

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

PLAN PILOTO DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN FINCA AGRÍCOLA DE UN INGENIO
AZUCARERO
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

JUAN ANDRES FRANCO HERRARTE
CARNET 11503-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2017
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

PLAN PILOTO DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN FINCA AGRÍCOLA DE UN INGENIO
AZUCARERO
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JUAN ANDRES FRANCO HERRARTE

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2017
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. MARÍA DEL PILAR NEGREROS PRATDESABA DE OQUENDO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. NADIA MIJANGOS LÓPEZ

MGTR. STEPHANIE RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

ING. PAMELA ANDREA ELIZABETH CAMARERO BARREDA DE QUIÑONEZ



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala

Guatemala, 06 de febrero del 2017

Honorable Consejo de
La Faculta de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final de Práctica Profesional del estudiante Juan Andrés Franco Herrarte, quien se identifica con carné No. 1150310, titulado: **“Plan Piloto de Manejo de Desechos Sólidos en finca Agrícola de un Ingenio Azucarero”**. Considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por el Honorable Consejo de la Facultad.

Atentamente,

M.Sc. Pilar Negreros



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06708-2017**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante JUAN ANDRES FRANCO HERRARTE, Carnet 11503-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0639-2017 de fecha 6 de mayo de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**PLAN PILOTO DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN FINCA AGRÍCOLA DE UN
INGENIO AZUCARERO**

Previo a conferirsele el título de INGENIERO AMBIENTAL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 28 días del mes de abril del año 2017.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	8
II. ANTECEDENTES	10
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1.1 Generalidades de la caña de azúcar	10
2.1.2 Cultivo de caña de azúcar en Guatemala	11
2.1.3 Proceso del cultivo de la caña de azúcar	12
2.1.4. Residuos y desechos sólidos -RDS-	15
2.1.5 Clasificación de los residuos y desechos sólidos	15
2.1.6. Residuos y desechos sólidos agrícolas.....	16
2.1.7 Residuos y subproductos de la caña de azúcar	17
2.1.8 Efectos de la generación de residuos y desechos sólidos	18
2.1.9. Manejo integrado de residuos y desechos sólidos	19
2.1.10 Herramientas de evaluación de impacto ambiental.....	20
2.1.11. Marco legal e institucional	24
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE INSTITUCIÓN ANFITRIONA	26
2.2.1 Proceso agrícola	26
2.2.2. Proceso industrial.....	26
2.2.3 Proceso de comercialización.....	27
2.2.4. Organización de la empresa.	27
III. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA	28
3.1. Eje de sistematización	28
3.2. Necesidad empresarial	28
3.3. Justificación	29
IV. OBJETIVOS.....	31
4.1 General	31
4.2 Específicos	31
V. PLAN DE TRABAJO	32
5.1 Programa desarrollado	32
5.2 Metodología a utilizar para la elaboración del diagnóstico.....	33
5.2.3 Entrevistas	33

5.2.4 Encuestas	33
5.2.5 Capacitación	34
5.2.6 Caracterización	34
5.2.7 Análisis de la información.....	35
5.3 Indicadores de resultado.....	35
VI. Resultados y Discusión.....	37
6.1 Diagnóstico de la situación actual.....	37
6.1.1 Caracterización del sistema actual de manejo de residuos y desechos sólidos.....	37
6.1.2 Caracterización de los residuos y desechos sólidos que se generan	39
6.1.3 Matriz de identificación y valorización de impactos	48
6.2 Propuesta del plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos... 50	
6.2.1 Clasificación y disposición.....	51
6.2.2. Cantidad y distribución de recipientes.....	54
6.2.3 Compostaje de residuos y desechos orgánicos	57
6.2.4 Logística de recolección	59
6.2.5 Costos de implementación del plan de manejo de residuos y desechos sólidos.....	65
6.2.6 Costos de operación del plan de manejo de residuos y desechos sólidos.....	67
6.2.5 Análisis financiero de ingresos y egresos del plan de manejo de desechos sólidos.....	69
6.2.7 Capacitaciones.....	71
VII. Conclusiones y recomendaciones	73
VIII. Otras actividades realizadas	76
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
X. Anexos	79
10.1 Modelo de entrevista a gerente de finca	79
10.2 Modelo de encuesta a colaboradores de finca	80
10.3 Encuestas realizadas a la población seleccionada.....	81
10.4 Báscula utilizada para el pesaje de los desechos.....	87
10.5 Aplicación de método de cuarteo.....	88

10.6 Lista de asistencia a capacitación sobre manejo de desechos sólidos	89
10.7 Descripción de costos potenciales evitados a partir de la implementación del plan de manejo de RDS.....	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala de valoración de la intensidad.....	21
Cuadro 2. Escala de valoración de la extensión.....	21
Cuadro 3. Escala de duración del impacto ambiental.	22
Cuadro 4. Escala de reversibilidad del impacto ambiental.	23
Cuadro 5. Escala de probabilidad de ocurrencia del potencial impacto ambiental.	23
Cuadro 6. Rangos de valoración e interpretación del VIA.....	24
Cuadro 7. Legislación existente en Guatemala Sobre Desechos Sólidos.....	24
Cuadro 8. Resultados de encuestas realizadas.	38
Cuadro 9. Categorías de clasificación definidas para el pesaje de los desechos.	39
Cuadro 10. Resultados de peso (kg.) de desechos sólidos por categoría.	40
Cuadro 11. Resultados de volumen (m ³) de desechos sólidos por categoría.	44
Cuadro 12. Identificación y valorización de impactos del manejo actual de desechos sólidos en la finca.	49
Cuadro 13. Clasificación de desechos y método de disposición propuesta	51
Cuadro 14. Cantidad y distribución de recipientes recomendado por área de la finca.	54
Cuadro 15. Relación carbono/nitrógeno en materiales a compostar.....	57
Cuadro 16. Logística de recolección de los desechos solidos	61
Cuadro 17. Costos de implementación del plan de manejo de desechos sólidos.	66
Cuadro 18. Forma de negociación con proveedores por servicios de tratamiento y/o disposición final de los desechos.	67
Cuadro 19. Precios de compra de material reciclable por la empresa Kimberly Clark y Recicladora La Unión y retribución por venta de materiales.....	68
Cuadro 20. Análisis financiero de ingresos y egresos de la operación del plan de manejo de desechos sólidos en un periodo de seis años.....	70
Cuadro 21. Costos potenciales evitados a partir de la implementación del plan de manejo de RDS.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Simplificado que muestra las interrelaciones de los elementos funcionales en un sistema de manejo de desechos sólidos	19
Figura 2. Organigrama Administrativo del Ingenio.	27
Figura 3. Diagrama del método de cuarteo para la obtención de la muestra.	35
Figura 4. Cuantificación de peso por categoría de desecho por día.	41
Figura 5. Promedio de generación diaria en kg por categoría.....	42
Figura 6. Generación de desechos sólidos en metros cúbicos por categoría por día.	45
Figura 7. Promedio de generación diaria en metros cúbicos por categoría.	46
Figura 8. Ruta de recolección de desechos propuesta de acuerdo a distribución de ubicaciones	62
Figura 9 Ruta propuesta para el transporte de los desechos desde la finca hasta el ingenio.....	63
Figura 10. Proceso de recolección de los desechos sólidos desde fuente de origen en recipientes hasta la disposición final.	64
Figura 11. Báscula marca Fairbanks utilizada para el pesaje de los desechos. ...	87
Figura 12. Aplicación del método de cuarteo sobre nylon extendido.	88

PLAN PILOTO DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN FINCA AGRÍCOLA DE UN INGENIO AZUCARERO

RESUMEN

El objetivo del presente informe fue proponer un plan de manejo de residuos y desechos sólidos (RDS) para una finca de un ingenio azucarero ubicado en Siquinalá, Escuintla, Guatemala. Se realizó un diagnóstico de la situación actual por medio de una caracterización descriptiva a través de entrevistas y encuestas. Y una caracterización cuantitativa a través del *método de cuarteo* para determinar los materiales que se generan como residuo o desecho, el peso y el volumen de los mismos. Las categorías de clasificación definidas fueron: papel/cartón, plástico/aluminio, vidrio/luminaria, orgánicos, metal, contaminados, varios/no reciclables, wype y llantas. Se propuso el número de recipientes por categoría, el tratamiento y disposición final a través de proveedores de servicios de manejo de RDS y la implementación de un centro de acopio en finca, con base en las cantidades generadas. Se determinó que al poner en operación el plan se reducirán 6,078.48 kg/año de residuos, que de lo contrario serían depositados en el vertedero municipal, aunado a la reducción de metano y lixiviados, así como el aumento de vida útil del vertedero. Un 10% del costo de operación anual y de disposición final de RDS se vería reducido a partir de la venta de materiales reciclables y la sustitución de abono inorgánico por compost. Cabe mencionar que no se trata de un proyecto comercial o lucrativo, sino más bien de responsabilidad social empresarial. De tal manera que también se consideran los costos potenciales evitados y la buena imagen para la empresa que implica la implementación del plan de RDS.

SOLID WASTE PILOT MANAGEMENT PLAN FOR A SUGAR MILL'S AGRICULTURAL FARM

ABSTRACT

The objective of this report was to propose a solid waste management plan for the hull of an estate of a sugar mill located in Siquinalá, Escuintla, Guatemala. This required a diagnosis of the current situation of waste management which was carried out through a descriptive characterization through interviews, surveys, and a quantitative characterization through the quartering method to determine the materials generated as waste, its weight and volume thereof. The categories defined for the classification were: paper/cardboard; plastic/aluminum; glass/luminaire; organic; metal; contaminated; several/non-recyclable; wye; oils/lubricants and tires. The number of containers required by each category was proposed, such as the treatment and disposal method of each category. The operation of the plan will reduce 6078.48 kg/year of waste that otherwise would be disposed in the municipal landfill. 10% of the annual operating cost of waste treatment and disposal would be reduced from the sale of recyclable materials and the substitution of inorganic compost to self-produced organic compost. It should be mentioned that this is not a commercial or lucrative project, but rather of corporate social responsibility. Thus, the potential costs avoided and the good image for the company that the solid waste management plan implies are also considered.

I. INTRODUCCIÓN

La agro-industria azucarera se encuentra en constante crecimiento tanto a nivel global como nacional. Esta industria posiciona al país como uno de los más competitivos a nivel mundial en la producción de caña de azúcar y sus sub-productos. La importancia de esta actividad es notable en el país, según CENGICAÑA (2002), en Guatemala se generan aproximadamente 250 mil empleos entre directos e indirectos.

Así mismo, el mercado es también cada vez más competitivo y exigente tanto para exportar el producto, como para comercializarlo regionalmente. Ambientalmente, este tipo de industria se ve presionada a minimizar los impactos que se generan a lo largo de su ciclo productivo.

La producción de caña de azúcar y de sus sub productos puede generalizarse en los siguientes procesos: agrícola, industrial y comercialización. Como menciona (Bonmatí & Gabareli, 2008), todo proceso productivo actúa sobre el entorno con diferentes grados de intensidad: consume materia y energía, y produce bienes/servicios y residuos. Cualquier proceso industrial conlleva la generación de residuos y desechos sólidos y líquidos. El mal manejo de los desechos que se generan se traduce en impactos ambientales, sociales y económicos.

La caracterización y clasificación de los residuos y desechos sólidos (RDS) permite evaluar la factibilidad de reciclaje, de re-utilización, formas de manejo y de su disposición, lo cual conlleva a reducir o neutralizar de los impactos negativos.

La sistematización de práctica profesional se llevó a cabo en un ingenio azucarero ubicado en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, Guatemala. Por políticas de confidencialidad de la empresa, no se menciona el nombre del ingenio, sin embargo, la metodología puede ser apoyo para replicar similares prácticas en este tipo de industria.

El objetivo principal consiste en generar una propuesta de un plan de manejo de RDS aplicado a la finca de producción agrícola de este ingenio. Para ello se evaluó el sistema actual de manejo de los residuos y desechos, se caracterizaron los mismos y se identificaron los impactos potenciales que conlleva dicha actividad.

El ingenio cuenta con herramientas de apoyo y/o planes de manejo de desechos sólidos para distintas áreas productivas de la empresa. Sin embargo, no se cuenta con un plan de manejo integrado de RDS para la finca de producción agrícola, en donde los desechos orgánicos generados, son aprovechados para la generación de

energía y la producción de otros sub productos derivados de la caña de azúcar, mas no se considera el resto de los desechos que se generan.

II. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Generalidades de la caña de azúcar

Nombre científico: *Saccharum officinarum*

Nombre común: Caña de azúcar; Caña de castilla; Cañamiel; Cañadulce.

Clasificación:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiospermae
Sub-clase:	Monocotyledoneae
Súper Orden:	Commelinidae
Orden:	Commelinales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Saccharum</i>
Especie:	<i>Saccharum officinarum</i> L.

La caña de azúcar, pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Saccharum*. Se considera que existen seis especies, dos silvestres y cuatro domesticadas. La caña de azúcar por su morfología y fisiología, almacena energía por períodos largos, por lo que es considerada como uno de los cultivos más eficientes en el aprovechamiento de la energía solar (fotosíntesis). (Peñalongo, 2004).

El aprovechamiento de esta energía llevó a los griegos y romanos a experimentar y cristalizar por primera vez el jugo de la caña. Es en Persia donde se logró producir en forma de cristales de azúcar y fueron los árabes los que establecieron el arte de la refinación de azúcar, pero a pesar de eso, en el año 1600 se decía que la producción de azúcar en América tropical era la mayor industria del mundo. (Peñalongo, 2004)

La caña de azúcar representa el cultivo más importante en la producción de endulzante en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas distribuidos en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. Además de la producción de azúcar, provee subproductos como el etanol para uso energético, etanol hidratado (con 4 ó 5% de agua) para motores de explosión, generación de energía eléctrica y materia prima para alimentación animal. (Díaz y Portocarrero, 2002)

En su madurez, la caña de azúcar está compuesta aproximadamente por un 72% de tallos limpios; 7% por mamonos; 12% de cogollos y 9% de hojas y otros. El material que se utiliza para procesar tallos limpios además de sacarosa, está compuesto por agua, cachaza, miel y bagazo. De estos a su vez se producen cerca de 50 derivados más, que sirven como materia prima para la elaboración de más de 100 productos. (Subirós, 2000).

2.1.2 Cultivo de caña de azúcar en Guatemala

La caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala en 1536, los primeros trapiches de Guatemala se fundaron en el valle central de Guatemala y en el valle de Salamá durante el siglo XVI. (Melgar, Meneses, Orozco, Pérez, & Espinosa, 2013)

Fue hasta mediados del siglo XIX que Guatemala comenzó a exportar azúcar en cantidades menores. Al expandirse las exportaciones de azúcar en Guatemala, la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA) comenzó a desarrollar una serie de proyectos y estrategias, que fueron los impulsores de la Agroindustria Azucarera nacional. Se introdujeron mejoras en el cultivo, cosecha, la fábrica y distribución, entre otros. (Melgar *et al*, 2012)

A partir de 1990 la agroindustria azucarera comienza a posicionarse como un modelo a nivel mundial, se ubica entre los diez países más importantes en volúmenes de exportación, según la International Sugar Organization (ISO) citado por Melgar *et al* (2012).

La importancia agronómica del cultivo se refleja en su presencia mundial. Actualmente para el área centroamericana se menciona que es el rubro agroindustrial más estable debido al colapso reciente de la producción de café, igualmente para el resto de América es un cultivo de suma importancia, son reflejados en la generación de empleos directos e indirectos de la industria. (Díaz *et al*, 2002)

Según CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), citado por Díaz *et al* (2002), en Guatemala, se generan aproximadamente 250 mil empleos entre directos e indirectos. Es la principal fuente de ingresos para unos 22 mil cortadores y 15 mil más entre operarios de maquinaria, transportistas, técnicos y jornaleros.

La agroindustria azucarera guatemalteca ha venido creciendo permanentemente desde 1960 hasta llegar a ubicar a Guatemala como:

- El quinto país exportado de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica, y el tercer lugar en productividad (toneladas métricas de azúcar/ha.)

