



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS ORDINARIOS PARA LA REUTILIZACIÓN  
COMO FERTILIZANTES DE SUELOS, EN UN PARQUE INDUSTRIAL DE UN INGENIO  
AZUCARERO**

**Kevin Fidel Espaderos Estrada**

Asesorado por el Ing. Mario Alberto Serrano Ruano

Guatemala, agosto del 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS ORDINARIOS PARA LA REUTILIZACIÓN  
COMO FERTILIZANTES DE SUELOS, EN UN PARQUE INDUSTRIAL DE UN INGENIO  
AZUCARERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KEVIN FIDEL ESPADEROS ESTRADA**

ASESORADO POR EL ING. MARIO ALBERTO SERRANO RUANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |   |
|------------|---|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada   |
| VOCAL I    | Ing. José Francisco Gómez Rivera        |
| VOCAL II   | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez     |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran           |
| VOCAL IV   | Br. Christian Moisés de la Cruz Leal    |
| VOCAL V    | Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez         |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| DECANO      | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR  | Ing. Erwin Danilo González Trejo   |
| EXAMINADOR  | Ing. Juan Carlos Godínez Orozco    |
| EXAMINADORA | Inga. Andrea Cristina Vivas Ortega |
| 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:

**MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS ORDINARIOS PARA LA REUTILIZACIÓN COMO FERTILIZANTES DE SUELOS, EN UN PARQUE INDUSTRIAL DE UN INGENIO AZUCARERO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica industrial, con fecha 27 de septiembre de 2018.

**Kevin Fidel Espaderos Estrada**





## **ACTO QUE DEDICO A:**

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Dios</b>         | Por ser quien me dio dirección, sabiduría, bendiciones y vida para vivir la experiencia de alcanzar mí meta.         |
| <b>Mis padres</b>   | Fidel Espaderos y María de los ángeles Estrada por ser quienes me brindaron amor, apoyo y creyeron firmemente en mí. |
| <b>Mis hermanos</b> | Fabio, Dylan y Dulce Espaderos. Por estar siempre a mi lado.   |
| <b>Mis tíos</b>     | Aaron Mijangos y Lorena Estrada por el apoyo incondicional y cariño que me han demostrado.                           |
| <b>Mis primos</b>   | Edward y Melisa Estrada por sus muestras de apoyo.   |
| <b>Mi pareja</b>    | Dulce Paredes por ser la persona quien siempre me mostró todo su afecto y que podía alcanzar esta meta.              |



## **AGRADECIMIENTOS A:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por ser mí casa de estudios y por la formación académica que he adquirido.   |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>                 | Por ser la facultad que desarrolló mi crecimiento tanto personal como profesional.                                       |
| <b>Mis amigos de la facultad</b>              | Carlos Duque, Sebastián Guerra y Marco del Valle por ser mis grandes amigos y compañeros de clase.                       |
| <b>Mi asesor</b>                              | Ing. Mario Serrano por apoyarme en esta etapa de mi carrera y brindarme sus conocimientos.                               |
| <b>Personal del área de ambiente</b>          | Por todo el apoyo que me brindaron y los conocimientos adquiridos.   |
| <b>Mis catedráticos</b>                       | Por aquellos catedráticos que me brindaron su amistad, apoyo y me inculcaron un sentimiento de superación y aprendizaje. |



## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                 | VII  |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....                       | IX   |
| GLOSARIO .....                                | XI   |
| RESUMEN.....                                  | XIII |
| OBJETIVOS.....                                | XV   |
| INTRODUCCIÓN .....                            | XVII |
| <br>  |      |
| 1. ANTECEDENTES GENERALES Y CONCEPTOS .....   | 1    |
| 1.1. Inicios de la empresa en Guatemala ..... | 1    |
| 1.2. Información general.....                 | 4    |
| 1.2.1. Ubicación .....                        | 4    |
| 1.2.2. Misión .....                           | 5    |
| 1.2.3. Visión.....                            | 5    |
| 1.3. Tipos de organización.....               | 5    |
| 1.4. ¿Qué son los desechos ordinarios? .....  | 5    |
| 1.5. Desechos inorgánicos .....               | 6    |
| 1.6. Tipos de desechos inorgánicos .....      | 7    |
| 1.6.1. Vidrio .....                           | 7    |
| 1.6.2. Plástico .....                         | 8    |
| 1.6.2.1. Plástico HDPE .....                  | 10   |
| 1.6.2.2. Plástico de polipropileno .....      | 11   |
| 1.6.3. Cartón.....                            | 11   |
| 1.6.4. Metal.....                             | 12   |
| 1.6.5. Textiles .....                         | 13   |
| 1.7. Desechos orgánicos .....                 | 14   |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.8.     | Otros tipos de desechos sólidos.....                 | 15 |
| 1.8.1.   | Desechos peligrosos .....                            | 15 |
| 1.8.2.   | Desechos sólidos inertes.....                        | 16 |
| 1.8.3.   | Desechos tecnológicos.....                           | 17 |
| 1.9.     | Aprovechamiento o erradicación de los desechos ..... | 17 |
| 1.9.1.   | Compostaje .....                                     | 17 |
| 1.9.2.   | Reciclaje.....                                       | 18 |
| 1.9.2.1. | El método de las 3 erres.....                        | 19 |
| 1.9.3.   | Vertederos.....                                      | 20 |
| 1.9.4.   | Incineración .....                                   | 21 |
| 1.10.    | Contaminación .....                                  | 22 |
| 2.       | SITUACIÓN ACTUAL .....                               | 23 |
| 2.1.     | Generación de desechos .....                         | 23 |
| 2.2.     | Caracterización de los desechos según el área .....  | 23 |
| 2.2.1.   | Club-asta-domiciliar.....                            | 24 |
| 2.2.2.   | Área industrial .....                                | 24 |
| 2.2.3.   | Oficinas .....                                       | 25 |
| 2.2.4.   | Taller .....   | 25 |
| 2.2.5.   | Módulos habitacionales dentro del ingenio.....       | 26 |
| 2.2.6.   | Centro educativo .....                               | 26 |
| 2.3.     | Mapa actual del ingenio .....                        | 26 |
| 2.4.     | Recolección.....                                     | 27 |
| 2.4.1.   | Servicio de recolección.....                         | 28 |
| 2.4.2.   | Cantidad recolectada.....                            | 28 |
| 2.4.3.   | Cobertura de recolección .....                       | 29 |
| 2.4.4.   | Transporte de desechos.....                          | 29 |
| 2.5.     | Disposición final .....                              | 30 |
| 2.5.1.   | Lugar de destino de desechos recolectados .....      | 30 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.5.2. | Razones de la disposición actual de los<br>desechos .....                  | 31 |
| 2.6.   | Cultural .....   | 32 |
| 2.6.1. | Formas de disponer de la basura, desde el punto<br>de vista cultural ..... | 32 |
| 2.7.   | Prácticas de reciclaje en el ingenio.....                                  | 33 |
| 2.8.   | Contaminación.....   | 36 |
| 2.8.1. | Contaminación del suelo.....   | 36 |
| 2.8.2. | Contaminación atmosférica .....  | 37 |
| 3.     | PROPUESTA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS<br>ORDINARIOS.....           | 39 |
| 3.1.   | Generación de desechos en el parque industrial.....                        | 39 |
| 3.2.   | Almacenamiento .....   | 42 |
| 3.2.1. | Por su origen .....  | 43 |
| 3.2.2. | Por su composición .....   | 44 |
| 3.3.   | Recolección .....  | 45 |
| 3.4.   | Clasificación de los desechos ordinarios .....                             | 47 |
| 3.5.   | Transporte .....   | 51 |
| 3.5.1. | Maquinaria .....   | 52 |
| 3.5.2. | Servicio .....   | 52 |
| 3.5.3. | Cobertura.....   | 53 |
| 3.6.   | Disposición final.....   | 53 |
| 3.6.1. | Vertedero .....  | 54 |
| 3.6.2. | Incineración .....   | 54 |
| 3.6.3. | Trituración.....   | 55 |
| 3.7.   | Aprovechamiento.....   | 56 |
| 3.7.1. | Compostaje en el tratamiento de suelos.....                                | 56 |
| 3.7.2. | Comercialización de desechos .....   | 58 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.8.     | Estimación de costos de la propuesta.....                                   | 60 |
| 4.       | DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....  | 61 |
| 4.1.     | Mapeo de los lugares de desecho.....  | 61 |
| 4.2.     | Delimitación por áreas para el manejo y tratamiento de los<br>desechos..... | 62 |
| 4.2.1.   | Fábrica .....   | 62 |
| 4.2.2.   | Oficinas .....  | 62 |
| 4.2.3.   | Taller .....  | 63 |
| 4.2.4.   | Área residencial.....   | 63 |
| 4.2.5.   | Club social.....  | 64 |
| 4.3.     | Identificación de buzones temporales .....                                  | 64 |
| 4.4.     | Identificación de procedimientos de transporte de acopio<br>generales ..... | 66 |
| 4.5.     | Caracterización de los desechos según el área .....                         | 67 |
| 4.6.     | Clasificación de los desechos ordinarios.....                               | 68 |
| 4.6.1.   | Por su composición orgánica e inorgánica .....                              | 69 |
| 4.7.     | Áreas de disposición final.....   | 69 |
| 4.7.1.   | Disposición final de los desechos inorgánicos.....                          | 74 |
| 4.7.1.1. | Clasificación de los desechos.....  | 74 |
| 4.7.2.   | Disposición final de los desechos orgánicos .....                           | 76 |
| 4.7.2.1. | Clasificación de los desechos.....  | 76 |
| 4.7.2.2. | Realización del compost para la<br>recuperación de suelos .....             | 78 |
| 4.8.     | Costos del desarrollo de la propuesta .....                                 | 80 |
| 4.9.     | Capacitación a trabajadores.....  | 80 |
| 5.       | SEGUIMIENTO O MEJORA .....  | 83 |
| 5.1.     | Resultados obtenidos.....   | 83 |



|                       |                            |    |
|-----------------------|----------------------------|----|
| 5.2.                  | Interpretación.....        | 86 |
| 5.3.                  | Aplicación .....           | 86 |
| 5.4.                  | Ventajas y beneficios..... | 87 |
| 5.5.                  | Acciones correctivas.....  | 88 |
| CONCLUSIONES .....    |                            | 89 |
| RECOMENDACIONES ..... |                            | 91 |
| BIBLIOGRAFÍA.....     |                            | 93 |
| APÉNDICE.....         |                            | 95 |
| ANEXOS .....          |                            | 97 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Ingenio Palo Gordo .....                              | 1  |
| 2.  | Ubicación del ingenio .....                           | 4  |
| 3.  | Ingenio Palo Gordo .....                              | 27 |
| 4.  | Tractor del ingenio.....                              | 29 |
| 5.  | Carretón del tractor .....                            | 30 |
| 6.  | Disposición final de los desechos.....                | 31 |
| 7.  | Cajas de cartón para el papel.....                    | 33 |
| 8.  | Área de almacenamiento de llantas .....               | 34 |
| 9.  | Área para almacenar los metales.....                  | 35 |
| 10. | Lugar de almacenamiento de acumuladores.....          | 36 |
| 11. | Área de almacenamiento de metales .....               | 43 |
| 12. | Diagrama de flujo del proceso de recolección.....     | 46 |
| 13. | Clasificación de los desechos .....                   | 48 |
| 14. | Colores en los depósitos .....                        | 49 |
| 15. | Ejemplo del Ícono de los depósitos .....              | 50 |
| 16. | Contenedores de un solo color .....                   | 51 |
| 17. | Diagrama de recorrido del transporte de desechos..... | 53 |
| 18. | Recolección en los lugares de desecho .....           | 61 |
| 19. | Buzones temporales para área domiciliar .....         | 65 |
| 20. | Buzones temporales para área del club .....           | 65 |
| 21. | Clasificación por su composición .....                | 69 |
| 22. | Depósito general de chatarra .....                    | 70 |
| 23. | La llantera .....                                     | 71 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 24. | Centro de acopio área de papel y cartón .....                           | 72 |
| 25. | Centro de acopio área de plásticos y latas .....                        | 72 |
| 26. | Diagrama de flujo de los procesos a realizar en el acopio general ..... | 73 |
| 27. | Pila de compost .....   | 78 |
| 28. | Tasa de producción de los residuos .....                                | 85 |

## TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Generación de desechos por área.....                            | 41 |
| II.   | Por su origen.....  | 43 |
| III.  | Por su composición.....   | 45 |
| IV.   | Precios aproximados para los residuos ordinarios.....           | 59 |
| V.    | Costos mensuales aproximados .....                              | 60 |
| VI.   | Recipientes con su color asignado en el parque industrial ..... | 64 |
| VII.  | Porcentajes de volumen según el área .....                      | 68 |
| VIII. | Clasificación de los desechos inorgánicos.....                  | 74 |
| IX.   | Precios de venta de otros desechos inorgánicos.....             | 75 |
| X.    | Clasificación de los desechos orgánicos para compost.....       | 77 |
| XI.   | Costos del desarrollo de la propuesta.....                      | 80 |
| XII.  | Peso de muestras recolectadas solo en 5 áreas .....             | 83 |
| XIII. | Peso de muestras recolectadas semanal .....                     | 83 |
| XIV.  | Tasa de producción de desechos .....                            | 85 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>       | <b>Significado</b>                          |
|----------------------|---|
| <b>hp</b>            | Caballos de fuerza                          |
| <b>IPG</b>           | Ingenio Palo Gordo                          |
| <b>kg</b>            | Kilogramo                                   |
| <b>lb</b>            | Libra                                       |
| <b>lt</b>            | Litro                                       |
| <b>m</b>             | Metro                                       |
| <b>m<sup>3</sup></b> | Metro cúbico                                |
| <b>MARN</b>          | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales |
| <b>mm</b>            | Milímetro                                   |
| <b>nm</b>            | Nanómetro                                   |
| <b>qq</b>            | Quintales                                   |
| <b>SSO</b>           | Salud y Seguridad Ocupacional               |
| <b>Tn</b>            | Tonelada                                    |



## GLOSARIO

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Aerobio</b>        | Proceso bioquímico que ocurre en presencia del oxígeno.   |
| <b>Ambiente</b>       | Lugar que rodea un cuerpo o circula a su alrededor.   |
| <b>Anaerobio</b>      | Proceso bioquímico que ocurre en ausencia de oxígeno.   |
| <b>Biodegradable</b>  | Sustancias que pueden ser descompuestas por microorganismos en un período relativamente corto.  |
| <b>Biodegradación</b> | Proceso de descomposición de sustancias, llevado a cabo por organismos vivos.   |
| <b>Biogás</b>         | Mezcla de gases producidos por la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos, compuesta principalmente de metano y dióxido de carbono. |
| <b>Empaque</b>        | Recipiente o envoltorio que contiene productos de manera temporal, principalmente para agrupar unidades de un producto y manipularlos.          |
| <b>Extrusión</b>      | Es un proceso para crear objetos con sección transversal definida y fija.   |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Factible</b>            | Que puede ser hecho o que es fácil de realizar.  |
| <b>Gestión</b>             | Conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar.  |
| <b>Guajero</b>             | Persona que vive y trabaja en áreas destinadas a la basura, dedicado a la actividad de buscar y clasificar objetos y materiales que puedan ser reciclados. |
| <b>Lixiviados</b>          | Líquido que percóla a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales.                                      |
| <b>Obsolescencia</b>       | Condición o estado en que se encuentra un producto que ha sobrepasado su vigencia por lo que queda sin utilidad.   |
| <b>Privatización</b>       | Otorgamiento de concesiones al sector privado para el manejo de residuos ordinarios.   |
| <b>Segmento de mercado</b> | Grupo relativamente grande y homogéneo de personas que son consumidores de un producto.  |
| <b>Tren de aseo</b>        | Servicio de aseo que comprende actividades relacionadas al manejo de residuos sólidos.   |



## RESUMEN

En el ingenio Palo Gordo, se inició un cambio referente a los desechos sólidos que se generan diariamente en sus instalaciones por todas las actividades productivas que se realizan. Se está implementando un plan de manejo y tratamientos de desechos ordinarios con la finalidad de mitigar esta problemática que repercute en serios daños al medioambiente y problemas legales si no se llegara a cumplir con lo establecido.

Se establecieron objetivos que son alcanzables a corto, mediano y largo plazo. Se determinaron las estrategias y procesos para una gestión eficiente de todos los elementos que se encuentran implicados en el plan. Se identificaron los lugares de almacenamiento, los puntos de recolección y los volúmenes generados en cada área. La clasificación adecuada para las instalaciones y los colores representativos por cada desecho y se agruparon desechos para reducir el espacio a utilizar en almacenamiento.

Se observó el servicio que provee el tren de aseo y se realizaron mejoras referentes a las acciones llevadas por los trabajadores. Se emplearon capacitaciones sobre los temas ambientales para inculcar, involucrar y concientizar a los trabajadores que es responsabilidad de cada uno disponer de forma correcta los desechos que generan. Con esto se logrará crear una cultura ambiental en donde cada persona aporte para que el plan de manejo y tratamiento de desechos sea cumplido.

La disposición final de los desechos dependerá de la caracterización de cada uno y se empleará el uso de un vertedero certificado, quema de desechos en un área controlada, comercialización y reúso para fines de la empresa. Para los residuos de carácter orgánico se estableció el procedimiento para la creación de compost y utilizar este producto para nutrir la tierra que se utiliza para el cultivo de caña.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Manejar y tratar los desechos ordinarios para utilizarlos como fertilizantes en el tratamiento de suelos de un ingenio azucarero.

