



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN  
COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA**

**Ana Rebeca Eguizábal León**

Asesorado por el Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa

Guatemala, enero de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN  
COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ANA REBECA EGUIZÁBAL LEÓN**

ASESORADO POR EL ING. RAFAEL ENRIQUE MORALES OCHOA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |  |
|------------|--|
| DECANO     | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco     |
| VOCAL I    | Ing. Angel Roberto Sic García          |
| VOCAL II   | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa    |
| VOCAL IV   | Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez      |
| VOCAL V    | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez       |
| SECRETARIO | Inga. Lesbia Magalí Herrera López      |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |  |
|-------------|--|
| DECANO      | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco       |
| EXAMINADOR  | Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero |
| EXAMINADOR  | Ing. Mario Estuardo Arriola Avila        |
| EXAMINADORA | Inga. Maria del Mar Girón Cordón         |
| SECRETARIA  | Inga. Lesbia Magalí Herrera López        |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 20 de abril de 2016.



**Ana Rebeca Eguizábal León**

Guatemala 25 de Julio de 2016

Ingeniero  
Claudio César Castañón Contreras  
Jefe del Departamento de Hidráulica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Castañón:

Por medio de la presente me permito informar que, en mi calidad de asesor nombrado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, he procedido a la revisión final del trabajo de graduación CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA, desarrollado por la estudiante universitaria Ana Rebeca Eguizábal León, Carné No. 2012-13314, determinando que el mismo cumple con todos los requisitos establecidos, por lo que de la manera más atenta solicito se autorice continuar con los trámites pertinentes para la aprobación final

Atentamente,

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Asesor  
No. de Colegiado 2662

Rafael Enrique Morales Ochoa  
Ingeniero Civil  
Maestría en Ingeniería Sanitaria  
Maestría en Energía y Ambiente  
Col. 2,662



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
06 de octubre de 2016

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Ana Rebeca Eguizábal León, quien contó con la asesoría del Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa.

Considero que este trabajo está bien desarrollado y representa un aporte para el departamento y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

Ing. Claudio César Castañón Contreras  
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua  
/bbdeb.





<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



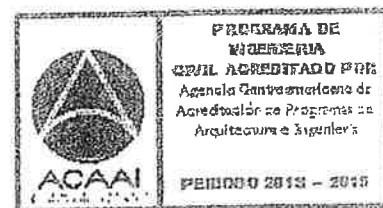
El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa y del Coordinador del Área de Hidráulica Ing. Claudio César Castañón Contreras, al trabajo de graduación de la estudiante Ana Rebeca Eguizábal León, titulado **CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2016  
/mrrm.

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua






Ref.DTG.D.024.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA**, presentado por la estudiante universitaria: **Ana Rebeca Eguizábal León**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, enero de 2017

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi guía y por brindarme su gracia, sabiduría y perseverancia para alcanzar el éxito.
- Mis padres** Samuel de Jesús Eguizábal Escobar y Anabela León Anleu. Por ser mi inspiración, darme su amor, esfuerzo, apoyo incondicional y por ser mi motivación.
- Mis hermanos** Samuel Estuardo Eguizábal León y Daniel Andrés Eguizábal León. Por su alegría y cariño.
- Mis abuelitos** José Alfredo Eguizábal González y Zoila Amparo Escobar (Q.E.P.D.); Julio César León Castillo y Marta Isabel Anleu Leal. Por su cariño y consejos.
- Mi familia en general** Por su apoyo y cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|  |  |
|--|--|
| <b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por la oportunidad de formarme como profesional y ser parte de tan prestigiosa casa de estudios.   |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>                    | Por brindarme los conocimientos y habilidades necesarias, para desenvolverme en el campo laboral y profesional.  |
| <b>Mi asesor</b>                                 | Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa, por su asesoría y compartir sus conocimientos para realizar este trabajo de graduación.                                 |
| <b>Mis amigos</b>                                | Angélica Villatoro, Cecil Galán, Belén Contreras, Pablo Vidaurre, José Lucas, Isaías Estrada, Iván Cano, Marco Monzón. Por el tiempo compartido y amistad. |
| <b>Mi profesor</b>                               | Carlos Barrios, por sus enseñanzas que fueron base para desarrollarme en la carrera de ingeniería.   |
| <b>Vecinos de colonia Los Naranjales</b>         | Por su apoyo y cooperación.  |

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                                     | V    |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....   | VII  |
| GLOSARIO .....  | IX   |
| RESUMEN .....   | XI   |
| OBJETIVOS .....   | XIII |
| INTRODUCCIÓN .....  | XV   |
| 1. CONCEPTOS BÁSICOS .....  | 1    |
| 1.1. Desechos sólidos .....                                       | 1    |
| 1.2. Clasificación de desechos sólidos según su composición ..... | 1    |
| 1.2.1. Desechos sólidos orgánicos .....                           | 1    |
| 1.2.2. Desechos sólidos inorgánicos .....                         | 2    |
| 1.2.3. Desechos peligrosos .....                                  | 4    |
| 1.2.4. Desechos inertes .....                                     | 4    |
| 1.3. Clasificación de desechos sólidos según su origen .....      | 4    |
| 1.3.1. Desechos sólidos domiciliarios .....                       | 5    |
| 1.3.2. Desechos sólidos industriales .....                        | 5    |
| 1.3.3. Desechos sólidos hospitalarios .....                       | 5    |
| 1.3.4. Desechos sólidos comerciales .....                         | 7    |
| 1.3.5. Desechos sólidos de construcción .....                     | 7    |
| 1.3.6. Basura espacial .....                                      | 7    |
| 1.4. Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios .....  | 8    |
| 1.4.1. Producción per cápita .....                                | 8    |
| 1.5. Propiedades de los desechos sólidos domiciliarios .....      | 9    |
| 1.5.1. Peso .....   | 9    |
| 1.5.2. Volumen .....  | 9    |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.5.3.   | Peso específico .....   | 9  |
| 1.5.4.   | Humedad.....  | 10 |
| 1.5.5.   | Poder calorífico .....  | 10 |
| 1.6.     | Manejo para el aprovechamiento de los desechos sólidos<br>domiciliarios ..... | 11 |
| 1.6.1.   | Compostaje .....  | 11 |
| 1.6.2.   | Reciclaje.....  | 12 |
| 1.7.     | Efectos de los desechos sólidos en la salud .....                             | 14 |
| 1.7.1.   | Riesgos directos .....  | 14 |
| 1.7.2.   | Riesgos indirectos .....  | 14 |
| 1.8.     | Efectos de los desechos sólidos en el ambiente .....                          | 15 |
| 2.       | DATOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE ESCUINTLA .....                                | 17 |
| 2.1.     | Aspectos físicos del municipio de Escuintla .....                             | 18 |
| 2.1.1.   | Ubicación geográfica .....  | 18 |
| 2.1.2.   | Aspectos topográficos .....   | 19 |
| 2.1.3.   | Demografía.....   | 19 |
| 2.1.4.   | Clima .....   | 19 |
| 2.1.5.   | Economía .....  | 20 |
| 2.1.6.   | Servicios básicos.....  | 21 |
| 2.1.6.1. | Energía eléctrica.....  | 21 |
| 2.1.6.2. | Comunicaciones .....  | 21 |
| 2.1.6.3. | Drenajes .....  | 21 |
| 2.1.6.4. | Agua .....  | 22 |
| 2.1.6.5. | Sistema de recolección de basura .....  | 23 |
| 2.1.7.   | Dimensión ambiental .....   | 23 |
| 2.1.7.1. | Suelos .....  | 23 |
| 2.1.8.   | Colonia Los Naranjales.....   | 25 |
| 3.       | DESARROLLO EXPERIMENTAL .....   | 29 |
| 3.1.     | Campo muestral .....  | 29 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.2.   | Estudio de resultados obtenidos de encuestas .....   | 30 |
| 3.3.   | Cálculo y cuantificación de los desechos sólidos<br>domiciliares recolectados.....               | 33 |
| 3.3.1. | Peso .....   | 35 |
| 3.3.2. | Volumen.....   | 36 |
| 3.3.3. | Densidad o peso específico .....   | 37 |
| 3.3.4. | Humedad .....  | 39 |
| 3.4.   | Cálculo de la generación de desechos sólidos (PPC) de<br>colonia Los Naranjales, Escuintla ..... | 39 |
| 4.     | ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS .....  | 41 |
| 4.1.   | Propuesta para el manejo de desechos sólidos en colonia<br>Los Naranjales, Escuintla. ....       | 41 |
| 4.1.1. | Reducción.....   | 41 |
| 4.1.2. | Reutilización .....  | 42 |
| 4.1.3. | Reciclaje .....  | 43 |
| 4.1.4. | Compostaje.....  | 45 |
|        | 4.1.4.1. Cuidados para la elaboración del<br>compostaje en casa .....                            | 46 |
|        | 4.1.4.2. Elaboración de compostaje .....   | 47 |
| 4.2.   | Necesidad de un relleno sanitario en el municipio de<br>Escuintla.....                           | 49 |
|        | CONCLUSIONES .....   | 51 |
|        | RECOMENDACIONES.....   | 53 |
|        | BIBLIOGRAFÍA.....  | 55 |
|        | APÉNDICES.....   | 59 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Desechos sólidos orgánicos.....   | 2  |
| 2.  | Desechos sólidos inorgánicos .....  | 3  |
| 3.  | Compostaje.....   | 12 |
| 4.  | Plagas proliferadas de los desechos sólidos .....                               | 15 |
| 5.  | Alteración del ambiente.....  | 16 |
| 6.  | Ubicación del departamento de Escuintla .....                                   | 17 |
| 7.  | Ubicación del municipio de Escuintla .....                                      | 18 |
| 8.  | Clasificación del suelo de Escuintla.....                                       | 24 |
| 9.  | Colonia Los Naranjales, zona 4.....   | 25 |
| 10. | Nivel académico de los vecinos de colonia Los Naranjales .....                  | 26 |
| 11. | Población económicamente activa de colonia Los Naranjales .....                 | 26 |
| 12. | Generación de desechos sólidos según los vecinos de colonia Los Naranjales..... | 30 |
| 13. | Clasificación que realizan los vecinos de colonia Los Naranjales.....           | 31 |
| 14. | Beneficios obtenidos de clasificar los desechos sólidos .....                   | 32 |
| 15. | Método para separación de desechos.....   | 33 |
| 16. | Recipiente cilíndrico para medición de volumen.....                             | 34 |
| 17. | Balanza .....   | 34 |
| 18. | Porcentaje de desechos sólidos recolectados .....                               | 35 |
| 19. | Volumen suelto (m <sup>3</sup> ).....   | 36 |
| 20. | Volumen compactado (m <sup>3</sup> ) .....                                      | 37 |
| 21. | Densidad suelta (kg/m <sup>3</sup> ) .....                                      | 38 |
| 22. | Densidad compactada (kg/m <sup>3</sup> ) .....                                  | 38 |

## TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Tiempo de degradación de residuos sólidos inorgánicos.....    | 3  |
| II.   | Composición física de los desechos sólidos domiciliarios..... | 8  |
| III.  | Poder calorífico de desechos sólidos.....                     | 10 |
| IV.   | Determinación de poder calorífico .....                       | 11 |
| V.    | Estación meteorológica .....                                  | 20 |
| VI.   | Servicios básicos y agua .....                                | 22 |
| VII.  | Peso de desechos sólidos .....                                | 35 |
| VIII. | Contenido de humedad de desechos orgánicos .....              | 39 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>          | <b>Significado</b>                    |
|-------------------------|---------------------------------------|
| <b>E</b>                | Error permisible                      |
| <b>kg</b>               | Kilogramos                            |
| <b>kg/hab/día</b>       | Kilogramo por habitante por día       |
| <b>kg/m<sup>3</sup></b> | Kilogramo por metro cúbico            |
| <b>km/h</b>             | Kilómetro por hora                    |
| <b>lb</b>               | Libra                                 |
| <b>m</b>                | Metro                                 |
| <b>m<sup>3</sup></b>    | Metro cúbico                          |
| <b>N</b>                | Número total de viviendas             |
| <b>%</b>                | Porcentaje                            |
| <b>PPC</b>              | Producción per cápita o por habitante |



## GLOSARIO

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Aerobio</b>           | Procesos u organismos que necesitan oxígeno para desarrollarse y vivir.                                 |
| <b>Anaerobio</b>         | Procesos u organismos que se desarrollan en un medio sin existencia de oxígeno.                         |
| <b>Biodegradación</b>    | Descomposición natural de una sustancia o producto no contaminante por la acción de agentes biológicos. |
| <b>Caracterización</b>   | Determinación de atributos de un objeto o persona.  |
| <b>Disposición final</b> | Servicio final que reciben los desechos sólidos de cierto lugar.  |
| <b>SI</b>                | Sistema Internacional de Medidas.   |
| <b>Lixiviado</b>         | Producto de la percolación de las precipitaciones con los desechos sólidos al aire libre.               |
| <b>Proliferación</b>     | Reproducción acelerada de un organismo vivo.  |
| <b>Sistema edáfico</b>   | Servicio final que reciben los desechos sólidos de cierto lugar.  |



## RESUMEN

El enfoque principal de este trabajo de graduación es conocer y caracterizar los desechos sólidos que se generan en la colonia Los Naranjales de la zona 4 del municipio de Escuintla, para contribuir en la elaboración de un plan de manejo de desechos sólidos en la cabecera de Escuintla o para el estudio y planificación para el diseño de un relleno sanitario. Donde, además, se enfatiza minimizar, reutilizar y reciclar los desechos sólidos domiciliarios para proponer y obtener el mejor aprovechamiento en sus desechos sólidos antes de ser transportados al lugar de su disposición final.