- El azúcar es el segundo producto agrícola en Guatemala en generación de divisas, constituyéndose en una importante contribución a la economía nacional. (Melgar *et al*, 2012)

En Guatemala, la caña de azúcar se cosecha en la época seca, de noviembre a abril, aunque en algunos casos dependiendo de los volúmenes de producción puede extenderse hasta mediados de mayo.

2.1.3 Proceso del cultivo de la caña de azúcar

De acuerdo a Ingenio Madalena S, A. (2014), para el cultivo de la caña de azúcar, se pueden identificar tres grandes grupos de actividades que se realizan en el campo:

- a. Siembra
- b. Manejo de plantación
- c. Cosecha

a. Siembra

Adecuación y preparación de tierra

Se inicia con el diseño del campo, tomando en cuenta el sistema de cosecha. Se define el número y tamaño de los sectores y los lotes, la longitud y dirección de los surcos y el diseño de la infraestructura de riegos, drenajes, accesos y salidas.

Luego se realiza el descombre y la ruma, que consiste en la eliminación de los árboles, cercos y construcciones para ser trasladados a un lugar previamente determinado. Para ello se solicitan las licencias a las instituciones correspondientes.

La siguiente actividad es la construcción de canales y zanjas que servirán como drenajes en cualquier época del año, y en los casos en que el área tenga déficit de humedad, se procede a la construcción de canales de riego.

En algunos casos se incorpora compost a los suelos para proporcionar nutrientes y aumentar la capacidad de retención de agua, evitando así la erosión. El compost se obtiene de la cachaza (residuos resultantes de la molienda), la cual se somete a un proceso que por su composición es útil como fertilizante.

Siembra

Se utiliza semilla que proviene de semilleros básicos o comerciales, la cual se procede a colocar en forma manual en los surcos. La densidad de la siembra depende del distanciamiento del estaquillado y la calidad de la semilla o por fines de investigación.

b. Manejo de plantación

Las labores de manejo de plantación son aquellos que se realizan para proporcionar al cultivo las condiciones adecuadas para su desarrollo y crecimiento.

Fertilización

Es la ampliación de nutrientes químicos y orgánicos al suelo para el aprovechamiento del cultivo. Es uno de los factores que definen la productividad del cultivo. Usualmente se realiza en forma mecánica.

Riegos

Se utilizan diferentes métodos de riego: aspersión, gravedad y mecánicos, los cuales se realizan después de la fertilización, aproximadamente 35 días después del corte.

Control de malezas

Se utilizan diferentes tipos de herbicidas, de acuerdo al tipo y desarrollo de la maleza, aplicándolos con aguilonos o aspersores de presión constante. Además del control de malezas dentro del cañal, se realizan despejes de rondas para habilitar los accesos para la cosecha y prevenir las quemadas accidentales.

Control de plagas y enfermedades

Este control reviste importancia significativa en la obtención de excelente materia prima para su procesamiento. El enfoque está dirigido al control preventivo, que inicia con el tratamiento térmico de la semilla, así como la liberación de productos biológicos (insectos, hongos y virus) y la prevención o control de diferentes plagas (chinche salivosa y el gusano barrenador).

Aplicaciones aéreas

Las aplicaciones de inhibidores de floración, fertilizantes, insecticidas y madurantes son una práctica que se rige a las normativas ambientales del país a través de la Asociación de Azucareros de Guatemala (AZASGUA).

c. Cosecha

Las labores de cosecha se realizan a partir del mes de noviembre hasta finales de abril, período que coincide con la época seca.

Quema

Esta actividad facilita la labor del cortador aumentando su eficiencia toneladas/días/hombre y disminuye la cantidad de basura permitiendo mayor rendimiento de azúcar por toneladas de caña. Se toma en cuenta las normas del país divulgadas por la AZASGUA.

Corte manual

Se realiza quemando la caña o corte en verde. Este último se realiza cuando el área de corte se encuentra cerca de centros urbanos, industriales y bajo tendidos eléctricos; la ventaja que ofrece es que se puede cortar a ras del suelo y facilita la selección de las cañas molederas.

Corte mecanizado

Este tipo de corte representa una alternativa para la tecnificación de la cosecha de caña de azúcar. Sin embargo, tiene desventajas; presenta un alto contenido de materia extraña, no se puede utilizar en áreas rocosas o con pendientes pronunciadas, requiere crecimiento erecto y fácil deshoje. Entre sus ventajas está el que requiere un número reducido de personal.

Alce y movimiento interno

El alce es la actividad de levantar en forma mecánica, contabilizar y acomodar la caña en los contenedores diseñados especialmente para esta labor. Son tipo jaulas, las cuales se trasladan al lugar de alce para que sean llenadas y luego regresarlas al punto de enganche.

2.1.4. Residuos y desechos sólidos -RDS-

Según (Bonmatí & Gabareli, 2008) todo proceso productivo actúa sobre el entorno con diferentes grados de intensidad: consume materia y energía y produce bienes y residuos. Una definición jurídica de lo que se considera como residuo es la siguiente: “Cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse”.

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 dónde se encuentra, geográficamente dicho producto. (Bonmatí *et al*, 2008)

Los desechos y residuos sólidos han existido desde los inicios 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 ha ido cambiando la evolución del hombre y las nuevas tecnologías de la civilización. (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1989).

Se refiere con residuos sólidos, a todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el usuario, pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia.

Con desecho sólido, se refiere a todo aquel material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado.

Con frecuencia se utilizan ambos términos como sinónimo, sin embargo, la literatura más reciente pretende diferenciar ambos términos con el fin de promover una cultura y conciencia ambientalista.

2.1.5 Clasificación de los residuos y desechos sólidos.

Existen diversas opciones para clasificar los RDS, en función de su peligrosidad o de sus propiedades físicas y químicas, según su origen o según otras clasificaciones más específicas.

Clasificación de residuos según su origen

La clasificación según el origen de los residuos se puede realizar de manera genérica en grandes grupos, como comúnmente son: residuos municipales,

residuos industriales, residuos agrícolas, residuos de construcción, residuos domiciliarios, residuos sanitarios, entre otros. (Bonmatí & Gabareli, 2008)

Clasificación de residuos según su composición

Los residuos y desechos pueden agruparse en dos grandes categorías, inorgánicos y orgánicos o putrescibles. El término putrescible se utiliza para especificar que los residuos orgánicos deben ser de fácil descomposición, pues desechos como el plástico son orgánicos, sin embargo no pueden degradarse como los restos de comida, por lo que para su manejo se clasifican como inorgánicos. (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1989).

Clasificación de residuos según su peligrosidad

Según (Bonmatí & Gabareli, 2008) los RDS pueden clasificarse por su peligrosidad de la siguiente manera:

Residuos Peligrosos: Residuos que, por sus características tóxicas o peligrosas o debido a su grado de concentración. Requieren un tratamiento específico y un control periódico de sus efectos nocivos potenciales.

Residuos Inertes: Residuos que una vez depositados en un vertedero, no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas y cumplen con los criterios de lixiviación determinados por reglamento.

Residuos No Peligrosos: Por exclusión de los otros grupos.

2.1.6. Residuos y desechos sólidos agrícolas

En el contexto de la producción vegetal el concepto estricto de residuo agrícola se aplica, bajo denominación de residuos de cosecha, a la fracción o fracciones de un cultivo que no constituyen la cosecha propiamente dicha y a aquella parte de la cosecha que no cumple con los requisitos de calidad mínima para ser comercializada como tal. De forma similar, los restos de poda de los cultivos leñosos deben ser considerados asimismo residuos agrícolas estrictos (Mártinez, 2014).

Estos materiales presentan un contenido hídrico muy variable (según el desarrollo ontogénico del cultivo en la época de recolección), elevado contenido en materia orgánica, fracción mineral variable en concentración total y equilibrio (según el órgano o fracción de que se trate) y relación C/N generalmente alta, aunque con notables diferencias según la naturaleza y composición del residuo. La

biodegradabilidad de estos materiales es función del contenido relativo en biomoléculas fácilmente degradables (azúcares solubles y de bajo peso molecular, hemicelulosa y celulosa) y en componentes de lenta degradación (ceras, ligninas y otros polifenoles) (Mártinez, 2014).

En un contexto más amplio pueden considerarse también como residuos agrícolas los subproductos de origen vegetal generados por las industrias de transformación agrícolas y algunos residuos no vegetales agrícolas específicos. En el contexto anterior también podrían ser considerados en este apartado los materiales de desecho en los cultivos protegidos (sustratos ya utilizados, plásticos de cubierta y acolchados, tuberías de riego, envases de agroquímicos, entre otros.). (Mártinez, 2014).

2.1.7 Residuos y subproductos de la caña de azúcar

Según (Berrocal, 1987), los residuos y/o subproductos principales de la agroindustria azucarera y alcoholera consisten en Bagazo, Cachaza y Vinaza. Al ser estos residuos incorporados al suelo, aportan significativas cantidades de materia orgánica y nutrimentos como potasio, calcio, fósforo, nitrógeno, hierro, entre otros.

El aprovechamiento de una tonelada de caña produce aproximadamente 330 kg de bagazo, 30 kg de cachaza y 800 litros de vinaza.

El bagazo es el residuo fibroso de la caña que se obtiene después de extraer el jugo es generalmente utilizado como biocombustible en la misma industria para la generación de energía. (Zedillo, 2001).

La cachaza es el residuo de la clarificación del jugo de caña. Se caracteriza por tener un alto porcentaje de humedad (75%) y está compuesta químicamente por celulosa, hemicelulosa y ligninas. (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. CINCAE., 2013)

La vinaza es el líquido de color café oscuro que queda como residuo de la destilación del alcohol. Dependiendo de la eficiencia de la fábrica, se estima que por cada litro de alcohol que se produce, se generan alrededor de 10 litros de vinaza. (CINCAE, 2013).

2.1.8 Efectos de la generación de residuos y desechos sólidos

Los problemas con la disposición de desechos sólidos pueden ser encontrados desde el tiempo en que los seres humanos empezaron a congregarse en tribus, poblaciones y comunidades y la acumulación de residuos y desechos se convirtió en una consecuencia de la vida. La dispersión residuos y desechos sólidos en ciudades medievales, la práctica de botar desechos en calles sin pavimentar, carreteras y terrenos desocupados condujo a procreación de ratas, con su compañía de pulgas acarreado gérmenes de enfermedades, y la erupción epidémica de la peste. (Tchobanoglous *et al*, 1989)

La falta de planes para el manejo de los RDS condujo a la epidemia de peste, la Muerte Negra, que mató a la mitad de los europeos en el siglo catorce y ocasionó muchas epidemias subsiguientes y un elevado tributo de muertes. No fue hasta el siglo diez y nueve que las medidas de control de salud pública se convirtieron en una consideración vital de los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta de que los desechos de alimentos se debían recolectar y disponer en forma sanitaria para controlar vectores de enfermedades. (Tchobanoglous *et al*, 1989).

El Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos (USPHS) ha publicado los resultados de un estudio que señala la relación de 22 enfermedades humanas al manejo impropio de RDS. También hay datos disponibles para mostrar que la tasa de enfermedad- accidente para trabajadores empleados en la recolección y disposición de desechos sólidos es varias veces mayor que para empleados de industrias. (Tchobanoglous *et al*, 1989).

Los impactos ecológicos, tales como polución del agua y el aire, también han sido atribuidos a manejo impropio de los RDS. Por ejemplo, el lixiviado de botaderos y rellenos pobremente diseñados y operados han contaminado aguas superficiales y subterráneas. En áreas mineras el líquido lixiviado de los botaderos de desechos puede contener elementos tóxicos, tales como cobre, arsénico y uranio, o pueden contaminar abastecimientos de agua con sales indeseadas de calcio y magnesio. Mientras la capacidad de la naturaleza para diluir, dispersar, degradar, absorber, o disponer de otra manera de sus residuos indeseados en la atmósfera, en los cursos de agua, y sobre el suelo es bien conocida, los seres humanos no pueden exceder esta capacidad natural para la disposición de sus desechos indeseables o se impondrá un desequilibrio ecológico sobre la biósfera. (Tchobanoglous *et al*, 1989).

2.1.9. Manejo integrado de residuos y desechos sólidos

El manejo de los RDS se puede definir como una disciplina asociada con el control de la producción, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, tratamiento y disposición de RDS en una forma tal que esté de acuerdo con los mejores principios de salud pública, economía, ingeniería, conservación, estética y otras consideraciones ambientales, y que también es sensible a las actitudes del público. Dentro de este contexto, el manejo de los RDS incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación e ingeniería involucradas en el espectro de soluciones a problemas de desechos sólidos que afectan a la comunidad por sus habitantes. (Tchobanoglous *et al*, 1989).

Para resolver problemas específicos de desechos sólidos, los distintos elementos funcionales se combinan en lo que generalmente es conocido como un sistema de manejo de desechos sólidos. Un sistema de manejo de desechos sólidos comprende cuatro elementos funcionales: generación de residuos y desechos, almacenamiento in situ, recolección y disposición. Además, uno de los objetivos del manejo de desechos sólidos es la optimización de estos sistemas para proporcionar la solución más eficiente y económica. (Tchobanoglous *et al*, 1989).



(Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1989). Modificado

Figura 1. Diagrama Simplificado que muestra las interrelaciones de los elementos funcionales en un sistema de manejo de RDS

De acuerdo a las Guías de Buenas Prácticas Ambientales para el procesamiento de Caña de Azúcar, (2009). Elaborado por el Centro Nacional de Producción más Limpia Honduras (CNP+LH), conocer la composición y fuente de generación de los RDS es útil para poder definir estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de alternativas de manejo, entre otros datos que facilitan el manejo de los RDS.

Se menciona que si en un ingenio no se cuenta actualmente con un control de residuos sólidos, es importante que se implemente iniciando con un control mensual por cada área del ingenio o área productiva. Se sugiere una división de residuos y desechos por categoría (como las mencionadas anteriormente) y cuantificar las Toneladas métricas/Mes que se generan.

2.1.10 Herramientas de evaluación de impacto ambiental

Existen diversas herramientas para realizar una evaluación de impacto ambiental aplicado a una actividad específica. Para efectos del presente documento, y la posterior evaluación de impacto ambiental aplicada a la generación de desechos sólidos en fincas agrícolas de un ingenio azucarero, se describe a continuación la metodología denominada Criterios Relevantes Integrados, (Buróz, 1998).

La metodología propone la elaboración de índices de impacto ambiental para cada impacto identificado en la matriz respectiva. La valoración sugerida por dicha metodología considera inicialmente la calificación de siete variables que incidirán en el Valor del Índice Ambiental (VIA) del impacto evaluado.

A continuación, se enumeran y describen estas siete variables utilizadas:

- a) Carácter del Impacto o Signo (+/-)
 - b) Intensidad del impacto (I)
 - c) Extensión o influencia espacial del impacto (E)
 - d) Duración del impacto ambiental (D)
 - e) Magnitud del impacto ambiental (M)
 - f) Reversibilidad (RV)
 - g) Riesgo o probabilidad del suceso (RG)
- a. Carácter del impacto (+/-):** Esta calificación establece si el impacto de cada acción o actividad es beneficiosa (signo positivo) o adversa (signo negativo). En caso de que la actividad no ocasione impactos o estos sean imperceptibles, entonces el impacto no recibe ninguna calificación.

- b. **Intensidad del impacto (I):** La intensidad considera que tan grave puede ser la influencia de la actividad sobre el componente ambiental analizado. La objetividad de la calificación dependerá del grado de conocimiento y experiencia del evaluador. Para esta evaluación, se propone un valor numérico de intensidad que varía de 1 a 10, dependiendo de la severidad del impacto analizado. Un valor de 10 indica que la actividad del podría ocasionar un impacto muy alto. Por el contrario, un valor de 1 representa un potencial impacto bajo. Los impactos leves o imperceptibles reciben una calificación nula. La escala de calificación de esta variable se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Escala de valoración de la intensidad de impacto ambiental.

