPECIFICO

Ing. Agr. Fredy Rolando Hernández Ola  
DOCENTE - ASESOR EPS

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm  
c.c. Archivo





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA



Ref. Trabajo de Graduación 053-2017

Guatemala, 26 de septiembre de 2017

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE  
MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS,  
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA  
CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS,  
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,  
GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE:

MARÍA ALEJANDRA LÓPEZ LÓPEZ

No. CARNÉ

200721538

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

“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE  
MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA  
CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS,  
DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,  
GUATEMALA, C.A.”

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

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

Ing. Agr. Fredy Rolando Hernández Ola

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

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. Fredy Rolando Hernández Ola  
Docente - Asesor de EPSA

Vo.Bo. Ing. Agr. Silver A. Elías Gramajo  
Coordinador Area Integrada - EPSA



No.44.2017

Trabajo de Graduación: "CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: María Alejandra López López

Carné: 200721538

"IMPRÍMASE"



Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López  
DECANO