Para la realización de una caracterización de desechos sólidos es necesario conocer la clasificación precisa para obtener mejores resultados en el manejo y disposición final, por esto se utilizó el método para el análisis de desechos sólidos del Dr. Kunitoshi Sakurai, quien es asesor regional de residuos sólidos del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS).

El mal manejo de los desechos sólido, no solo afecta al municipio de Escuintla sino a todos los municipios y departamentos de Guatemala. La falta de conciencia e indiferencia por parte de las autoridades públicas al ignorar la problemática y no imponer un plan de manejo de los desechos, provoca el aumento de los botaderos clandestinos y el uso de ríos para su eliminación, siendo los causantes de la alteración de las fuentes hídricas y una alteración visual desagradable. Esto conlleva al aumento de costos para la limpieza y recuperación de espacios saludables para la conservación del medio ambiente.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Caracterizar los desechos sólidos domiciliarios de la colonia Los Naranjales, zona 4 en el municipio de Escuintla.

### **Específicos**

1. Establecer la producción per cápita (PPC), expresada en kg/habitante/día, de residuos sólidos domiciliarios generados en colonia Los Naranjales.
2. Estimar el peso, densidad y volumen de las caracterizaciones de los desechos sólidos domiciliarios.
3. Crear una fuente de información actualizada que sirva de base para la elaboración de una propuesta de manejo de desechos sólidos domiciliarios.
4. Enfatizar la necesidad de la elaboración de un relleno sanitario en la cabecera municipal de Escuintla.





## INTRODUCCIÓN

La caracterización de desechos sólidos domiciliarios, es un parámetro importante para la toma de decisiones en proyecciones y diseños de sistemas de manejo y disposición final de desechos sólidos.

El municipio de Escuintla posee una gran riqueza de recursos naturales, dentro de los cuales se encuentran sus fuentes hídricas, alta extensión de tierra fértil, vocación forestal y su biodiversidad. Además, es uno de los más importantes productores de caña de azúcar y poseedor de grandes industrias que contribuyen con su comercio y oportunidades de trabajo para el desarrollo del país.

Sin embargo, es afectado por el mal manejo de sus desechos sólidos, debido a la falta de un basurero municipal controlado o relleno sanitario, usando para su disposición ríos, basureros clandestinos y la quema de los mismos.

En 1996, Gabriel Urrutia Mendizabal, realizó el estudio sobre la recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Escuintla, concluyendo que dicho municipio, no tiene un servicio de recolección y disposición final de sus residuos sólidos, ya que los pequeños vehículos en que se hace el servicio de recolección actualmente, no cumplen con las condiciones sanitarias ni de operación que se requieren, considerando el servicio de limpieza inadecuado e insuficiente.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> URRUTIA, Gabriel. *Estudio sobre la recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Escuintla*, 1996. p. 40.

En 2012, según la Dirección del Distrito de Salud, el municipio únicamente tiene tren de aseo en el área urbana, concluyendo que no proporciona un buen manejo y disposición final de desechos, ya que solo el 35% de la población del casco urbano paga el servicio de extracción, una evidencia de ello es la existencia de tres basureros clandestinos por comunidad y 13 en el centro de la ciudad.<sup>2</sup>

El mismo año, Édgar Barillas, delegado de Saneamiento Ambiental, dijo que el botadero en la cabecera llegó a su límite hace ocho años, pero la comuna lo mantiene en uso para quemar las más de 86 toneladas por día que se generan en esa ciudad, provocando que los pobladores también se quejen de olores nauseabundos, el humo que causa la quema de los desechos y abundancia de animales carroñeros.<sup>3</sup>

El presente estudio, tendrá como muestra de evaluación los desechos sólidos domiciliarios generados por las población de la colonia Los Naranjales, en el municipio de Escuintla. Para obtener datos cualitativos y cuantitativos, de la generación de sus desechos y proporcionar un dictamen en el mejoramiento del manejo de los desechos mediante el uso de métodos de reciclaje y reutilización para minimizar el trabajo empleado en su disposición final y reducir el impacto ambiental que estos producen.

Los capítulos que contiene el siguiente documento son los siguientes:

---

<sup>2</sup> SNIP. *Plan de desarrollo Escuintla*, 2010. p. 46.

<sup>3</sup> SANDOVAL, Melvin. *Comunas del departamento de Escuintla no tratan basura empresa asesora y consultora en gestión y planificación municipal* [En Línea]. 2012. Publicado: 6 de febrero de 2012. [fecha de consulta: 22 de mayo de 2016]. Disponible en: <http://gestionterritorialmunicipal.blogspot.com/2012/02/comunas-del-departamento-de-escuintla.html>.

El CAPÍTULO I expone conceptos generales y características de los desechos sólidos, su composición física y las consecuencias que para el ambiente tiene el mal manejo.

En el CAPÍTULO II se encuentra información y datos sobre el municipio de Escuintla.

El CAPÍTULO III detalla el desarrollo experimental de los datos obtenidos de las encuestas y la caracterización de los desechos sólidos.

El CAPÍTULO IV presenta un análisis de los resultados obtenidos, así como una propuesta para el buen manejo de los desechos domiciliarios, mediante la reducción, reutilización y reciclaje de desechos sólidos.



# 1. CONCEPTOS BÁSICOS

## 1.1. Desechos sólidos

Son los materiales, restos o residuos generados por el ser humano o especie animal, que se consideran sin valor, inútiles e indeseables, por lo tanto son desechados. Pueden variar según su origen y composición, de esto depende el manejo que necesitan en su disposición final para disminuir su impacto ambiental.

También es “cualquier materia sólida que es descargada, depositada, enterrada, diluida o vertida al medio ambiente, en cantidades tales que puede producir alteraciones a la calidad ambiental y la salud humana, se le llama más comúnmente basura.”<sup>4</sup>

## 1.2. Clasificación de desechos sólidos según su composición

Según su composición los residuos sólidos se clasifican de la siguiente manera:

### 1.2.1. Desechos sólidos orgánicos

Son los desechos sólidos más comunes, se generan en mayor cantidad que los otros tipos de desechos, son origen animal y vegetal, entre su variedad

---

<sup>4</sup> Greenpeace. *Manual ciudadano sobre desechos sólidos*, 1998. p. 95.

pueden encontrarse: cáscaras de frutas, restos de comida, plantas, ramas de árboles, que son desechados principalmente de los domicilios.

Estos desechos, luego de su biodegradación o putrefacción bacteriana, pueden ser utilizados como abono por sus componentes naturales, son bien recibidos por la naturaleza nuevamente y brindan sus nutrientes al suelo.

Figura 1. **Desechos sólidos orgánicos**



Fuente: elaboración propia.

### **1.2.2. Desechos sólidos inorgánicos**

Son los desechos sólidos que ya no pueden mezclarse con la naturaleza luego cumplir su utilidad. Tienen un tiempo de descomposición tardío, debido a esto, su acumulación en el medio ambiente afecta en gran manera aspectos visuales, además de dañar los ecosistemas por el peligro que causan en los animales cuando estos los ingieren o quedan atrapados en ellos. Una de sus ventajas es la facilidad para su caracterización, presentan una gran ventaja en el método de reciclaje. Entre estos se pueden encontrar: metales, vidrio,

plástico, caucho, cuero, cartón, papel y hule.

Figura 2. **Desechos sólidos inorgánicos**



Fuente: elaboración propia.

Su tiempo de degradación es muy largo, en la mayoría de los casos, y puede tardar miles de años.

Tabla I. **Tiempo de degradación de residuos sólidos inorgánicos.**

| <b>Residuos sólidos inorgánicos</b> |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| <b>Material</b>                     | <b>Tiempo de degradación</b> |
| Papel                               | 2 a 4 semanas                |
| Cartón                              | 1 a 3 meses                  |
| Madera                              | 3 a 4 años                   |
| Metal                               | 350 a 500 años               |
| Plástico                            | 100 a 1000 años              |
| Vidrio                              | 3,000 a 4,000 años           |

Fuente: [www.line.do/es/tiempo-de-descomposicion-de-los-residuos-solidos/mh2/vertical](http://www.line.do/es/tiempo-de-descomposicion-de-los-residuos-solidos/mh2/vertical).

Consulta: 21 de abril de 2016.

### **1.2.3. Desechos peligrosos**

Son los desechos sólidos generados por hospitales, industrias o plantas nucleares, que dañan al ambiente y a los seres vivos. Son inflamables, corrosivos, radioactivos, tóxicos y explosivos.

Se consideran peligrosos porque no es posible la regeneración del medio que dañan, por su alta contaminación. Entre estos se puede mencionar: plaguicidas, baterías de autos, sustancias contaminadas con metales pesados, cloro e hidrocarburos, aceites quemados, desechos de equipos de rayos X y desechos agroquímicos, además de los desechos hospitalarios.

Para su disposición final estos desechos son almacenados según su peligrosidad, se monitorea su generación térmica y la emanación radiactiva al ambiente. Es necesario el uso de equipo de protección personal avanzado para su manipulación.

### **1.2.4. Desechos inertes**

Son los desechos que no sufren una transformación química, física o biológica, ya que no se mezclan con ningún otro componente y no generan ningún tipo de gas o toxicidad al ambiente o seres vivos, entre estos se encuentran: los restos de ripio de una construcción, tierra, ladrillos y blocks.

## **1.3. Clasificación de desechos sólidos según su origen**

Por su origen los desechos sólidos se clasifican de la siguiente manera:



### **1.3.1. Desechos sólidos domiciliarios**

Son los que se generan en áreas rurales y urbanas, abarcan los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Varían en función de factores culturales asociados a los niveles de ingresos económicos, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

Algunas veces pueden presentarse desechos peligrosos como: medicina vencida, pesticidas de jardinería, pintura, aerosoles, baterías y lámparas fluorescentes.

### **1.3.2. Desechos sólidos industriales**

Son los originados por procesos industriales ligeros y pesados, varían mucho dependiendo del tipo de industria que los genere como: proceso de alimentos, elaboración de productos de limpieza, fundición de acero, extracción de petróleo, y de otra índole.

Se presentan en gran mayoría los desechos peligrosos por el uso de químicos y la generación de escorias y fibras dañinas para el ser humano y el ambiente.

### **1.3.3. Desechos sólidos hospitalarios**

Son los originados por los servicios de salud y bienestar humano o animal, en entes como: hospitales, laboratorios, bancos de sangre, farmacias, clínicas odontológicas, etcétera.

Según el Acuerdo Gubernativo 509-2001, de la República de Guatemala, por su peligrosidad los desechos hospitalarios se pueden clasificar en:

- Desechos comunes: son los desechos orgánicos del servicio alimenticio e inorgánico, generados por actividades administrativas y generales que no presentan ningún riesgo para la salud, puede catalogárseles como domésticos.
- Desechos bioinfecciosos: son todos los desechos que han sido utilizados para la curación o atención a los pacientes, presentan diferentes niveles de peligro potencial por su exposición a patógenos, virus y bacterias, de acuerdo con el grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos como: jeringas, bisturíes, algodones, órganos y tejidos, sangre, vacunas vencidas, cadáveres o partes de animales infectados, etcétera.
- Desechos especiales: son los generados durante actividades auxiliares de atención de salud y no tienen contacto con pacientes u otro elemento infeccioso. Son peligrosos debido a sus características como corrosividad, reactividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad y radiactividad. Estos pueden ser: solventes, baterías usadas, productos de quimioterapia, limpieza, medicamentos vencidos, materiales radiactivos de equipos de rayos X y radioterapia.

#### **1.3.4. Desechos sólidos comerciales**

Se originan principalmente en el área urbana por tiendas, centros comerciales, hoteles, supermercados y restaurantes. Son muy similares a los residuos domiciliarios.

#### **1.3.5. Desechos sólidos de construcción**

Son todos los desechos provenientes de construcciones debido a ampliaciones, remodelaciones o elaboración de una nueva edificación, que generan escombros, los cuales pueden aprovecharse y no presentan un gran impacto al ambiente por ser considerados un desecho inerte.

#### **1.3.6. Basura espacial**

Son los desechos sólidos que se encuentran sobre la órbita de la tierra. Se generan por los satélites dañados, restos de cohetes y partículas de polvo y pintura.