Intensidad	Valoración
Baja	1
Mediana	3
Alta	6
Muy Alta	10

- c. **Extensión del impacto (E):** Esta variable considera la influencia del impacto sobre la delimitación espacial del componente ambiental. Es decir, este califica el impacto de acuerdo al tamaño de la superficie o extensión afectada por las actividades evaluadas, tanto directa como indirectamente. La escala de calificación de esta variable se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Escala de valoración de la extensión del impacto ambiental.

Extensión	Valoración
Puntual	1
Parcial	3
Extenso	6
Total	10

- d. **Duración del impacto ambiental (D):** Esta variable considera el tiempo que durará el efecto de la actividad evaluada sobre el componente ambiental

analizado. El Cuadro 3 muestra la escala de valores sugeridos para calificar esta variable.

Cuadro 3. Escala de duración del impacto ambiental.

Duración	Valoración
Fugaz	1
Temporal	3
Pertinaz	6
Permanente	10

- e. **Magnitud del impacto ambiental (M):** Esta variable no necesita ser calificada ya que su valor es obtenido a partir de las tres variables anteriores (Intensidad, extensión y duración). Sin embargo, cada variable no influye de la misma manera sobre el resultado final de la Magnitud, cuya ecuación es la siguiente:

$$Mi = \pm [(Ii \times WI) + (Ei \times WE) + (Di \times WD)]$$

Donde,

I: Intensidad, E: Extensión, D: Duración

En esta ecuación, WI, WE y WD, son factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la variable considerada, sobre la magnitud del impacto, y cuyo valor numérico individual es inferior a 1. La suma de los tres coeficientes de peso, en conjunto, debe ser siempre igual a 1. La asignación de valores a los coeficientes de peso dependerá del criterio evaluador. En este caso, se asignarán los siguientes valores:

$$WI = 0.40; WE = 0.30; WD = 0.30;$$

- f. **Reversibilidad (RV):** Esta variable considera la capacidad del sistema de retornar a las condiciones originales una vez cesada la actividad generadora del impacto. A continuación, el Cuadro 4 muestra la escala de valores asignados para su calificación.

Cuadro 4. Escala de reversibilidad del impacto ambiental.

Reversibilidad	Valoración
Corto Plazo	1
Medio Plazo	3
Largo Plazo	6
Irreversible	10

- g. Probabilidad del suceso (PG):** Valora la probabilidad de que ocurra el impacto sobre el componente ambiental analizado. Enseguida, el Cuadro 5 presenta la escala de valores asignados a esta variable.

Cuadro 5. Escala de probabilidad de ocurrencia del potencial impacto ambiental.

Probabilidad	Valoración
Probabilidad de ocurrencia menor al 10%	1
Probabilidad de ocurrencia de hasta el 50%	5
Probabilidad de ocurrencia mayor al 50%	10

Una vez calificadas las siete variables de la valoración ambiental, se procede a calcular el Valor del Índice Ambiental (VIA). Este valor considera la relación de la Magnitud (M), la Reversibilidad (RV) y el Riesgo (RG), mediante la siguiente expresión matemática:

$$\mathbf{VIA = (RV \times WRV) + (PG \times WRG) + (M \times WM);}$$

Dónde:

RV: Reversibilidad, PG: Probabilidad, M: Magnitud

En esta ecuación, WRV, WRG y WM, también son factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la Reversibilidad, Probabilidad y la Magnitud, respectivamente. Al igual que la ecuación de la magnitud, dichos

coeficientes son menores que 1 y la suma de los mismos debe dar como resultado 1. En este caso, se asignarán los siguientes valores:

$$WRV = 0.40; WPG = 0.10; WM = 0.50;$$

Una vez obtenido el Valor de Índice Ambiental (VIA) de cada impacto evaluado, se procesan y analizan los resultados. El procedimiento consiste en la sumatoria algebraica de las filas y las columnas respectivamente. Adicionalmente, se procede a contar los impactos negativos y positivos ocasionados por la actividad.

Valor del Índice Ambiental (VIA): Este es el resultado es la sumatoria de la valoración de las variables analizadas. Su resultado indica la gravedad que representa el potencial impacto ambiental para los componentes evaluados, según los rangos de valoración asignados que se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Rangos de valoración e interpretación del VIA

Valor del Índice Ambiental (VIA)	Valoración
0 – 3.99	Bajo
4.00 – 6.99	Mediano
7 - 8.99	Alto
9 – 10	Muy Alto

2.1.11. Marco legal e institucional

Cuadro 7. Legislación existente en Guatemala Sobre RDS.

LEY	DECRETO O ACUERDO	RESPONSABLE	CONTENIDO
Código Civil	Decreto ley 106 del Congreso de la República	De observancia general	Sanciona por arrojar basura, animales muertos, sustancias fétidas, insalubres o peligrosas o escombros en las calles o sitios públicos o fuentes o abrevaderos.
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	Decreto 68-86 del 19 de diciembre de 1986	MARN	Exige las evaluaciones de impacto ambiental para las actividades productivas y vela por la calidad ambiental a nivel nacional.
Código municipal	Decreto 12-2002 del 9 de mayo al 2002	Municipalidades del país	Asigna la principal responsabilidad por la buena gestión de los desechos sólidos a las municipalidades.

LEY	DECRETO O ACUERDO	RESPONSABLE	CONTENIDO
Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos.	Acuerdo gubernativo 281-2015	MARN	Marco político para el desarrollo de leyes entorno al manejo de los RDS y velar por el cumplimiento.
Decreto 1004 de Congreso de la República	Decreto 1004 del Congreso de la República	Ministerio de Agricultura	Prohibición de descargar aguas servidas, sustancias vegetales o químicas y desechos en los ríos o lagos.
Código de Salud	Decreto 90-97	Ministerio de Salud Pública	En la Sección IV Capítulo IV regula todo lo relativo al manejo de los desechos sólidos.
Reglamento para de Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios	Acuerdo gubernativo 909-2001 del 20 de diciembre 2001	MSP	El reglamento tiene como objetivo dar cumplimiento al código de salud y ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.
Reglamento de Gestión de Desechos Radiactivos	Acuerdo gubernativo 559-98 del 4 de septiembre de 1998	Ministerio de Energía y Minas	Regula las obligaciones de toda persona natural o jurídica sobre el uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes.
Convenio Centroamericano sobre los Movimientos Transfronterizos de Desechos peligrosos	Decreto 6-94 del Congreso de la República	MARN, MSP	Vigilar el cumplimiento del convenio.
	Decreto 3-95 del Congreso de la República	MARN, MSP	Vigilar el cumplimiento del convenio.
	Decreto 3-95 del Congreso de la República	MARN, MSP	Vigilar el cumplimiento del convenio.
Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos.	Acuerdo Gubernativo 281-2015	MARN	Regular la gestión de los residuos y desechos sólidos de forma general en todo el territorio nacional.

(Vásquez y Sobenes, 1999); Tomado de IARNA, (2004).

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE INSTITUCIÓN ANFITRIONA

El ingenio se encuentra ubicado en el Km. 86.5 sobre la Carretera a Siquinalá, Escuintla, Guatemala a 14° 20' 04" N y 90° 59' 31" O, y a una altura de 400 msnm.

Se trata de una organización agroindustrial dedicada al procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar, mieles, alcoholes y energía eléctrica. Actualmente, como grupo es el principal productor en la región centroamericana y se encuentra posicionado entre los diez más importantes de Latinoamérica, de acuerdo al sitio web de la empresa.

Las actividades que realiza la empresa pueden dividirse y generalizarse en los siguientes procesos.

2.2.1 Proceso agrícola

Este proceso conlleva la producción y provisión de caña de azúcar para su industrialización, mediante el manejo de los recursos, generación y aplicación de tecnología para el manejo eficiente del campo, ejecutar las labores agrícolas mecanizadas y habilitación de tierras en el cultivo de caña de azúcar. También tiene bajo su responsabilidad el brindar un servicio eficiente en las actividades de transporte de personal, transporte de caña, azúcar, miel y productos varios.

Todo esto con el apoyo de programas de mantenimiento preventivo y correctivo llevados a cabo por Administración de Maquinaria. Para el corte de caña se contrata personal en forma directa sin intermediarios.

2.2.2. Proceso industrial

La función principal es procesar la caña de azúcar con el fin de producir azúcar de distintas especificaciones y energía eléctrica. Esta operación está dividida en varios procesos productivos: pesado y determinación de la calidad de la materia prima, limpieza y preparación de la caña, extracción del jugo, purificación del jugo, evaporación, cristalización, refinación de azúcar, manejo de azúcar, generación de energía y mantenimiento.

2.2.3 Proceso de comercialización

La mayor parte de la producción de azúcar en Guatemala es exportada al mercado mundial. Para facilitar la exportación, en el año de 1990 se formó EXPOGRANEL. Esta moderna terminal de exportación localizada en el puerto principal de la Costa del Pacífico, permite embarcar 2,000 toneladas métricas de azúcar por hora, lo cual hace a Puerto Quetzal contar con una de las terminales de embarque más eficientes en la industria del azúcar a nivel mundial.

El proceso de comercialización es responsable de la venta local de más de 200,000 toneladas métricas en Guatemala y Nicaragua, y de la exportación de más de 500,000 toneladas métricas.

El azúcar se vende en diferentes tipos de envase, como sacos de Polipropileno de 50 Kg, Jumbo Bags de 1 Tonelada Métrica, bolsas que van desde 400 gramos hasta 2,300 gramos y otros requeridos por los clientes.

2.2.4. Organización de la empresa.

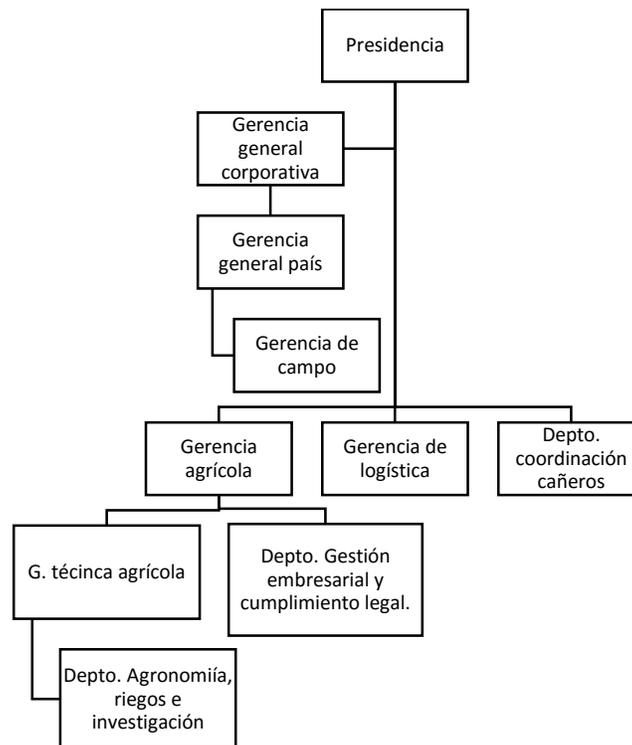


Figura 2. Organigrama Administrativo del Ingenio. (Depto. Recursos humanos del ingenio, 2014)

Así mismo, en el Ingenio se han implementado una serie de sistemas, los cuales permiten optimizar la gestión del negocio agro-industrial. Actualmente estos sistemas cubren las siguientes áreas:

- Gestión de Calidad
- Gestión Ambiental
- Seguridad Industrial y Salud ocupacional
- Manejo de productos alimenticios
- Administración de riesgos
- Planeación estratégica
- Sustentabilidad

Siendo el área de acción específica para la generación del presente informe y la realización de la práctica profesional, el área de Gestión Ambiental.

III. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA

3.1. Eje de sistematización

Durante el periodo de realización de la sistematización de práctica profesional se proporcionó apoyo al departamento de Gestión Ambiental del Ingenio. Se pretende evaluar el sistema actual de manejo de RDS en una finca agrícola del ingenio azucarero, caracterizar los residuos y desechos que se generan, identificar impactos por la generación de estos y finalmente sintetizar y analizar la información para proponer un plan de manejo de desechos sólidos en la finca del ingenio que pueda posteriormente ser replicado en otras fincas o sea una herramienta base para elaborar planes de manejo de desechos sólidos en fincas de similares características.

3.2. Necesidad empresarial

El ingenio azucarero está en constante crecimiento, cuenta con distintas fincas productoras de caña de azúcar y distintos procesos y áreas productivas que conforman el ciclo de la empresa. Por lo tanto, el Ingenio debe estar en constante innovación, tanto en el sector productivo como en el sector industrial y comercial para lograr mantenerse en los mercados internacionales y regionales, cumpliendo con exigentes estándares de calidad y normativas a las cuales se somete la empresa para garantizar la calidad de los productos y de la empresa.

Para garantizar la sustentabilidad, el manejo de RDS en una empresa o industria debe ser integral. Es decir que en todos los procesos productivos que conformen la industria o empresa, los desechos sean manejados acorde a su clasificación.

El contar con un plan de manejo de RDS en cada área productiva de la industria, conlleva distintos beneficios para la empresa de entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- Minimización o neutralización de los impactos ambientales y sociales que se generan por la generación de desechos sólidos.
- Aprovechamiento de los RDS que cuentan con potencial de reutilización, reincorporación o reciclaje, de modo que exista un beneficio económico.
- Diferenciación de la empresa o el producto, facilitando la introducción a nuevos mercados exigentes.
- Puede fungir como herramienta de control y evaluación para clientes o auditores tanto internos como externos.
- Permite identificar y priorizar el área de acción ambiental.

3.3. Justificación

La agro-industria azucarera se encuentra en constante crecimiento tanto a nivel global como nacional. Esta industria posiciona al país como uno de los más competitivos a nivel mundial en lo que comprende a la producción de caña de azúcar y sus sub-productos. Así mismo, el mercado es también cada vez más competitivo y exigente tanto para exportar el producto, como para comercializarlo regionalmente.

A nivel ambiental, este tipo de industria se ve presionada también a minimizar o neutralizar los impactos negativos que se generan durante el proceso o ciclo productivo y comercial. Los clientes y consumidores consientes, las empresas de fabricación de alimentos, los supermercados, etc. se ven cada vez más interesados en conocer cómo se producen los bienes y servicios que adquieren, que repercusiones ambientales o sociales conlleva dicha producción y los compromisos que las empresas adquieren para garantizar la calidad un producto, generalmente respaldados por una certificación.

Siendo así, los ingenios azucareros deben estar en constante innovación y generar información para conocer los puntos o áreas en las que son necesarias acciones preventivas y correctivas con el fin de ser una industria cada vez más sustentable y sostenible.

En el Ingenio donde se llevará a cabo la sistematización de práctica profesional se cuenta con Planes de Manejo de RDS en distintas áreas o herramientas de apoyo para el manejo de RDS, cabe mencionar las siguientes:

- Plan de manejo de desechos sólidos en área industrial (Fábricas).
- Plan de manejo de desechos sólidos en talleres de mecánica.
- Plan de manejo de desechos sólidos en clínicas médicas
- Centro de acopio de desechos electrónicos
- Centro de acopio de chatarra.
- Recipientes para clasificación de desechos sólidos de origen doméstico dentro de la empresa.
- Programas de sensibilización para colaboradores
- Programas de reciclaje de algunos residuos y desechos
- Procedimiento de manejo de caña contaminada.

Por otro lado, para lo que comprende el área de producción agrícola del ingenio, los residuos orgánicos de la producción de caña (bagazo, cachaza y vinaza) son utilizados casi en su cien por ciento para la producción de energía y sub productos de la caña de azúcar. Sin embargo, no se cuenta con un plan de manejo integrado de RDS establecido y actualmente no se considera el resto de los residuos y desechos (no orgánicos) que se generan en finca, tales como: recipientes de agroquímicos, mangueras y herramientas desechadas, restos de aceites y lubricantes, algunos residuos y desechos domésticos generados en los cascos de la finca, entre otros que posteriormente serán identificados.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Proponer un plan piloto de manejo integrado de RDS para una finca de producción agrícola de un ingenio azucarero.

4.2 Específicos

Evaluar el sistema actual de manejo de RDS en campo y en el casco de la finca y generar un diagnóstico de la situación actual.