### **Específicos**

1. Elaborar un cronograma de las actividades a realizar para el manejo de los desechos.
2. Identificar los procedimientos de transporte para el acopio general de los desechos ordinarios.
3. Elaborar un diagrama de flujo de los procesos a realizar en el acopio general.
4. Analizar la caracterización de los desechos ordinarios según el área dentro del parque industrial.
5. Proponer los procedimientos para la recuperación de suelos con la utilización del compost.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa Ingenio Palo Gordo S.A. se dedica a la fabricación de azúcar, alcohol y energía eléctrica. Los desechos en el parque industrial de tipo ordinario son un problema que está afectando las instalaciones, por lo tanto, se tiene que realizar un manejo y tratamiento de los desechos que garantice un aprovechamiento de estos, utilizar los desechos de composición orgánica para crear un compost y usarlo para el tratamiento de suelos en el ingenio, analizar los procesos óptimos para la recolección y el almacenamiento con sus respectivas clasificaciones.

Esto con el fin de facilitar la disposición final y la utilidad que se le dará a los desechos, como por ejemplo: renovar material, utilizar los desechos como fertilizante o si tras una decisión del equipo al final se llega al consenso que es más conveniente erradicar el desecho porque no generará ningún beneficio para la empresa. El manejo de los desechos será realizado con el acompañamiento de un equipo, por lo cual se documentará parte del trabajo, principalmente de los desechos de tipo ordinario y en las instalaciones del parque industrial de dicha empresa.

Se denomina desecho inorgánico todo aquel material que no se considera biodegradable, es decir, que naturalmente no puede degradarse, y como desecho orgánico aquel material que procede de la naturaleza, es decir, que su degradación es de un corto lapso. Los desechos inorgánicos tienen una esencial diferencia con los orgánicos. Estos últimos han sido, en algún momento, parte de un ser vivo o un ser vivo en sí. Por ejemplo, la cáscara de manzana ha sido parte de un vegetal y por eso es basura orgánica.

En cambio, el desecho inorgánico no tiene origen biológico, ha sido industrializado o fabricado mediante algún proceso de manera artificial, como los plásticos, las telas o el vidrio.

# 1. ANTECEDENTES GENERALES Y CONCEPTOS

## 1.1. Inicios de la empresa en Guatemala

Palo Gordo, una hacienda de 17 caballerías ubicada en Guatemala, Centro América, cerca del municipio de San Antonio, Suchitepéquez, fue adquirida en 1929 por la *Central American Plantations Corporation* CAPCO. Comenzó a cultivar caña de azúcar en Palo Gordo, instaló un ingenio para moler mil toneladas de caña diaria, que inició operaciones en 1930.<sup>1</sup>

Figura 1. Ingenio Palo Gordo



Fuente: Ingenio Palo gordo. *Mission, Vision and Values*.  
<http://www.ipg.com.gt/web/guest/corporativo/>. Consulta: 30 de junio de 2018.

---

<sup>1</sup> Ingenio Palo Gordo. *Información sobre la empresa. Mission, Vision and Values*.  
<http://www.ipg.com.gt/web/guest/corporativo/>.





Adquirido por el Estado de Guatemala y estuvo bajo administración del Departamento de Fincas Rústicas Nacionales e Intervenidas. En la cosecha de 1961/62 molió 20 000 toneladas de caña propia y 162 957 toneladas de particulares, habiendo producido 342 820 quintales de azúcar de diferentes clases, con un rendimiento de 186 libras por tonelada de caña.

El 12 de julio de 1962, el Crédito Hipotecario Nacional puso en remate el ingenio Palo Gordo. El ingenio Palo Gordo fue adquirido en subasta pública por un grupo de 186 agricultores cañeros y empresarios, organizados en la Cooperativa Agrícola Industrial Ingenio Palo Gordo, S.A., que entregaban su caña al ingenio.

El nuevo grupo propietario de Ingenio Palo Gordo, ubicado en el kilómetro 142½ de la carretera CA-2 hacia Mazatenango, inició programas para aumentar su capacidad de molienda y logró una ampliación significativa aumentando su capacidad de molienda a 4 000 toneladas diarias de caña de azúcar.

En 1975 la Empresa Agrícola Industrial Ingenio Palo Gordo adquirió un nuevo tándem de cinco molinos con mazas de 72 pulgadas, se agregaron cuartas mazas y se amplió la capacidad de molienda a 7 000 toneladas diarias de caña. Asimismo, se adquirió un taller de fundición y pailería con herramienta pesada, con el cual se construyó una buena parte del equipo de Ingenio Palo Gordo, sobre todo el de evaporación.

En el área de campo, en 1988 comenzó a trabajar la cosecha con el sistema de corte, alce y transporte a granel, mejor conocido como CAT. Se introdujo tecnología en el control de plagas y enfermedades, incorporando la prohibición total del uso de insecticidas químicos en el cultivo de la caña, se incrementó el uso de riego, se analizaron todos los suelos del área de influencia para implementar la fertilización específica con base en requerimientos de cultivo. La producción de semilla purificada se desarrolló hasta llegar a tener el 100 % de las renovaciones en base a esta semilla y se incrementó en 50 % del área con madurante.

#### 2000-2002

Se instala un sistema de clarificación de meladura Tate & Lyle para producir mejor calidad de azúcar y gradualmente, se procedió a la automatización del ingenio. En el 2002 se obtuvieron dos molinos nuevos, de seis mazas de 84 pulgadas para la primera y última posición del tándem, para moler con un tándem de seis molinos movidos por turbinas Elliot de 1 000 HP, lo cual aumentó la capacidad de molienda a 10 000 toneladas diarias mejorando así su producción continuamente.

El aumento significativo en la producción permitió el desarrollo agrícola de la zona. En la zafra de 2003/2004 Ingenio Palo Gordo, S. A. produjo 1 867 000 quintales de azúcar, un crecimiento de 9,33 veces a las producciones anteriores.

#### 2008-2009

Por primera vez en la historia de IPG, se llevó a cabo una zafra récord en la producción de azúcar de 2 000 000 qq a solo 149 días de zafra, recibiendo 925 000 Tn de caña mejorando su eficiencia en la obtención de azúcar.

2011-2012

IPG en su proceso de mejora continua supera sus expectativas en la producción de azúcar a 2 773 000 qq, mejorando inclusive en un a 40 % la producción de Alcohol de primera obteniendo una producción récord de 12 000 000 de litros obteniendo una mejora integral en los departamentos que son el engranaje que mueve a IPG (Ingenio Palo Gordo) en sus retos.<sup>2</sup>

## 1.2. Información general

Para una organización o empresa con fines de lucro, es importante tener definidas la visión, misión y el tipo de organización. A continuación, se desarrolla cada uno de estos aspectos.

### 1.2.1. Ubicación

La planta de ingenio Palo Gordo se encuentra ubicada en el kilómetro 142,5 carretera al pacífico, San Antonio Suchitepéquez

Figura 2. Ubicación del ingenio



Fuente: Google Zooked. *Ubicación ingenio palo gordo*. <https://n9.cl/w2qf/>. Consulta: 30 de junio del 2018.

<sup>2</sup> Ingenio Palo Gordo. *Información sobre la empresa*. <http://www.ipg.com.gt/web/guest/corporativo/>.

### **1.2.2. Misión**

Transformar recursos naturales en energía para el progreso.<sup>3</sup>

### **1.2.3. Visión**

Ser una empresa eficiente, con operaciones diversificadas y capacidad de transformación de acuerdo con las oportunidades del mercado.<sup>4</sup>

## **1.3. Tipos de organización**

Ingenio Palo Gordo es una organización con fines de lucro, buscan siempre generar productos de calidad para entregar a sus clientes un valor agregado y así estos se encuentren satisfechos. Con esto generan ganancias y consiguen producir más, siempre aplicando una mejora continua de todo su proceso de fabricación. Son un equipo que convierte recursos naturales en productos energéticos, comprometidos con las leyes y regulaciones aplicables. Quieren siempre mantener una comunicación integral continua con los clientes, accionistas, colaboradores y la sociedad.

## **1.4. ¿Qué son los desechos ordinarios?**

Estos desperdicios se generan en las actividades cotidianas, porque los materiales son desechados todos los días por personas al no representar ninguna utilidad después de ser consumidos.

---

<sup>3</sup> Ingenio Palo Gordo. *Información sobre la empresa*. p. 3.

<sup>4</sup> *Ibíd.* p. 4.

Se encuentran en todas las áreas dentro y fuera del parque industrial como, por ejemplo: oficinas, fábricas, talleres, área residencial, club social, gasolineras, comunidades y escuelas.

Como estos son desechos de carácter ordinario no representan una fuente de peligro al momento de ser manipulados por el ser humano a excepción de los cortopunzantes, es considerado problema cuando estos desechos se acumulan masivamente y no existe un control por parte del ser humano para reducir, reutilizar o eliminar estas cantidades desechadas, provocando así, vectores que generen un impacto negativo para el medioambiente.

Ejemplos de desechos ordinarios:

- Botellas plásticas
- Comida
- Servilletas
- Empaques de papel
- Cartón
- Cáscara de frutas y verduras
- Colillas

### **1.5. Desechos inorgánicos**

Son todos aquellos que no son de origen biológico, es decir, que son procesados por el ser humano. Estos desechos son los más contaminantes por ser de composición sintética, cuentan con una degradación demasiado prolongada, por lo tanto, son un problema al momento de que se acumulan en grandes cantidades, son de uso cotidiano por lo que se consideran también como desechos ordinarios.

Ejemplos de desechos inorgánicos:

- Vidrio
- Plástico
- Cartón
- Metales
- Textiles
- Papel (blanco o impresos)

## **1.6. Tipos de desechos inorgánicos**

Esta es una clasificación que agrupa a distintos materiales de origen no biológico, que pasaron por un proceso químico para la creación de varias herramientas. Estos desechos son considerados los más contaminantes, ya que al ser procesados estos tardan muchos años para comenzar el proceso de degradación. Es decir, la reintegración con el medioambiente. El ser humano se encuentra en una constante lucha por reducir estos desechos.

### **1.6.1. Vidrio**

El vidrio es un material de uso cotidiano, se puede visualizar casi en todas partes, con dureza, pero tiene complexión frágil contra impactos, es transparente y suele permitir el paso de la luz. Es de composición inorgánica porque para obtener vidrio se necesitan procesos que son realizados por el ser humano.

El vidrio resulta de la fusión de materiales que son: caliza, arena silícea y carbonato de sodio. Esta mezcla de materiales se realiza a altas temperaturas y cuando comienza su proceso de enfriamiento, se puede llamar a la mezcla como vidrio. El vidrio al principio muestra un tono verdoso, es tratado con decolorantes

para conseguir que tenga apariencia cristalina. Si se desea un cambio en el color, se le agrega otros tipos de tono que tienen como finalidad evitar el paso de la luz.

Los usos cotidianos del vidrio son: recipientes, utensilios de cocina, ventanas, lentes, pantallas de ordenadores, puertas, botellas, espejos, escritorios y lámparas, entre otros.

### **1.6.2. Plástico**

Abarca gran familia de materiales sintéticos o semisintéticos, se le llama plástico a cualquier material que se encuentre en este estado, ya que, plástico o plasticidad es el estado en el que un material se encuentra listo para ser moldeado sin que este llegue a la ruptura.

Las materias primas para producir plástico son:

- Celulosa
- Carbón
- Sal
- Gas natural y petróleo

Como es un estado de fácil moldeo el plástico puede ser fundido, prensado o extrusionado. El plástico ha cumplido con muchas de las necesidades del ser humano, por lo que se le observa con mucha frecuencia en la rutina diaria. Su producción es de bajo costo siendo de gran utilidad para su aplicación en diferentes productos como, por ejemplo: piezas de motor, aparatos eléctricos, carrocerías, aislantes eléctricos, tuberías, impermeabilizantes, envoltorios, juguetes, maletas, artículos deportivos, muebles y bolsas de basura.

Se le considera al plástico inmensamente versátil por su amplia gama de aplicaciones en la industria y en el consumo del ser humano.

La baja densidad hace que el plástico sea ligero y transportado con mucha facilidad, también cuenta con propiedades aislantes térmicas y eléctricas excelentes. Es resistente a la corrosión que ataca a muchos otros materiales dándole un punto a favor.

La producción de plásticos consiste en la elaboración de polímeros derivados del petróleo. El reciclaje es de gran importancia debido a que este material se encuentra limitado por lo que es clave seguir reutilizando este tipo de material que ha sido de mucha practicidad para el ser humano.

Existen diversas formas para procesar el plástico. Entre los procesos están el termo conformado que utiliza planchas previamente expuestas al calor dando así la forma requerida al material, por medio de un contra molde, presión y vacío.

El moldeo por inyección consiste en introducir un polímero en estado de fundición, en un molde frío, cerrado y aplicando presión. Esta técnica es la más utilizada por las organizaciones para la elaboración de piezas de plástico.

La extrusión de polímeros consiste en una acción de moldeo dirigido al plástico por medio de un flujo continuo, compresión y empuje. Este pasa por un molde para adquirir la forma propuesta a temperaturas controladas.

### Plástico PET

Tereftalato de polietileno es uno de los tipos de plástico más comunes en la vida cotidiana, este es mayormente producido para contener productos que necesitan ser envasados debido a sus cualidades que son:

- Liviano para el transporte
- Económico para su producción
- No se estira
- Es impermeable
- Irrompible
- Es reciclable

Forma parte del grupo de los termoplásticos, dicha razón por la que es reciclable. Pertenece a otro grupo sintético que es denominado poliésteres, se caracteriza por tener una elevada pureza, transparencia, alta tenacidad y resistencia. Entre los puntos positivos del consumo de este polímero están la resistencia a los ataques de polillas, hongos y bacterias por lo que su uso para el almacenamiento de comida o líquidos es de gran versatilidad.

#### **1.6.2.1. Plástico HDPE**

El polietileno de alta densidad está integrado también en la familia de los polímeros, este consiste en un termoplástico por lo que puede llevar satisfactoriamente el proceso de reciclaje, presenta todas las cualidades del plástico PET con la diferencia de que este no desprende toxinas a los alimentos que son envasados en él. Las cualidades que diferencian este tipo de polímero con los otros son: mayor dureza, resistente a los agentes químicos, presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él, produce barreras al vapor de agua y es mucho mejor al reciclaje mecánico y térmico. Su producción también es para envasado de alimentos o líquidos y también es producido para vasos, cubiertos, juguetes, tuberías para agua potable.



### **1.6.2.2. Plástico de polipropileno**

Es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, este plástico es considerado uno de los más seguros para el envasado de alimentos.

Muchos de los envases plásticos al ser expuestos a grandes temperaturas llegan a desprender toxinas que son dañinas para el organismo. Este plástico es resistente a varios factores químicos y es el que tiene mayor resistencia a los impactos de todos los termoplásticos que existen en la actualidad. A bajas temperaturas por debajo de los -40 °C este plástico se vuelve frágil, pero se solucionó agregando un pequeño porcentaje de etileno a la fórmula. Es considerado el más amigable para el medioambiente y fácil de reciclar.

### **1.6.3. Cartón**

El cartón es un material más resistente que el papel, está conformado por varias capas de fibra virgen o también se utiliza papel de reciclado para su creación. Este material está formado por varias capas de papel que están superpuestas, es lo que le da un mayor grosor y resistencia, ya que, su función la mayoría de las veces es para la fabricación de embalajes y envases para la protección del producto. Se puede decir, que el cartón es muy utilizado para la fabricación de cajas de diversos tipos.

El proceso de fabricación del cartón consiste en la adhesión de múltiples capas de pasta de papel, hasta que estas se unen por la acción de la humedad, luego se pasa al proceso de compresión para que obtenga su forma y por último se realiza el proceso de secado con la utilización de la evaporación. Esta mezcla se vuelve consistente al finalizar todos los procesos de fabricación. El grosor y el

volumen son las características que más importan del cartón, ya que, este debe ser capaz de soportar el peso de las cargas de los objetos, por ejemplo: almacenar el equipaje de una persona, almacenar productos de una empresa que van a ser transportados con la condición de siempre mantener su forma.

#### **1.6.4. Metal**

Los metales son una familia de varios elementos que tienen la característica de ser buenos conductores de electricidad y del calor. El concepto de metal se les denomina a los elementos puros como también a las aleaciones que tienen características similares. Posteriormente, con el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías fueron surgiendo nuevas formas de metales.

El primer avance fue el descubrimiento del bronce que está conformado de cobre con pequeñas cantidades de estaño. Otro famoso descubrimiento es el del hierro que fue utilizado para elaborar armas y herramientas para el trabajo. Como no se tenía la capacidad de fundir el hierro a altas temperaturas se obtenía un material impuro que se forjaba a martillazos para obtener la forma deseada. El acero es otro metal que fue descubierto, pero este tenía un costo demasiado elevado para su producción. Se elaboró un horno llamado el convertidor de Thomas-Bessemer y a partir de entonces se mejoraron las estructuras de los edificios pasando, el hierro a un segundo plano.

Los metales tienen las siguientes características: maleabilidad es la capacidad de los metales para transformarse en láminas por medio de la compresión, ductilidad que es la propiedad de los metales de moldearse en alambres e hilos por medio de la tracción, tenacidad es la resistencia que tienen los metales para no llegar a la ruptura tan fácilmente por fuerzas de carga y tiene

la capacidad de resistir a la fuerza de compresión, torsión, tracción y flexión sin deformarse ni llegar a la ruptura por consecuencia de la resistencia mecánica.