Según la Agencia Europea Espacial, en el año 2002 se detectaron 12,000 trozos de basura de una dimensión promedio de 10 cm. El peligro que estos desechos generan es por las velocidades a las que orbitan superando los 27,000 km/h, convirtiéndolos en proyectiles muy peligrosos que provocan daños a satélites que también orbitan la tierra y cohetes que traspasan la órbita terrestre.

#### 1.4. Caracterización de los desechos sólidos domiciliarios

Es la determinación de un parámetro que proporciona datos cualitativos y cuantitativos para la toma de decisiones, en proyecciones, diseños de sistemas de manejo y disposición final de desechos sólidos.

La composición física de los desechos sólidos domiciliarios es la siguiente:

Tabla II. **Composición física de los desechos sólidos domiciliarios**

| <b>Componente</b>         | <b>Tipos de residuos</b>                               |
|---------------------------|--|
| Papel y cartón            | Periódicos, revistas, cajas, papel usado               |
| Trapos                    | Ropa vieja, mantas de cocina.                          |
| Madera y follaje          | Hojas de plantas, palos, restos de madera utilizada    |
| Restos de alimentos       | Residuos de comida, vegetales, excremento de animales. |
| Plásticos, caucho y cuero | Botellas plásticas, zapatos, abrigos, cinchos.         |
| Metales                   | Baterías, latas, marcos de hierro.                     |
| Vidrios                   | Recipientes de vidrio                                  |
| Suelos y otros            | Suelo de jardín, polvo, suciedad.                      |

Fuente: KUNITOSHI, Sakurai. Método sencillo del análisis de residuos sólidos.

[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org). Consulta: 28 de marzo de 2016.

##### 1.4.1. Producción per cápita

Son los kilogramos diarios de producción de residuos sólidos por habitantes que se generan en determinada región, varía según la localidad, población y ámbito social. Se expresa en las unidades:

$$PPC = kg/hab/día$$

## 1.5. Propiedades de los desechos sólidos domiciliarios

Los desechos sólidos presentan propiedades que sirven para su correcta clasificación y estudio, las principales son las siguientes:

### 1.5.1. Peso

Representa la masa de los desechos sólidos, según el SI se mide en kilogramos (kg) y puede ser húmedo o seco según las condiciones de los mismos.

$$\text{Peso} = \text{masa de desechos sólidos (kg)}$$

### 1.5.2. Volumen

Representa el espacio que ocupa la masa de los desechos sólidos, según el SI se mide en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

$$\text{Volumen} = (\text{m}^3)$$

### 1.5.3. Peso específico

También llamado densidad, es el peso de un material por unidad de volumen, se representa en el SI con las unidades (kg/m<sup>3</sup>). Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Densidad de desecho sólido} = \frac{\text{masa de desecho sólido (kg)}}{\text{volumen de desecho sólido (m}^3\text{)}}$$

#### 1.5.4. Humedad

Es la cantidad de agua contenida en la masa de los residuos sólidos, se utiliza mayormente en los desechos orgánicos, porque presenta un excesivo contenido de agua debido a su composición física. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{peso húmedo (kg)} - \text{peso seco (kg)}}{\text{peso seco (kg)}} \times 100$$

#### 1.5.5. Poder calorífico

Es la cantidad de calor generada por la combustión de un kilogramo de desechos sólidos mixtos.

$$\text{Poder calorífico} = \frac{\text{Kcal}}{\text{masa de los desechos sólidos (Kg)}}$$

Tabla III. **Poder calorífico de desechos sólidos**

| <b>Componentes</b>        | <b>Poder calorífico</b> |
|---------------------------|-------------------------|
| Plásticos, caucho y cuero | 9000 kcal/kg            |
| Papel y cartón            | 4000 kcal/kg            |
| Madera y follaje          | 4000 kcal/kg            |
| Restos de alimentos       | 4000 kcal/kg            |
| Tropos                    | 4000 kcal/kg            |
| Metales                   | 0 kcal/kg               |
| Vidrio                    | 0 kcal/kg               |
| Suelos y otros            | 0 kcal/kg               |

Fuente: KUNITOSHI, Sakurai. Método sencillo del análisis de residuos sólidos.

[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org). Consulta: 28 de marzo de 2016.

El cálculo del poder calorífico implica conocer la composición húmeda y seca de los desechos, la cual es de la siguiente manera:

Tabla IV. **Determinación de poder calorífico**

| Componente                | Composición húmeda (%) | Composición seca (%) | Poder calorífico (kcal/kg)                 |
|---------------------------|------------------------|----------------------|--|
| Restos de alimentos       | a                      | $a + b + c + d - W$  | $\frac{a + b + c + d - W}{100} \times 400$ |
| Papel y cartón            | b                      |                      |  |
| Madera y follaje          | c                      |                      |  |
| Plásticos, caucho y cuero | d                      |                      |  |
| Trapos                    | e                      | e                    | $\frac{e}{100} \times 9000$                |
| Metales                   | f                      | f                    | $\frac{f + g + h + W}{100} \times 0$       |
| Vidrio                    | g                      | g                    |  |
| Suelos y otros            | h                      | h                    |  |
| Agua                      | -                      | W                    |  |
| Total                     | 100%                   | 100%                 | $40(a + b + c + d - W) + 90e$              |

Fuente: KUNITOSHI, Sakurai. Método sencillo del análisis de residuos sólidos.  
[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org). Consulta: 28 de marzo de 2016.

## 1.6. Manejo para el aprovechamiento de los desechos sólidos domiciliarios

### 1.6.1. Compostaje

Conocido como proceso Indore por su origen en la India, se genera de la descomposición de desechos orgánicos de origen vegetal y animal. Su característica visual es ser un producto negro, homogéneo, de forma granulada y casi inodoro. Es muy beneficioso por su proceso de generación a bajo costo y

contiene características químico-biológicas que presentan un valor preciado para las plantas y el suelo. Puede realizarse con métodos aerobios o anaerobios, que presentan el mismo producto final, ya que se obtiene la descomposición de la materia orgánica.

Con esta técnica se reduce el uso y compra de abonos químicos y artificiales que contaminan las fuentes de agua, utilizados en los cultivos y minimiza el impacto ambiental reduciendo los riesgos de contaminación, además de servir para el tratamiento de suelos por el desgaste de las cosechas y para evitar la erosión de los mismos.

Figura 3. **Compostaje**



Fuente: [www.reciclajesavi.es/sabes-que-es-el-compost/](http://www.reciclajesavi.es/sabes-que-es-el-compost/).

Consulta: 7 de mayo de 2016.

### **1.6.2. Reciclaje**

Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El



reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.<sup>5</sup>

Su objetivo es evitar que los desechos lleguen a botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios reduciendo los volúmenes destinados a los sitios de disposición final. Se realiza principalmente con botellas plásticas, latas de aluminio, cartones, papel y llantas. El uso del reciclaje disminuye el gasto de recursos naturales y energía. Para facilitar el proceso de reciclaje es necesario no mezclar los desechos porque dañan a otros que pueden ser reutilizables, como:

- Orgánico con inorgánico
- Biodegradable reutilizable con no biodegradable tóxico

Tradicionalmente el sector de las bebidas y los alimentos líquidos ha sido el que mayor proporción de reutilización de los envases ha desarrollado. Sin embargo, el sistema que se ha venido aplicando durante muchos años ha empezado a desaparecer debido a los nuevos hábitos de consumo y a la implantación de nuevos sistemas de distribución.<sup>6</sup>

Con el reciclaje se pueden elaborar manualidades y diversos accesorios para el uso del hogar que, además de disminuir el impacto ambiental, contribuyen a la economía familiar.

---

<sup>5</sup> Artículo 1. *Decreto 1713 de 2002*, 2002. p. 8.

<sup>6</sup> UNED. *Gestión y tratamiento de los residuos urbanos*, 2005. p. 3.

## **1.7. Efectos de los desechos sólidos en la salud**

Los desechos sólidos que no presentan un manejo de disposición final adecuada como: los botaderos clandestinos, basureros a cielo abierto, uso de ríos y quema de los residuos sólidos, pueden provocar ciertos efectos para aquellos que los manipulan o habitan muy cerca de estos sitios, que no tienen ningún control de salud e higiene. Los efectos que provocan pueden afectar directa o indirectamente al ser humano; los más comunes son los siguientes:

### **1.7.1. Riesgos directos**

Son ocasionados por el contacto directo con la basura, que contiene desechos peligrosos y excrementos humanos y de animales; las enfermedades más propensas a adquirir son: fiebre tifoidea, cólera, paludismo y dengue, además de enfermedades del tracto intestinal y diarreico. Se adquieren por no tener un equipo de protección adecuada en la manipulación de los residuos o por habitar en el medio, donde se proliferan plagas. Se da también por el consumo de agua contaminada debido a los lixiviados que se infiltran al suelo contaminando los mantos freáticos y pozos de donde es extraída el agua.

### **1.7.2. Riesgos indirectos**

Se dan por la proliferación de vectores sanitarios que se reproducen por las condiciones de falta de higiene y hábitat sostenible de ciertas plagas como: ratas, pulgas, moscas, zancudos y cucarachas, que son muy perjudiciales para la salud y ponen en riesgo la vida humana.

Figura 4. **Plagas proliferadas de los desechos sólidos**



Fuente: [www.interempresas.net/Madera/Articulos/146494-Por-que-documentar-los-servicios-de-control-de-plagas.html](http://www.interempresas.net/Madera/Articulos/146494-Por-que-documentar-los-servicios-de-control-de-plagas.html). Consulta: 7 de mayo de 2016.

### 1.8. **Efectos de los desechos sólidos en el ambiente**

El mayor daño que recibe el ambiente es la aceleración del cambio climático, por la mayor generación de gases de efecto invernadero. Entre los daños que afectan al ambiente están:

- La alteración de los sistemas hídricos, es por la modificación de las propiedades de salubridad del agua debido al uso de fuentes hídricas como vertederos para los residuos sólidos. También por la generación de lixiviados que son producidos por la percolación de las precipitaciones con los desechos sólidos al aire libre, que contaminan los mantos freáticos y abastecimientos de agua subterránea.
- La alteración del sistema edáfico, por el uso de bosques, jardines y áreas verdes como botaderos para los desechos sólidos, la mezcla de los diversos tipos de residuos hace que su composición sea más tóxica, perjudicando la fauna que habita en el lugar, erosionando y

dañando la capacidad vegetativa del suelo. Está directamente involucrada con la alteración de los sistemas hídricos, alterando la composición del suelo.

- La alteración del sistema atmosférico, se debe a la generación de gases de la descomposición de la basura, incineración y la suspensión de partículas contaminantes, como el metano, dioxinas y furanos, que elementos cancerígenos y producen infecciones respiratorias agudas e irritación de los ojos, además de problemas de la piel.
- La alteración del sistema audiovisual, se produce por la acumulación de desechos en botaderos clandestinos, que afectan la estética del medio en donde se encuentran.

Figura 5. **Alteración del ambiente**



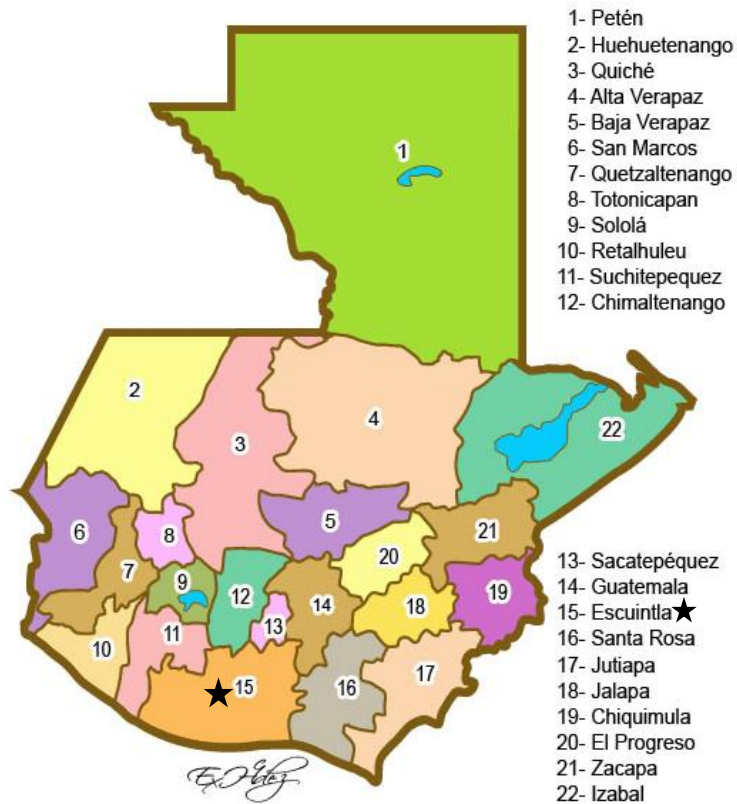
Fuente: [www.revistac4.com/la-contaminacion-del-agua-en-guatemala/](http://www.revistac4.com/la-contaminacion-del-agua-en-guatemala/).

Consulta: 25 de abril de 2016.