Identificar los impactos ambientales causados por la generación de RDS en la finca.

Elaborar la propuesta de plan piloto de RDS para la finca.

Obtener y evaluar los costos de la implementación del plan de manejo de RDS en la finca.

V. PLAN DE TRABAJO

5.1 Programa desarrollado

El objetivo principal de la sistematización de práctica profesional consistió en proponer un plan de manejo integrado de los RDS que se generan en campo y en el casco de la finca, el plan de trabajo inició por familiarizarse con la empresa y conocer los procesos productivos de campo para analizar qué posibles residuos y desechos se generarán y cuáles son los potenciales impactos relacionados.

Posteriormente se procedió a la recaudación de información y antecedentes de la empresa en cuanto al manejo de RDS para conocer los avances de la empresa y oportunidades de mejora.

El programa desarrollado consta de dos fases principales:

- Diagnóstico
- Diseño del plan de manejo integrado de RDS

Durante la fase de diagnóstico, se evaluó el sistema actual de manejo de desechos sólidos en la finca, por medio de encuestas, se identificó la amplitud del conocimiento del personal sobre la generación de desechos sólidos y el manejo de los mismos.

se identificaron los potenciales impactos ambientales y sociales derivados de la generación de desechos sólidos, determinando las actividades principales que se llevan a cabo, la intensidad, magnitud y extensión de las actividades, así como la posibilidad de reversibilidad.

Posteriormente se caracterizaron los RDS que se generan haciendo uso de la metodología de cuarteo mencionada anteriormente.

Durante la fase de diseño del plan de manejo, con base a la información obtenida en el diagnóstico, se planteó la forma de manejo y clasificación para cada tipo de residuo identificado. Luego se identificaron empresas que pueden ofrecer el servicio de manejo y tratamiento de los residuos y desechos según las categorías definidas. Así mismo, se planteó la logística de recolección de los desechos y acopio de los mismos.

5.2 Metodología a utilizar para la elaboración del diagnóstico

Considerando que todos los residuos sólidos agrícolas que se generan en la finca son aprovechados al cien por ciento, como se menciona anteriormente, la metodología utilizada para la caracterización es aplicable para RDS domésticos derivados de las actividades que se llevan a cabo en el casco de la finca.

5.2.3 Entrevistas

Se realizó una entrevista directa con el gerente de la finca para conocer los procesos que se llevan a cabo y que conllevan la generación de desechos, así como el interés que existe en cuanto al tema de un manejo apropiado de los desechos sólidos. El modelo de la entrevista se puede apreciar en el anexo 1.

5.2.4 Encuestas

Como parte del proceso de diagnóstico, se realizó una encuesta al personal que labora en la finca para determinar cuál es la percepción generalizada sobre el manejo de los RDS, las facilidades con las que se cuenta y el estado actual. En la encuesta también se incluyeron preguntas directas para obtener una idea general sobre el conocimiento del tema y poder definir los aspectos en los cuales las personas involucradas deben ser capacitadas. El modelo de encuesta puede apreciarse en el anexo 2 y las encuestas realizadas a la población se aprecian en el anexo 3.

Para definir el número de personas a ser encuestadas, se consultó con el gerente de la finca sobre el número total de personal colaborador de la finca. Posteriormente se utilizó el siguiente cálculo estadístico propuesto para una muestra finita por López (2004) y citado por Pensamiento (2015).

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 p * q}$$

En dónde:

n= Tamaño de la muestra

N=Tamaño de la población (50 personas)

Z α^2 = Variable con distribución normal = 1.96 (95%)

p= proporción de éxito (0.5)

q= Proporción de fracaso (0.5)

d 2 = Precisión del estimador de interés (0.10)

De modo que el número total de personas encuestadas fue de 9 personas.

5.2.5 Capacitación

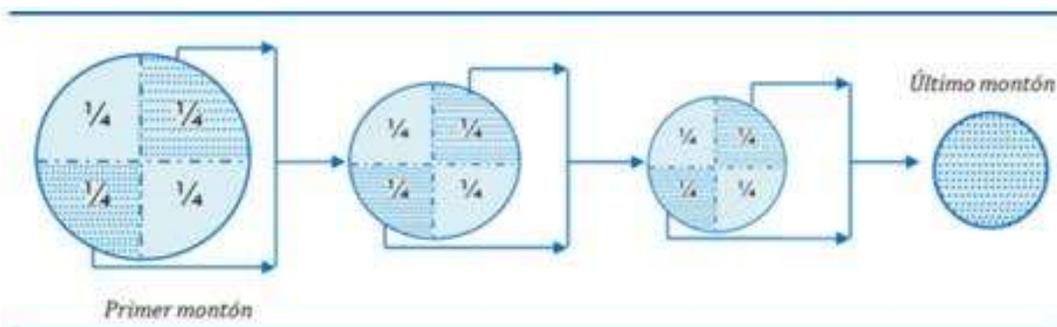
Se capacitó al personal (supervisores de producción principalmente) sobre los temas pertinentes seleccionados a partir de los resultados obtenidos de las encuestas anteriormente mencionadas, así como la capacitación en el uso de las categorías de separación de residuos y desechos definidas en el diagnóstico.

5.2.6 Caracterización

Para realizar la caracterización, se recolectaron durante 8 días consecutivos los residuos y desechos de cada recipiente ubicado en la finca. Esto se realizó en época de zafra ya que es cuando se realiza mayor cantidad de actividades en la finca. Diariamente se trasladaron los desechos generados al área designada para realizar la caracterización haciendo uso del método de cuarteo.

Para la selección de las muestras se procedió de la siguiente manera:

1. Sobre un plástico/lona extendida se depositaron los residuos y desechos de cada recipiente.
2. Los residuos y desechos se homogenizaron en forma de pila.
3. La pila homogenizada se dividió en cuatro, y se separaron las dos cuartas partes que quedaron opuestas. El mismo procedimiento se repitió dos veces más como se muestra en la Figura. 3 o hasta obtener una muestra de aproximadamente 20 Kg.
4. La muestra obtenida se separó por categorías según las componentes de los desechos prevaletientes, dichas categorías se determinaron a partir de las encuestas, entrevistas e inspecciones visuales.



Fuente: Ibarra (2014).

Figura 3. Diagrama del método de cuarteo para la obtención de la muestra.

Posteriormente se procedió a cuantificar el peso, volumen y densidad de cada categoría de los residuos de la siguiente manera:

- a. Peso: Se cuantificó el peso de cada categoría de la muestra seleccionada utilizando una balanza “romana” y los resultados se expresaron en kilogramos.
- b. Volumen: Se utilizó un recipiente cilíndrico de 200 litros con un diámetro de 51 cm y altura de 90 cm. Una vez dentro los desechos, se dejó caer el recipiente al suelo desde una altura de 30 cm para llenar los espacios vacíos y luego se midió la altura ocupada por los desechos. Se aplicó la siguiente fórmula para obtener el volumen:

$$V = \frac{h * \pi * d^2}{4}$$

- c. Densidad: Al contar con los datos de peso y volumen, se determinó la densidad a partir de la siguiente fórmula:

$$D = \frac{P}{V}$$

5.2.7 Análisis de la información

Luego de la caracterización de los diferentes tipos de desechos que se generan se determinó un promedio de generación de residuos per cápita dentro de la finca a partir de la siguiente fórmula:

$$GRC = \frac{Kg \text{ recolectados}}{No. de personas}$$

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis descriptivo de la información y se procedió a desarrollar recomendaciones que deban tomarse en cuenta en el plan de manejo de los desechos sólidos de la finca.

5.3 Indicadores de resultado

Los indicadores de resultado representan herramientas de apoyo y análisis para el cumplimiento de los objetivos del presente informe y de la sistematización de práctica profesional. Así mismo, los indicadores de resultado pretenden calificar y/o cuantificar la información y permiten la comparación de la misma con datos anteriores y futuros. Siendo así los indicadores de resultado obtenidos fueron:

- Información sobre los avances que ha realizado la empresa en relación al tema de RDS para identificar avances y oportunidades de mejora.
- Caracterización del sistema actual de manejo de RDS en la finca: de forma cualitativa se describen los procedimientos que actualmente se llevan a cabo en campo para el manejo de los desechos sólidos.
- Matriz de identificación y valorización de impactos: La identificación de impactos y la valorización pretende ser una herramienta de apoyo para identificar acciones prioritarias.
- Caracterización de los RDS que se generan en finca: la intención de caracterizar los desechos es poder clasificarlos posteriormente según el tratamiento o manejo que cada categoría requiera.
- El número de personas fortalecidas con la capacitación sobre el manejo integrado de RDS y clasificación de los mismos dentro de la finca para el personal y colaboradores corresponde a 20 personas directamente, bajo la instrucción de divulgar la información a sus subordinarías.
- Documento de plan de manejo de RDS para la finca agrícolas en donde se especifique la forma adecuada de manejar y disponer cada categoría de residuos y desechos identificados y la existencia de una propuesta al menos para las mismas.
- Costos de implementación del plan de manejo de RDS.

VI. Resultados y Discusión

6.1 Diagnóstico de la situación actual

A través de la entrevista que se llevó a cabo con el encargado de la finca, las visitas de campo y las encuestas realizadas a los colaboradores, se logró caracterizar cualitativamente el sistema actual del manejo de desechos sólidos.

6.1.1 Caracterización del sistema actual de manejo de residuos y desechos sólidos

Entrevista y visitas de campo

Se determinó que en el casco de la finca se llevan a cabo labores de taller mecánico, preparación de mezclas de fertilizantes y agroquímicos, reparación de maquinaria agrícola, almacén de equipo de riego, abastecimiento de combustible, labores administrativas y capacitaciones.

Se menciona que los recipientes de agroquímicos y fertilizantes no son desechados, ya que estos son entregados a la empresa Agrequima quienes cuentan con su respectiva licencia ambiental vigente y se encargan del manejo, reutilización y/o disposición de los mismos

No se generan desechos sólidos domésticos en las áreas de producción de la finca, ya que el personal tiene restringido el consumo de alimentos en dichas áreas y únicamente tienen permitido consumir agua en los recipientes reutilizables que les brinda la empresa. Por lo que todos los desechos se concentran en el casco de la finca.

Se cuenta actualmente con 30 recipientes sin identificación y 1 tanque. Los desechos son retirados de la finca de una a dos veces por semana en un tractor y son llevados al botadero municipal de La Gomera, ubicado a 8 kilómetros de distancia de la finca.

El encargado muestra interés en adoptar un plan de manejo de RDS al considerar la reducción de impactos ambientales derivados de la implementación del mismo.

Encuestas

A partir de las encuestas realizadas a la población seleccionada al azar, con base al cálculo estadístico anteriormente mencionado, se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro 8. Resultados de encuestas realizadas.

No.	Pregunta	Respuesta		Porcentaje	
		Si	No	Si	No
1	¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	9	0	100%	0%
2	¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	8	1	89%	11%
3	¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	6	3	67%	33%
4	¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	8	1	89%	11%
5	¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	7	2	78%	22%
6	¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	3	6	33%	67%

A partir de las encuestas se determinó que, de acuerdo a los colaboradores, en la finca existen suficientes recipientes y en su mayoría consideran que la distribución de los mismos es adecuada.

En general se observa que ya existe un conocimiento básico sobre el manejo de RDS el impacto de estos al medio ambiente. Sin embargo, en la pregunta No. 6 se observa que el 67% no conoce que desechos pueden ser considerados peligrosos por lo que vale la pena profundizar en el tema.

Para la pregunta No.7, se determinó que el 100% de la población encuestada guarda su basura cuando no tiene disponible un recipiente cerca. Se espera que al guardar la basura esta sea depositada posteriormente en un recipiente ubicado dentro de la finca.

6.1.2 Caracterización de los residuos y desechos sólidos que se generan

Para la caracterización cuantitativa de los RDS que se generan se muestran las categorías de clasificación definidas y los resultados de la aplicación del método de cuarteo y la cuantificación del peso y el volumen.

Cuadro 9. Categorías de clasificación definidas para el pesaje de los residuos y desechos.

Clasificación	Descripción general
Papel/Cartón	Papel impreso, papel periódico, embalajes de cartón
Plástico/Aluminio	Plástico PET, plásticos varios a excepción de PVC, latas de aluminio
Vidrio y luminaria	Envases y recipientes de vidrio, vidrio roto, lámparas.
Orgánico	Hojarasca y restos de alimentos.
Metal	Chatarra
Contaminados	Wype contaminado con lubricantes y/o combustible, Equipo de protección personal (EPP) contaminado con agroquímicos, filtros de aceite.
Varios (No reciclable)	Duroport, plásticos de PVC, empaques de frituras, empaques compuestos (metal/plástico)
Llantas	Llantas y caucho.

Cuantificación de peso por categoría de desecho por día

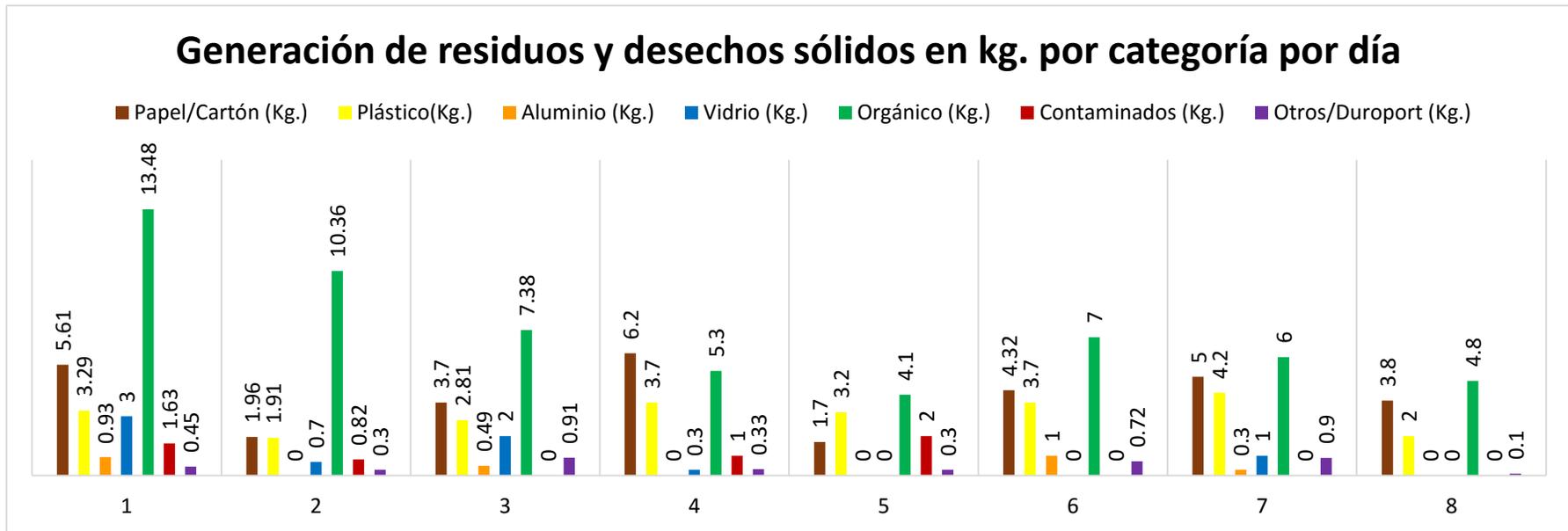
Cabe mencionar que no se incluyeron datos de peso de la categoría metal, sin embargo, se incluyen datos de volumen más adelante.

La categoría de Llantas y Wype no fue caracterizada ya que este tipo de desecho se genera únicamente en temporada de reparación (cuando no hay zafra) por lo que no se encontró este tipo de desecho, pero se consideró para el plan de manejo.

Cuadro 10. Resultados de peso (kg.) de residuos y desechos sólidos por categoría.