### **1.6.5. Textiles**

Se le llama textil o en una lengua más común tela, a las láminas textiles que están conformadas por hilos entrecruzados y enlazados por series, pensados para la elaboración de un diseño en particular. Este material en forma de lámina tiene las características de ser resistente, elástico y flexible. Para la elaboración del textil se acude a diferentes materiales provenientes de fibras que son: naturales, artificiales y sintéticos.

Los textiles naturales provienen de gran variedad de animales y plantas, por ejemplo, tenemos estos materiales:

- Lana
- Algodón
- Seda
- Lino
- Alpaca

Las fibras sintéticas son provenientes de procesos químicos, como el poliéster, el nailon y el acetato. Los tejidos fueron fabricados para cubrir la necesidad del ser humano, proporcionando protección de los diferentes efectos climáticos, como: el frío, la lluvia y otros efectos del medioambiente. Cuando es época de frío el ser humano utiliza lana para resguardar calor, lino para época de verano porque no resguarda demasiado calor. Cada tejido tiene sus propiedades y varían según la calidad de este. Podemos generalizar en sus propiedades y mencionar las siguientes: permeabilidad al aire, permeabilidad al agua, tenacidad

o resistencia al rasgado, solidez de color, elasticidad, densidad, espesor y resistencia térmica o capacidad aislante.

Papel (blanco o impreso). Es un material que proviene de la naturaleza, se usa la madera como materia prima que procede del árbol y se considera un material renovable porque el árbol se regenera, vuelve a crecer y se vuelve a realizar la plantación. El papel está constituido de celulosa siendo esta una pasta hecha a base de madera. Generalmente, se utiliza madera blanda como picea, pino, abeto y alerce. También es utilizado en ciertas ocasiones madera de estructura dura como el eucalipto y el abedul.

Para obtener una forma blanquecina se llevan a cabo distintos procesos que involucran el uso de químicos, usualmente se añaden sustancias como el polietileno o polipropileno que modifican al papel dando características específicas.

Luego se elimina el agua de la capa mediante un proceso de presión y secado. Dependiendo del proceso al que se someta el papel puede dar origen a diferentes tipos de papel, es decir, que dependiendo de la necesidad que se tenga, será el tipo de papel que se va a utilizar.

### **1.7. Desechos orgánicos**

Estos tipos de desechos son de carácter biológico porque provienen de los animales, los humanos y las plantas. Estos residuos tienen un punto positivo porque se degradan con mayor facilidad y pueden ser de utilidad en la elaboración de un tipo de aditivo para la recuperación de suelos.

Se pueden definir como: aquellos que tienen descomposición en un tiempo corto y pueden ser generados por medio de hojas, cáscaras o raíces de frutas y verduras o por residuos de comida, también pueden ser generados por papel, cartón y tela, entre otros.

## **1.8. Otros tipos de desechos sólidos**

En esta clasificación se encuentran otros materiales con características que los diferencian de los desechos ordinarios, porque cuentan con un manejo especial al momento de ser manipulados y son desechos que provienen de actividades fuera de lo cotidiano.

### **1.8.1. Desechos peligrosos**

Estos desechos contienen propiedades que representan un riesgo sobre el medioambiente y la salud de los seres vivos. Las principales propiedades que los hacen peligrosos son:

- Su alto nivel de toxicidad.
- Inflamabilidad.
- Reactividad química.
- Explosividad.
- Radioactividad.
- Bioinfeccioso, entre otros.

Son considerados peligrosos si tienen la propiedad de provocar un daño irreversible como la propagación de enfermedades a la humanidad y serios impactos negativos en el medioambiente. Se pueden presentar en el estado sólido, semisólido o líquido, así también, como gaseoso contenido en recipientes

especiales que evitan que estos se dispersen por toda una zona. Todos son el resultado de un proceso de transformación, utilización o consumo que su destino final sea el desecho en cantidades o concentraciones que pueden ser letales para todos los seres vivos y la naturaleza. Estos desechos no presentan la degradación o pueden persistir en la naturaleza por un tiempo muy prolongado.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de desechos peligrosos:

- Ácidos
- Bases fuertes
- Solventes usados
- Desechos radioactivos
- Residuos de pintura en base a metales pesados.
- Residuos inflamables, entre otros.

### **1.8.2. Desechos sólidos inertes**

Estos desechos provienen de la demolición de obras menores de construcción y reparaciones domiciliarias. Se consideran desechos inertes porque estos no experimentan ninguna transformación biológica, física o química significativas. También no son solubles ni combustibles no reaccionan ni física ni químicamente, tampoco son biodegradables y estos desechos no afectan a los materiales con los que entran en contacto, dichos desechos contienen un pequeño porcentaje de toxicidad que puede considerarse como nula.

A continuación, ejemplos de desechos sólidos inertes:

- Escombros
- Ladrillos

- Yesos
- Materiales refractarios
- Restos de hormigón
- Desechos que se producen por el movimiento de tierras, entre otros.

### **1.8.3. Desechos tecnológicos**

Es todo aquel material que está compuesto por chatarra proveniente de aparatos electrónicos que han sido desechados porque no representan ninguna funcionalidad. Como ejemplo de basura tecnológica podemos mencionar: ordenadores, teléfonos móviles, equipos de sonido, reproductores de DVD, mouses, teclados y televisores.

Estos desechos se caracterizan por su rápido crecimiento debido a la rápida obsolescencia que están adquiriendo los dispositivos electrónicos y por la mayor demanda que ha surgido en la era tecnológica.

## **1.9. Aprovechamiento o erradicación de los desechos**

Existen distintos métodos para aprovechar cada uno de los materiales vistos, el método que se utilice dependerá de cada una de las características y clasificación en la que se encuentre el residuo. Si el desecho no cuenta con características aprovechables. Se deberá realizar la erradicación de este, para así reducir y mitigar los problemas provenientes de su acumulación masiva.

### **1.9.1. Compostaje**

Es un fertilizante que proviene a partir de los diferentes materiales de origen orgánico. Se obtienen de los lodos de depuración, estiércol, residuos

agropecuarios, una fracción orgánica de residuos sólidos. Estos son sometidos a un proceso biológico denominado compostaje. Se le denomina compostaje porque significa todo unido, es decir, que todos estos materiales orgánicos se mezclan en un área determinada para que los microorganismos actúen sobre toda la materia rápidamente biodegradable, permitiendo así obtener un producto que posea un aspecto terroso, libre de olores y de patógenos.

Es utilizado como abono para la agricultura sustituyendo parcial o totalmente a los productos fertilizantes procesados químicamente.

La basura que se genera diariamente en los hogares contiene un 40 % de materia orgánica, que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos, logrando así el aprovechamiento en su totalidad y evitando el impacto negativo sobre el medioambiente por la acumulación masiva de estos desechos y otros materiales.

### **1.9.2. Reciclaje**

Consiste en la creación de nuevos materiales provenientes de los desechos. Se realizan diferentes procedimientos para convertir los desperdicios en un nuevo material que pueda ser aprovechado por un nuevo consumidor. El entorno en cual se puede practicar el reciclaje puede ser doméstico o a un nivel empresarial. Con esto se puede alargar el ciclo de vida de un material y obtener beneficios lucrativos si una empresa se involucra en este mercado.

Se sabe que los materiales son de carácter finito. Por lo que su existencia en *stock* es limitada, es necesario el aprovechamiento de estos materiales de una forma correcta sin perjudicar al medioambiente. Entre los materiales reciclables tenemos:



- Vidrio
- Algunos plásticos
- Papel
- Cartón
- Materiales ferrosos y no ferrosos
- Textiles
- Madera
- Algunos desechos electrónicos.

#### **1.9.2.1. El método de las 3 erres**

Este método surgió de la necesidad de controlar el volumen de los desechos que se producen por el consumo excesivo, ya que, el medioambiente está siendo afectado por la acumulación de basura. Con esto se plantea a un consumidor más responsable con lo que compra, evita que la población tire más basura y que ahorre dinero por el consumo de bienes que pueden ser de más de un uso.

Reducir es el inicio del método para simplificar el consumo de los productos directos que se consumen descontroladamente. Los desperdicios tienen una relación directa con el consumo porque entre más se compran productos, más son los desechos que se generan.

Cuando se compran 6 botellas de agua también se están generando 6 desechos que son los envases de plástico, al consumir las botellas ya no tendrán un propósito para el consumidor y desechará los envases.

La manera correcta para aplicar esta regla sería, en vez de adquirir 6 botellas de un tamaño inferior, convendría adquirir dos botellas de mayor tamaño para así

satisfacer la necesidad, pero habrá menos botellas sobre las cuales hay que disponer al final.

Reutilizar es volver a emplear las cosas, dándole la mayor cantidad de usos a un producto antes de ser desechado. Con esto se reduce el volumen, se saca el mayor provecho de los productos y se ahorra dinero al no adquirir más del mismo producto.

Utilizando el mismo ejemplo de las botellas, al vaciarse se podría volver a llenar de agua los envases y así poder almacenar agua.

Ahorrando dinero en no comprar más de las mismas botellas, ya que, el fin de almacenar el agua es poder transportarlas y saciar la sed.

Reciclar es el método que tiene mayor impacto de las tres erres, porque esta es llevada a mayores escalas, por medio de las empresas que se encargan de transformar o aprovechar los desechos dándoles un nuevo ciclo de vida. Con esto las empresas clasifican y disponen de cada desecho por su tipo ya sean plásticos, metales, vidrios y papel. Generando así nuevo material proveniente del usado.

### **1.9.3. Vertederos**

Son lugares en donde se depositan los diferentes tipos de desechos que son generados por el ser humano. Generalmente, se encuentran aquellos desechos que no pueden ser aprovechados por el proceso de reciclaje. Comúnmente se les denomina también como rellenos sanitarios o basureros. Se describe como un basurero clandestino aquel lugar que es elegido por un grupo de personas sin consentimientos legales, depositan sus desechos sólidos provocando así graves fuentes de contaminación, enfermedades y otros

problemas. Generalmente, son establecidos como depresiones naturales o sumideros.

El vertedero autorizado es aquel que cuenta con las regulaciones legales y está hecho para este fin que es el de almacenar los desechos hasta que estos se biodegraden o se implemente una forma de disposición. Los vertederos municipales están regulados bajo ciertos estudios económicos, sociales y ambientales. También conocidos como vertederos controlados o rellenos sanitarios. En los vertederos se producen reacciones químicas y biológicas entre los desechos ordinarios que son generados por los seres humanos.

Los productos tóxicos son arrastrados por el agua de la lluvia provocando la contaminación de suelos, aguas subterráneas o emisiones de gases que afectan la atmósfera acelerando así el calentamiento global por su alta contaminación.

#### **1.9.4. Incineración**

Es la combustión completa de la materia orgánica hasta su conversión en cenizas, utilizada en el tratamiento de basuras tales como: residuos sólidos urbanos, industriales peligrosos y hospitalarios entre otros. En su proceso se utilizan temperaturas altas descritas como un tratamiento térmico. Las cenizas toman la forma de grumos o partículas sólidas. El punto positivo de este método es ser utilizado en ciertos tipos de desechos, en donde los agentes patógenos que residen en estos sean completamente destruidos. El punto negativo son los gases de combustión que son liberados a la atmósfera.

## **1.10. Contaminación**

Las actividades del ser humano han introducido componentes nocivos de origen químicos, físicos y biológicos al medioambiente. Provocando que este se deteriore con el paso del tiempo. La explotación de los recursos desmedida ha provocado escases y con la producción excesiva se envían emisiones de gases a la atmósfera acelerando el calentamiento global, que es el aumento de temperatura progresiva del planeta. La contaminación provoca un desequilibrio en los ecosistemas y pone en peligro a todos los seres vivos.

Ejemplos de contaminación:

- Emisiones industriales
- Tala de árboles excesiva
- Uso desmedido de plásticos y desecharlos en espacios naturales.
- Uso excesivo de automóviles impulsados por combustibles fósiles.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Generación de desechos**

Actualmente, se desarrollan diversas actividades en las diferentes áreas que son la causa directa de la generación de desechos sólidos. Sin embargo, estas actividades son de carácter importante, muchas de las cuales no pueden ser sustituidas, pero si pueden mitigar la generación con propuestas de métodos como el de las 3 erres, para no usar en desmedida los recursos y reducir los costos que es beneficioso para la empresa.

Existe un gran número de trabajadores y pobladores residentes en la colonia aledaña por lo que esto generó una necesidad de acumular los desechos sólidos como: duroport, aluminio, metales, plástico, vidrio, papel blanco, sanitario, cartón, orgánicos. La generación de los desechos estará en proporción a las actividades que se lleven a cabo y dependiendo la actividad será la clase de desecho que se genere. La generación de los desechos es responsabilidad de cada trabajador y es necesario que se implementen mejores prácticas de manejo de desechos para reducir la contaminación.

### **2.2. Caracterización de los desechos según el área**

En cada área se realizan un sinnúmero de actividades productivas para mantener el flujo de información. Todas estas actividades generan residuos que son inevitables. Y la caracterización de los desechos está relacionado con las actividades del área.

### **2.2.1. Club-asta-domiciliar**

Los desechos que se generan en estas tres instalaciones son de tipo ordinario por lo que se pueden mencionar los orgánicos que son: desperdicios de comida, alimentos que sobrepasaron la fecha de caducidad, cáscaras de fruta y verduras. También se pueden mencionar desechos de tipo inorgánico, que son de utilidad como el plástico, vidrio y aluminio, entre otros.

En estas áreas las actividades son ordinarias por lo que los desechos son usuales como en todo hogar en donde se consumen y se generan los siguientes residuos: aluminio que es utilizado para el resguardo de los alimentos, botellas de agua, duroport que se utiliza como suplente de los platos y vasos de porcelana, cajas de cartón que almacenan los productos, bolsitas de plástico que contienen comida chatarra, papel blanco impreso, plástico que protege los productos, entre otros.

### **2.2.2. Área industrial**

En estas instalaciones se realizan distintas actividades correspondientes con la fabricación del producto final. Por esta razón se deben mencionar los tipos de desechos especiales y estos a su vez en conjunto con otras clases de desecho forman los denominados desechos industriales. Que son el resultado de la generación de desechos por medio de las actividades relacionadas con la producción. Entre estos desechos se encuentran: los desechos metálicos, químicos, eléctricos, especiales, aceites y grasas, compuestos orgánicos e inertes.

### **2.2.3. Oficinas**

En las oficinas administrativas se generan desechos del tipo ordinario. Entre estos desechos se puede mencionar el uso del papel y cartón. El desecho del papel es generado por la actividad de imprimir formatos y trabajos hechos a computadora.

El uso excesivo de este material que es indispensable para transmitir todo tipo de información ha provocado acumulación y residuos de papel.

El papel al tener una impresión de tinta sobre él genera que sea más difícil ser reciclado por lo que se necesita reducir el uso de este y evitar su desperdicio. Una práctica que se utiliza de forma constante es la de utilizar el reverso de las hojas para imprimir más información en documentos internos y así aprovechar todo el espacio brindado por la hoja de papel. También se encuentran desechos de tipo orgánico que se generan por la actividad de receso y el consumo de alimentos.

### **2.2.4. Taller**

En el taller se generan desechos inorgánicos provenientes de reparaciones a maquinaria y vehículos. Entre estos residuos se encuentran: baterías y acumuladores, aceites y líquidos usados, neumáticos, chatarra, cajas de embalaje de repuestos, envoltorio de piezas, fundas protectoras, piezas usadas, trapos y basura orgánica que se genera del desperdicio de comida.

### **2.2.5. Módulos habitacionales dentro del ingenio**

En estas instalaciones residen las personas que visitan el ingenio por lo que se desarrollan actividades comunes y generan residuos ordinarios provenientes del consumo habitual de productos para la satisfacción de necesidades de estas personas. En estas instalaciones se pueden generar algunos de los desechos siguientes: papel higiénico, botellas plásticas, papel blanco para impresión, envoltorios de comida, desperdicios de comida, pajillas, duroport en forma de vaso o plato.

### **2.2.6. Centro educativo**

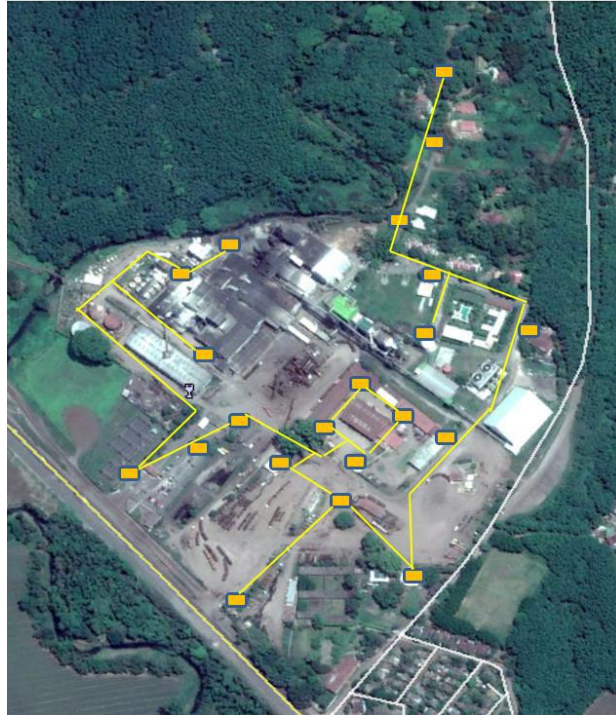
En el centro educativo asisten alumnos que desarrollan diferentes actividades para su formación escolar, pero esto contribuye también a la generación de desechos ordinarios y sanitarios. Se pueden mencionar los siguientes desechos como los más comunes en la instalación escolar del ingenio: papel utilizado para el desarrollo de actividades, botellas de plástico, cartón, madera de escritorios inservibles, lapiceros sin tinta, chatarra de escritorios, cartulinas usadas, desperdicios de comida, envoltorios de comida chatarra y botellas de pintura vacías, entre otros.