## 2. DATOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE ESCUINTLA

El departamento de Escuintla fue constituido el 4 de noviembre de 1825 con una extensión de 4 384 km<sup>2</sup>. Tiene 13 municipios, uno de ellos es el de Escuintla. El departamento se sitúa en el sector meridional del país, limita al norte con los departamentos de Suchitepéquez, Chimaltenango y Sacatepéquez; al sur, con el océano Pacífico; al este, con Guatemala y Santa Rosa, y al oeste, con Suchitepéquez.

Figura 6. **Ubicación del departamento de Escuintla**



Fuente: [miblogchapin.wordpress.com/category/mapas-de-guatemala/page/2/](http://miblogchapin.wordpress.com/category/mapas-de-guatemala/page/2/). Consulta: 5 de mayo de 2016.

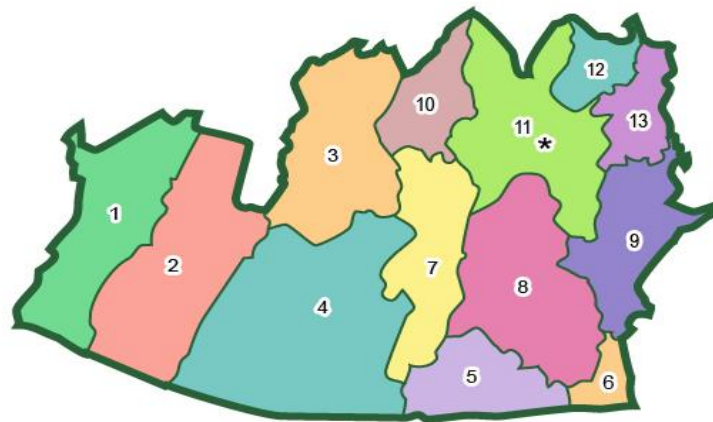
## 2.1. Aspectos físicos del municipio de Escuintla

Se fundó el 22 de agosto de 1903.<sup>7</sup> Su nombre proviene de la lengua náhuatl *Itzcuintlán*, que significa “lugar de perros”. Tiene una extensión de 337 km<sup>2</sup> y su altura es de 347 metros sobre el nivel del mar.

### 2.1.1. Ubicación geográfica

El municipio de Escuintla se ubica entre los municipios de Palín, San Vicente Pacaya y Guanagazapa al este; Masagua al sur y La Democracia y Siquinalá al oeste. Sus coordenadas geográficas son: 14°17'52"N 90°47'13"O.

Figura 7. Ubicación del municipio de Escuintla



- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Tiquisate                 | 8. Masagua             |
| 2. Nueva Concepción          | 9. Guanagazapa         |
| 3. Santa Lucía Cotzumalguapa | 10. Siquinalá          |
| 4. La Gomera                 | 11. Escuintla          |
| 5. San José                  | 12. Palín              |
| 6. Iztapa                    | 13. San Vicente Pacaya |
| 7. La Democracia             |                        |

Fuente: [www.municipalidadesdeguatemala.info/municipalidades-escuintla.php](http://www.municipalidadesdeguatemala.info/municipalidades-escuintla.php).

Consulta: 5 de mayo de 2016.

<sup>7</sup> Instituto de estudios y capacitación cívica. *Diccionario municipal de Guatemala*, 2001. p. 111.

Está dividido en una cabecera municipal, dos aldeas (El Rodeo y Guadalupe) y catorce caseríos (Los Voladores, El Carmen, Los Portales, Puente de Palo, Santa Marta, San Miguel, El Dorado, Estrella del Sur, San José y Santa Clara, San Antonio El Calvillo, Belice, Las Chapernas, La Florida Aceituno y Disagro).<sup>8</sup>

### **2.1.2. Aspectos topográficos**

Tiene su ubicación sobre la Sierra Madre, por lo que presenta una estructura muy accidentada de montañas y cerros que forman una pendiente la cual termina en el mar. Entre su ubicación geográfica se pueden apreciar el volcán de Pacaya y el volcán de Agua. Su territorio tiene siete sistemas de montañas y es regado por cincuenta y cinco ríos, nueve riachuelos y veintiuna quebradas.<sup>9</sup>

### **2.1.3. Demografía**

La población en el municipio de Escuintla es de 153,131 habitantes, de los cuales su distribución por género es 50.3% hombres y 49.7% mujeres, con una tasa de crecimiento de 2.2%, y un índice de alfabetismo del 12.23%.<sup>10</sup>

### **2.1.4. Clima**

La estación meteorológica en el municipio de Escuintla, está ubicada en la finca Sabana Grande, con las siguientes coordenadas: latitud 14d22'03", longitud 90d49'48" y 730 metros sobre el nivel del mar.

---

<sup>8</sup> Instituto de estudios y capacitación cívica. *Diccionario municipal de Guatemala*, 2001. p. 112.

<sup>9</sup> *Ibíd.* p. 112.

<sup>10</sup> INE. *Caracterización departamental Escuintla*, 2012. p. 13.

Tabla V. **Estación meteorológica**

| <b>Información meteorológica</b> |             |
|----------------------------------|-------------|
| Temperatura máxima               | 29.2 °C     |
| Temperatura media                | 24.4 °C     |
| Temperatura mínima               | 21.4 °C     |
| Velocidad del viento             | 1.5 km/hora |
| Precipitación                    | 5,137.2 mm  |
| Nubosidad                        | 5 octas     |

Fuente: [www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/SABANA%20GRANDE%20PARAMETROS.htm](http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/SABANA%20GRANDE%20PARAMETROS.htm). Consulta: 9 de abril de 2016.

### **2.1.5. Economía**

La economía y producción de Escuintla está basada principalmente en actividades agroindustriales y de servicios.<sup>11</sup> El cultivo que predomina en el área agrícola es la caña de azúcar, ya que esta genera la mayoría de trabajos para la población, seguida por el café y granos básicos, que en su totalidad, representan el 49.89% (27,648 hectáreas) del área total del municipio. Además, se produce banano, plátano, citronela, té de limón, piña, naranja y otros productos.<sup>12</sup>

La producción de ganado de engorde y lechero contribuye al avance de la frontera agrícola, que cumple una función importante, ya que por medio de estos pequeños productores se dispone de alimentos como carne, leche y sus derivados, los cuales son comercializados al por mayor y menudeo en toda el área del municipio<sup>13</sup>.

<sup>11</sup> SNIP. *Plan de desarrollo Escuintla*, 2010. p. 50.

<sup>12</sup> *Ibíd.* p. 51.

<sup>13</sup> *Ibíd.* p. 51.



En el sector industrial, existen fábricas de papel y cartón, licores, ingenios azucareros, fábricas de aceite, generadoras de energía, fundidoras de metales y fábricas que se dedican a la producción de alimentos para animales.

#### **2.1.6. Servicios básicos**

El municipio de Escuintla por su desarrollo social tiene los siguientes servicios básicos:

##### **2.1.6.1. Energía eléctrica**

El municipio tiene una cobertura de servicio de energía eléctrica de 90.6% en viviendas y el 9.4% que está pendiente de la instalación.<sup>14</sup>

##### **2.1.6.2. Comunicaciones**

Actualmente, se dispone de servicios de telefonía celular, domiciliar y pública (Claro, Tigo y Telefónica), fax, correo, televisión nacional, televisión por cable, radio e internet.

##### **2.1.6.3. Drenajes**

De los veintiséis acueductos existentes, dieciséis están ubicados en el área urbana y diez acueductos en el área rural. Las viviendas que tienen letrinas y/o inodoros, en el área urbana representan el 95% y en el área rural el 91.51%, que en global ascienden al 93.82% de las viviendas (26,434) que tienen acceso a este servicio.

---

<sup>14</sup> Ibíd. p. 34.

Las viviendas sin el servicio de alcantarillado o drenajes registran un déficit de 5.12% para el área urbana y el 8.49% del área rural, lo cual se constituye en un problema de contaminación y de enfermedades por la carencia del servicio<sup>15</sup>.

#### 2.1.6.4. Agua

El servicio de agua potable en el municipio de Escuintla, se distribuye de la siguiente manera:

Tabla VI. **Servicios básicos y agua**

| <b>Viviendas y servicios</b>                             | <b>Urbano</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Rural</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Total</b> | <b>Porcentaje</b> |
|--|---------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| Nº. total de viviendas                                   | 18,650        | 66.19             | 9,525        | 33.81             | 28,175       | 100               |
| Nº. de viviendas con acceso a agua intradomiciliar       | 17,717        | 95                | 8,717        | 91.52             | 26,434       | 93.82             |
| Nº. de viviendas con letrina y/o inodoro                 | 17,718        | 95                | 8,716        | 91.51             | 26,434       | 93.82             |
| Total de acueductos                                      | 16            | 100               | 10           | 100               | 26           | 100               |
| Total de acueductos con sistema de cloración funcionando | 1             | 6.25              | 0            | 0.0               | 1            | 6.25              |

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala. 2008.

<sup>15</sup> MSPAS. *Memoria de estadísticas vitales y vigilancia epidemiológica*, 2008. p. 67.

#### **2.1.6.5. Sistema de recolección de basura**

El municipio tiene un tren de aseo en el área urbana, donde el 35% de la población paga servicio de extracción, pero no cuenta con un buen manejo y disposición final, debido a la defectuosa planificación en el sistema de recolección, evidencia de ello es la existencia de tres basureros clandestinos por cada comunidad, sin contar con los que se encuentra en el centro de la ciudad, los cuales se cuantifican en 13.<sup>16</sup>

En cuanto a la disposición final de los desechos sólidos, es calificado como botadero a cielo abierto, y se constituye en un problema por la emanación de gases como el dióxido de carbono y metano, que contaminan la atmosfera y los cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos, creando las condiciones de insalubridad para la población en general.<sup>17</sup>

#### **2.1.7. Dimensión ambiental**

El municipio de Escuintla, posee una gran riqueza en recursos naturales, dentro de los cuales se encuentra su alta extensión de tierra fértil y su vocación forestal.

##### **2.1.7.1. Suelos**

El suelo de la cabecera municipal de Escuintla, según la clasificación de Charles Simmons (asesor técnico en suelos), es un suelo del declive del pacífico (I), que se caracteriza por ser un suelo profundo sobre materiales volcánicos mezclados (IE). Su material madre es un lahar pedregoso con un

---

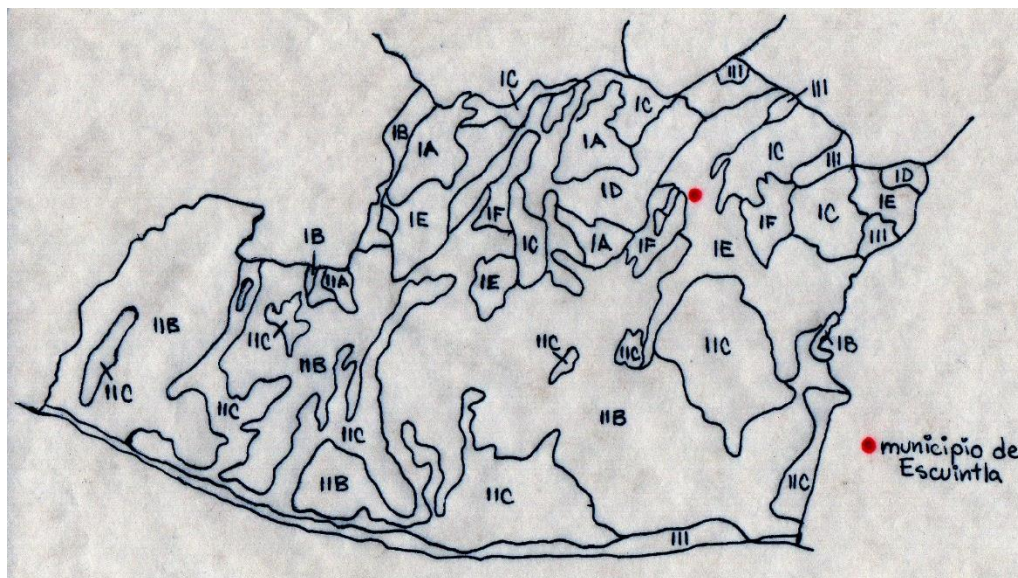
<sup>16</sup> SNIP, Op. cit. p. 46.

<sup>17</sup> SNIP, Op. cit. p. 46.

relieve suavemente inclinado a inclinado de (8 – 10%) y un drenaje interno moderado, su suelo superficial presenta un color café oscuro, una textura friable y consistencia franca, su espesor aproximado es de 40-50 cm. El subsuelo es de color café amarillento a café rojizo, tiene consistencia friable y textura franco arcillosa, su espesor aproximado es de 50-60 cm.<sup>18</sup>

Tiene una alta capacidad de abastecimiento de humedad y fácil erosión, sin embargo, presenta una alta fertilidad natural. El terreno ocupa pendientes relativamente suaves y se utilizan para cultivos limpios como la caña de azúcar, las gramíneas de aceites esenciales, algodón y maíz.<sup>19</sup>

Figura 8. Clasificación del suelo de Escuintla



Fuente: SIMMONS, Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, 1986. p. 314.