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	PROMEDIO DIARIO	TOTAL	PORCENTAJE
Papel/Cartón (Kg.)	5.61	1.96	3.7	6.2	1.7	4.32	5	3.8	4.04	32.29	23.97
Plástico(Kg.)	3.29	1.91	2.81	3.7	3.2	3.7	4.2	2	3.10	24.81	18.42
Aluminio (Kg.)	0.93	0	0.49	0	0	1	0.3	0	0.34	2.72	2.02
Vidrio (Kg.)	3	0.7	2	0.3	0	0	1	0	0.88	7	5.20
Orgánico (Kg.)	13.48	10.36	7.38	5.3	4.1	7	6	4.8	7.30	58.42	43.37
Contaminados (Kg.)	1.63	0.82	0	1	2	0	0	0	0.68	5.45	4.05
Otros/Duroport (Kg.)	0.45	0.3	0.91	0.33	0.3	0.72	0.9	0.1	0.50	4.01	2.98
TOTAL (Kg.)	28.39	16.05	17.29	16.83	11.3	16.74	17.4	10.7	16.83	134.7	100

Figura 4. Cuantificación de peso por categoría de desecho por día.



Promedio de generación diaria en kg por categoría

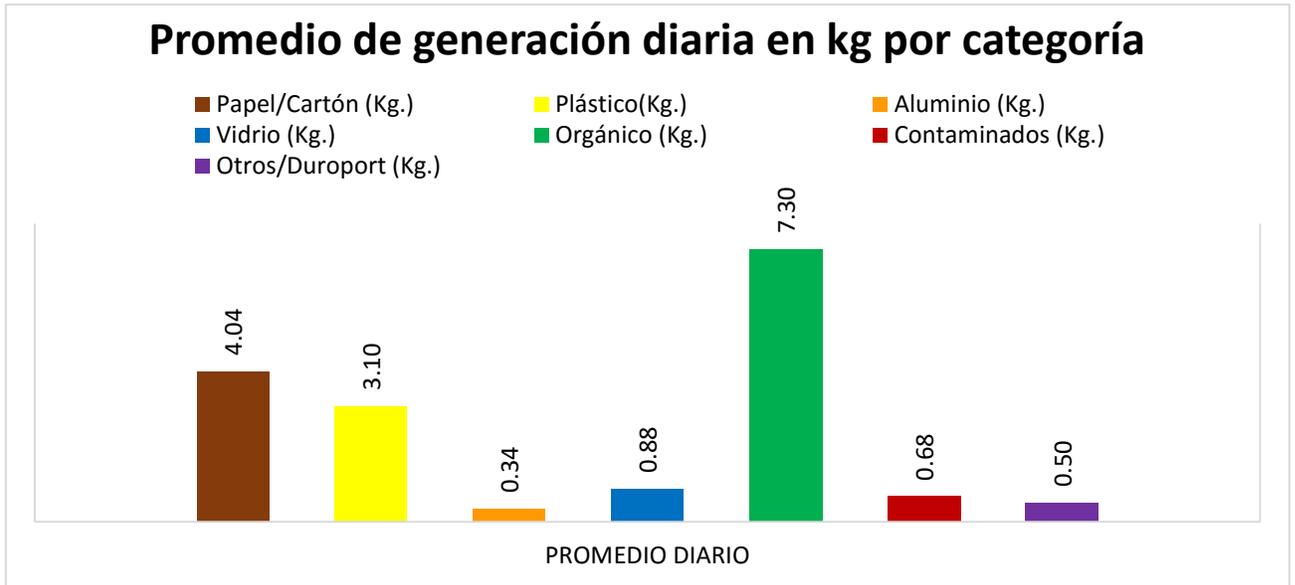


Figura 5. Promedio de generación diaria en kg por categoría.

Se determinó que la materia orgánica es la que representa el mayor porcentaje en kg de desecho con un 43.37% del total y un promedio de generación diaria de 7.30 kilogramos. Se pudo determinar que dicha categoría consta principalmente de hojarasca, debido a la cantidad de árboles presentes en el casco de la finca.

Se observa que la categoría que representa el menor porcentaje del total de desechos es la categoría de Aluminio, esto se debe según el gerente de la finca, a que el personal tiende a llevarse las latas de aluminio debido al mercado que existe para estas.

En la figura 4 se observa que, en todos los días, la categoría de desechos orgánicos fue predominante mientras que varias categorías como Vidrio, Contaminados y Otros se muestran ausentes en distintos días.

La categoría Papel/Cartón representa un 8.8% del total de los desechos y se observa que todos los días se genera cierta cantidad. Esto debido a la cantidad de instructivos y registros que se llenan en campo y posteriormente son llevados al casco de la finca, dónde una vez tabulados los datos digitalmente, se desecha el papel. Así mismo, se maneja una cantidad importante de embalaje de cartón. Para la categoría papel/cartón, se estimó que el 80 % de los desechos corresponden a papel impreso y 20 % corresponde a cartón.

Cuantificación de volumen por categoría de desecho por día

Cuadro 11. Resultados de volumen (m³) de residuos y desechos sólidos por categoría.

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	PROMEDIO DIARIO	TOTAL	PORCENTAJE
Papel/Cartón (m3.)	0.0628	0.0285	0.0469	0.0694	0.0183	0.0326	0.0367	0.0408	0.0420	0.336	8.8085
Plástico (m3.)	0.0255	0.0142	0.0224	0.0388	0.0102	0.0122	0.0204	0.0204	0.0205	0.1641	4.3020
Aluminio (m3.)	0.004	0	0.002	0	0	0.004	0.004	0.004	0.0023	0.018	0.4719
Vidrio (m3.)	0.004	0.002	0.004	0.002	0	0	0.004	0	0.0020	0.016	0.4195
Orgánico (m3.)	0.4	0.25	0.25	0.2	0.2	0.4	0.45	0.1	0.2813	2.25	58.9855
Metal (m3.)	0.6	0	0	0.07	0	0	0	0	0.0838	0.67	17.5646
Contaminados (m3.)	0.0612	0.004	0	0.0612	0.0612	0	0	0	0.0235	0.1876	4.9181
Otros/Duroport (m3.)	0.004	0.002	0.004	0.001	0.002	0.002	0.0612	0.002	0.0098	0.0782	2.0501
TOTAL	1.2561	0.3007	0.3293	0.4424	0.2917	0.4508	0.5763	0.1672	0.4768	3.8145	100

Generación de residuos y desechos sólidos en m³ por categoría por día

■ Papel/Cartón (m3.) ■ Plástico (m3.) ■ Aluminio (m3.) ■ Vidrio (m3.) ■ Orgánico (m3.)
■ Metal (m3.) ■ Contaminados (m3.) ■ Otros/Duroport (m3.) ■ Aceites/lubricantes (m3.)

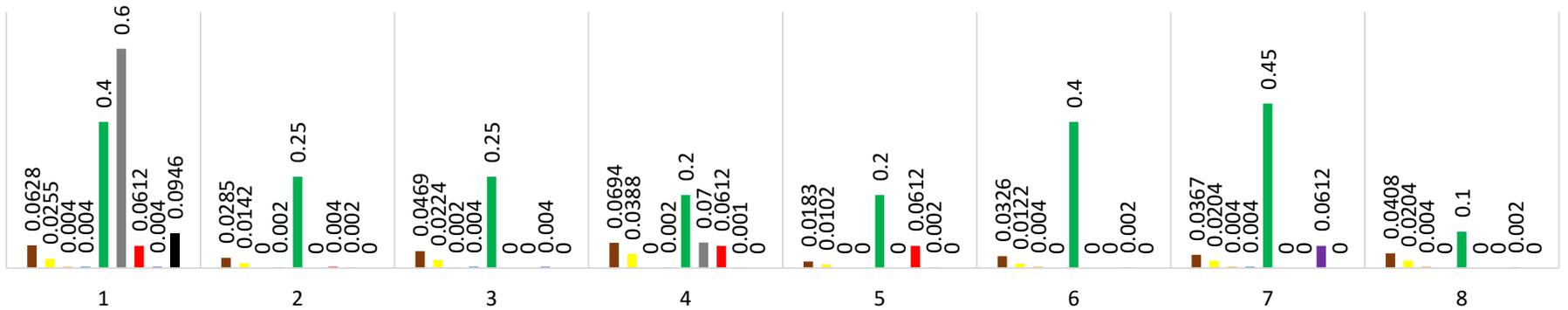


Figura 6. Generación de residuos y desechos sólidos en metros cúbicos por categoría por día.

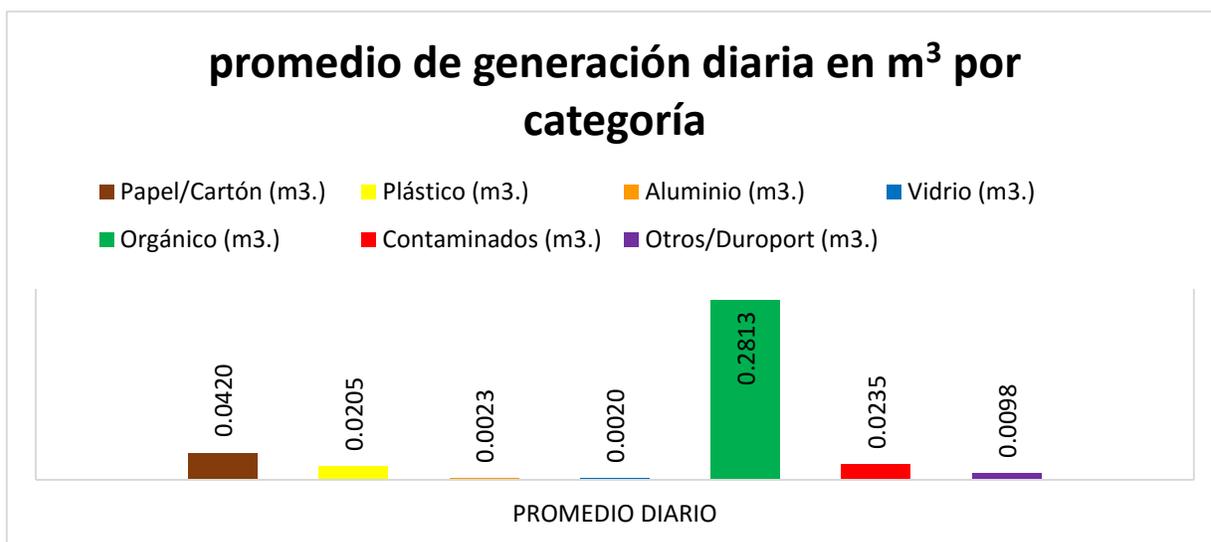


Figura 7. Promedio de generación diaria en metros cúbicos por categoría.

Se observa en el cuadro 11 que nuevamente la categoría Orgánicos es predominante en el porcentaje de volumen del total de residuos y desechos con casi 59%. Seguido por el metal con un 17.56%, considerando que se trata de desechos de chatarra generalmente de medianas-grandes dimensiones.

Para la categoría de contaminados, se estimó que el alrededor del 60 % de estos desechos corresponden a wype contaminado y el 40% de los desechos corresponden a equipo de protección personal contaminado y recipientes contaminados.

En la figura 6 se observa que en el día 1 se reporta la cantidad de 0.6 metros cúbicos de metal, sin embargo no se logró determinar desde cuando se tiene acumulada dicha cantidad. Para el día 4 se reportan 0.1 metro cubicos de metal.

Para efectos de la investigación y estimar el peso de los desechos de metal (chatarra) y determinar un aproximado de la retribución económica de la venta de esta categoría, se utilizó el volumen obtenido de 0.7 m³ considerando una acumulación de una semana (periodo actual) lo que supone una generación mensual aproximada de 3.5 m³ al mes. Se tomó como referencia la densidad del acero, suponiendo que todos los desechos de metal estuviesen compuestos de este material y se estimó la generación mensual en kilogramos a partir de la formula:

$$\text{Peso} = \text{Densidad} * \text{Volumen}$$

En donde:

Densidad (acero)= 0.785 kg/m^3 (Aplicaciones Técnicas Procesos Productivos, 2008)

Volumen= 3.5 m^3

Obteniendo una generación estimada de 2.74 kg. al mes. Cabe recalcar que estos no son datos reales, ya que se estimaron y aproximaron en base a suposiciones como se menciona anteriormente, con el fin de apreciar una retribución por venta de chatarra estimada.

La categoría orgánicos se muestra, por un porcentaje significativo, superior a todas las demás. Como se menciona anteriormente, esto debido a la cantidad de hojarasca que se recolecta diariamente.

Con base al cuadro 11, se estima que el volumen diario de generación de desechos sólidos en la finca, es de 0.4768 metros cúbicos.

6.1.3 Matriz de identificación y valorización de impactos

La identificación y valorización de impactos pretende ser un instrumento visual y cuantificable, como se muestra en el cuadro 12, que permita entender la importancia de adoptar un plan de manejo de desechos sólidos al considerar los impactos que la generación de estos y el mal manejo y disposición de los mismos implica.

Cuadro 12. Identificación y valorización de impactos del manejo actual de residuos y desechos sólidos en la finca.

Etapa	Descripción de la actividad	Componente	Descripción del impacto, componente ambiental y/o social	Ponderación de la Magnitud			Ponderación del VIA			VIA	Carácter del VIA	VIA Promedio
				0.4	0.3	0.3	0.5	0.1	0.4			
				Intensidad	Extensión	Duración	Magnitud	Probabilidad	Reversibilidad			
Fase de Operación	Generación de desechos sólidos	Edáfico	Alteración de la calidad del suelo	3	1	8	3.9	5	4	4.05	-	4.05
		Atmosférico	Emanación de olores	3	3	8	4.5	10	3	4.45	-	4.93
			Generación de gases de efecto invernadero	2	3	5	3.2	6	8	5.40	-	
		Hídrico	Alteración de la calidad del agua superficial	6	6	8	6.6	6	5	5.90	-	5.83
			Alteración de la calidad del agua subterránea	6	5	8	6.3	6	5	5.75	-	
		Flora y fauna	Perdida de hábitat	2	2	8	3.8	3	3	3.40	-	3.88
			Proliferación de plagas	5	3	8	5.3	5	3	4.35	-	
Social/Cultural	Perdida de paisaje	5	2	8	5	5	3	4.20	-	1.40		
Promedio total VIA											4.02	

En la matriz se puede observar que, de acuerdo a la metodología, los impactos ambientales más significativos derivados de la generación de RDS son hacia el componente hídrico, con una valoración promediada de 5.83 es decir de mediano impacto.

Al desglosar el componente hídrico, se observa que el Valor de Índice Ambiental (VIA) más alto reportado, se deriva de la alteración de la calidad del agua superficial con un valor de 5.90 y hacia el agua subterránea con 5.75.

El VIA de menor valor reportado se refiere al componente social/cultural, con una valoración de 1.40, derivado de la pérdida de paisaje.

La valoración promediada para la actividad de generación de RDS fue de 4.02, es decir de mediano impacto ambiental de acuerdo al cuadro 6.

6.2 Propuesta del plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos

A continuación, se presenta el plan de manejo de desechos sólidos para el casco de la finca, en donde se plantean las categorías para la clasificación y la forma de disposición de cada categoría. Se determinó la cantidad de recipientes necesarios y la distribución de los mismos. Se propone la logística de recolección y se evaluaron los costos de implementación del plan.

Cabe mencionar que, para generar la propuesta del plan de manejo de desechos sólidos, se consideró el plan de gestión de residuos con el que ya se cuenta en el las instalaciones administrativas y de fábrica del ingenio. Actualmente se tienen contratos con empresas y proveedores como Kimberly Clark para el papel, cartón, plástico y aluminio; Cementos Progreso (Cempro S.A.) para el wype, wypol y desechos contaminados, Hojas Verdes S.A. para aceites y lubricantes, entre otros proveedores que pueden brindar el servicio, una vez los desechos sean transportados a la bodega de reciclaje o sitio de almacenamiento temporal dentro de las instalaciones del ingenio, ubicado a 28 km de distancia de la finca.