## **2.3. Mapa actual del ingenio**

En la siguiente imagen se muestran las posiciones de todos los recipientes colocados estratégicamente para optimizar la recolección de los desechos. Por cada punto pasa el tren de aseo.



Figura 3. **Ingenio Palo Gordo**



Fuente: Google Maps. *Ubicación ingenio palo gordo*. <https://n9.cl/t2qf/>. Consulta: 5 de julio del 2018.

#### **2.4. Recolección**

Es una actividad productiva importante para el manejo de desechos ordinarios, consiste en el acopio de todos los desechos de un área y trasladarlos hasta un lugar específico en el que se llevará a cabo su almacenamiento y disposición final. Esto dependerá del servicio, la cantidad a recolectar, la cobertura proporcionada y el transporte.

#### **2.4.1. Servicio de recolección**

El tren de aseo se encarga de recoger todos los desechos que son generados. Este brinda el servicio a todas las instalaciones que se encuentran en el interior, como también a la escuela educativa y a la colonia aledaña. Se tiene muy poco personal porque se cuenta simplemente con un piloto encargado de manejar el tractor y un ayudante que carga y descarga todos los desechos dentro del carretón. Estas dos personas se encargan de brindar todo el servicio con pocas herramientas y no cuentan con un uniforme que los identifique como personal, ni accesorios que les brinden seguridad e higiene al manipular los desechos sólidos. El servicio se brinda de 7 am a 15 pm de lunes a sábado y cuando es temporada de zafra se brinda en el mismo horario.

#### **2.4.2. Cantidad recolectada**

La cantidad de desechos que son recolectados varía según la época en la que se encuentre el ingenio azucarero. Si este se encuentra en temporada de zafra que corresponde al inicio de noviembre y termina en mayo. Los desechos aumentan por la cantidad nueva de personal, ya que, en estos tiempos se contrata más personal para realizar todas las actividades que se necesitan y así cumplir con las metas propuestas. Luego en la época de no zafra que corresponde al inicio de junio hasta octubre. Las actividades se reducen por lo que la cantidad de trabajadores también y esto provoca una disminución en la generación de desechos.

Solo se realiza una recolección por día, es decir, que la cantidad recolectada es de aproximadamente un carretón y cuando no es temporada de zafra solo se recolecta medio carretón, por lo que se facilita en gran medida esta tarea.

### **2.4.3. Cobertura de recolección**

La cobertura que brindan para el servicio de recolección de desechos comienza en el área de mantenimiento porque es el área en donde resguardan el tractor que les sirve como transporte. La cobertura para instalaciones internas es la siguiente: Área de mantenimiento, gasolinera, cuadra de seguridad, pinchazo, TI, asta, laboratorio, frente al banco, garita, área de fábrica y domiciliario. Ahora la cobertura para las áreas exteriores es: colonia aledaña y escuela educativa.

### **2.4.4. Transporte de desechos**

El transporte utilizado para brindar este servicio de recolección de desechos es un tractor New Holland T2005, 6610 con carretón que ha sido agregado por el ingenio para la recolección.

**Figura 4. Tractor del ingenio**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

Figura 5. **Carretón del tractor**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

## **2.5. Disposición final**

Es el conjunto de acciones que se realizan para depositar los desechos ordinarios en un sitio que cumpla con las condiciones idóneas para así evitar un daño al ambiente.

### **2.5.1. Lugar de destino de desechos recolectados**

El lugar se encuentra aproximadamente a 3,1 kilómetros de la entrada del ingenio con dirección al norte.

Figura 6. Disposición final de los desechos



Fuente: Google Maps. *Ubicación ingenio palo gordo*. <https://n9.cl/t2qf/>. Consulta: 5 de julio del 2018.

### 2.5.2. Razones de la disposición actual de los desechos

Se realiza la disposición final en este sitio porque se encuentra a una distancia aceptable del parque industrial y de otros lugares habitables por personas que residen en comunidades vecinas.

La razón de que estos desechos finalicen su recorrido en este lugar también se debe a que no se cuenta con un plan de manejo de desechos sólidos, por lo que no se aprovechan ni se disponen adecuadamente.

## **2.6. Cultural**

Es el conjunto de valores, creencias y costumbres en general, que engloba una cantidad de personas que residen en un sitio. En una comunidad u organización se comparten estos valores con respecto a los desechos, ya que, estos son responsabilidad de todos. Y reducir estos residuos dependerá del consumismo de cada individuo.

### **2.6.1. Formas de disponer de la basura, desde el punto de vista cultural**

Recientemente, se tomó conciencia de la importancia que tiene el manejo y tratamiento de desechos. Por lo que algunos trabajadores todavía no cuentan con una cultura de reciclaje. Esto provoca que exista mucho desconocimiento de los daños que se provocan al medioambiente y enfermedades que pueden ser propagadas por factores bioinfecciosos, al momento de desechar la basura y que esta se acumule masivamente. No clasificar los desechos por su composición, dificulta la tarea de la recolección porque agrega una actividad extra de clasificación.

Es también indispensable tratar de reducir la cantidad que se genera diariamente de residuos y si no se logra, se debe reutilizar o reciclar estos materiales y así proporcionar un nuevo uso para su aprovechamiento.

El no tener cultura sobre temas ambientales se puede considerar individualmente como efectos de la falta de interés y de conocimiento que se tiene de las consecuencias del futuro y del daño a nuevas generaciones.

## 2.7. Prácticas de reciclaje en el ingenio

Con el papel se realizó una práctica de reciclaje que consiste en instalar en las oficinas de administración y recursos humanos cajas de cartón para la recolección de papel blanco impreso o higiénico para los trabajadores que laboran en estas instalaciones.

Esto con el fin de evitar que este desecho sea mezclado con otros y así lograr que su recolección sea efectiva y mucho más sencilla.

Figura 7. Cajas de cartón para el papel



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

Las llantas son un desecho muy común por la utilización de transporte pesado, antes de comenzar la zafra muchas de estas llantas son intercambiadas para prevenir que fallen o provoquen un accidente. El desecho de las llantas es acumulado en un área designada por el ingenio hasta que llega el momento de comercializarlas con entidades autorizadas por el MARN y así estas empresas pueden comenzar con el proceso de reciclaje.

Figura 8. **Área de almacenamiento de llantas**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

Por la necesidad de acumular los metales se definió hace muchos años un área en donde se encuentran los diferentes tipos de metales. Estos provienen de reparaciones de estructuras metálicas y reparaciones mecánicas al transporte particular, pesado o maquinaria que sufrió un mantenimiento correctivo. Este material es clasificado como de primera categoría, segunda o tercera. Dependiendo del tipo de metal, el estado en el que se encuentre y el peso que tenga se le define una categoría.

Con el tiempo se realiza su comercialización y las empresas comienzan con el proceso de reciclaje para un nuevo uso de este material.



Figura 9. **Área para almacenar los metales**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

Los acumuladores son dispositivos que se encargan de almacenar energía y brindan un uso prolongado de esta a vehículos o transporte pesado.

Generalmente, se le llama baterías y estas tienen un tiempo de vida. Al terminarse ese tiempo quedan inservibles por lo que se determinó un lugar en donde se pueden almacenar hasta que comience el proceso de venta y las empresas que las adquieran puedan reciclarlas para crear nuevas baterías.

Figura 10. **Lugar de almacenamiento de acumuladores**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

## **2.8. Contaminación**

Son componentes físicos, químicos y biológicos que afectan al medioambiente, al permanecer en un sitio a elevadas concentraciones estos producen problemas en el aire, agua y suelo. Provocando que un ambiente se transforme en hostil para los seres vivos. El desarrollo de nuevas enfermedades proviene de la contaminación que se vive todos los días.

### **2.8.1. Contaminación del suelo**

Para disponer de una manera inmediata se trasladan los desechos de una forma tradicional, descargando todos los desechos en el basurero los cedros que se encuentra a una distancia de aproximadamente 3 km. Estos desechos no pueden ser aprovechados por medio del reciclaje porque requieren de unos métodos de alta dificultad y no representan un retorno económico de gran valor. Por esto son ubicados en esta área designada por un determinado tiempo hasta que son nuevamente recogidos y enviados a un vertedero autorizado.

### **2.8.2. Contaminación atmosférica**

Existe una pequeña cantidad de personas ajenas a las instalaciones del ingenio, que no cuentan con una cultura ambiental y tienen un desconocimiento del daño que provocan al quemar sus desechos, estas prácticas provocan la proliferación de bacterias, reduce la visibilidad y genera olores desagradables. Se esparcen contaminantes gaseosos siendo los más comunes el dióxido de carbono y los hidrocarburos. Con esto se acelera el calentamiento global, pero como la cantidad de personas que realizan estas prácticas de incinerar los desechos en un ambiente no controlado son mínimas el impacto negativo al medioambiente es de proporciones menores.



### **3. PROPUESTA DE MANEJO Y TRATAMIENTO DE DESECHOS ORDINARIOS**

#### **3.1. Generación de desechos en el parque industrial**

Los desechos y residuos comúnmente llamados basura son todos aquellos materiales que fueron de utilidad en un tiempo específico, pero que al realizarse las actividades y cumplir con las necesidades de las personas estos carecen de utilidad.

A continuación, se brindan diferentes definiciones de autores sobre la generación de desechos.

Un producto se convierte en residuo en función del espacio y tiempo. Un mismo producto, en el transcurso del tiempo, puede convertirse en residuo y viceversa. Lo mismo sucede en función de donde se encuentra, geográficamente dicho producto.<sup>5</sup>

Los desechos y residuos sólidos han existido desde el inicio de la humanidad como un subproducto de las diferentes actividades del hombre. Desde entonces sus composiciones físicas y químicas han ido cambiando cada día conforme la evolución del hombre y las nuevas tecnologías de la civilización.<sup>6</sup>

Frecuentemente el término basura, desecho y residuo son sinónimos. Pero en la actualidad, se ha dado a conocer sus significados puntuales, para fomentar una mejor cultura en los términos ambientales y también puede ser de ayuda en el proceso de gestión.

---

<sup>5</sup> BONMATÍ, Dale. *Generación de desechos*. p. 23.

<sup>6</sup> THOBANOGLIOUS. *Generación de desechos*. p. 1.

Residuo sólido: es el material o conjunto de materiales que están destinados a ser desechados, porque no tiene un valor económico para el usuario, pero si pueden ser reciclados, reusados o comercializados para crear un nuevo producto con base a la materia prima del primer producto adquirido.

Desecho sólido: es el material o conjunto de materiales que no tienen ningún valor económico para el usuario, por lo tanto, están destinados al desuso y estos no se pueden reciclar, reutilizar o recuperar.

Descrito esto, en este documento ambos términos serán tomados como sinónimos para que no existan confusiones. Los desechos son uno de los problemas con los que lidia la humanidad desde tiempos históricos, ya que, en cada actividad que se realiza se generan desechos y por la llegada de la industrialización, se han creado nuevos desechos que son aún más difíciles de erradicar que son los desechos llamados inorgánicos.

Primero fueron materia prima, extraída de los recursos naturales que nos provee la madre naturaleza, dependiendo las necesidades de un segmento de mercado estas materias pasarán por una serie de procesos que concluirán en un producto final. Este producto final estará compuesto de un envase y un empaque. Que tienen como función la de proteger y resguardar el producto final hasta que este es consumido por su comprador.

Un ejemplo de producto final es el agua embotellada que de por si el recurso a consumirse es un recurso natural, pero el envase no lo es, ya que, para distribuir el agua purificada a un bajo costo se produce el envase con material plástico PET que es un derivado del petróleo, pero al llevarse a cabo todos los procesos de fabricación se creó un envase con características únicas y con miles de años para su degradación natural.

En un ingenio se realizan distintas actividades importantes que son necesarias para llevar a cabo todos los procesos, ya sea en el área de administración, producción, recursos humanos y domicilios, entre otros.

Una de las actividades que se realizan en el área de administración es la impresión de documentos para registrar o documentar datos para los procesos administrativos y así pasar a la toma de decisiones. Al transcurrir el tiempo estos documentos son desechados por obsolescencia de información y se genera el desecho de papel impreso, por lo tanto, este desecho pasa a ser un problema para la instalación porque su generación es masiva y no se cuenta con un manejo integral de estos mismos. Así como la actividad descrita anteriormente existen muchas otras, que generan desechos masivamente.

Para comenzar con la propuesta que será descrita en este documento, es necesario determinar la generación de desechos en las áreas delimitadas por este trabajo.

Tabla I. **Generación de desechos por área**

| Desechos  | Fábrica | Oficinas | Talleres | Área residencial | Club social | Centro educativo |
|-----------|---------|----------|----------|------------------|-------------|------------------|
| Metales   | x       |          | x        |                  |             |                  |
| Plásticos | x       | x        | x        | x                | x           | x                |
| Orgánicos |         | x        |          | x                | x           | x                |
| Cartón    | x       | x        | x        | x                | x           | x                |
| Papel     | x       | x        | x        | x                | x           | x                |
| Latas     | x       | x        | x        | x                | x           | x                |
| Wipe      | x       |          | x        |                  |             |                  |
| Vidrio    |         | x        | x        | x                | x           | x                |
| Textiles  | x       |          | x        | x                |             |                  |

Fuente: elaboración propia.

Con la información anterior se puede observar qué tipos de desechos predominan más en cada área. Fue necesario analizar las diferentes actividades que se realizan en estas mismas, para así determinar qué desechos van a ser el foco de atención y establecer las medidas correspondientes para el manejo integral de estos.

### **3.2. Almacenamiento**

Es la ubicación o punto específico que tendrá lugar para almacenar los residuos que sean desechados por los trabajadores. Para almacenar se necesitará el uso de depósitos temporales para así facilitar la recolección y clasificación de estos. Es necesario designar un espacio adecuado para la colocación de los recipientes y la cantidad necesaria para que los costos sean los mínimos deseados.

Es imprescindible facilitar la ubicación de estos recipientes a los trabajadores para incentivar a que desechen los residuos en su clasificación y así aumentar la eficiencia del proceso de recolección de los trabajadores a cargo.

Es indispensable que los trabajadores de las áreas posean dos recipientes pequeños, uno para desechar el material de oficina, por ejemplo: papel blanco impreso, documentos, facturas, recibos, órdenes de ingreso/egreso, entre otros, siendo el material más utilizado en todas las áreas, y que el personal encargado se dé a la tarea de triturar los documentos para resguardar la confidencialidad, otro para tirar los demás residuos inmediatamente y así evitar retrasos al momento de llevar el proceso de transportar los residuos a los recipientes ubicados fuera de la instalación.



Figura 11. **Área de almacenamiento de metales**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

### 3.2.1. **Por su origen**

Los desechos se pueden almacenar por su origen, por lo que el enfoque será dedicado por las áreas y actividades que generan estos residuos.

Tabla II. **Por su origen**

| Origen<br>Tipo | Actividades que se pueden realizar en todos los sectores |                        |                             |                             |                       |
|----------------|--|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                | Orgánicos  | Plástico               | Metales                     | Papel                       | Textil                |
| Fábrica        | Refaccionar  | Beber agua embotellada | Reparar máquinas            | Imprimir documentos         | Tirar ropa inservible |
| Oficinas       | Consumir los tres tiempos de comida                      | Utilizar pajillas      | Desechar piezas inservibles | Redactar mal los documentos | Usar wipe             |

Continuación tabla II.

|                  |                          |                             |                            |                            |                      |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| Talleres         | Tirar comida vencida     | Desechar empaques plásticos | Beber en latas de aluminio | Tirar documentos obsoletos | Desechar trapos      |
| Área residencial | Podar árboles y arbustos | Tirar cepillos usados       | Demoler estructuras        | Utilizar notas             | Cambiar uniformes    |
| Club social      | Pelar fruta y verduras   | Tirar tapones               | Reparar vehículos          | Escribir en cuadernos      | Adquirir ropa de más |

Fuente: elaboración propia.

Con la tabla anterior se analizaron las diferentes actividades que se realizan en las áreas del parque industrial del ingenio, cada actividad se puede realizar en las cinco áreas que están delimitadas por este documento. Pero eso sí, con un porcentaje diferente de realización. Por ejemplo, en fábrica y taller se trabaja más con maquinarias, por lo que la cantidad de desecho metálico es superior. Con esto determinado se tiene la certeza que un recipiente para desechos metálicos es indispensable.

### 3.2.2. Por su composición

La segunda forma para almacenar los desechos está más enfocada a la composición de cada residuo, es decir, que se analizarán los desechos y de qué material están hechos. Así se determinará la cantidad de recipientes necesarios en cada área.