<sup>18</sup> SIMMONS. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*, 1986. p. 314.

<sup>19</sup> *Ibíd.* p. 325.

### 2.1.8. Colonia Los Naranjales

Se ubica en la zona 4, del municipio de Escuintla, en el departamento de Escuintla, su fundación fue el 12 de abril de 1951.

Tiene extensión territorial de 83,051.72 m<sup>2</sup>, en la que contiene 413 predios (casas) y 2,065 habitantes,<sup>20</sup> donde en promedio habitan cuatro personas por hogar.

Figura 9. **Colonia Los Naranjales, zona 4.**



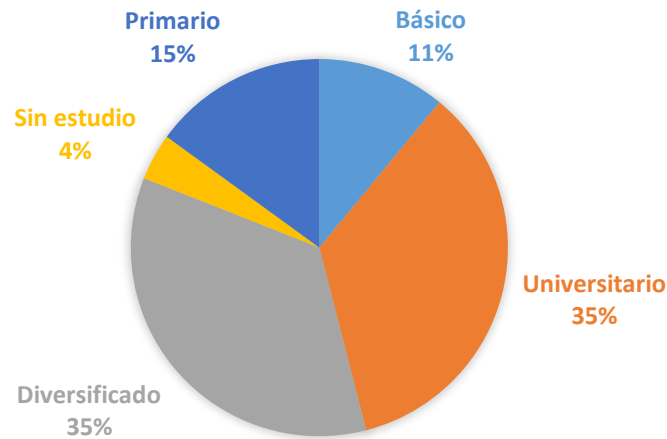
Fuente: [www.google.com/earth/colonia Los Naranjales, Escuintla](http://www.google.com/earth/colonia%20Los%20Naranjales,%20Escuintla). Consulta: 27 de junio de 2016.

El nivel académico de la población de colonia Los Naranjales, se divide de la siguiente manera:

---

<sup>20</sup> Levantamiento catastral. *Municipalidad de Escuintla*, 1998. p. 1.

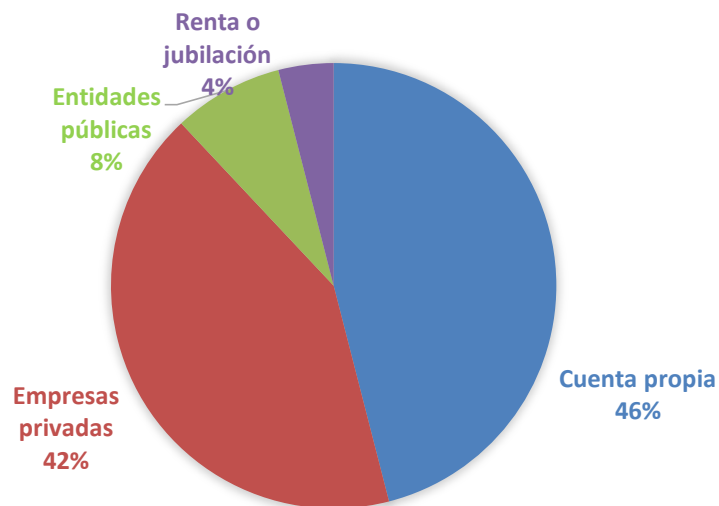
Figura 10. Nivel académico de los vecinos de colonia Los Naranjales



Fuente: elaboración propia.

El 96% de la población es económicamente activa; su fuente de ingresos proviene de las siguientes fuentes: por cuenta propia, entidades públicas, empresas privadas y renta o jubilación.

Figura 11. Población económicamente activa de colonia Los Naranjales



Fuente: elaboración propia.

Según su categoría ocupacional y educación, los vecinos de la colonia se encuentran en un nivel socioeconómico medio, con ingresos monetarios mensuales que varían de Q 2,000.00 a Q 10,000.00, entre las ocupaciones laborales se encuentran: encargados de negocios, empleadas domésticas, comerciantes, secretarias, supervisores, pilotos, y catedráticos.





### 3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

#### 3.1. Campo muestral

Para la obtención de campo muestral en colonia Los Naranjales, se utilizó la fórmula del Dr. Kunitoshi Sakurai, experto en desechos sólidos para la Organización Panamericana de la Salud (OPS):<sup>21</sup>

$$n = \frac{Z^2 * (pq) * N}{N * E^2 + Z^2 * (pq)}$$

Donde:

*n = tamaño de la muestra*

*N = No. total de viviendas*

*pq = variabilidad de la población*

*Z<sup>2</sup> = grado de confianza*

*E = error permisible en la estimación de producción per cápita*

De la información recolectada<sup>22</sup> y criterios dados para la obtención de la muestra, según el Dr. Sakurai, se obtienen los siguientes datos:

*N = 413 casas*

*pq = 0.04 gr/hab/día*

*Z<sup>2</sup> = 1.96, con un grado de confianza del 95%*

*E = 5%*

---

<sup>21</sup> AMSA. *Estudio reforma de la estructura del manejo de residuos sólidos en la cuenca sur del lago de Amatitlán*, 2012. p. 29.

<sup>22</sup> Levantamiento catastral, Op. cit. p. 1.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.04 * 413}{(413) * (0.05)^2 + 1.96^2 * (0.04)} = \frac{63.463}{1.186} = 53.51 \text{ casas}$$

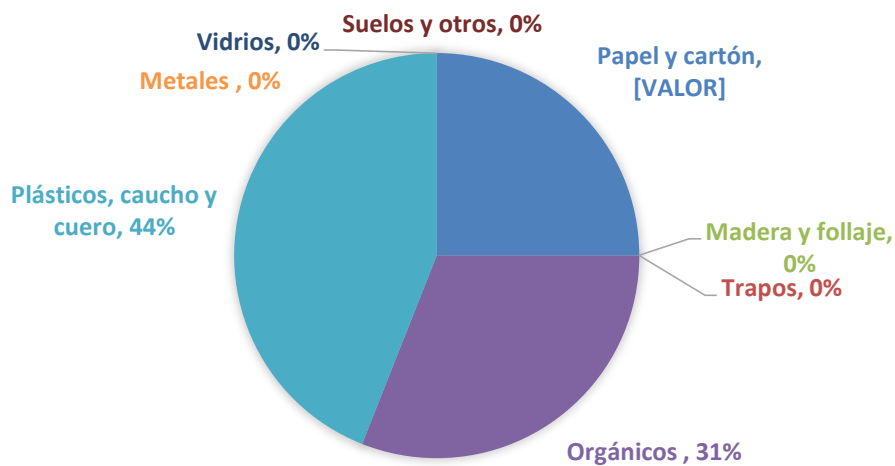
La muestra por utilizar para la caracterización de los desechos sólidos es de 54 casas.

### 3.2. Estudio de resultados obtenidos de encuestas

Se realizó una encuesta por casa en la colonia Los Naranjales (ver apéndice 1), donde se obtuvo que el 69% de los vecinos, sí clasifica sus desechos sólidos.

Los desechos que consideran generar en mayor cantidad son: plásticos, caucho y cuero, desechos sólidos orgánicos, papel y cartón.

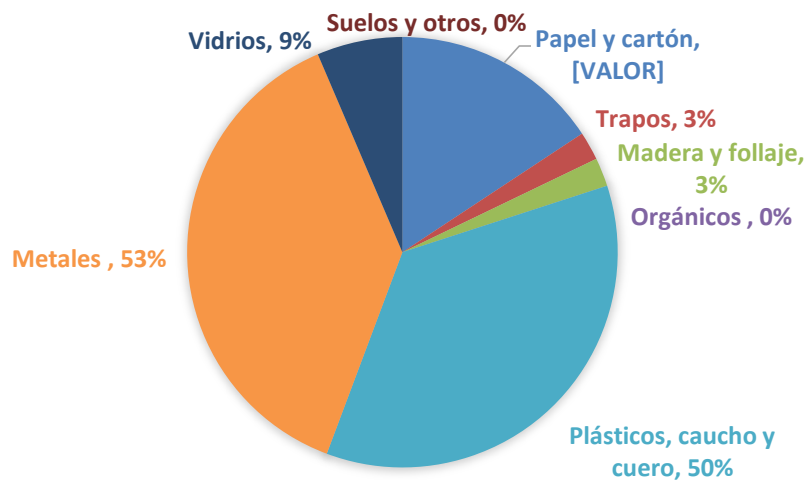
Figura 12. **Generación de desechos sólidos según los vecinos de colonia Los Naranjales**



Fuente: elaboración propia.

De estos desechos sólidos se encuentran algunos que son aprovechados, por lo que son clasificados para darles una reutilización posterior, los más clasificados por los vecinos son los metales. El 53% de la población realiza esta labor; el 50% clasifica plásticos y continúa de la siguiente manera:

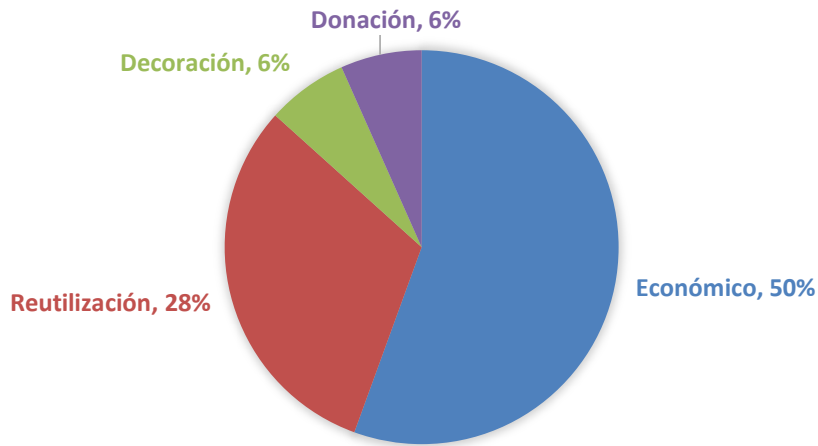
Figura 13. **Clasificación que realizan los vecinos de colonia Los Naranjales**



Fuente: elaboración propia.

Los beneficios que encuentran al realizar esta tarea son generalmente: económicos, reutilización variada, elaboración de elementos decorativos y de beneficio para otras personas mediante la donación de los desechos que salen de sus casas, para que puedan financiarse económicamente de los mismos, específicamente, con la venta de latas.

Figura 14. **Beneficios obtenidos de clasificar los desechos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

De los vecinos encuestados, el 6% no es consciente del daño que provocan los desechos sólidos para el ambiente, sin embargo, el 100% está de acuerdo con la colocación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en la cabecera de Escuintla y contribuir para la caracterización de sus desechos sólidos a fin de mejorar el proceso de su disposición final.








### 3.3. Cálculo y cuantificación de los desechos sólidos domiciliarios recolectados

La recolección de los desechos sólidos en colonia Los Naranjales tuvo la duración de una semana. El método para su recolección fue la distribución de bolsas plásticas a los vecinos de la colonia, para la separación de los desechos sólidos domiciliarios y los recolectaran dos veces durante la semana. La codificación utilizada para la separación de los desechos fue la siguiente:

Figura 15. Método para separación de desechos

#### CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA



|   |   |
|---|---|
|  | ORGÁNICOS: restos de comida por manipulación, preparación, cocción y consumo.   |
|  | METALES: latas de comida y bebidas, aluminio, aparatos eléctricos, hierro, acero.   |
|  | PLASTICOS, CAUCHO Y CUERO: botellas, bolsas de supermercado, bolsas de agua y refresco, toda clase de productos de goma, tapicería. |
|  | VIDRIOS: vidrio de recipientes, vidrios planos, espejos.  |
|  | PAPEL Y CARTÓN: periódico, papel en general, revistas, cartón de todas clases.  |
|  | TRAPOS: ropa vieja, mantas, sábanas, etcétera.  |
|  | SUELOS, MADERA Y FOLLAJE: palos de madera, hojas y ramas de árboles, tierra de jardín.  |

Fuente: elaboración propia.

Los instrumentos utilizados fueron un recipiente cilíndrico con un volumen de 0.0203 m<sup>3</sup> y una balanza con precisión de  $\pm 0.0625$  lb.