6.2.1 Clasificación y disposición

Cuadro 13. Clasificación de residuos y desechos y método de disposición propuesta

Clasificación	Descripción general	Forma de disposición actual	Contenedor/recipiente	Forma de disposición propuesta	Empresa/Proveedor	Licencia Ambiental / Permiso municipal	Observaciones
Papel/Cartón	Papel impreso, papel periódico, embalajes de cartón, empaques tetra-pack	Vertedero municipal	Caja de cartón	Reciclaje	Kimberly Clark	Si	Se trabaja por donación a cambio de Eco-Filtros
Plástico/Aluminio	Plástico PET, plásticos varios a excepción de PVC, , latas de aluminio	Vertedero municipal	Tonel 200 lts	Reciclaje	Kimberly Clark	Si	
Vidrio y luminaria	Envases y recipientes de vidrio, vidrio roto.	Vertedero municipal	Tonel 200 lts	Reciclaje	Kimberly Clark	Si	
Orgánico	Hojas y restos de alimentos	Vertedero municipal	Tonel 200 lts	Compostaje	Tractor propio/	Si	Se propone aprovechamiento a través de compostaje.
Metal	Chatarra	Reciclaje/Reciclador a La Unión	Tonel 200 lts	Reciclaje (continuar)	Recicladora La Unión	Si	Se realiza actualmente/ Desechos son transportados al ingenio.
Contaminados	Wype contaminado con lubricantes y combustible, EPP	Almacenado y una mínima cantidad se entrega al ingenio (sin periodos determinados)	Tonel 200 lts	Incinerado	Cempro S,A.	Si	Cobro por transporte

Clasificación	Descripción general	Forma de disposición actual	Contenedor/recipiente	Forma de disposición propuesta	Empresa/Proveedor	Licencia Ambiental / Permiso municipal	Observaciones
	contaminado C/agroquímicos , Filtros de aceite						
Varios (No reciclable)	Durport, plásticos de PVC, empaques de frituras, empaques compuestos (metal/plástico)	Vertedero municipal	Tonel 200 lts	Vertedero municipal	Tractor propio/ Vertedero municipal La Gomera	Si	Tractor propio traslada los desechos al vertedero municipal ubicado a 8 km de la finca
Llantas	Llantas y caucho.	Reciclaje/EZ Home S,A.	N/A	Reciclaje (continuar)	EZ Home S,A.	Si	Se realiza actualmente/ Desechos son transportados al ingenio.

Considerando el plan de manejo de los residuos y desechos que se tiene implementado en el Ingenio, se definió la forma de disposición de las categorías Papel/Cartón, Plástico/Aluminio, Vidrio/Luminaria, Contaminados y Wype a través del Ingenio con las empresas mencionadas en el cuadro 13.

Se determinó que el ingenio cuenta con la capacidad de almacenar temporalmente, en su centro de acopio, los desechos que sean entregados por la finca siempre y cuando la finca absorba los costos de transporte y disposición de sus desechos.

El centro de acopio ubicado en el ingenio es una galera de 32 m² y una altura de 3 m. Se encuentra techada y cuenta con piso de concreto impermeable. Así mismo, se cuenta con estanterías de hierro y una estructura de divisiones que permite la separación de categorías y evitar la contaminación cruzada entre estas.

El ingenio utiliza entre 15 a 19 m² al mes aproximadamente para el almacén de sus residuos y desechos previo a la disposición final, por lo que se determinó existe espacio suficiente para el almacenamiento temporal de los residuos y desechos de la finca considerando que las categorías y volúmenes a almacenar en dicho sitio serán: papel/cartón (0.0420 m³/día); plástico y aluminio (0.0228 m³/día); vidrio (0.0020 m³/día); contaminados (0.0235 m³/día). Siendo el total mensual a almacenar de 2.79 m³.

Para la categoría contaminados, se determinó conveniente separar los desechos de wype en distinto recipiente, ya que la empresa incineradora detallada más adelante, solicita que el wype sea entregado sin ningún otro tipo de desechos en toneles de 200 litros.

6.2.2. Cantidad y distribución de recipientes

Cuadro 14. Cantidad y distribución de recipientes recomendado por área de la finca.

No.	UBICACIÓN	Cantidad actual	Wype	Plástico/aluminio	Metal	Varios/No reciclables	Orgánicos	Vidrio	Contaminado / EPP	Total	Observaciones
1	Bodega riego	2	0	1	1	0	0	0	0	2	
2	Bodega de varios	1	0	0	1	0	0	0	1	2	
3	Área frente bodega de varios	2	0	1	0	0	0	0	0	1	
4	Taller	4	2	1	2	1	0	0	1	8	
5	Galera viejo aserradero	3	0	1	0	1	2	0	0	4	
6	Oficinas	1	0	1	0	0	1	0	0	2	2 cajas para papel donadas por Kimberly Clark.
7	Frente a oficinas	4	0	1	0	1	2	1	0	5	
8	Frente a taller	3	0	1	0	1	2	0	0	4	
9	Frente a garita	5	0	1	0	1	2	0	0	4	
No.	UBICACIÓN	Cantidad actual	Wype	Plástico/aluminio	Metal	Varios/No reciclables	Orgánicos	Vidrio	Contaminado / EPP	Total	Observaciones

No.	UBICACIÓN	Cantidad actual	Wype	Plástico/aluminio	Metal	Varios/No reciclables	Orgánicos	Vidrio	Contaminado / EPP	Total	Observaciones
10	Oficinas 2	4	0	0	0	1	0	0	0	1	
11	Caseta	4	0	1	0	2	1	1	0	5	
12	Área de lavado de EPP	Uso bolsa de agroquímico	0	0	0	1	0	0	1	2	
TOTAL/ID		33	2	9	4	9	10	2	3	40	Se recomienda colocar 40 botes con la identificación indicada

Actualmente se cuenta con 33 recipientes en uso (toneles de 200 litros), se propone la implementación de 9 recipientes más, siendo estos toneles de 200 litros plásticos ya que el ingenio cuenta con disponibilidad para donarlos ya que estos semi-nuevos, Adquiridos con anterioridad como nuevos para uso de almacenamiento de agua, mezclas de fertilizantes, almacenamiento de arena para gasolineras y delimitación de áreas de paso o de trabajo. Se debe asegurar que los 9 botes a adquirir no tengan trazabilidad de almacenamiento de desechos contaminados o peligrosos, así como fertilizantes o agroquímicos que puedan contaminar los desechos. Se sugiere el uso de botes que anteriormente hayan contenido agua o arena.

El uso de toneles metálicos deberá ser evitado y únicamente utilizado para el almacenamiento de desechos peligrosos o contaminados, ya que su trazabilidad indica almacenamiento de aceites y lubricantes.

Para determinar la cantidad y distribución de los recipientes, se consideró la cantidad de residuos y desechos que se genera diariamente por categoría, así como las ubicaciones en donde se generan principalmente categorías específicas.

Para el caso de los desechos contaminados, los cuales se generan en la bodega de varios, área de lavado de EPP, y el taller, se propuso un recipiente por ubicación.

Los residuos de vidrio consisten principalmente en botellas de bebidas carbonatas y lámparas, esta categoría se genera en muy poca cantidad por lo que se propone un recipiente frente a la caseta/tienda y otro frente a las oficinas.

La categoría de orgánicos como se menciona anteriormente, representa la mayor cantidad de residuo que se genera. Se proponen recipientes distribuidos en seis ubicaciones, contando algunas con dos recipientes.

La identificación propuesta corresponde a rotular los recipientes propuestos con el nombre de la categoría en color blanco.

6.2.3 Compostaje de residuos y desechos orgánicos

Para el tratamiento y la disposición final de los desechos orgánicos, los cuales consisten en su mayoría de hojarasca y otro porcentaje menor de residuos de alimentos, se propone la implementación de un sistema de compostaje aeróbico en camellones. Se optó por este sistema dada la cantidad de desechos orgánicos que se generan (226.3 kg./mes,) lo que se traduce a un volumen de 8.72 m³/mes. Así mismo, este sistema no implica una inversión para la finca ya que se cuenta con el espacio disponible y no se requiere de estructura alguna.

Relación Carbono/Nitrógeno

Es uno de los parámetros más importantes que deben ser controlados. El Carbono es una de las principales fuentes de energía para microorganismos; por otro lado, el Nitrógeno es de gran importancia en la síntesis proteica; la relación adecuada entre estos dos elementos, será favorable para obtener un buen crecimiento y reproducción de microorganismos descomponedores, esenciales en este proceso (Sztern, 2010). La relación de C/N ideal de material a compostar debe ser de 25 unidades de Carbono por unidad de Nitrógeno; C (25) N (1) = 25. Cuando la relación es superior el proceso de compostaje puede ser lento.

Como se mencionó anteriormente, los desechos orgánicos generados en la finca consisten en hojarasca y residuos de alimentos varios (domésticos). Para determinar la proporción C/N de ambos materiales existen diversos registros de distintos materiales orgánicos, en este caso se investigó la proporción C/N reportada de los materiales presentes en la categoría orgánicos como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Relación carbono/nitrógeno en materiales a compostar.

Material orgánico	Relación C/N
Residuos domésticos	15/1
Hojas secas (hojarasca)	Aprox. 40/1

Fuente: Zelaya, (2009)

A partir del cuadro anterior, se logra determinar el porcentaje de hojas secas y de residuos de alimentos que debe llevar cada camellón de compostaje para mantener el parámetro C/N en la cantidad ideal.

$$C (40/1) 40\% N (15/1) (60\%) = 25/1$$

De modo que cada camellón de compostaje deberá contener un 40% de hojarasca y 60% de restos de alimentos. Cabe remarcar que el valor reportado para la proporción C/N de hojas secas puede variar según el tipo de hoja.

Tamaño de las partículas

El tamaño de cada material contenido dentro de los desechos a compostar puede ser variable. A menor tamaño de las partículas se espera que los desechos sean degradados en menor tiempo, por lo que se recomienda picar los desechos con machete, tratando de homogenizar el tamaño de las partículas antes de formar los camellones.

Humedad

De acuerdo a Sztern (2010) citado por Xicará (2016), la humedad ideal para la biodegradación en una respiración aerobia, debe sestar en un rango de 15 a 35%.

Cuando se presentan humedades del 40 al 60%, es recomendable revolver constantemente los desechos para aerearlos y favorecer la pérdida de humedad. Como ya se mencionó con anterioridad, humedades mayores podrían llevar a una respiración anaerobia e influir a la fermentación. En el caso contrario, si la humedad es menor al 10% podría influir de manera negativa, ya que la actividad microbiana se reduciría y el proceso de degradación sería excesivamente lento (Sztern, 2010).

Para controlar la humedad en los camellones de compostaje se podrá utilizar la sonda electrónica de marca Falker® con la que se cuenta en la finca para controlar la humedad en los suelos de cultivo.

Aireación

Es otro de los procesos más importantes en el proceso de compostaje aeróbico, la buena aireación se logra por un buen sustrato en la mezcla de compostaje, la porosidad del sustrato influye positivamente en la respiración aeróbica. Cuando hay una mala aeración, la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20%, lo cual influye en dos procesos no deseados: la respiración anaerobia y la fermentación, la cual frena el proceso de descomposición. (Sztern, 2010).

Se plantea que los camellones sean mezclados manualmente haciendo uso de una pala, una vez por semana.

Precompostaje de los desechos

Para buscar la nivelación de nutrientes, reducción en la cantidad de humedad contenida en los diferentes desechos, eliminación de otros factores como malos

lores y para la aceleración en el proceso de degradación, se recomienda el precompostaje de los desechos.

Esto consiste en una serie de procedimientos que deben realizarse antes de la etapa de compostaje. (Sztern, 2010)

De acuerdo a uno de los métodos propuestos por Xicará (2016) denominado Inóculo con suelo fértil, los desechos deben extenderse en capas no superiores a los 20cm y luego sobre estos deben agregarse 1.1lb/m² de suelo vegetal fértil. Luego deben mezclarse homogéneamente y se forma un camellón.

Obtención del compost

Después del proceso de precompostaje (aproximadamente 4 semanas), los desechos pueden colocarse en nylon (disponible de reuso en la finca), formando un camellón de 2m de largo por 2.5m de ancho, con una altura de 1.5m. Es decir, de 7.50 metros cúbicos (capacidad para un mes de desechos orgánicos).

Cuando el primer camellón se encuentre en la etapa de compostaje, donde permanecerá por otras cuatro semanas, se deberá iniciar un segundo camellón en la etapa de precompostaje, de modo que, al obtener el compost del primer compostaje, se pueda comenzar nuevamente en la etapa de precompostaje. Contando así con dos camellones que se deberán rotar por etapas.

Debe agregarse en el volumen total del camellón un 40% de agua, teniendo cuidado de no exceder la cantidad en el riego, ya que el exceso de agua puede llevar a la fermentación del producto, retardando el proceso. Se debe considerar la época de lluvia, y cubrir los camellones con nylon y colocar bordas de contención alrededor para evitar la acumulación excesiva de agua.

Los camellones deben moverse para lograr la aireación, de adentro para afuera para integrar la corteza del camellón y así lograr la homogeneidad del producto y de los procesos microbiológicos. Se propone que los camellones sean revueltos una vez por semana.

Cuando al mover para la aireación no se vean más partículas del producto inicial, esto será un indicador que el producto está terminado y se puede proceder a utilizarlo (Sztern, 2010).

Se recomienda utilizar el abono obtenido del compostaje para el ornato de la finca.

6.2.4 Logística de recolección

Para definir la logística de recolección se consideraron las actividades que actualmente se realizan. Los desechos son recolectados de los recipientes en

costales y estos posteriormente cargados a un carretón de 2.5 m de largo por 1.5 metros ancho y una altura de 1 m, enganchado a un tractor propio marca John Deere de 100 Hp. Estos son transportados de una a dos veces por semana (dependiendo la cantidad de desechos acumulada) hacia el botadero municipal de La Gomera ubicado a 8 km de la finca.

Los desechos de chatarra son almacenados bajo una galera techada con suelo impermeable de concreto. Se transportan entre una a dos veces por año, generalmente en temporada de reparación (no zafra) hacia el ingenio, ubicado a 23 km de la finca, en donde se cuenta con un predio de acopio de chatarra y posteriormente se entregan a la empresa Recicladora La Unión S, A. quien se encarga del reciclaje y disposición final. Se recomienda continuar con este proceso para la categoría de metales.

El aceite y lubricantes son almacenados en un tanque de 150 galones, estos son retirados cuando el volumen está próximo a alcanzar su capacidad, sin embargo no se tiene una frecuencia definida y cuando es necesario se contacta a la empresa Hojas Verdes S,A. quienes lo extraen del tanque y lo retiran en pipas o toneles. Se recomienda de igual manera continuar con este proceso. El aceite no se incluye en el presente plan ya que se considera como desecho líquido.

Se recomienda la implementación de un centro de acopio en la finca para el almacenamiento temporal de los desechos, que disponga de 12.5 m² con suelo de concreto impermeable, techada con lámina y que permita una ventilación adecuada. Para separar las categorías a almacenar se recomienda la implementación de estanterías de hierro como se tienen actualmente en el centro de acopio ubicado en el ingenio y evitar así la contaminación cruzada entre categorías. Se propone como ubicación para el centro de acopio, el área continua a bodega de riegos dada la disponibilidad de espacio y la vegetación arbórea que favorece a la ventilación.

Los desechos deberán ser recolectados del mismo modo en que se realiza actualmente con el tractor propio, se debe asegurar el mantenimiento preventivo, con periodicidad semestral, como se realiza actualmente, y revisar semanalmente que no existan agujeros en el carretón que transporta los desechos para evitar contaminación por lixiviados. Así mismo se recomienda evaluar la posibilidad de pintar dicho carretón con pintura anticorrosiva por dentro

El personal que actualmente realiza dicha actividad, deberá verificar si la clasificación es correcta y de ser necesario, retirar aquellos desechos que no pertenezcan a la categoría.

Para las categorías de papel/cartón; plástico/aluminio; vidrio/luminaria y varios/no reciclable se deberán utilizar costales de reúso para el almacén de los desechos.

Sin embargo, para las categorías wype; contaminados, metal y orgánicos se recomienda el uso de toneles de plástico de 200 litros con tapadera y la misma identificación propuesta para los recipientes distribuidos en la finca.