Tabla III. **Por su composición**

| Orgánicos             | Metales  | Plásticos                           | Textiles | Papel     |
|-----------------------|----------|-------------------------------------|----------|-----------|
| Cáscara de frutas     | Aluminio | PET (Tereftalato de polietileno)    | Lana     | Satinado  |
| Verduras              | Cobre    | HDPE (Polietileno de alta densidad) | Algodón  | Offset    |
| Hojas de árbol        | Hierro   | PVC (Polivinilo)                    | Seda     | Reciclado |
| Estiércol de animales | Acero    | PP (Polipropileno)                  | Lino     | Adhesivo  |
| Huesos de animales    | Oro      | PS (Poliestireno)                   | Cañamo   | Blanco    |

Fuente: elaboración propia.

Cada material está hecho para diferentes actividades por sus características únicas, unos sobresalen más que otros en el uso cotidiano y es necesario almacenarlos por su composición para facilitar el proceso de disposición final. Además, al llegar el momento de la comercialización las empresas privadas compran cada desecho dependiendo este factor, como se logró observar, existen diferentes tipos de plástico y los precios estarán enfocados en la composición del material.

### 3.3. **Recolección**

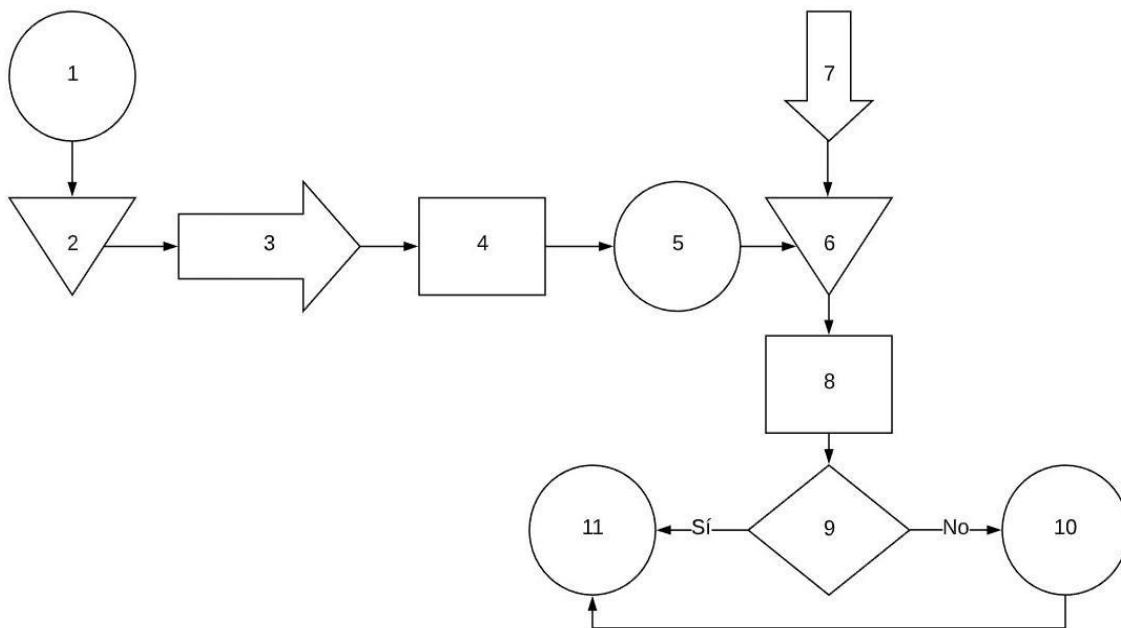
Es el proceso en el cual se llevan a cabo las diferentes operaciones para la recolecta de los desechos, es importante determinar los pasos a seguir para que el proceso sea el óptimo. También es indispensable la asignación de responsabilidades a encargados para velar que todo el proceso se mantenga bajo control, ya que, si un trabajador aún no se ha comprometido con seguir el plan del manejo integral de los desechos, puede ocasionar problemas al momento de arrojar los desechos sin importar su clasificación, retrasando así, todo el proceso.

Esta etapa es la de mayor prioridad y en la que se pone a prueba la cultura y capacitación del personal, viéndose así reflejado el trabajo de los capacitadores.












La recolección de desechos es un proceso que se efectúa de diferentes formas, en Guatemala, existe la recolección puerta a puerta, donde una empresa privada o recolectores individuales pasan de puerta en puerta de las viviendas para recolectar sus desechos, ya sea con camión recolector o una carretilla, a un costo relativamente bajo.

A continuación, se mostrará un diagrama de flujo que represente todo el proceso que se lleva a cabo en la recolección y cómo estará implicado el tren de aseo en esta actividad.

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de recolección



Continuación figura 12.

| Actividad | Procedimiento  | Figura  |
|-----------|--|---|
| 1         | Se genera el desecho por las actividades diarias.  |    |
| 2         | Se almacena la basura en un recipiente auxiliar dentro de la instalación.                |    |
| 3         | Se transporta el material a los recipientes fuera de la instalación.                     |    |
| 4         | Se observa la clasificación de cada desecho.   |    |
| 5         | Se procede a depositar en su respectiva clasificación.                                   |    |
| 6         | Se almacena los desechos en un recipiente de mayor tamaño hasta 3/4 aprox. del depósito. |    |
| 7         | El tren de aseo aparece para recolectar los desechos.                                    |   |
| 8         | Se inspecciona en cada depósito si no existe ningún residuo fuera de lugar.              |  |
| 9         | ¿Todos los desechos están en su lugar?   |  |
| 10        | Se procede a notificar al encargado del área para que realice el reporte.                |  |
| 11        | Se procede a sellar las bolsas y subirlas al transporte.                                 |  |

Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart 2010.

Al determinar las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de recolección, se establecieron los pasos a seguir en cada área hasta que se termina este proceso y se continúa con la disposición final de cada desecho.

### 3.4. Clasificación de los desechos ordinarios

La clasificación es necesaria para lograr una disposición final más eficaz, se tiene que realizar la clasificación, por que como se analizó anteriormente cada desecho, contiene características y propiedades únicas. Así mismo, el tipo de proceso para reutilizar cada material es diferente.

Los desechos ordinarios son también llamados clasificación primaria porque se dividen en orgánicos e inorgánicos. Pero también, por cuestiones de funcionalidad se pueden clasificar en una clasificación secundaria.

Figura 13. **Clasificación de los desechos**



Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes MARN*. <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/18566.pdf>. Consulta: 19 de julio de 2019.

Además, es importante la obtención de residuos en un muy buen estado para aprovecharlos al máximo, por lo que es necesario una correcta clasificación lo que se propone es utilizar solo los recipientes necesarios en cada área, para la reducción de costos al implementarlos. Por ejemplo, tener un recipiente para residuo orgánico en cada área, ya que, es el desecho más general de todos y con los demás recipientes posicionarlos dependiendo de las actividades que se realizan en cada instalación.

La identificación en cada recipiente es indispensable porque es necesaria para que los trabajadores de las instalaciones y personas que residen en los domicilios del ingenio logren depositar los residuos satisfactoriamente.

La identificación se hará por medio de los colores y calcomanías representativas establecidos por el ministerio de ambiente y recursos (MARN).

Figura 14. Colores en los depósitos



Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes MARN*. <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/18566.pdf>. Consulta: 19 de julio de 2019.

En la guía se recomienda utilizar los depósitos e íconos del mismo color para que no exista confusión, porque estos colores representan a cada residuo y se prestará a malentendidos si se usa el ícono y depósito de diferente color.

Por otra parte, realizando lo recomendable se inculcará una cultura de manejo integral de los desechos en las personas, logrando que ellos lleguen a identificar los colores.

Es necesario que el ícono sea visible y que el color no varíe en cada depósito por lo que se utilizará una referencia de colores proporcionada por la guía del MARN.

Figura 15. **Ejemplo del Ícono de los depósitos**



Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes MARN*. <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/18566.pdf>. Consulta: 19 de julio de 2019.

También se da la posibilidad de establecer un solo color para los depósitos, eso sí, debe ser un color neutro ya sea blanco o negro. Esta posibilidad se crea porque existen algunos contenedores de un material en el que es difícil aplicar colores (madera, acero inoxidable, entre otros), por lo que es factible adquirir los contenedores de un solo color. Se debe tener en cuenta que si se implementa esta propuesta para la aplicación del color es necesario que en el ícono se mantenga el color correspondiente al tipo de residuo, que la letra sea de un tamaño legible y que la ubicación sea el área más visible.



Figura 16. **Contenedores de un solo color**



Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía para la Identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes MARN*. <https://www.marn.gov.gt/Multimedios/18566.pdf>. Consulta: 19 de julio de 2019.

### **3.5. Transporte**

El servicio interno brinda a cada área productiva del parque industrial, la recolección de todos los desechos que son generados por los trabajadores, evitando la acumulación de residuos en los depósitos, logrando así que no existan malos olores, plagas por los restos de comida y que todas las áreas estén limpias para los trabajadores, visitantes, proveedores y toda persona que ingrese al parque industrial.

El servicio externo ofrece a la población aledaña y al centro educativo la posibilidad de recolectar todos los desechos que se generan, logrando así mejorar la calidad de vida de todas las personas con hogares y aulas más limpias.

El transporte se dirige antes de finalizar la jornada directamente a un vertedero autorizado para descargar todos los desechos que recolectó en el día. Logrando así que las autoridades puedan disponer de una correcta eliminación.

### **3.5.1. Maquinaria**

Es necesario contar con un vehículo con capacidad suficiente para almacenar temporalmente los desechos, mientras se recorren las diferentes áreas. También es necesario que el vehículo sea 4x4 porque el terreno que recorrerá es de terracería y que cuente con la potencia para no quedar varado en el recorrido. Afortunadamente, el ingenio ya cuenta con un vehículo que es un tractor New Holland T2005 y está equipado con un carretón con la suficiente capacidad para recolectar todos los desperdicios generados en el ingenio.

El carretón debe ser rediseñado para tener compartimentos, evitando así que los desechos sean mezclados y que la clasificación de estos no sea una tarea en vano por parte de todo el personal. Por suerte se cuenta con el espacio disponible para realizar este rediseño. Logrando así que la recolección y la clasificación sea lo más eficiente posible.

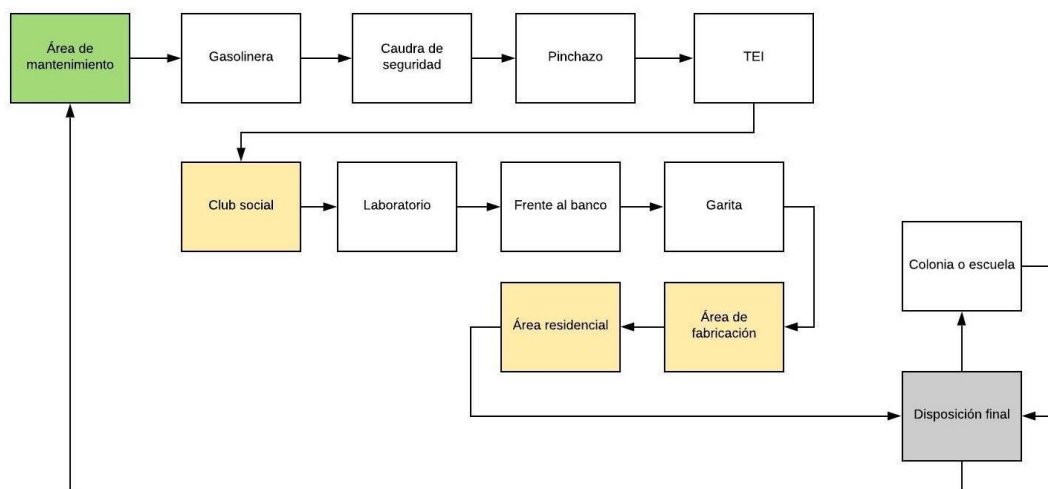
### **3.5.2. Servicio**

Consiste en llegar al área programada, inspeccionar que los desechos se encuentren en su depósito establecido, sino se encuentran en el lugar establecido se deberá clasificar nuevamente y notificar al responsable del control del área para aplicar la llamada de atención, después de verificar que todo esté como se estableció, se colocan los desechos en el vehículo designado y se transportan para la disposición final.

### 3.5.3. Cobertura

El área designada como cobertura para el servicio del tren de aseo es en el parque industrial del ingenio, el área de mantenimiento es el punto inicial, por lo que recorrerá distintas áreas hasta llegar al punto de almacenamiento que es la disposición final de todos los desechos ordinarios.

Figura 17. Diagrama de recorrido del transporte de desechos



Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart 2010.

### 3.6. Disposición final

La disposición final de los desechos recolectados es el eslabón final de la cadena de gestión de residuos sólidos como parte del saneamiento ambiental. Es la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población, a los ecosistemas y

sus elementos. Puede incluir varias técnicas tales como: rellenos sanitarios, plantas de incineración, centros de valorización y recuperación incluyendo el compostaje y otras.

### **3.6.1. Vertedero**

Es la forma más común de eliminar los desechos de una población que no tiene cultura de reciclaje, debería considerarse la última opción para la eliminación de los desechos que no pueden ser recuperados. Lastimosamente no se hace de una forma controlada por lo que muchos vertederos son clandestinos, por lo tanto, llegan toneladas de basura diariamente sin ser clasificada ni reciclada. Provocando así un impacto negativo sobre el medioambiente.

Los vertederos pueden ser utilizados siempre y cuando sean en condiciones controladas. Por lo que se propone la utilización de un vertedero municipal o privado que tenga todas las características de un vertedero controlado. Estas son: limpieza, adecuación, accesos, vallado periférico, bascula, servicios, red de desviación pluviales, pantalla ecológica y vegetal, sistema de recogida y tratamiento de lixiviados y gases (biogás), diseño del sistema de explotación, trituración y compactación. En la actualidad, el ingenio utiliza el servicio de un vertedero autorizado para la eliminación de sus desechos. Se tiene planificado a mediano plazo la creación de un vertedero interno.

### **3.6.2. Incineración**

Es una alternativa de disposición final en lugar de los vertederos, consiste en un proceso térmico para el tratamiento de desechos sólidos a altas temperaturas aproximadamente los 900 °C mezclados con una cantidad de

oxígeno para que el proceso sea óptimo. Se realiza este tipo de disposición para lograr reducir el volumen físico de los residuos convirtiéndolos en líquidos, gaseosos y sólidos. Esta técnica se debe realizar en un ambiente controlado, ya que, si no se aplica el control se estaría enviando a la atmósfera una fuerte cantidad de químicos en estado gaseoso, provocando así una contaminación al medioambiente. El ingenio ya cuenta con una incineradora que se encuentra en el área de servicios y es utilizada para la quema de papel, ya sea, de oficina o sanitario.

### **3.6.3. Trituración**

Es el proceso de destruir los residuos sólidos a partículas más pequeñas, reduciendo así el volumen considerablemente. Este proceso a comparación de la incineración no transforma los residuos a diferentes estados, solo reduce el tamaño físico de los objetos. Esto con el fin de facilitar el almacenamiento de los desechos y reducción de costos de almacenaje, de transporte y disposición final. También facilita el proceso de reciclaje convirtiendo los residuos nuevamente en materia prima.

La trituración puede ser utilizada como tratamiento previo a la incineración o tratamiento previo a los vertederos. En relación con la incineración resultan evidentes las ventajas de que la combustión sea más uniforme. En los rellenos sanitarios, la distribución, compactación y recubrimiento salen igualmente beneficiados y los problemas de asentamiento (especialmente de asentamientos diferenciales) se reducen al mínimo. Se recomienda subcontratar solo empresas autorizadas por el Ministerios de Ambiente y Recursos (MARN).

### **3.7. Aprovechamiento**

Es el proceso que se lleva a cabo para dar una segunda vida a un material que ha sido desechado por el primer consumidor, se conoce que los materiales son limitados, por lo tanto, es necesario recuperar los materiales que fueron desechados y reinsertarlos a un proceso de aprovechamiento para ser reutilizados y así ahorrar costos en fabricación de un nuevo producto y reducir el impacto ambiental negativo.

Existen dos formas de recuperar un residuo, una es la comercialización de desechos inorgánicos y la otra es la realización de un compostaje para usarlo como un tratamiento de suelos. Ambas ofrecen un beneficio a la empresa.

#### **3.7.1. Compostaje en el tratamiento de suelos**

Es un producto resultante del proceso de compostaje y maduración, constituido por una materia orgánica estabilizada semejante al humus, con poco parecido con la original, puesto que ha sido degradada dando como resultado partículas más finas y oscuras. Es un producto inocuo y libre de sustancias fitotóxicas, cuya aplicación al suelo no provoca daño a las plantas y permite su almacenamiento sin posteriores tratamientos y alteraciones.<sup>7</sup>

“El compost es un producto negro, homogéneo y, por regla general, de fórmula granulada sin restos gruesos, es un producto húmico y cálcico, es capaz de aportar oligoelementos al suelo”.<sup>8</sup>

La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica. Se llama compostaje al ciclo del carbón y es la descomposición del carbono con la combinación del nitrógeno que se encuentra en el aire.

---

<sup>7</sup> BERTOLDI, M. *Evaluación de la madurez del compost*. p. 12.

<sup>8</sup> DEFFIS CASO, Armando. *La basura es la solución*. p. 46.

Con esto se reestructura el suelo, equilibrándolo en nutrientes y pH. Se lleva un tiempo de descomposición de 4 a 5 meses. Se da un aumento considerable de temperatura con el fin de que mueran las semillas, plagas y patógenos que den paso a la putrefacción o fermentación.