Figura 16. **Recipiente cilíndrico para medición de volumen**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Balanza**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.1. Peso

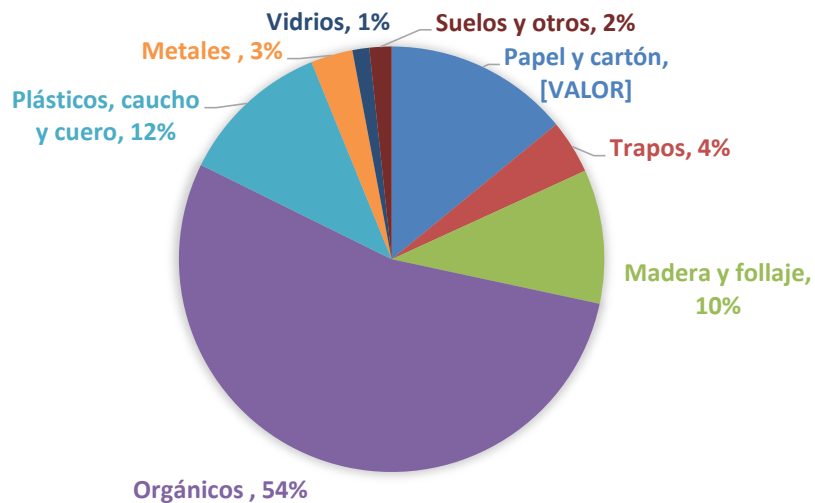
El peso obtenido de los desechos sólidos recolectados fue de 779.84 kg (ver apéndice 2, 3 y 4), distribuyéndose de la siguiente manera:

Tabla VII. **Peso de desechos sólidos**

| <b>Desecho sólido</b>     | <b>Peso (kg)</b> |
|---------------------------|------------------|
| Papel y cartón            | 109.77           |
| Trapos                    | 31.95            |
| Madera y follaje          | 79.45            |
| Orgánicos                 | 420.66           |
| Plásticos, caucho y cuero | 90.05            |
| Metales                   | 24.86            |
| Vidrio                    | 10               |
| Suelos y otros            | 13.09            |

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Porcentaje de desechos sólidos recolectados**



Fuente: elaboración propia.

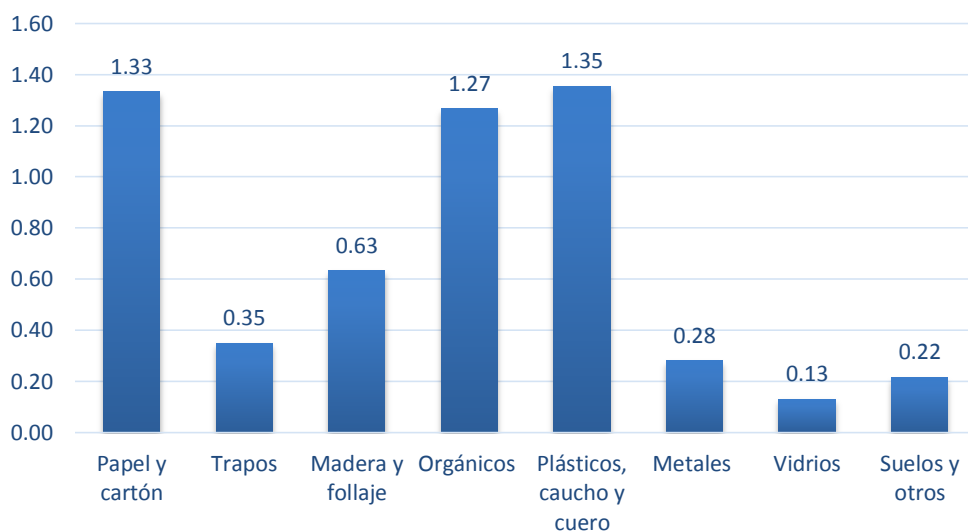
### 3.3.2. Volumen

La medición del volumen de los desechos sólidos, se realizó en manera suelta y en forma compactada (ver apéndice 5 y 6).

El volumen suelto se midió colocando los desechos sólidos en el recipiente cilíndrico cubicado, sin hacer presión y procurando llenar todos los espacios vacíos, su dimensión está dada en metros cúbicos. El volumen suelto total fue de: 5.56 m<sup>3</sup>.

La compactación del volumen se realizó manualmente, ejerciendo presión hasta sacar todo el aire contenido dentro del volumen de los desechos sólidos. En total se obtuvo un volumen compactado de: 3.60 m<sup>3</sup>.

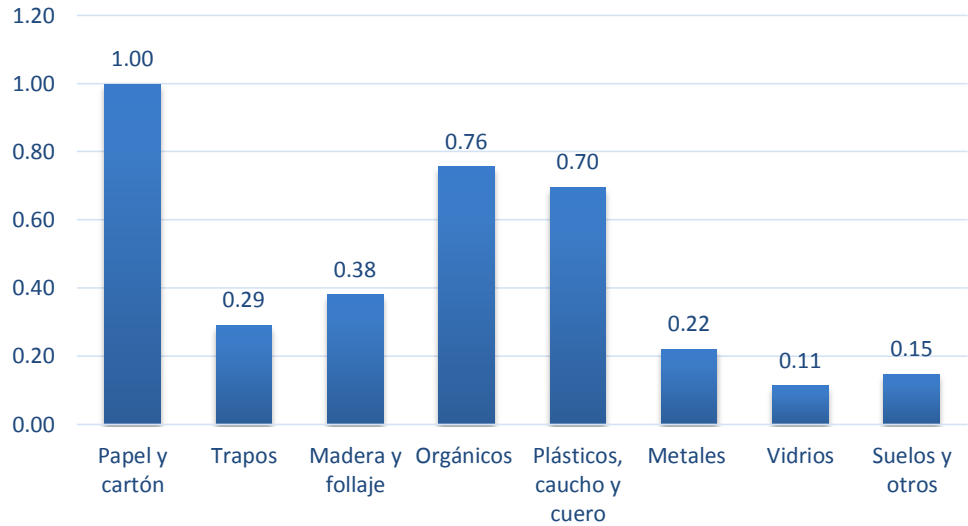
Figura 19. Volumen suelto (m<sup>3</sup>)



Fuente: elaboración propia.



Figura 20. **Volumen compactado (m<sup>3</sup>)**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3. Densidad o peso específico

Para el cálculo de la densidad suelta se utilizó para cada una de las clasificaciones de desechos sólidos, la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad de desecho sólido} = \frac{\text{masa de desecho sólido (kg)}}{\text{volumen de desecho sólido (m}^3\text{)}}$$

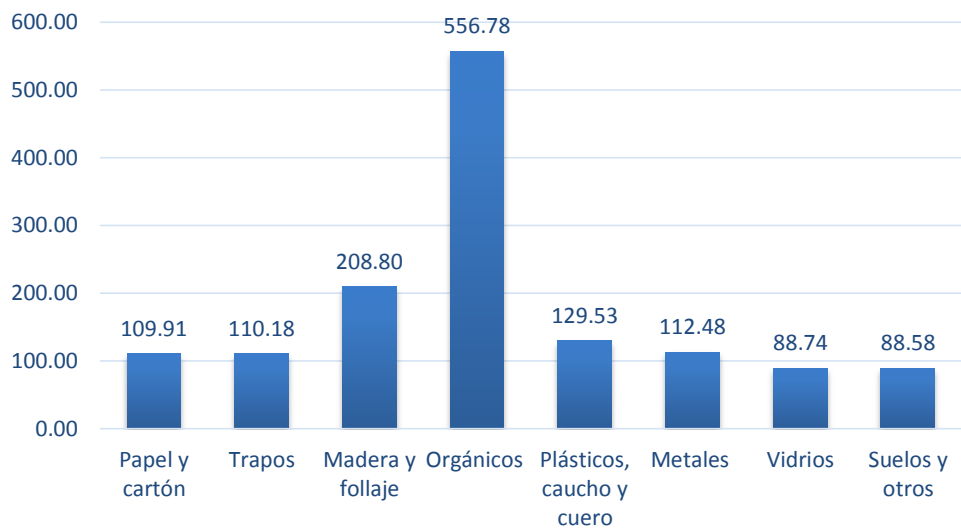
Obteniendo las densidades siguientes:

Figura 21. **Densidad suelta (kg/m<sup>3</sup>)**



Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Densidad compactada (kg/m<sup>3</sup>)**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. Humedad

La humedad obtenida de los desechos orgánicos, se realizó cortando los desechos orgánicos en trozos pequeños y metiéndolos al horno un día entero a una temperatura de 105°C (ver apéndice 7), utilizando la ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{peso húmedo (kg)} - \text{peso seco (kg)}}{\text{peso seco (kg)}} \times 100$$

Tabla VIII. **Contenido de humedad de desechos orgánicos**

| <b>Contenido de humedad (%)</b> | <b>Muestra</b> |
|---------------------------------|----------------|
| 357.81                          | 1              |
| 350.17                          | 2              |
| 324.72                          | 3              |
| 227.38                          | 4              |
| 142.92                          | 5              |

Fuente: elaboración propia

El promedio obtenido del contenido de humedad en los desechos orgánicos de colonia Los Naranjales es de 280.6 %

### 3.4. Cálculo de la generación de desechos sólidos (PPC) de colonia Los Naranjales, Escuintla

La producción per cápita, se realizó con los datos obtenidos y la ecuación siguiente:

$$PPC = \frac{\text{kilogramos de basura}}{\text{habitantes}} * \frac{1}{\text{días}}$$

Obteniendo:

$$PPC = \frac{779.84 \text{ kilogramos}}{218 \text{ habitantes}} * \frac{1}{7 \text{ días}} = 0.51$$

En colonia Los Naranjales se generan 0.51 kilogramos por habitante al día.

## **4. ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS**

### **4.1. Propuesta para el manejo de desechos sólidos en colonia Los Naranjales, Escuintla.**

El buen manejo de los desechos sólidos está reducido en tres propuestas, las cuales han sido muy eficientes, para el control de hábitos que perjudican la conservación del ambiente, causando la alteración del mismo. Las tres propuestas son: reducción, reutilización y reciclaje.

#### **4.1.1. Reducción**

El primer paso para el control en la generación de los desechos sólidos es la reducción de materiales por utilizar, ya que según la cantidad y tipo de residuos que se generen, así serán las opciones de manejo. Al minimizar la generación de los desechos, se reducen los costos involucrados en el manejo e impacto ambiental que van a generar y el volumen que ocuparán los desechos en un relleno sanitario.

En colonia los naranjales, se debe concientizar a la población respecto de los beneficios que se obtienen con la minimización de desechos, adoptando nuevos métodos que, además, son beneficiosos para la salud. Estos son:

- Acuerdos entre la municipalidad de Escuintla y los vecinos de colonia Los Naranjales, sobre el compromiso de contribuir con la minimización de los residuos.

- Fomento de la recuperación y reutilización en origen a través de planes estratégicos.
- Normativas que prioricen la minimización de ciertos residuos domiciliarios.
- Desarrollo de campañas educativas y formativas orientadas a fomentar la minimización.

Existen muchos ejemplos en los cuales se puede disminuir los desechos sólidos y los cuales se pueden aplicar en todo momento:

- Evitar utilizar materiales desechables
- Evitar las bolsas plásticas y utilizar bolsas de tela
- Elegir productos que tengan menos empaques
- Elegir pilas recargables
- Imprimir solo lo necesario y utilizar las dos caras de la hoja
- Uso de la tecnología para minimizar en uso de papel impreso
- Comprar solo lo necesario
- Utilizar envases reciclables

#### **4.1.2. Reutilización**

Es prolongar y adecuar la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.<sup>23</sup>

Dos de las maneras más frecuentes de reutilizar los desechos son:

---

<sup>23</sup> Artículo 1. *Decreto 1713 de 2002*, 2002. p. 8.

- **Emplear productos usados:** se pueden intercambiar artículos que tal vez para una persona ya no tengan utilidad pero para otra, sí, tal es el caso de: ropa, zapatos, libros, muebles, etcétera.

- **Darle más valor a productos usados:** transformar un objeto sin uso o destinado a ser un residuo en otro de igual o mayor utilidad y valor, como mobiliario o joyas, e incluso algunas iniciativas pagan a los consumidores que lleven sus productos viejos.<sup>24</sup>

El 28% de los vecinos en colonia Los Naranjales reutiliza sus desechos sólidos en varias maneras, el 6% lo utiliza en decoración, los más utilizados son los plásticos y el papel. Lo cual indica una iniciativa por los vecinos de aprovechar el tiempo de vida útil de sus desechos.

#### 4.1.3. Reciclaje

Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.<sup>25</sup>

Los beneficios del reciclaje son contar con la participación de la comunidad, identificando la valoración de los desechos y beneficiando en la minimización de los residuos dispuestos a un relleno sanitario contribuyendo a la conservación de los recursos naturales.

---

<sup>24</sup> EROSKI. *Reducir, reutilizar y reciclar*, 2012. p. 2.

<sup>25</sup> Artículo 1, Op. cit. p. 8.

El reciclaje de los desechos sólidos puede realizarse internamente en el hogar o mediante el servicio de recolección de los desechos.

Generalmente, para un reciclaje óptimo se necesita:

- Espacios para la separación de los desechos.
- Recolección y transporte interno, almacenamiento central o temporal y aprovechamiento.
- Disposición final.

Los espacios para la separación de los desechos son puntos ecológicos para la separación de residuos potencialmente aprovechables, como: materiales reciclables (plásticos, vidrios, metales, papeles y cartones) y no reciclables.