Cuadro 16. Logística de recolección de los residuos y desechos solidos

Categoría	Empresa/proveedor de servicio	Almacén previo a extracción	Transporte	Ubicación de entrega o disposición	Frecuencia
Papel/Cartón	Kimberly Clark	Centro de acopio	Tractor propio	Ingenio	Semanal
Plástico/Aluminio					
Vidrio y luminaria					
Wype	Cementos Progreso	Centro de acopio	Tractor propio	Ingenio	
Contaminados					
Varios (No reciclable)	Vertedero Municipal	Centro de acopio	Tractor propio	Vertedero Municipal	2-3 veces por semana
Llantas	EZ Home	Galera techada	Tractor propio	Ingenio	Semestral
Metal	Recicladora LA Unión	Galera techada	Tractor propio	Ingenio	
Orgánicos	Propio	Galera techada	Interno	Área de compostaje	2- 3 veces por semana

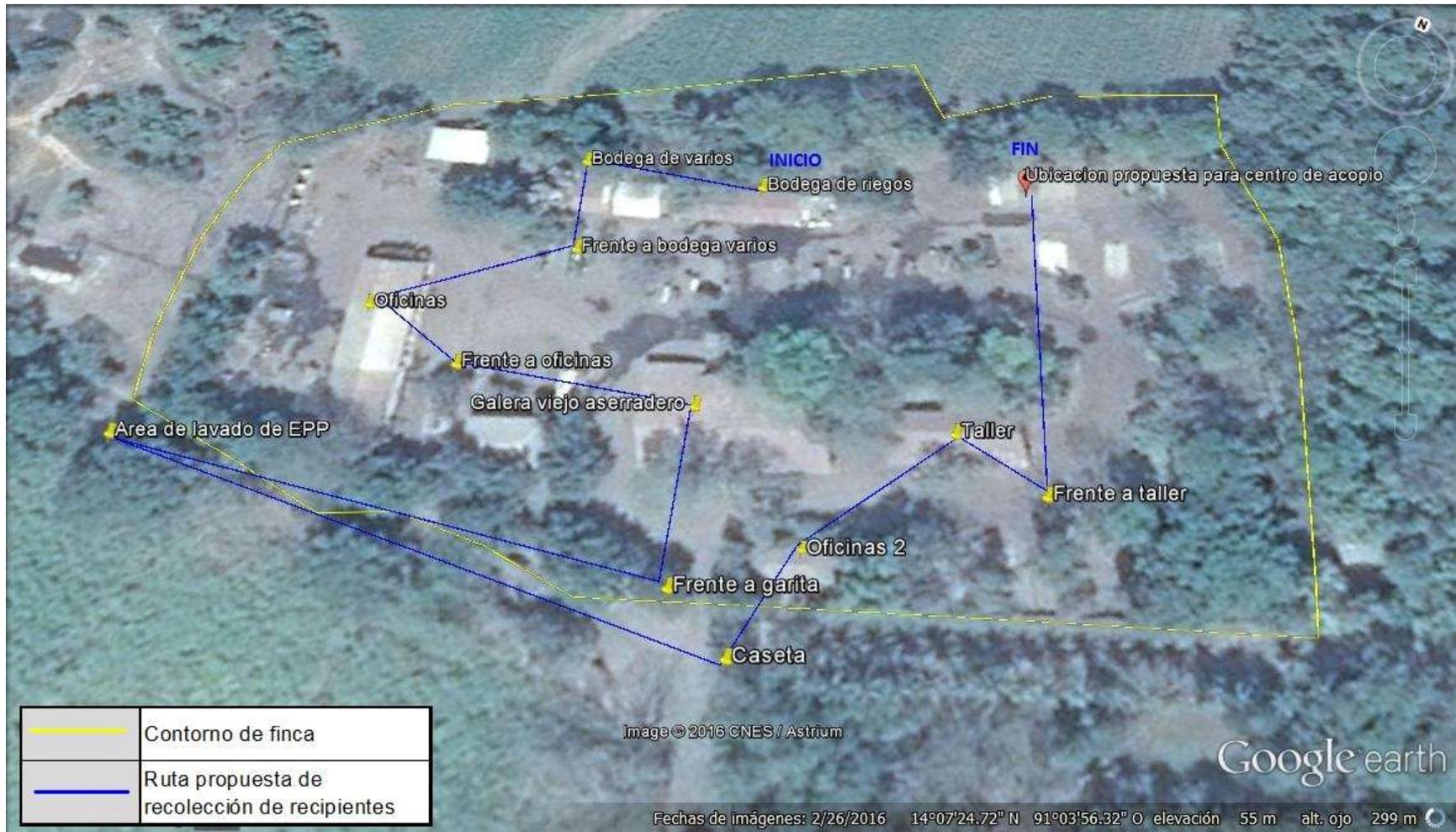


Figura 8. Ruta de recolección de residuos y desechos propuesta de acuerdo a distribución de ubicaciones. (Google Earth®, 2016).

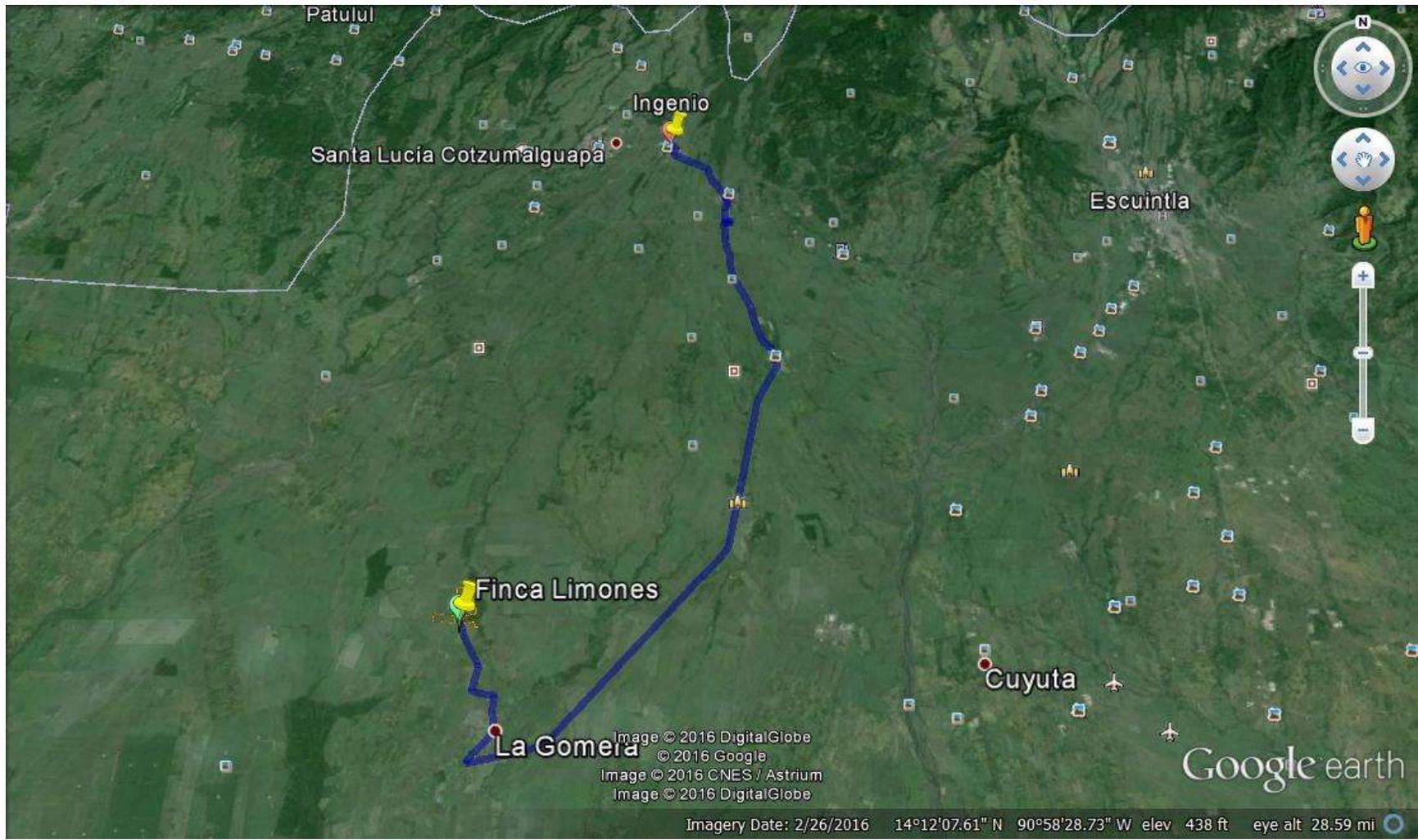


Figura 9. Ruta propuesta para el transporte de los residuos y desechos desde la finca hasta el ingenio. (Google Earth®, 2016).

Para la recolección de los residuos y desechos dentro de la finca, se propone iniciar por la ubicación de bodega de varios, siguiendo la ruta trazada hasta finalizar en el centro de acopio, cuya ubicación propuesta es continuo a la bodega de riegos.

Cabe mencionar que las ubicaciones de Área de lavado de EPP y Caseta, se encuentran fuera del contorno del casco de la finca, pero forman parte del plan de manejo de los desechos sólidos.

Para el transporte de los residuos y desechos que se entregan al ingenio previo a la disposición final, se propone utilizar el tractor mencionado anteriormente y actualmente en uso. Se debe tomar la ruta que conduce a La Gomera y tomar el desvío de ruta interna que conduce directamente a la carretera principal de Siquinalá hacia Santa Lucia Cotzumalguapa y sale frente a la garita de camiones del ingenio.

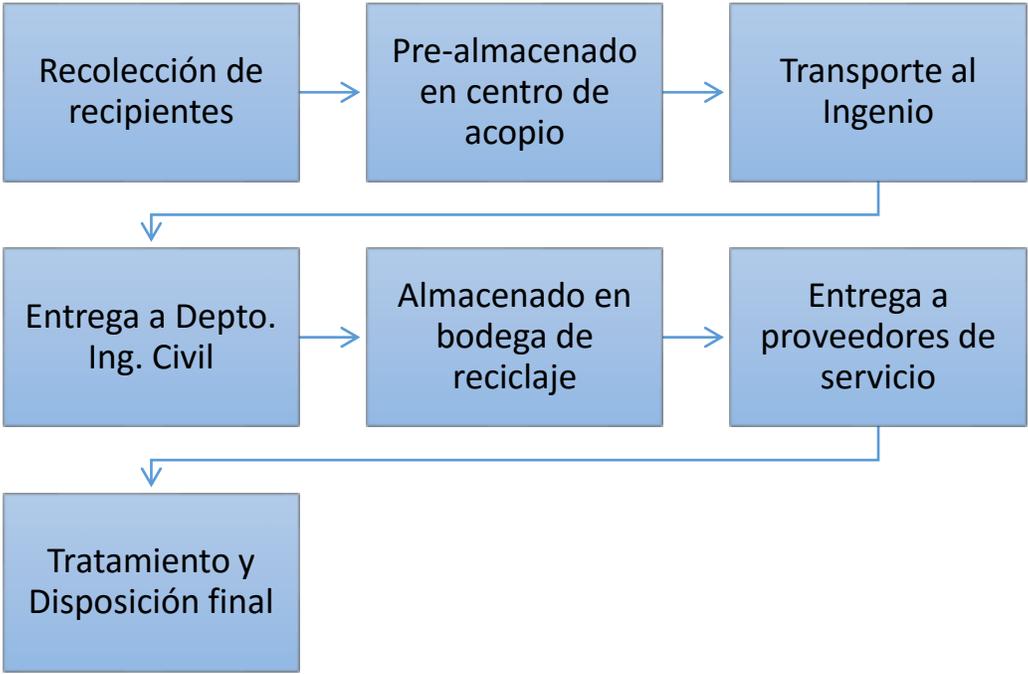


Figura 10. Proceso de recolección de los RDS desde fuente de origen en recipientes hasta la disposición final.

6.2.5 Costos de implementación del plan de manejo de residuos y desechos sólidos.

Para la obtención de costos de la implementación del plan de manejo de desechos sólidos, se obtuvo apoyo del departamento de Ingeniería Civil del Ingenio, ya que es el departamento encargado de manejar costos de materiales y mano de obra.

Cuadro 17. Costos de implementación del plan de manejo de RDS

Cantidad	Descripción	Costo Material		Costo Mano Obra	Total
		Precio Unitario	Precio Total	Total mano de obra	
11	Compra de ocho galones de pintura marca Sherwin Williams	Q 158.04	Q1,264.32	-	Q 1,738.44
3	Compra de tres galones thinner	Q 58.00	Q 174.00	-	Q 174.00
-	Costo de mano de obra	-	-	Q 945.00	Q 945.00
10	Toneles requeridos	0.00	0.00	0.00	Q -
-	Construcción Centro de acopio de 12 m ² (Piso de concreto, circunferencia de maya y galera)	-	Q5,136.00	-	Q 5,137.00
-	Costo de mano de obra construcción centro de acopio	-	-	Q 2,785.58	Q 2,786.58
				Sub Total	Q 10,781.02
				IVA	Q 1,293.72
				Costo Total	Q 12,074.74

Fuente: Depto. Ingeniería Civil, (2016)

Se determinó que se requieren 10 galones de pintura marca Sherwin Williams® de los siguientes colores para la identificación de categorías por color: 1 en color negro para la categoría wype; 2 en color amarillo para plástico/aluminio; 1 en color gris para metal; 2 en color verde para varios/no reciclables; 2 en color café para orgánicos; 1 en color azul para vidrio/luminaria; 1 en color rojo para contaminados. Así mismo, se requiere de un galón de pintura blanca para la rotulación a partir de plantillas elaboradas con cartón y 3 galones de thinner para el proceso de pintado y rotulación.

La finca cuenta con 30 recipientes en uso para depositar los desechos, sin embargo, se propone la implementación de 40 recipientes, por lo que los 10 recipientes faltantes se podrán implementar bajo ningún costo, ya que la finca cuenta con 16 toneles almacenados fuera de uso actualmente.

Para la construcción del centro de acopio y la mano de obra se utilizó la cotización propuesta por el departamento de ingeniería civil, con base a las necesidades presentadas.

El costo total de la implementación del plan es de Q. 12,074.74.

6.2.6 Costos de operación del plan de manejo de residuos y desechos sólidos.

Para determinar los costos de operación del plan de manejo de desechos se consideró la forma de negociación con cada proveedor de servicio y los costos mensuales, así como la retribución esperada dada la venta de materiales reciclables a la empresa Kimberly Clark® y Recicladora La Unión, como se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Forma de negociación con proveedores por servicios de tratamiento y/o disposición final de los desechos.

Forma de disposición	Proveedor	Forma de negociación
Reciclaje	Kimberly Clark	Compra
	Recicladora La Unión	Compra
Reúso	Hojas Verdes S,A.	Donación
	EZ Home	Donación
Vertedero	Vertedero Municipal	Costo mensual

Forma de disposición	Proveedor	Forma de negociación
Incineración	Cementos Progreso	Costo por transporte/ Donación

Para el reciclaje, existe una retribución a partir de la venta de materiales a la empresa Kimberly Clark y chatarra a la empresa Recicladora La Unión. Los precios de compra y la retribución a partir del estimado de generación mensual se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Precios de compra de material reciclable por la empresa Kimberly Clark y Recicladora La Unión y retribución por venta de materiales.

Material	Cantidad mensual generada(Kg.)	Precio de compra por (Kg.)	Retribución mensual	Retribución anual
Papel impreso	100.13	Q0.50	Q50.07	Q600.78
Cartón	24.8	Q0.25	Q6.20	Q74.40
Plástico	96.1	Q0.65	Q62.47	Q749.58
Aluminio	10.54	Q3.00	Q31.62	Q379.44
Vidrio	27.28	Q0.10	Q2.73	Q32.74
Chatarra (<i>de acero</i>)	2.74	Q5.00	Q13.70	Q164.40
TOTAL			Q166.78	Q2,001.34

Fuente: Depto. Responsabilidad Social Empresarial, Kimberly Clark S, A. (2016) y Depto. Atención al Cliente, Recicladora La Unión (2016).