Los encargados de descomponer la materia orgánica son los microorganismos y macroorganismos. En el proceso se debe mantener una condición óptima para que el proceso sea rápido. La humedad debe estar entre un 40 % a 60 % para que los microorganismos realicen su función.

En la zona interna de la pila de compost en donde se encuentra la mayor temperatura y es necesario que a un cierto tiempo la pila de compost se revuelva la parte interna con la externa para que el calor aumente la mayor cantidad posible. Las bacterias se clasifican dependiendo la cantidad de calor que necesitan, las mesofílicas requieren temperaturas entre 20 y 40 °C conforme se descompone la materia orgánica se genera calor.

Los pasos para realizar un compost son:

Se debe agregar material marrón, es decir, hojas secas en contacto con la tierra. Luego se agrega material verde, es decir, hojas verdes, pasto recién cortado húmedo, entre otros.

Luego se debe agregar un activador de compost, que no es más que agregar material que contenga más nitrógeno aportando así una cantidad extra para acelerar el proceso. Ejemplo: agua con hierbas fermentadas, agua con compost maduro, tierra, estiércol de aves, de animales herbívoros, cerveza reposada o una mezcla de todo.

Luego que se llegue a la mitad de la pila de compost se debe agregar la materia orgánica de residuos de comida, entre otros.

Se continúa con las capas de hojas secas, húmedas y el activador hasta llegar a una altura de un metro por un metro de ancho y la longitud que se desee. Para finalizar se coloca un nailon por encima y se deja reposando todo por una o dos semanas.

Luego se debe realizar un volteo del material externo con el interno y dejar nuevamente reposando hasta que se consiga el producto deseado.

Con este proceso se ayuda a mantener y a recuperar el suelo. Suministrando así los nutrientes que necesitan las plantas para crecer y reciclando de la forma correcta los residuos orgánicos. Actualmente, se está deduciendo la ubicación ideal que cumpla con los requisitos para las áreas de compostaje.

### **3.7.2. Comercialización de desechos**

Obtener un beneficio económico de la recolección de los residuos en el parque industrial es una nueva oportunidad para inculcar e involucrar a gran parte de los trabajadores a este mercado. Con esto se prevé una posibilidad para generar un ingreso con la venta de residuos, ya sean de carácter orgánico e inorgánico entre estos se puede mencionar:

El plástico: que es la materia prima para la elaboración de diversos productos de consumo diario como envases, utensilios, muebles, juguetes, entre otros. Representa uno de los residuos con mayor presencia en la vida cotidiana de un ser humano por los diversos usos y características que posee.



El aluminio: cuenta con una presencia enorme en comparación con el plástico. Se puede encontrar en latas, carrocería de vehículos, empaques farmacéuticos y papel de aluminio para uso culinario, entre otros.

El papel: puede ser vendido para el reciclado y fabricación de más papel, evitando así la tala de más árboles y preservando los bosques. Su uso en actividades administrativas y educativas es de gran importancia.

Vidrio: es la materia prima que se utiliza para el hogar, en vehículos, en aparatos y edificios, entre otros.

La materia orgánica: los restos de comida, césped recién cortado, hojas de árbol, entre otros. Son provenientes de la naturaleza y con un correcto manejo se pueden transformar en un producto por medio del compostaje. Su venta podría ser como abono o para uso del propio ingenio que utiliza la tierra para el cultivo de la caña.

Tabla IV. **Precios aproximados para los residuos ordinarios**

| Residuo    | Peso | Precio   |
|------------|------|----------|
| Aluminio   | 1 lb | Q 1,25   |
| Cobre      | 1 lb | Q 7,00   |
| Chatarra 1 | 1 qq | Q 20,00  |
| Chatarra 2 | 1 qq | Q 15,00  |
| Bronce     | 1 qq | Q 300,00 |
| Papel bond | 1 qq | Q 20,00  |
| Periódico  | 1 qq | Q 40,00  |
| Revista    | 1 qq | Q 15,00  |
| Cartón     | 1 qq | Q 10,00  |
| Vidrio     | 1 qq | Q 5,00   |

Fuente: elaboración propia.

Los precios de los desechos varían dependiendo de la empresa, ya que, cada una cuenta con sus precios de compra y se tiene que comparar precios para que la venta de dichos desechos sea de buen aporte económico.

### 3.8. Estimación de costos de la propuesta

A continuación, se presenta la tabla con los costos mensuales aproximados, tomando en cuenta cada uno de los factores para el manejo y tratamiento de los desechos.

Tabla V. **Costos mensuales aproximados**

| Rubro                                       | Monto              |
|---|--------------------|
| Mano de obra directa (4 personas)           | Q 11 969,48        |
| Mano de obra indirecta (2 personas)         | Q 10 000,00        |
| Alquiler de camión                          | Q 0,00             |
| Alquiler de equipos para telecomunicaciones | Q 500,00           |
| Servicio básico (electricidad)              | Q 600,00           |
| Servicios de información                    | Q 1 800,00         |
| Servicios profesionales                     | Q 15 000,00        |
| Seguros                                     | Q 600,00           |
| Capacitación y protocolos                   | Q 500,00           |
| Mantenimiento de camiones                   | Q 1 200,00         |
| Disposición final                           | Q 1 000,00         |
| Productos químicos y conexos                | Q 1 200,00         |
| Útiles, materiales y suministros diversos   | Q 8 400,00         |
| Otros gastos                                | Q 2 500,00         |
| <b>Total</b>                                | <b>Q 55 269,48</b> |

Fuente: elaboración propia.

## 4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### 4.1. Mapeo de los lugares de desecho

En la siguiente figura se muestran las posiciones de todos los recipientes colocados estratégicamente para optimizar la recolección de los desechos. Por cada punto pasa el tren de aseo.

Figura 18. **Recolección en los lugares de desecho**



Fuente: Ingenio Palo gordo. *Ubicación ingenio palo gordo.*  
<http://www.ipg.com.gt/web/guest/inicio> Consulta: 7 de agosto de 2019.

## **4.2. Delimitación por áreas para el manejo y tratamiento de los desechos**

A continuación, se procede a describir cada área del parque industrial, en la cual se describe la cantidad aproximada de residuos ordinarios que se generan y los diferentes tipos de desechos.

### **4.2.1. Fábrica**

Es el área en donde se realiza todo el proceso de producción del azúcar, aquí se llevan a cabo todos los procesos y métodos para crear el azúcar extrayéndolo del cultivo de caña. Existen actividades que generan un volumen de residuos de 1 200 metros cúbicos semanales en los cuales se encuentra el papel, material orgánico y plástico. Está área cuenta con un recipiente general en el cual se depositan todos los desechos sin clasificación. Es necesaria la implementación de buzones temporales, para así comenzar con la clasificación de los desechos y reducir la carga de trabajo al personal del tren de aseo, ya que, solo cuentan con dos personas y un bajo presupuesto.

### **4.2.2. Oficinas**

Área administrativa en el que se realizan todos los procesos para el funcionamiento de la empresa entre estos tenemos: contrataciones, pagos a personal, presupuestos y documentación, entre otros. En esta área se maneja un alto porcentaje de papel para impresión y escritura. Por lo que es importante inculcar métodos para reciclar como el de imprimir documentos a doble cara, aprovechando así todo el espacio de la hoja de papel, utilizar papel reciclable y tener un sistema de trituración de papel para oficina, entre otros.

Se produce un volumen de 13,8 metros cúbicos semanalmente de residuos en los que podemos encontrar: plástico, papel, vidrio, cartón, bolsas, latas, papel higiénico y residuos orgánicos. Cuentan con dos personas para recolectar todos los desechos.

#### **4.2.3. Taller**

Es el lugar en donde la mayoría de las actividades se relacionan con la reparación de transporte, aquí encontramos residuos como el aceite, grasa usada, baterías, llantas y repuestos usados. En aceite y grasa se almacenan 7 000 galones aproximadamente al mes, en llantas se almacenan 950 unidades aproximadamente al mes, en baterías se almacenan 240 unidades aproximadamente al mes y el metal se almacena 9 700 kilogramos aproximadamente al mes. Cada residuo cuenta con un lugar de depósito temporal y al finalizar con la recolecta se envían estos residuos a una empresa privada que se encarga de reciclarlos y que paga por ellos.

#### **4.2.4. Área residencial**

Es lugar donde habitan las familias de algunos trabajadores del ingenio, aquí se realizan actividades cotidianas que generan residuos ordinarios como el plástico, materia orgánica, aluminio, ropa y vidrio, entre otros. Se generan alrededor de 16,1 metros cúbicos semanalmente de residuos, sí cuentan con un buzón temporal para el almacenamiento de estos residuos, la disposición final se encuentra a 7 km aproximadamente.

#### 4.2.5. Club social

Es el área para actividades recreativas como: convivios, capacitaciones y reuniones laborales, entre otras. En esta área se generan desechos ordinarios como el papel, plástico, comida, duroport, cartón, latas, vidrio y aparatos eléctricos, entre otros. Se genera alrededor de 58,5 metros cúbicos aproximadamente a la semana. La disposición final es en los cedros IPG y se encuentra a una distancia de 5 kilómetros aproximadamente.

#### 4.3. Identificación de buzones temporales

A continuación, se presenta el diseño, el color y mensaje que llevarán los recipientes para facilitar que los trabajadores logren identificar cada recipiente y colocar correctamente los residuos donde corresponden.

Tabla VI. Recipientes con su color asignado en el parque industrial

| Tipo de desecho   | Color asignado |
|-------------------|----------------|
| Orgánicos         | Orange         |
| Papel y cartón    | Blue           |
| Ropa y wipe       | Grey           |
| Plásticos y latas | Yellow         |

Fuente: elaboración propia.

Cada recipiente cuenta con una imagen representando lo que debe ser desechado en cada clasificación. También se incluyó un mensaje “Clasifica tus desechos, se responsable con el ambiente” esto para incentivar a los trabajadores y crear un compromiso con el medioambiente y las instalaciones del ingenio.

Figura 19. **Buzones temporales para área domiciliar**



Fuente: elaboración propia, afueras del área residencial, Ingenio Palo Gordo.

Figura 20. **Buzones temporales para área del club**



Fuente: elaboración propia, afueras del área del club, Ingenio Palo Gordo.

Con el mapeo de los lugares de desecho se llevó a cabo la implementación de recipientes para el almacenamiento temporal *in situ* de los residuos ordinarios. En este proceso se escogió otra gama de colores para la identificación de los recipientes dentro del parque industrial.

#### **4.4. Identificación de procedimientos de transporte de acopio generales**

Se han definido los siguientes puntos con la ayuda del personal de ambiente, esto para definir cada uno de los procesos que debe llevar a cabo transporte y sus encargados.

El jefe de turno de cada área define los puntos de recolección autorizados, los cuales quedan registrados en el formulario. Cuando se necesita definir un punto nuevo de recolección, éste lo define el supervisor de turno y el jefe de cada proceso o área interesada.

Las áreas clasifican sus residuos colocándolos en los recipientes que se encuentran en los sitios de almacenamiento temporal *in situ*.

Al llenarse la bolsa colocada en un recipiente hasta aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de su capacidad, el encargado de embalaje de cada área amarra y retira de los recipientes las bolsas llenas, y coloca bolsas nuevas del color respectivo. Las bolsas llenas se colocan en el suelo, junto a los botes o contenedores.

El supervisor de turno asigna a los colaboradores de mantenimiento y limpieza que recogen las bolsas llenas y cerradas colocadas fuera de los recipientes, de acuerdo con su ruta de recolección de residuos.



Las bolsas de desechos recolectadas son transportadas hacia los puntos de disposición final especificados.

Los residuos metálicos son trasladados por las áreas al patio de chatarra. En caso de que los residuos generados sean susceptibles de reusó, se deberá coordinar su traslado al patio de reutilizables, con el supervisor de turno, de cada proceso o con el gerente de operaciones.

Los residuos procesables son entregados por el jefe de cada proceso para la utilización, reusó o reacomodación adecuada. Esta documentación la deberá hacer el Regente ambiental.

#### **4.5. Caracterización de los desechos según el área**

La caracterización es determinar la composición y porcentaje de los diferentes desechos sólidos que se producen en un área para así analizar detenidamente todas las estrategias que se llevarán a cabo para reducir y disponer de un desecho dependiendo de sus características. Gracias a la clasificación previa que se efectúa no es necesario utilizar el método del cuarteo, que sirve para encontrar en qué porcentaje de composición se encuentra cada desecho en las bolsas de basura, en dónde por lo general, se encuentran todos los residuos sin una clasificación.

Tabla VII. **Porcentajes de volumen según el área**

| Área             | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Porcentaje |
|------------------|---------------------------|------------|
| Fábrica          | 1 200                     | 55,95 %    |
| Oficinas         | 13,8                      | 0,64 %     |
| Taller           | 856,3                     | 39,93 %    |
| Área residencial | 16,1                      | 0,75 %     |
| Club social      | 58,5                      | 2,73 %     |
| Total            | 2 144,7                   | 100 %      |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla fábrica y taller son las dos áreas que más generan desechos, por la magnitud de las actividades que llevan a cabo.

Muchos de los desechos que se generan dentro de estas instalaciones pueden ser comercializados o reutilizados para fines propios de la empresa.

#### **4.6. Clasificación de los desechos ordinarios**

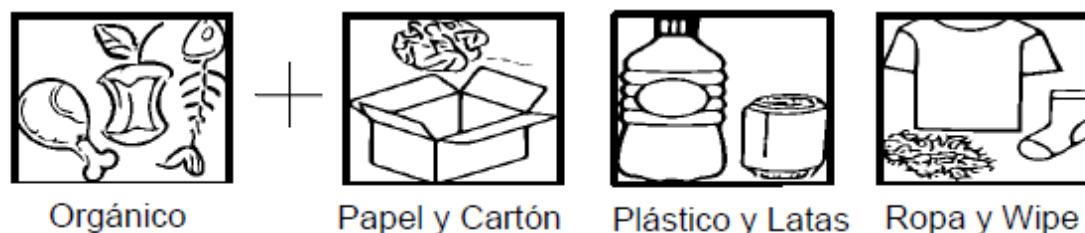
La clasificación que se ejecutó es distinta a la recomendada en la guía, ya que, se implementaron distintas agrupaciones para reducir los costos en la compra de los recipientes.

Entre más amplia es la clasificación más se reduce la carga de trabajo en la separación de desechos al finalizar la disposición. Pero, los costos se elevan, porque se necesitaría una mayor cantidad de recipientes para cada uno del tipo de desecho y también grandes cantidades de pintura para señalar cada recipiente con su color propuesto.

#### 4.6.1. Por su composición orgánica e inorgánica

A pesar de haber modificado la clasificación natural propuesta por la guía es indudable que la clasificación primaria y secundaria se mantenga, ya que, simplemente se agruparon los desechos por la similitud de actividades que se llevan a cabo para generar dichos desechos.

Figura 21. Clasificación por su composición



Fuente: Ingenio palo gordo. *Clasificación del ingenio Palo Gordo.*

<http://www.ipg.com.gt/web/guest/responsabilidad-social>. Consulta: 10 de julio de 2019.

#### 4.7. Áreas de disposición final

Se cuenta con cuatro áreas para la disposición final, a continuación, se describe qué tipos de desechos almacenan, la función que realiza cada área y el proceso que se lleva a cabo para dicha disposición.

El depósito general de chatarra es el área que se ha designado para el almacenamiento de toda clase de metales, aquí se envían los metales provenientes de: maquinaria obsoleta, repuestos usados, vehículos en mal estado, chatarra de equipo, herramientas inservibles, entre otros. En esta área se tienen dos opciones para la disposición del metal, entre estas se encuentra el reusó de los metales para ser utilizados como material que ayude en otras

actividades y también se realiza una revalorización para su futura venta a diferentes entidades privadas.

**Figura 22. Depósito general de chatarra**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

La llantera tiene como propósito el almacenar todos los desechos provenientes del caucho, se envían a esta área todas las llantas que ya han terminado su ciclo de vida y al tener una cantidad considerable de este material desechado, se busca una entidad privada para vender este desecho y que ellos se encarguen del proceso de reciclaje.

Figura 23. **La llantera**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

Cedros IPG es un área alejada del parque industrial, es el vertedero general de basura del ingenio, en esta área es por lo general, en donde el tren de aseo hace su descarga de desechos de tipo ordinario, aquí se vierten todos los desechos generados y se procede a realizar una quema que no se encuentra bajo control de los desechos.

Centro de acopio es un área pequeña reciente que tiene como función el de almacenar los desechos ordinarios que si se pueden comercializar y obtener un margen de ganancia de ellos.