Los residuos reciclables son:

- Bolsas plásticas
- Botellas de bebidas y productos de limpieza
- Enlatados de comida
- Papel, periódico y cartón
- Revistas
- Latas de bebidas

Los residuos no reciclables y que presentan una alta peligrosidad para quienes los manipulan, son:



- Aerosoles de todo tipo
- Aparatos eléctricos
- Baterías de carro y pilas
- Bombillas y lámparas de fluorescentes
- Materiales de vinilo

El reciclaje puede adoptarse como una estrategia dentro del manejo integral de residuos sólidos; y puede promoverse, cuando el mejoramiento ambiental alcanzado sea económica y socialmente aceptable. El beneficio ambiental se incrementa dependiendo de la limpieza, disponibilidad y cantidad de los materiales valorizables. Comúnmente los de origen comercial, industrial e institucional constituyen un aporte importante en las tasas de reciclaje; y los domiciliarios, a pesar de contener sus materiales mezclados, con un buen programa de separación en la fuente pueden aportar pequeñas cantidades.<sup>26</sup>

En Escuintla existen centros de acopio, donde compran los materiales que pueden reciclarse, como: latas, papel y cartón. El 50% de los vecinos de colonia Los Naranjales hace uso de este servicio y el 6% beneficia a otras personas, donando estos desechos para que puedan obtener otros beneficios entre los cuales está también el económico.

#### **4.1.4. Compostaje**

El compostaje es el reciclaje del material orgánico para convertirlo en abono, se caracteriza por ser de color negro, inodoro, granulado y homogéneo. Sus beneficios generales son la disminución en el uso de fertilizantes elaborados a base de químicos que dañan los cultivos y erosionan el suelo.

---

<sup>26</sup> Cortinas de Nava, *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable*, 1999. p. 231.

La utilización de compostaje contribuye al mejoramiento del medio ambiente de diferentes maneras:

- Mejora la sanidad y el crecimiento de las plantas.
- Disminuye la demanda de fertilizantes que contaminan las fuentes hídricas.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Minimiza los cambios de pH en el suelo.
- Reduce los cambios bruscos de temperatura, debido al cambio climático.
- Contribuye a la reducción del volumen de los desechos domésticos, dándoles otra utilidad.

#### **4.1.4.1. Cuidados para la elaboración del compostaje en casa**

Se puede elaborar mediante el uso de pilas estáticas, debido al tamaño reducido que hay en la mayoría de los hogares, o directamente en el suelo.

Los factores por tomar en cuenta para la elaboración de compostaje son: temperatura, humedad, aireación y oxígeno.

- Temperatura: esta tiende a aumentar por la actividad microbiana debido a las oxidaciones biológicas exotérmicas, esta fase es llamada también termofílica y es donde se realiza la descomposición más rápida de los desechos orgánicos. La temperatura óptima para la descomposición es de 50° a 60° C.
- Humedad: la humedad óptima para el proceso de descomposición es de 50 a 70%. Si la humedad disminuye de este rango provoca la actividad microbiana y detiene el proceso de fermentación provocando malos

olores y si es mayor al rango, dificulta la circulación de oxígeno produciendo fermentaciones anaerobias.

- Aireación: es necesario voltear periódicamente para suministrar oxígeno al proceso de compost, generalmente es cada quince días.
- Oxígeno: se debe proporcionar más oxígeno durante la fase inicial de descomposición para provocar el crecimiento de la actividad microbiana, al llegar a la fase de estabilización esta demanda de oxígeno disminuye.

En la colonia Los Naranjales los desechos sólidos orgánicos, presentaron un contenido de humedad del 280.6%, lo cual es un parámetro para el control de la humedad en la elaboración del compostaje.

#### **4.1.4.2. Elaboración de compostaje**

Para su elaboración en casa debe tenerse un espacio disponible de 1m<sup>2</sup>, protegido de lluvias y viento.

- Los residuos se pueden dividir en desechos secos (pasto cortado y seco, hojas secas, aserrín y virutas de madera) y desechos húmedos (frutas y verduras, estiércol de animales herbívoros). No se recomienda la utilización de carnes, huesos o productos lácteos, por los malos olores que producen al descomponerse y aportan bacterias indeseables para la elaboración del compost.
- Se colocan dos capas de desechos secos por una capa de desechos húmedos, al finalizar se coloca una capa de desechos secos para evitar los malos olores y la presencia de roedores e insectos.

- Se debe voltear los desechos periódicamente para que se lleve a cabo su descomposición aerobia y humedecerlos para el proceso de fermentación, además de cuidar la temperatura. A medida que esto se realiza, se ira elaborando el compostaje reconociéndolo por la disminución de tamaño en sus partículas, llevándose a cabo en un tiempo aproximado de 6 a 8 meses.
- El factor principal para saber si el compostaje ha sido bien elaborado, es que no debe presentar mal olor, su color es marrón o negro y de temperatura fría, sin exceso de agua ni gusanos. Al determinar estas cualidades, debe tamizarse y estará listo para utilizarse en macetas o huertos, aplicándose una capa de 2 a 5 cm.

#### **4.2. Necesidad de un relleno sanitario en el municipio de Escuintla**

Los desechos generados por la colonia Los Naranjales tienen su disposición final en el botadero Las Estrellas del municipio de Escuintla, el cual no tiene un sistema de reciclaje para clasificar y reutilizar los desechos sólidos.

A sus alrededores colinda con las colonias Canadá y San Gabriel donde viven 133 familias, de las cuales 75 familias se dedican al reciclaje de basura para subsistir, debido a los problemas socioeconómicos y la falta de empleo, donde diariamente son recolectadas 20 toneladas de desechos sólidos.

El peligro eminente en esta situación, son los riesgos y enfermedades respiratorias y dérmicas a las que se exponen estas familias diariamente por la ubicación del basurero, que altera los abastecimientos de agua potable cercanas, debido al descontrolado manejo de sus lixiviados, por la descomposición de los desechos que llegan al botadero.

La contaminación de los ríos que atraviesa la cabecera municipal tiene sus consecuencias debido al aumento de la población que se ubica a las orillas de los mismos y los utiliza para deshacerse de sus desechos. Las viviendas se han incrementado de manera tal que las aguas de los ríos, se ven afectadas por la alteración de su composición, hecho que afecta la fauna y flora de los alrededores, además, los desechos son arrastrados por las precipitaciones y el aumento de los ríos, en la época de lluvia.

Una investigación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), realizada en el presente año, declaró que el noventa por ciento de los ríos de Guatemala, está altamente contaminado por desechos sólidos, aguas servidas, aguas industriales, entre otros desechos. Y al menos veinticinco

lagunas han desaparecido en el país en los últimos ochenta años, debido al avance de la urbanización y la contaminación.

En 2015, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) indicó, que el municipio de Escuintla ha sido afectado en la calidad del aire, particularmente en la época de zafra, debido a que la quema de material vegetal libera más dióxido de carbono y partículas de ceniza y hollín. A esto se agregan los gases que son liberados a la atmosfera por la quema incontrolada de los desechos sólidos, en el municipio. Entre los mayores problemas que produce la contaminación en el aire resaltan las enfermedades respiratorias, irritación de ojos y garganta.

Estas razones representan la necesaria realización, de un plan de gestión ambiental para la elaboración de un sistema de manejo de los desechos sólidos domiciliarios y un relleno sanitario en la cabecera municipal de Escuintla, para beneficio de la población y la conservación del medio ambiente.

Según el estudio de caracterización de desechos sólidos, la producción per cápita de los desechos sólidos generados por los vecinos de colonia Los Naranjales, es de 0.51 kg/hab/día, y su estudio socio-económico resulto ser medio, esto comparado con los datos obtenidos de la caracterización de desechos sólidos en los condominios de Villas de la Meseta, que es 0.56 kg./hab./día,<sup>27</sup> y el condominio residencial el Frutal 1, zona 5 de Villa Nueva, de 0.44 kg./hab./día.<sup>28</sup> Ambos condominios son de nivel socio-económico medio, esto permite tener estándares para próximas evaluaciones y estudios para diseños de plantas de tratamiento de desechos sólidos y rellenos sanitarios.

---

<sup>27</sup> ÁNGEL ENRÍQUEZ, Teresa Alejandra. *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio Villas de la Meseta, San Lucas Sacatepéquez*. 2009. 55 p.

<sup>28</sup> CHIAPAS PÉREZ, Juan Pablo. *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el condominio residencial El Frutal 1, zona 5 de Villa Nueva*. 2011. 89 p.

## CONCLUSIONES

1. La caracterización de los desechos sólidos en colonia Los Naranjales, permitió establecer las cantidades físicas que actualmente se generan. El 54% corresponde a los desechos orgánicos, seguido por el papel y cartón con el 14%, y los plásticos con el 12%.
2. La producción per cápita de los desechos sólidos generados por los vecinos de colonia Los Naranjales, de nivel socio-económico medio, es de 0.51 kg/hab/día.
3. El peso total de los desechos sólidos generados fue de 779.84 kg, con un volumen suelto de 5.56 m<sup>3</sup> y un volumen compactado de 3.60 m<sup>3</sup>. La densidad suelta de los desechos orgánicos es de 332.28 kg/m<sup>3</sup> y su densidad compactada es de 556.78 kg/m<sup>3</sup>.
4. La humedad promedio de los desechos sólidos orgánicos es de 280.6%, parámetro para el cuidado y control en la elaboración del compostaje.
5. El 29% de residuos producidos en la colonia incluye materiales reciclables tales como papel y cartón, plásticos y metales, que pueden aprovecharse si se dispone de ellos correctamente.
6. La elaboración de abono orgánico o compostaje es la alternativa inmediata para el aprovechamiento de los desechos orgánicos domiciliarios.

7. El principal beneficio que los vecinos de colonia Los Naranjales obtienen de los desechos sólidos es el económico, mediante el reciclaje de metales.
  
8. La minimización y recuperación de los desechos sólidos depende de la responsabilidad, características socioculturales y económicas de cada colonia en la cabecera de Escuintla, para lo cual se necesita de una participación activa e involucrada de los vecinos.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar un plan de gestión ambiental para el manejo de desechos sólidos del municipio que evite la alteración de los sistemas ambientales.
2. Implementar la caracterización realizada para la colocación de una planta de tratamiento de desechos sólidos, que la municipalidad considere y operacionalmente sea factible.
3. Reducir el uso de materiales plásticos o no reciclables en las labores cotidianas.
4. Aplicar un plan de separación de los residuos sólidos domiciliarios, por medio del uso de bolsas codificadas con colores para facilitar su recolección, reducir tiempo y costos en su manejo final.
5. Elaborar programas de concientización para informar a la población sobre los impactos negativos en la salud y medio ambiente por la inadecuada disposición de los desechos sólidos.
6. Sacar el máximo provecho en la elaboración de compostaje en casa, para brindarle los nutrientes necesarios al suelo, prolongando su tiempo de vida útil y regeneración.

7. Evitar el vertido incontrolado de los desechos sólidos en botaderos clandestinos y fuentes hídricas, que generen la mezcla de lixiviados con desechos peligrosos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo Gubernativo No. 509-2001. *Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios*, Guatemala, 28 de diciembre de 2001.
2. ÁNGEL ENRÍQUEZ, Teresa Alejandra. *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del condominio Villas de la Meseta, San Lucas Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2009. 55 p.
3. BASTERRECHEA, Manuel. *Estudio reforma de la estructura del manejo de residuos sólidos en la cuenca sur del lago de Amatitlán*. AMSA. 2012. 335 p.
4. CHIAPAS PÉREZ, Juan Pablo. *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el condominio residencial El Frutal 1, zona 5 de Villa Nueva*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 89 p.
5. DURÁN CHÉVEZ, Dilenia; VÍLCHEZ OCHOA, Reina. *Caracterización de los residuos sólidos en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras*. Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 2009. 29 p.

6. GAY, José; GISPERT, Carlos y VIDAL, José A. *Enciclopedia de Guatemala, Tomo 1*. España: Océano. 2002. 472 p. ISBN 84-494-3243-X.
7. GAY, José; GISPERT, Carlos y VIDAL, José A. *Enciclopedia Concisa de Guatemala*. España: Océano. 1999. 96 p. ISBN 84-494-1375-3.
8. GONZÁLEZ, Julián. *Residuos sólidos urbanos, módulo I: contaminación ambiental*. España: Escuela de negocios. 2008. 105 p.
9. GREENPEACE. *Manual Ciudadano sobre Desechos Sólidos*. Guatemala: Fondo de Cultura Editorial. 1998. 93 p.
10. HERNÁNDEZ, Felicia; PRATT, Lawrence. *Manejo de Desechos Sólidos en Dos Ciudades Centroamericanas: Soluciones del sector de la pequeña y mediana empresa*. Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible (CLACDS) e INCAE. 1998. 26 p.
11. INSIVUMEH [en línea]. *Meteorología*. Actualizada: 25 junio 2015. [Fecha de consulta: 10 julio 2016]. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia.html>
12. JARAMILLO, Jorge. *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Washington, D.C.: Francisco Zepeda. 1991. 211 p.