Figura 24. **Centro de acopio área de papel y cartón**



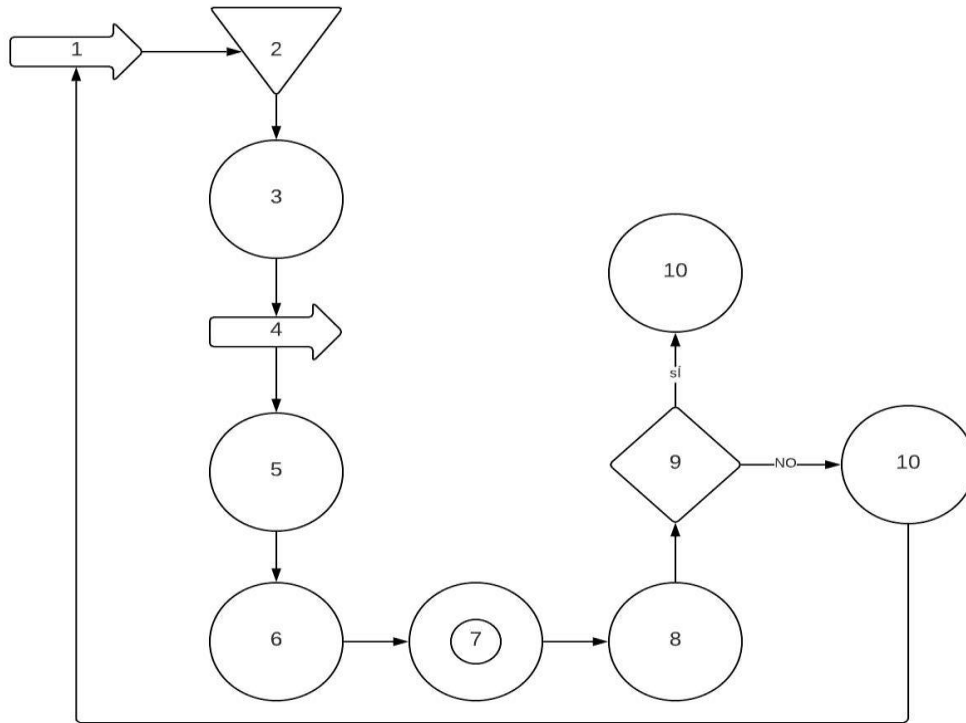
Fuente: centro de acopio del Ingenio Palo Gordo.

Figura 25. **Centro de acopio área de plásticos y latas**



Fuente: elaboración propia, instalaciones Ingenio Palo Gordo.

Figura 26. Diagrama de flujo de los procesos a realizar en el acopio general



| Actividad | Procedimiento  | Figura |
|-----------|--|--------|
| 1         | El tren de aseo llega a los puntos de recolección.                   |        |
| 2         | Los desechos sólidos son almacenados <i>in situ</i> temporalmente.   |        |
| 3         | Los trabajadores recogen los desechos sólidos.                       |        |
| 4         | Los desechos sólidos son transportados al acopio general.            |        |
| 5         | Se procede a realizar el pesaje.                                     |        |
| 6         | Se procede a obtener el volumen.                                     |        |
| 7         | Se crea un registro de los resultados en la bitácora.                |        |
| 8         | Se procede a colocar cada desecho en su respectiva área.             |        |
| 9         | ¿Se ha alcanzado el nivel para la venta de los residuos?             |        |
| 10        | Se siguen realizando los pasos anteriores hasta alcanzar el nivel.   |        |
| 11        | Se informa al área de ventas para proceder con la venta de desechos. |        |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.1. Disposición final de los desechos inorgánicos

Las distintas características de los desechos inorgánicos y su tiempo de degradación alto hacen que su disposición final sea una labor ardua. Por lo que es necesario realizar una clasificación de cada tipo de desecho inorgánico y realizar su respectiva disposición de la forma más óptima.

##### 4.7.1.1. Clasificación de los desechos

Los desechos pueden clasificarse como utilizables y no utilizables. Esto porque no todos los desechos son perfectos para ser utilizados como compost. En la siguiente tabla se exponen cada uno de los residuos.

Tabla VIII. Clasificación de los desechos inorgánicos

| Papel y cartón    | Plásticos y latas       | Ropa y wipe     |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| Papel blanco      | Bolsas plásticas        | Ropa desgastada |
| Cajas             | Lazos                   | Ropa con grasa  |
| Servilletas       | Botellas no retornables | Wipe usado      |
| Bolsas de papel   | Botellas PET            |                 |
| Vasos de papel    | Pajillas                |                 |
| Papel periódico   | Envolturas              |                 |
| Papel reciclado   | Vasos de duroport       |                 |
| Pajillas de papel | Latas de refrescos      |                 |
|                   | Bandejas de duroport    |                 |
|                   | Utensilios de plástico  |                 |
|                   | Latas de conserva       |                 |
|                   | Latas de aseo personal  |                 |
|                   | Empaques                |                 |
|                   | Cajas plásticas         |                 |
|                   | Tapones plásticos       |                 |

Fuente: elaboración propia.



Muchos de los desechos inorgánicos no cuentan con un mercado que los solicite, ya sea porque no existe una empresa que los recicle o porque su compra y venta no es factible en las ganancias obtenidas. A continuación, se detalla el precio aproximado con el que se venden los desechos utilizando como referencia la tabla proporcionada por PROARCA/SIGMA, ya que, los precios de venta del ingenio son de carácter confidencial.

Tabla IX. **Precios de venta de otros desechos inorgánicos**

| <b>Tipo de desecho</b> | <b>Precio</b> | <b>Peso</b> |
|------------------------|---------------|-------------|
| Papel de oficina       | Q 25,00       | qq          |
| Papel periódico        | Q 20,00       | qq          |
| Otro tipo de papel     | Q 20,00       | qq          |
| Cartón limpio          | Q 10,00       | qq          |
| Envases de gaseosa     | Q 10,00       | qq          |
| Envases de agua pura   | Q 10,00       | qq          |
| Tapones                | Q 90,00       | qq          |
| Latas de aluminio      | Q 3,00        | lb          |

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, no todos los desechos inorgánicos pueden ser comercializados y estos desechos deben estar en buenas condiciones, para que puedan ser vendidos a las diferentes entidades privadas que se encargan de realizar el reciclado de los materiales.

#### **4.7.2. Disposición final de los desechos orgánicos**

Se estipuló que la forma correcta para obtener beneficios de la manipulación y tratamiento del desecho orgánico es la creación de un compost. Con esto se inicia el proceso de recuperación de tierras, ya que, el ingenio utiliza el monocultivo de la caña para la creación de su producto final que es el azúcar proveniente de este mismo.

Con la creación de compost se estaría beneficiando la empresa porque reduciría los costos de compra de abono y crearía un abono más natural sin el uso de químicos. Se ha designado el lugar de acopio para la recolección de los desechos orgánicos y se debe armar la pila de compost que lleva un orden específico para que el proceso sea más rápido.

##### **4.7.2.1. Clasificación de los desechos**

La forma más óptima que se encontró para la clasificación de los desechos dentro del parque fue juntar el papel con cartón, plásticos con latas, ropa con wipe. Esto con el fin de reducir la cantidad de recipientes a necesitar para el depósito de estos residuos.

Tabla X. **Clasificación de los desechos orgánicos para compost**

| Utilizables             | No utilizables              |
|-------------------------|-----------------------------|
| Restos de fruta         | Restos de pescado           |
| Restos de verduras      | Carne                       |
| Flores                  | Huesos                      |
| Plantas                 | Estiércol de domésticos     |
| Cáscaras de huevo       | Cenizas                     |
| Restos de poda          | Revistas ilustradas         |
| Tapones de corcho       | Pañales                     |
| Papel de cocina         | Aserrín de maderas tratadas |
| Servilletas             | Lácteos                     |
| Aserrín de madera       | Tejidos sintéticos          |
| Posos de café           | <i>Tetrabricks</i>          |
| Restos de infusiones    | Productos químicos          |
| Estiércol de herbívoros |                             |
| Paja                    |                             |

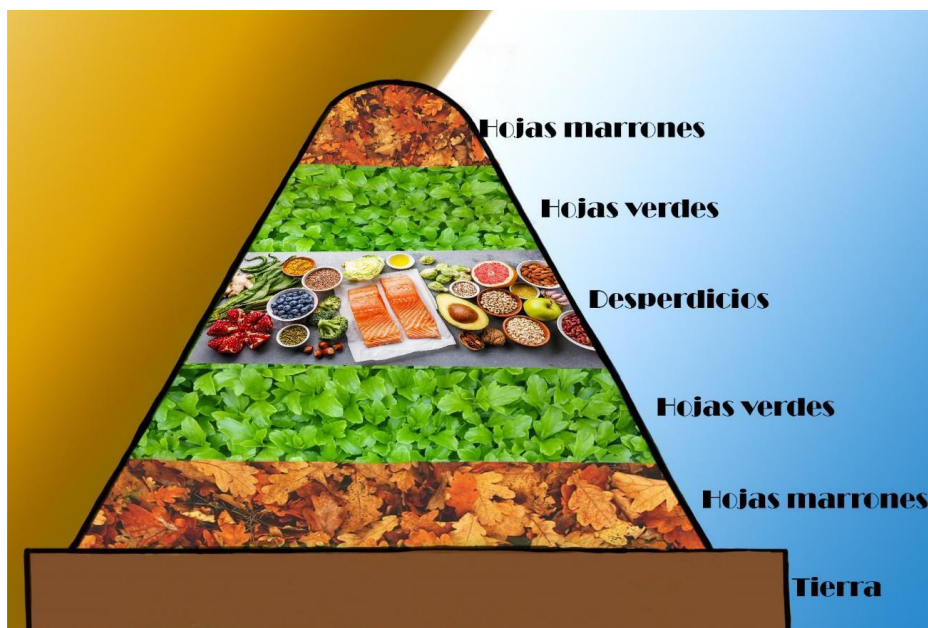
Fuente: elaboración propia.

Con esta tabla se obtiene una guía de lo que se puede y no se puede integrar en la pila de compost. Esto sirve para que la pila de compost tenga una calidad muy buena eliminando malos olores, logre rehabilitar la tierra y pueda ser nutrida nuevamente con los productos que nos entrega la naturaleza, cerrando así el ciclo de los desechos orgánicos, ya que, está es la mejor manera para disponer finalmente de estos residuos.

#### 4.7.2.2. Realización del compost para la recuperación de suelos

A continuación, se muestra una figura en donde se comprende el orden de la pila de compost y los componentes que la forman.

Figura 27. Pila de compost



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar el orden específico que debe llevar la pila de compost, primero se debe reunir hojas (marrones), papel, cartón y hasta se puede usar el aserrín que son los primeros componentes que estarán en contacto directo con la tierra pero siempre deben ir humedecidos nunca en un estado seco, esto provocará que agentes externos se involucren en el proceso y ayuden a procesarlos componentes de la pila, encima se debe colocar una capa de hojas verdes provenientes de césped recién cortado, hojas recién caídas de los árboles.

Al ya tener nuestras dos capas se debe aplicar con un rociador un activador de compost. Recordando que el compost se basa en el ciclo del carbono es decir la descomposición de este. Para ello, es necesario el nitrógeno que se mantiene en el aire, pero si agregamos componentes que tienen nitrógeno como compuesto se logrará acelerar el proceso. Para realizar un activador de compost existen una infinidad de materiales que pueden otorgar esa fuente de nitrógeno extra como lo son: Purín de hierbas, Purín de ortigas, Cerveza vieja, Compost maduro, estiércol de animales herbívoros. Gracias a este activador de compost se agregan microorganismos que ayudarán en el proceso.

En medio de la pila de compost se debe agregar lo desperdicios de alimentos, huesos, cáscaras de fruta para que se encuentren en el punto de calentamiento máximo de la pila, luego se repite el proceso hasta que se tiene una altura de 1 m x 1 m de ancho, entre más grande sea la pila mucho mejor ya que alcanzarán temperaturas mayores que son necesarias para la descomposición y matar la maleza que se encuentra en la tierra.

Al finalizar se debe colocar encima de la pila un nailon para dos objetivos uno que es para que la humedad se mantenga dentro de la pila y segundo para que la lluvia no lave los nutrientes que se otorgaron en todo el proceso. Semanalmente es necesario mover parte de la pila de adentro hacia afuera para mantener la temperatura más tiempo y en unos 3 a 4 meses ya se tendrá un producto final sin mal olor, color marrón y un poco húmedo.

#### 4.8. Costos del desarrollo de la propuesta

A continuación, se presentan los rubros con los costos estimados al desarrollar la propuesta.

Tabla XI. Costos del desarrollo de la propuesta

| Rubro                                     | Monto              |
|---|--------------------|
| Mano de obra directa (2 personas)         | Q 5 984,74         |
| Mano de obra indirecta (2 personas)       | Q 10 000,00        |
| Servicios de información                  | Q 650,00           |
| Servicios profesionales (asesoría)        | Q 15 000,00        |
| Seguros                                   | Q 600,00           |
| Capacitación y protocolos                 | Q 500,00           |
| Mantenimiento de camiones                 | Q 1 200,00         |
| Disposición final                         | Q 1 000,00         |
| Productos químicos y conexos              | Q 1 200,00         |
| Útiles, materiales y suministros diversos | Q 1 540,00         |
| Otros gastos                              | Q1 150,00          |
| <b>Total</b>                              | <b>Q 38 824,74</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.9. Capacitación a trabajadores

El enfoque que se le debe dar a la capacitación para los trabajadores tiene que ser, el de inculcar una cultura de reciclaje, disminución de consumo y el de clasificar correctamente los desechos generados por cada uno. Se comienza con la enseñanza de las 3 erres en este orden que son Reducir, Reutilizar y Reciclar. Con esto se capacita a los trabajadores a que conozcan las formas correctas de manipular un desecho, disminuir el consumo y en relación disminuirla generación de estos mismos.

Otra parte fundamental en la enseñanza es la clasificación por colores, en donde se explica lo que se deben depositar en cada uno de los recipientes y también se explica el procedimiento que se debe llevar a cabo, en caso de que sean desechos especiales.

En la capacitación debe ser primordial el cambio de cultura, siendo está más dirigida al cómo ayudar a disminuir el impacto negativo al medioambiente, al llamado a la cooperación por parte de cada trabajador, a que se involucren con el plan de manejo de desechos.

Las capacitaciones por normativa deben ser mínimo tres al año, las fechas ya estarán a disposición del tiempo y capacitadores.

Los siguientes temas podrán ser abordados para la realización de las capacitaciones:

- Manejo integral de los residuos sólidos y Marco Legal Nacional vigente.
- Educación Ambiental.
- Normativa del manejo de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos)
- Contaminación por generación de desechos.
- Programas de Reducción, Reusó y Reciclaje. (Las 3 erres)
- Monitoreo de variables ambientales por la disposición de desechos ordinarios y especiales.





## 5. SEGUIMIENTO O MEJORA

### 5.1. Resultados obtenidos

Los resultados se presentan en las tablas XII, XIII, XIV y figura 28.

Tabla XII. **Peso de muestras recolectadas solo en 5 áreas**

| Muestra           | Número de días | Peso en libras | Peso en kilos |
|-------------------|----------------|----------------|---------------|
| 1                 | 1              | 23,4           | 10,6          |
| 2                 | 1              | 25,8           | 11,7          |
| 3                 | 1              | 21,3           | 9,6           |
| 4                 | 1              | 19,4           | 8,8           |
| 5                 | 1              | 30,5           | 13,8          |
| 6                 | 1              | 22,8           | 10,3          |
| 7                 | 1              | 30,1           | 13,6          |
| 8                 | 1              | 23,4           | 10,6          |
| 9                 | 1              | 24,6           | 11,1          |
| 10                | 1              | 27,5           | 12,4          |
| <b>Peso total</b> |                | <b>248,8</b>   | <b>112,6</b>  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Peso de muestras recolectadas semanal**

| Muestra           | Número de días | Peso en libras | Peso en kilos |
|-------------------|----------------|----------------|---------------|
| 1                 | 7              | 163,8          | 74,1          |
| 2                 | 7              | 180,6          | 81,7          |
| 3                 | 7              | 149,1          | 67,5          |
| 4                 | 7              | 135,8          | 61,4          |
| 5                 | 7              | 213,5          | 96,6          |
| 6                 | 7              | 159,6          | 72,2          |
| 7                 | 7              | 210,7          | 95,3          |
| 8                 | 7              | 163,8          | 74,1          |
| 9                 | 7              | 172,2          | 77,9          |
| 10                | 7              | 192,5          | 87,1          |
| <b>Peso total</b> |                | <b>1 741,6</b> | <b>788,1</b>  |

Fuente: elaboración propia

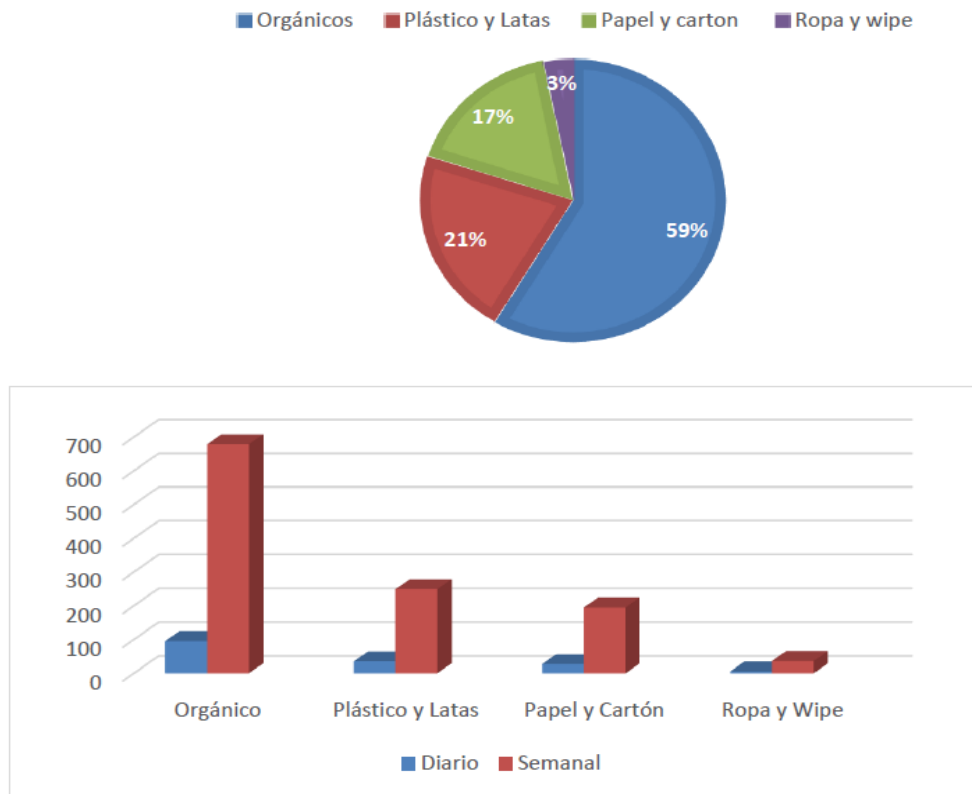


Tabla XIV. Tasa de producción de desechos

| Tipo de residuo  | Peso en lb (1 día) | Peso en lb (7 día) | Porcentaje % |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Orgánico         | 95,6               | 678,4              | 59 %         |
| Plástico y latas | 35,3               | 249,2              | 22 %         |
| Papel y cartón   | 27,2               | 194,9              | 17 %         |
| Ropa y wipe      | 5,2                | 36,4               | 3 %          |
| Total            | 163,3              | 1 158,9            | 100 %        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Tasa de producción de los residuos



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

## **5.2. Interpretación**

Como se puede observar se mantienen las tendencias con respecto a la producción de desechos en el país, por lo que la materia orgánica es lo que más sobresale como producción de residuos por ser algo de carácter natural y de rápida descomposición. El siguiente material que más se produce como residuo es el plástico, ya que, cuenta como uno de los materiales que más ayudan en las actividades cotidianas de las personas.

Es importante conocer estos datos porque así se pueden idear estrategias más enfocadas a la forma en cómo se dispondrá de estos materiales o cómo se puede reducir el consumo de los mismos con la sustitución de otro material que logre ayudar en estas actividades pero que no perjudique al medioambiente.

## **5.3. Aplicación**

Se deben aplicar estrategias que ayuden a mitigar el problema de los residuos que más se producen, con el desecho orgánico se tiene la opción de utilizarlo como compost. Otra opción es también encontrar una entidad privada que necesite de material orgánico para la crianza de lombriz, que tiene como denominación lombricultura y el fin de estas organizaciones es la creación de humus ya sea líquido o sólido a partir de los diferentes tipos de lombriz, siendo esto muy beneficioso para la tierra. Para el plástico se puede generar un plan de cero plásticos de carácter desechable dentro del parque industrial, esto ayudaría a reducir en grandes cantidades el consumo de este material, velando siempre por la sustitución de este mismo por otro con menos impacto al medioambiente.

Con las latas de aluminio, papel y cartón se puede comercializar con entidades privadas, con la ropa en buen estado se puede donar a entidades públicas y contodo lo que no se puede reutilizar o reciclar enviar a un vertedero con todos los permisos correspondientes y que este bajo control.

#### **5.4. Ventajas y beneficios**

El principal beneficio que se obtiene de un correcto manejo y tratamiento de desechos es la conservación de los bienes naturales como la tierra, el agua, el aire y otros factores ambientales que ayudan a que el ecosistema natural se encuentre en equilibrio, evitando así la destrucción de estos mismos.

Por la parte legal, se tiene el beneficio de no recibir denuncias por parte de la población aledaña, ya que, la población puede ser afectada por la contaminación generada.

Distinguirse como una empresa que se caracteriza por tener prácticas respetuosas y amigables con el medioambiente. Estudiando y planificando el nivel de impacto ambiental para mitigar los factores negativos de su producción. Con esto se logra que la población aumente su confianza y aprobación a la empresa, logrando deseo de formar parte de ella.

La comercialización de desechos logra crear un nuevo nicho de mercado formando una nueva área dentro de la empresa, beneficiándola de nuevas acciones económicas con margen de ganancia y aperturas de empleo.

## **5.5. Acciones correctivas**

La medición que se lleva a cabo semanalmente está siendo realizada por unidades de volumen, por lo que es necesario que se agregue la medición en unidades de peso lb o kg para lograr una mejor caracterización de los desechos y estar preparados para la venta de estos mismos.

Los colores actuales deben ser sustituidos por los propuestos en la guía del MARN, logrando así evitar confusiones de los diferentes colores y que los trabajadores se familiaricen más con estos conceptos.

La falta de promoción de una cultura de reciclaje y cuidado al medioambiente es necesaria para que los trabajadores se sientan más comprometidos para cumplir con todos los objetivos que se han propuesto por parte del área ambiental.

Se deben proponer nuevos proyectos para el reciclaje como los ecoladrillos, que son una estrategia para promover que la población rellene los envases PET con envoltorios de plástico y así donarlos para la construcción de casas de este tipo.

## CONCLUSIONES

1. Se realizó un cronograma de actividades que nos brindó un punto inicial para la programación de todas las actividades del proyecto. Con esto se estipularon unos intervalos de tiempo necesarios incluyendo algunos retrasos que afectaron el progreso del proyecto.
2. El procedimiento del transporte para el acopio fue determinado a partir de la observación minuciosa de las acciones llevadas a cabo por los trabajadores del tren de aseo, esto con el fin de establecer cada proceso eficientemente y las pautas a seguir en casos concretos.
3. En el acopio general recién establecido se realizó el procedimiento efectuado de cada proceso para determinar las responsabilidades de los encargados, manteniendo un control en el inventario de los residuos e informando al área de ventas cuando este acopio haya alcanzado el nivel de residuos para la venta y se realicen los procesos correspondientes a estos.
4. En la caracterización se determinó que los desechos orgánicos son el desecho que tiene más presencia y puede ser beneficioso para la obtención de compost para los suelos. El vidrio no se tomó en cuenta por ser un desecho poco usual dentro de las instalaciones.
5. En la recuperación de suelos se establecieron los procesos a efectuar para la obtención de un producto que logre nutrir al suelo evitando así la degradación de la tierra por la excesiva utilización de este recurso natural.





## RECOMENDACIONES

1. Implementar un modelo de mejora continua con objetivos que sean perfectamente alcanzables tanto a corto, mediano y largo plazo. Con esto se alcanzará un nivel de mejora en esta área logrando beneficios de gran impacto.
2. Involucrar a todo el personal a una cultura ambiental dentro de la empresa, se precisa poner en marcha diferentes actividades que fomenten una responsabilidad y concientización en cada persona sobre los desechos que generan. Con esto se logra que todos formen parte del manejo integral de los desechos sólidos.
3. Llevar a cabo un inventario de residuos ordinarios para mantener un control del ingreso de estos al acopio general, es necesario para todo aquel material que esté con potencial de reciclaje, reutilización o comercialización. Todo material que esté en disposición de comercialización puede ser asignado con un código para su posterior venta.
4. Implementar un plan de SSO para los trabajadores del tren de aseo para evaluar los riesgos y prevenir los accidentes. Esto con el fin de mantener la salud y seguridad del trabajador. Además, se debe proveer a los trabajadores con todas las herramientas necesarias para realizar dichas actividades en el tren de aseo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BARRADAS, Alejandro. *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Minatitlán, 2009. 436 p.
2. BERTOLDI, M. *Compost production, quality an use*. Udine, Italy, Elsevier applied sciences, 1986. 39 p.
3. BONMATÍ, August; GABARRELL, Xavier. *Conceptos Generales Sobre Residuos*. Girona, España: Documenta Universitaria, 2008. 312 p.
4. DEFFIS, Armando. *La basura es la solución*. México: Árbol Editorial SA de CV, 1994. 219 p.
5. DEL VAL, Alfonso. *La basura puede ser un tesoro Ha llegado la hora del reciclaje y de la producción limpia*. Barcelona: Por una nueva educación ambiental para lectores de 12 a 20 años, 2002. 14 p.
6. FRAUME RESTREPO, Néstor Julio. *Diccionario ambiental*. Bogota; Colombia: Ecoe Ediciones, 2006. 490 p.
7. Ingenio Palo Gordo. *Historia breve de la organización*. [en línea]. <<http://www.ipg.com.gt/web/guest/17> >. [Consulta: 30 de junio de 2018].

8. JARAMILLO, Jorge. *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios*. Universidad de Antioquia Colombia. 2002. 324 p.
9. MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. *Guía para la identificación grafica de los residuos sólidos comunes*. Guatemala: Artes litográficos S.A., 2018. 124 p.
10. MONZÓN MUÑOZ, Priscila Guadalupe. Neamientos para la valorización de residuos sólidos en una industria de fabricación de agroquímicos. *Revista Científica Agua, Saneamiento & Ambiente*. Guatemala, Vol. 15, No. 1, 2020. 125 p.
11. PEÑA ROJAS, Dimensa. Nathaly. *Plan de manejo integral de residuos sólidos y para el campo Bucaramanga*. Universidad Industrial de Santander. 2008. 122 p.
12. TCHOBANOGLOUS, George; THEISSEN, Hiralý; & ELIASSEN, Rolf. *Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración*. Mérida, Venezuela: Ambiente y Los Recursos Naturales Renovables. 1989. 339 p.

# APÉNDICE

## Apéndice 1. Cronograma de actividades generales

|     |  | Año 2018     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Año 2019 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-----|--|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|     |  | Cuatrimestre |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|     |  | 1            |    |    |    |    |    | 2  |    |    |    |    |    | 3        |    |    |    |    |    | 4  |    |    |    |    |    | 5  |    |    |    |    |    | 6  |    |    |    |    |    |  |
| No. | Actividad  | En           | Fb | Mr | Ab | My | Jn | Jl | Ag | Sp | Oc | Nv | Dc | En       | Fb | Mr | Ab | My | Jn | Jl | Ag | Sp | Oc | Nv | Dc | En | Fb | Mr | Ab | My | Jn | Jl | Ag | Sp | Oc | Nv | Dc |  |
| 1   | Determinar objetivos y estrategias.                      |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 2   | Determinar los procesos a llevar a cabo.                 |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 3   | Determinar los puntos de recolección.                    |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 4   | Decidir la clasificación que se empleara                 |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 5   | Establecer las formas de disposición final adecuadas.    |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 6   | Elaboración de los buzones temporales.                   |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 7   | Establecer actividades que generan desechos.             |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 8   | Instalación de los buzones in situ.                      |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 9   | Construcción del acopio general                          |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 10  | Determinar los procesos en el acopio general             |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 11  | Medición del volumen generado de desechos según el área. |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 12  | Elaboración de compost                                   |              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |          |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

### Anexo 1. **Área de almacenamiento final de desechos sólidos**



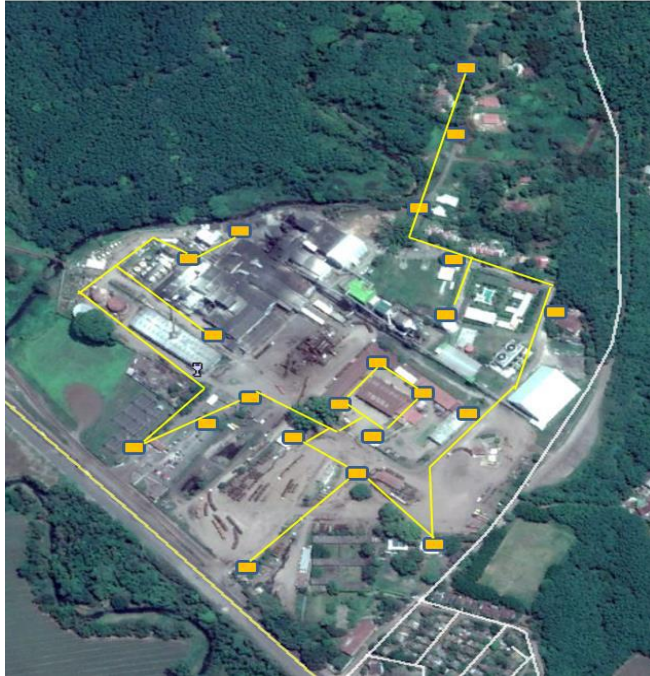
Fuente: Ingenio Palo Gordo. *Cedros IPG*. <http://www.ipg.com.gt/web/guest/corporativo>.  
Consulta: 3 de septiembre de 2019.

### Anexo 2. **Área de almacenamiento de aros**



Fuente: Ingenio Palo gordo. *Parque industrial*. <http://www.ipg.com.gt/web/guest/corporativo>  
Consulta: 3 de septiembre de 2019.

Anexo 3. **Puntos de recolección y clasificación de desechos ordinarios**



Fuente: Parque industrial, Ingenio Palo gordo. *Ubicación ingenio palo gordo.*  
<http://www.ipg.com.gt/web/>. Consulta: 3 de septiembre de 2019.



#### Anexo 4. Marco legal ambiental

| Nombre   | Descripción  | Artículos relevantes en materia de ambiente y recursos naturales   |
|--|--|--|
| Constitución Política de la República  | Ley suprema del país.  | 1, 2, 61, 64, 79, 80, 96, 97, 118, 119, 125, 126, 128, 129   |
| Ley de Protección y Mejoramiento del Medioambiente, decreto No. 68-89  | Legislación marco en materia de ambiente y recursos naturales.   | 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 19, 29, 30, 31, 32, 34, 36   |
| Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, acuerdo gubernativo No. 236-2006 | Establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reusó de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que se logre establecer un proceso que permita:<br>a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.<br>b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización. c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada. | 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 70, 71 |

Continuación del anexo 4.

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, acuerdo gubernativo No. 137-2016</p> | <p>Contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible, estableciendo reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país. Lo cual facilitará la determinación de características y posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales.</p> | <p>1, 2, 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35. 36, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112</p> |
|--|---|---|

Continuación del anexo 4.

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p>Manual General del Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, acuerdo ministerial No. 105-2008</p> | <p>Operativiza el Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. Está dirigido a los entes generadores de aguas residuales, personas que descargan aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, personas que produzcan aguas residuales para reusó, personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales, y personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.</p> | <p>1, 2</p>  |
| <p>Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias o Actividades, acuerdo ministerial No. 199-2016</p>  | <p>Instrumento que permite al MARN, enumerar y categorizar los proyectos, obras, industrias o actividades como de alto, moderado y bajo impacto ambiental potencial.</p>  | <p>1, 2, 3, 4, 5, 6</p>                                      |
| <p>Ley de Áreas Protegidas, decreto No. 4-89</p>   | <p>Norma que establece los objetivos en favor de la conservación, protección, rehabilitación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como su aprovechamiento racional.</p>   | <p>1, 2, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20, 47, 89, 90</p> |

Continuación del anexo 4.

|                                    |  |  |
|------------------------------------|--|--|
| Código de Salud, decreto No. 90-97 | Ley de observancia general que aborda todo lo relativo al sector salud en Guatemala.   | 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108 |
| Ley Forestal, decreto No. 101-96   | Busca reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, a través del incremento del uso de la tierra de acuerdo con su vocación y sin omitir las propias características de suelo, topografía y el clima. Apoyar, promover e incentivar la inversión pública y privada en actividades forestales para que se incremente la producción, comercialización, diversificación, industrialización y conservación de los recursos forestales. | 4, 48, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81  |

Continuación del anexo 4.

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>Código Municipal, decreto No. 12-2002</p>  | <p>Desarrollar lo referente a la organización, gobierno, administración, y funcionamiento de los municipios y demás entidades locales y las competencias que correspondan a los municipios.</p> | <p>142, 168</p>   |
| <p>Ley de Incentivos de Energía Renovable, decreto No. 52-2003</p>  | <p>Promueve el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto.</p>  | <p>4, 5, 6</p>  |
| <p>Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero –Ley de Cambio Climático-, decreto No. 7-2013</p> | <p>Establece las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país.</p>          | <p>5, 6, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23</p>                 |
| <p>Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala –Ley Probosque-, decreto No. 2-2015</p>   | <p>Persigue aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación y Restauración.</p>                           | <p>2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19</p> |

Continuación del anexo 4.

|   |   |  |
|---|---|--|
| Código Penal, decreto No. 27-73   | Ley que define penas por hechos que estén expresamente calificados como delitos o faltas.   | 347 "A", 347 "B"   |
| Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, acuerdo gubernativo No. 229-2014     | Regula las condiciones generales de salud y seguridad ocupacional, en las cuales deben ejecutar sus labores los trabajadores de entidades y patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, semiautónomas y descentralizadas con el fin de proteger la vida, la salud y su integridad, en la prestación de sus servicios. | 1, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135 |
| Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, decreto No. 15-95 | Persigue lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a un nivel que impida interferencia antropógenos peligrosas en el sistema climático.   | 1  |
| Convenio Internacional del Azúcar, decreto No. 20-95                              | Aprueba el Convenio Internacional del Azúcar, hecho en Londres el 11 de septiembre de 1987.   | 1, 2   |

Continuación del anexo 4.

|   |  |                |
|---|--|----------------|
| <p>Convenio Regional sobre Cambios Climáticos, decreto No. 30-95</p>                | <p>Busca proteger el sistema climático en beneficios de las generaciones presentes y futuras.</p>  | <p>1</p>       |
| <p>Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, decreto No. 5-95</p> | <p>Promueve la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, para lo cual establece mecanismos que los Estados contratantes deben adoptar.</p> | <p>1, 2, 3</p> |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Marco legal ambiental*.

<https://www.marn.gob.gt/Multimedios/52.pdf>. Consulta: julio de 2019.