13. MARN. *Documento base del pacto ambiental en Guatemala 2016-2020*. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de Guatemala. 2016. 97 p.
14. MENDIZÁBAL, G. *Estudio sobre la recolección, transporte y disposición final de desechos sólidos en la ciudad de Escuintla*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1996. 50 p.
15. MORÁN MÉRIDA, Amanda. *Ciudad de Escuintla: gestión de servicios y expansión urbana*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios Urbanos y Regionales. 1998. 54 p.
16. NARCISO, Rubén; ESTRADA, Danilo. *Caracterización departamental Escuintla 2012*. Instituto Nacional de Estadística Guatemala. 2013. 72 p.
17. RICHTER ARÍS, Virginia Elizabeth. *Diseño del relleno sanitario en el vertedero del municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2012. 75 p.
18. SAKURAI, Kunitoshi. *HDT 17: Método sencillo del análisis de residuos sólidos*. CEPIS/OPS. Asesor regional en residuos sólidos. 2000.
19. SIMMONS, Charles. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Guatemala: Editorial del Ministerio de Educación Pública “José de Pinera Ibarra”. 1986. 997 p.

20. VELÁSQUEZ AGUIRRE, Ludvina. *Estrategias de concientización ante el impacto ambiental de los desechos sólidos (basura) en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Trabajo Social. 2000. 54 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Encuesta

### ENCUESTA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES EN COLONIA LOS NARANJALES, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESCUINTLA



Fecha:

No. de Casa:

**¿Clasifica usted los desechos sólidos (basura) en su hogar?**

Si

No

**Si su respuesta es sí, ¿qué desechos sólidos clasifica?**

- Papel y cartón
- Trapos
- Madera y follaje
- Orgánicos (restos de alimentos)
- Plásticos, caucho y cuero
- Metales (latas, pilas, marcos de hierro)
- Vidrio
- Suelos y otros

**¿Encuentra un beneficio realizando esta tarea? ¿Cuál? \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_.

**¿Qué tipo de desecho sólido cree que más se genera en su hogar? \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_.

**¿Es consciente de los daños para la salud y medio ambiente que produce el mal manejo de los desechos sólidos?**

Si

No

**¿Está de acuerdo con que se coloque una planta de tratamiento de desechos sólidos en la cabecera de Escuintla?**

Si

No

**¿Estaría dispuesto en contribuir con la caracterización de sus desechos sólidos para mejorar el proceso de su disposición final?**

Si

No

**¿Cuántas personas habitan en su hogar? \_\_\_\_\_.**

**¿Cuál es su nivel académico? \_\_\_\_\_.**





**Según su situación económica, en cual se encuentra:**

Económicamente activo  
Económicamente inactivo

**Si es una persona económicamente activa, seleccione su categoría ocupacional:**

Patrono  
Cuenta propia  
Empleado público  
Empleado privado  
Familiar no remunerado

**Especifique su ocupación laboral:** \_\_\_\_\_.

**Si es una persona económicamente inactiva, seleccione su categoría ocupacional:**

Vive de renta o jubilación  
Solamente estudia  
Únicamente oficios domésticos  
No trabaja

**Seleccione el rango en el cual se encuentran sus ingresos económicos mensuales:**

Q. 0 – Q. 1,999  
Q. 2,000 – Q. 3,999  
Q. 4,000 – Q. 5,999  
Q. 6,000 – Q. 7,999  
Q. 8,000 – Q. 9,999

**Gracias**

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 2. Datos de peso de los desechos sólidos recolectados

### Caracterización de desechos sólidos domiciliarios en colonia Los Naranjales, zona 4, municipio de Escuintla

Realizó: Rebeca Eguizábal León



| No. de casa  | Desechos sólidos (lb) |              |                  |               |                           |              |              |                |
|--------------|-----------------------|--------------|------------------|---------------|---------------------------|--------------|--------------|----------------|
|              | Papel y cartón        | Tropos       | Madera y follaje | Orgánicos     | Plásticos, caucho y cuero | Metales      | Vidrios      | Suelos y otros |
| 1            | 5.50                  | 0.00         | 4.80             | 28.60         | 8.80                      | 2.20         | 0.90         | 0.00           |
| 2            | 8.80                  | 0.00         | 10.30            | 20.90         | 6.70                      | 1.30         | 0.00         | 0.50           |
| 3            | 3.90                  | 8.30         | 2.20             | 16.50         | 1.60                      | 1.10         | 0.20         | 0.90           |
| 4            | 0.50                  | 1.10         | 2.90             | 6.60          | 2.10                      | 0.00         | 0.00         | 0.00           |
| 5            | 2.90                  | 3.30         | 0.00             | 12.10         | 2.50                      | 1.10         | 0.00         | 0.00           |
| 6            | 4.40                  | 4.40         | 6.60             | 25.30         | 4.40                      | 0.00         | 0.00         | 0.40           |
| 7            | 6.60                  | 0.00         | 0.00             | 13.20         | 3.90                      | 0.90         | 0.90         | 0.00           |
| 8            | 9.30                  | 0.40         | 4.40             | 27.50         | 6.60                      | 1.60         | 0.70         | 0.20           |
| 9            | 1.60                  | 0.00         | 5.70             | 18.70         | 1.30                      | 0.60         | 0.00         | 0.40           |
| 10           | 5.50                  | 0.60         | 8.30             | 23.10         | 4.90                      | 4.40         | 0.00         | 0.70           |
| 11           | 4.40                  | 1.10         | 4.40             | 14.30         | 6.80                      | 2.20         | 1.10         | 1.40           |
| 12           | 11.00                 | 0.00         | 0.00             | 15.40         | 6.00                      | 1.60         | 0.40         | 0.00           |
| 13           | 11.00                 | 0.00         | 4.10             | 22.00         | 4.10                      | 0.70         | 0.00         | 0.90           |
| 14           | 6.60                  | 0.00         | 8.20             | 19.30         | 3.90                      | 1.50         | 0.00         | 0.90           |
| 15           | 1.10                  | 8.20         | 0.00             | 15.40         | 6.60                      | 0.00         | 0.00         | 2.50           |
| 16           | 0.60                  | 1.10         | 0.00             | 13.60         | 1.50                      | 0.00         | 0.00         | 0.60           |
| 17           | 1.10                  | 2.20         | 0.00             | 11.00         | 1.10                      | 0.20         | 0.30         | 0.00           |
| 18           | 1.10                  | 0.00         | 2.60             | 29.15         | 5.50                      | 0.60         | 0.00         | 0.00           |
| 19           | 3.80                  | 0.00         | 1.00             | 12.50         | 1.10                      | 0.00         | 0.50         | 0.00           |
| 20           | 8.80                  | 0.90         | 0.50             | 24.20         | 2.10                      | 0.20         | 0.30         | 1.80           |
| 21           | 2.70                  | 0.00         | 4.40             | 14.30         | 1.50                      | 0.30         | 0.00         | 1.10           |
| 22           | 3.30                  | 0.00         | 6.70             | 33.00         | 5.00                      | 0.00         | 0.00         | 0.30           |
| 23           | 2.20                  | 1.10         | 2.60             | 13.20         | 1.60                      | 3.30         | 5.00         | 1.50           |
| 24           | 6.60                  | 0.00         | 1.00             | 9.90          | 6.00                      | 2.70         | 0.00         | 0.00           |
| 25           | 6.00                  | 0.00         | 7.60             | 11.00         | 3.30                      | 0.00         | 0.00         | 1.30           |
| 26           | 4.00                  | 0.00         | 0.00             | 15.80         | 4.40                      | 0.70         | 2.20         | 0.30           |
| 27           | 2.70                  | 1.50         | 3.00             | 24.20         | 2.50                      | 0.90         | 0.00         | 0.00           |
| 28           | 2.50                  | 2.20         | 4.40             | 13.20         | 7.70                      | 0.00         | 0.00         | 0.70           |
| 29           | 4.40                  | 1.10         | 2.70             | 16.50         | 1.60                      | 1.50         | 0.00         | 0.00           |
| 30           | 3.80                  | 1.10         | 2.20             | 17.60         | 1.10                      | 2.20         | 0.00         | 0.40           |
| 31           | 2.00                  | 1.70         | 3.30             | 8.80          | 4.70                      | 0.50         | 0.00         | 0.20           |
| 32           | 3.90                  | 1.30         | 0.00             | 9.90          | 1.30                      | 1.10         | 0.10         | 0.50           |
| 33           | 7.50                  | 2.00         | 0.00             | 17.50         | 2.00                      | 0.00         | 0.00         | 0.00           |
| 34           | 2.50                  | 1.50         | 3.00             | 20.30         | 1.70                      | 2.00         | 0.00         | 0.00           |
| 35           | 5.60                  | 0.00         | 1.50             | 14.00         | 3.40                      | 0.30         | 0.80         | 0.60           |
| 36           | 4.70                  | 1.20         | 2.80             | 17.10         | 2.50                      | 0.00         | 0.00         | 0.00           |
| 37           | 3.40                  | 1.00         | 1.20             | 22.50         | 4.70                      | 0.50         | 0.00         | 0.80           |
| 38           | 4.70                  | 0.00         | 5.30             | 14.60         | 3.40                      | 0.00         | 0.00         | 1.40           |
| 39           | 6.50                  | 1.70         | 5.70             | 10.00         | 3.00                      | 2.40         | 0.10         | 0.00           |
| 40           | 3.80                  | 1.50         | 0.90             | 12.40         | 2.80                      | 0.60         | 0.00         | 1.10           |
| 41           | 2.30                  | 0.00         | 2.70             | 13.80         | 4.70                      | 1.30         | 1.20         | 0.00           |
| 42           | 4.00                  | 1.80         | 2.70             | 16.70         | 3.50                      | 0.80         | 1.50         | 0.00           |
| 43           | 2.30                  | 1.00         | 6.40             | 24.80         | 5.20                      | 0.00         | 0.60         | 0.50           |
| 44           | 4.40                  | 0.00         | 3.80             | 16.50         | 5.80                      | 2.70         | 0.90         | 0.90           |
| 45           | 5.00                  | 2.00         | 2.50             | 12.20         | 3.00                      | 0.40         | 0.00         | 0.20           |
| 46           | 6.60                  | 1.30         | 1.00             | 13.50         | 2.40                      | 0.20         | 0.00         | 0.10           |
| 47           | 3.90                  | 1.00         | 3.50             | 11.70         | 4.50                      | 0.00         | 0.50         | 1.00           |
| 48           | 4.20                  | 0.00         | 5.70             | 12.80         | 2.00                      | 0.70         | 0.00         | 0.40           |
| 49           | 5.70                  | 2.00         | 3.00             | 25.20         | 2.50                      | 1.30         | 0.40         | 0.80           |
| 50           | 5.50                  | 3.50         | 4.00             | 23.50         | 3.80                      | 2.70         | 0.00         | 0.30           |
| 51           | 3.40                  | 2.00         | 5.50             | 17.20         | 4.30                      | 1.80         | 0.70         | 1.60           |
| 52           | 2.30                  | 1.20         | 2.00             | 24.70         | 5.60                      | 0.50         | 0.00         | 0.20           |
| 53           | 4.60                  | 3.00         | 1.70             | 11.90         | 2.20                      | 1.30         | 2.70         | 0.00           |
| 54           | 6.00                  | 1.00         | 6.00             | 15.80         | 2.90                      | 1.80         | 0.00         | 1.40           |
| <b>Total</b> | <b>241.50</b>         | <b>70.30</b> | <b>174.80</b>    | <b>925.45</b> | <b>198.10</b>             | <b>54.70</b> | <b>22.00</b> | <b>28.80</b>   |

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 3. Desechos sólidos clasificados y recolectados



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Desechos sólidos clasificados y recolectados



Fuente: elaboración propia.



Apéndice 5. Medición de volumen de los desechos sólidos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Obtención de datos de los desechos sólidos



Fuente: elaboración propia.





Apéndice 7. Humedad de desechos orgánicos



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



---

**INFORME No.:** 182 S.S.      **O.T.:** 36,068

**No. 7316**

**INTERESADO:** Ana Rebeca Eguizábal León

**PROYECTO:** Tesis "Caracterización de Desechos Sólidos Domiciliarios en Colonia Los Naranjales, Zona 4, Municipio de Escuintla"

**UBICACIÓN:** 6 Av. 0-101 Zona 4, Escuintla

**ASUNTO:** ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

**NORMA:** AASHTO T-265    ASTM D-2216

**FECHA:** viernes, 10 de junio de 2016

**RESULTADO DEL ENSAYO:**

| Contenido de humedad (%) | Muestra | Descripción del Material    |
|--------------------------|---------|-----------------------------|
| 357.81                   | 1       | Desecho de Materia Orgánica |
| 350.17                   | 2       | Desecho de Materia Orgánica |
| 324.72                   | 3       | Desecho de Materia Orgánica |
| 227.38                   | 4       | Desecho de Materia Orgánica |
| 142.92                   | 5       | Desecho de Materia Orgánica |

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.  
Temperatura de secado de 105.0 °C a solicitud del interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.   
Ing. Francisco Javier Quiñónez de La Cruz  
DIRECTOR CII/USAC





  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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