Para el tratamiento de la materia orgánica, se determinó que el ingenio produce 599 quintales de este tipo de residuos al año, de la cual se aprovecha el 30% para compost, de donde surge la siguiente fórmula para estimar la producción de compost anual. (Mijangos, 2016)

$$599 \text{ qq/año} * 0.30 = 179 \text{ qq/año}$$

El costo promedio en el mercado de este tipo de regeneradores de suelo orgánicos (compost) es de Q.30.00/quintal. Por tanto, el ingenio se ahorra Q. 5,370.00 en la sustitución de abono inorgánico por el compost obtenido.

Los costos mensuales fijos corresponden al salario de un empleado, quien actualmente se encarga de la recolección, con un salario mensual de 3,517.80 (Incluye prestaciones) de acuerdo al administrador de la finca.

El transporte mensual de los desechos de la categoría contaminados. La empresa Cementos Progreso cobra por el transporte Q.19.00/Km. La distancia entre el ingenio y la planta incineradora ubicada en zona 18 de Ciudad Guatemala es de 90 Km. aproximadamente. El costo mensual del transporte de la categoría contaminados asciende a Q.1,710.00.

El costo mensual por el servicio de uso del vertedero municipal de La Gomera, para los desechos de la categoría varios/no reciclables es de Q.240.00.

El costo del combustible diésel para el tractor es de Q.13.68/galón. El tractor utilizado para el transporte de los desechos hacia el ingenio y hacia el vertedero municipal, es de 100 caballos de fuerza. El consumo de combustible diésel se expresa en horas de uso, siendo este de 2.40 galones/hora.

El tiempo que tarda el tractor en recorrer los 23 km desde la finca al ingenio más el regreso es de 1 hora con 20 minutos de acuerdo al operador, este viaje se hará una vez por semana. De modo que se requieren 2.88 galones de diésel por viaje cuyo costó será de Q.39.40. El costo mensual de transporte finca-ingenio es de Q. 197.00.

El tiempo que tarda el tractor en recorrer los 8 km desde la finca al vertedero municipal de La Gomera es de 28 minutos, es decir 0.46 horas (ida y vuelta). Este viaje se llevará a cabo tres veces por semana. De modo que se requieren 1.10 galones de diésel por viaje, es decir 3.31 galones semanales cuyo costó será de Q. 45.28, es decir que el costo mensual del transporte finca-vertedero es de Q.226.40.

El costo total mensual de la operación del plan de manejo integrado de RDS asciende a Q. 5891.20. Por lo tanto, el costo anual de operación es de Q. 70,694.40.

6.2.5 Análisis financiero de ingresos y egresos del plan de manejo de desechos sólidos.

En el cuadro 20 se realiza una proyección de los ingresos y egresos en un periodo de seis años de la operación del plan de manejo de desechos sólidos, suponiendo que los precios de los materiales reciclables y del compost se mantengan, al igual que el combustible.

Cuadro 20. Análisis financiero de ingresos y egresos de la operación del plan de manejo de desechos sólidos en un periodo de seis años.

Rubro/Año	0	1	2	3	4	5	TOTAL
I. Ingresos							
Papel (1,201.56 Kg.)	Q600.78	Q600.78	Q600.78	Q600.78	Q600.78	Q600.78	
Cartón (297.6 Kg.)	Q74.40	Q74.40	Q74.40	Q74.40	Q74.40	Q74.40	
Plástico (1,153.2 Kg.)	Q749.58	Q749.58	Q749.58	Q749.58	Q749.58	Q749.58	
Aluminio (126.48 Kg.)	Q379.44	Q379.44	Q379.44	Q379.44	Q379.44	Q379.44	
Vidrio (327.36 Kg.)	Q32.74	Q32.74	Q32.74	Q32.74	Q32.74	Q32.74	
Chatarra (32.88 Kg.)	Q164.40	Q164.40	Q164.40	Q164.40	Q164.40	Q164.40	
Compost producido	Q5,370.00	Q5,370.00	Q5,370.00	Q5,370.00	Q5,370.00	Q5,370.00	
TOTAL	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q44,228.04
II. Egresos							
Egresos únicos							
Compra de 8 galones de pintura	Q1,738.44						Q1,738.44
Compra de 3 galones de thinner	Q174.00						Q174.00
Mano de obra pintado de recipientes	Q945.00						Q945.00
Construcción Centro de	Q5,137.00						Q5,137.00
Mano de obra construcción de centro de acopio.	Q2,786.58						Q2,786.58
IVA	Q1,293.72						Q1,293.72
SUBTOTAL	Q12,074.74						Q12,074.74
Egresos fijos							
Salario anual de un empleado (con prestaciones)	Q42,213.60	Q42,213.60	Q42,213.60	Q42,213.60	Q42,213.60	Q42,213.60	Q253,281.60
Transporte anual de desechos contaminados	Q20,520.00	Q20,520.00	Q20,520.00	Q20,520.00	Q20,520.00	Q20,520.00	Q123,120.00
Servicios de uso de vertedero municipal	Q2,880.00	Q2,880.00	Q2,880.00	Q2,880.00	Q2,880.00	Q2,880.00	Q17,280.00
Transporte de desechos hacia ingenio	Q2,364.00	Q2,364.00	Q2,364.00	Q2,364.00	Q2,364.00	Q2,364.00	Q14,184.00
Transporte de desechos hacia vertedero	Q2,716.80	Q2,716.80	Q2,716.80	Q2,716.80	Q2,716.80	Q2,716.80	Q16,300.80
SUBTOTAL	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q424,166.40
TOTAL EGRESOS	Q82,769.14	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q70,694.40	Q436,241.14
TOTAL INGRESOS	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q7,371.34	Q44,228.04
III. Diferencia	-Q75,397.80	-Q63,323.06	-Q63,323.06	-Q63,323.06	-Q63,323.06	-Q63,323.06	-Q392,013.10

Actualmente la finca incurre en ciertos gastos para el manejo de, como el salario del colaborador encargado, el transporte hacia el vertedero y el pago por el servicio de uso, manejo adecuado de los RDS contaminados, entre otros. Con ello se cumple con la legislación del país, sin embargo no se aprovechan los materiales recuperables y reciclables y los beneficios económicos, sociales y ambientales que esto conlleva.

El presente proyecto propone el manejo integrado de residuos y desechos sólidos que denota un beneficio financiero y coloca al Ingenio como una empresa líder en el sector azucarero en materia de aprovechamiento sustentable de RDS. Así mismo, como parte de los impactos positivos de esta propuesta es el apoyo a la municipalidad en reducir los materiales que pueden ser recuperables, de tal manera

que aumente la vida útil del vertedero y disminuya la producción de gas metano originada por la materia orgánica proveniente del ingenio respectivo.

Como se menciona anteriormente se invierte una única y mínima cantidad de Q. 12,074.74 para el centro de acopio y la rotulación y pintado de los recipientes a utilizar para la recolección. Así mismo, se agrega un costo de transporte del centro de acopio dentro de la finca hacia el que se ubica en el ingenio.

Con base al cuadro No.20, se puede observar que de la venta del material reciclable y de la producción del compost, el ingenio puede obtener un ahorro de un 10% del costo total de la disposición y manejo de los RDS.

El costo anual del proyecto después de la venta de material reciclable y considerando el ahorro anual por el aprovechamiento de la materia orgánica (compost), es de Q. 63,323.06. Cabe destacar que el proyecto propuesto no tiene un enfoque comercial o lucrativo, sino de responsabilidad social empresarial por lo que el ingenio propietario de la finca será el encargado de subsidiar el mismo.

Cabe destacar que existen distintos costos evitados derivados de un manejo integral de RDS, tales como las demandas y multas de las cuales la empresa no será objeto, por parte de terceras personas y ministerios encargados del cumplimiento de los distintos reglamentos y leyes aplicables y vigentes mencionadas en el capítulo 2.1.11. La imagen de la empresa se ve beneficiada ante el público al incorporar un plan de este tipo, como parte de su responsabilidad social empresarial. Los costos potenciales evitados, se incluyen en un cuadro descriptivo en el anexo 10.7.

6.2.7 Capacitaciones

Se llevó a cabo una capacitación en la finca en donde se expusieron generalidades sobre el medio ambiente, contaminación de recursos hídricos y manejo de derrames. Así mismo se introdujo el tema de manejo de desechos sólidos, en dónde se discutió la utilización de categorías de clasificación y los beneficios que la implementación de estas conlleva.

La capacitación tuvo una duración de 45 minutos y se tuvo la participación de supervisores de la finca y personal administrativo, acordándose que la información sería divulgada a todo el personal colaborador de la finca. La lista de asistencia a dicha capacitación se puede apreciar en el anexo 6.

Así mismo anterior a la implementación del plan de manejo de desechos sólidos, se deberá capacitar al personal colaborador de la finca, así como el encargado del manejo de los desechos.

Para el personal colaborador se propone una introducción al uso de las categorías propuestas en donde se expongan los beneficios del uso de las mismas para el manejo de los desechos. Se deberá informar sobre el impacto hacia el medio ambiente y a la salud que implica un mal manejo de los desechos. Se propone dar a conocer al personal la logística del plan de manejo de los desechos, así como el tratamiento y la disposición final que tendrá cada categoría.

Posteriormente se propone que todo el personal colaborador de la finca reciba una capacitación semestral, cada inicio de periodo productivo, en donde se refuerce el uso de las categorías de clasificación.

El encargado del manejo de los desechos deberá ser incluido en la capacitación anteriormente mencionada. Adicionalmente deberá ser instruido sobre la forma de almacenamiento temporal de cada categoría en el centro de acopio propuesto y la ruta de recolección de recipientes y de transporte al ingenio. Debe ser de su conocimiento el riesgo existente tanto ambiental como para su salud dada la manipulación de desechos contaminados con combustibles, lubricantes y agroquímicos. Así mismo, se recomienda que semestralmente se refuerce dicha capacitación.

VII. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

- Se determinó que en la empresa ya existen esfuerzos preliminares en la disposición final de los desechos contaminados y chatarra.
- En la etapa de diagnóstico se estableció que la mayor cantidad de desechos tanto en peso como en volumen, corresponde a la categoría de orgánicos.
- De acuerdo a la matriz de identificación y valoración de impactos, se determinó que el Valor del Índice Ambiental (VIA) para la actividad de generación de desechos sólidos es de 4.02, siendo este considerado de mediano impacto, que debe ser mitigable.
- El costo de implementación del plan integrado de RDS, es mínimo, puesto que se aprovechan los gastos en los que actualmente se incurren en la recolección y disposición final de los RDS sin aprovechar el material reciclable, recuperable y materia orgánica.
- Al implementar el ingenio la venta de materiales reciclables y el aprovechamiento de la materia orgánica, existe una reducción del 10% del costo anual de operación y disposición final y se cumple con los reglamentos y leyes vigentes del país.
- El establecer un plan integrado de RDS puede permitir que algunos costos potenciales por denuncias o mala imagen de la empresa, sean potencialmente reducidos o eliminados.
- Del estudio realizado se determina que el ingenio se verá beneficiado al considerar el plan de manejo integrado de residuos y desechos sólidos como parte de su plan operativo anual, recibiendo beneficios tanto financieros como de imagen corporativa y de cumplimiento legal.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar el programa de compostaje propuesto para dar tratamiento a los residuos orgánicos y utilizar el compost obtenido para el ornato exterior de la finca como recuperador de suelos.
- Para minimizar el mediano impacto ambiental y colocar a la empresa como líder en el sector azucarero en materia de aprovechamiento sustentable de RDS se recomienda la implementación del plan de manejo de residuos y desechos sólidos.
- Como parte de la implementación del plan, se debe incluir la capacitación sobre el manejo de los desechos sólidos y el uso de las categorías de clasificación es indispensable para garantizar el manejo de los desechos desde su fuente de origen y se facilite el proceso de reciclaje y disposición final.
- Se recomienda brindar capacitación a colaboradores para fortalecer conocimientos sobre desechos peligrosos o contaminados, considerando que se manipulan agroquímicos, combustibles, entre otros residuos, cuyo manejo es delicado y puede ser dañino tanto para el personal como para el medio ambiente.
- El periodo productivo en la finca se divide en 6 meses de zafra y 6 meses de periodo de reparación. Las actividades que se llevan a cabo durante ambos periodos varían, por lo que se recomienda realizar una evaluación para el periodo de reparación que no fue incluida a detalle en este estudio. Especialmente en cuanto a las categorías metal y contaminados, ya que se generan en mayor cantidad durante este periodo.
- Se recomienda evaluar la posibilidad de implementar una unidad independiente para el manejo integral de los RDS que abarque todas las áreas del ingenio, es decir departamentos administrativos, fábrica, conjuntos habitacionales y fincas con el fin de cuantificar y gestionar de manera integral todos los desechos y recibir mejores beneficios financieros en la venta de materiales reciclables y compost.

- Se recomienda llevar a cabo un estudio para cuantificar el carbono evitado a partir de la implementación del plan de manejo integrado de RDS ya que pueden permitir beneficios en el mercado de carbono.

VIII. Otras actividades realizadas

Durante el periodo de sistematización de práctica profesional se proporcionó apoyo al departamento de Gestión Ambiental en varias actividades ajenas al presente proyecto, de entre las cuales cabe mencionar las siguientes:

- Seguimiento a programa de manejo de desechos sólidos en fábrica, talleres y áreas administrativas: Implementación de programa en taller e inspecciones en áreas administrativas y fábrica.
- Seguimiento al programa de monitoreo de parámetros ambientales: Calidad de agua de afluentes, efluentes y ríos de influencia; Calidad de aire, ruido y emisiones de chimeneas.
- Seguimiento a compromisos ambientales en resoluciones y Planes de Gestión Ambiental: Verificación de cumplimiento y generación y preparación de informes para presentar a Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Apoyo y acompañamiento en auditorías ISCC (International Sustainability and Carbon Certification); auditorías ISO 9001 y 14000; y temas de Salud y Seguridad Ocupacional.
- Desarrollo de propuesta de implementación de compostaje para desechos orgánicos generados en el Ingenio.
- Preparación de informes de desempeño ambiental y calidad y conformidad agrícola de acuerdo a norma ISCC.
- Apoyo en capacitaciones de temas ambientales y sistemas de gestión.
- Actualización de matriz de requisitos legales y seguimiento a cumplimiento.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aplicaciones Técnicas Procesos Productivos. (11 de Mayo de 2008). Tabla de densidades y peso específico. Barcelona, España.
- Berrocal, M. (1987). *Efectos de los Residuos de la industria Azucar-Alcoholera Bagazo, Cachaza y Vinaza, en la Producción de Caña y Azúcar en un Vertisol en guanacaste*. Guanacaste, Costa Rica: División Agrícola Ingenio Taboga S, A.
- Bonmatí, A., & Gabareli, X. (2008). *Conceptos Generales Sobre Residuos*. Girona, España: Documenta Universitaria.
- Buróz, E. (1998). Método de Criterios Relevantes Integrados. En *Evaluación de Impacto Ambiental y Sociocultural*. Caracas, Venezuela: Fundación Polar.
- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. CINCAE. (2013). *Utilización de subproductos de la caña de azúcar y de la industria alcoholera para uso en fertilización de cultivos de caña*. Ecuador: CINCAE.
- Centro Nacional de Producción + Limpia Honduras. (2009). *Guía de buenas prácticas ambientales para el procesamiento de la Caña de Azúcar*. Tegucigalpa, Honduras.: International Resources Group.
- Cosenza. (2013). *Propuesta de un plan de manejo de desechos sólidos para el edificio del Centro Cultural Metropolitano de la Ciudad de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Cosenza, R. (2013). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS PARA EL EDIFICIO*. Guatemala.: Tesis Ing. Ambiental. Universidad Rafael Landívar.
- Díaz, L., & Portocarrero, E. (2002). *Manual de Producción de Caña de Azúcar*. Honduras: Tesis Ing. Agr Universidad Zamorano.
- IARNA. (2004). *Perfil Ambiental de Guatemala*. Guatemala: Instituto de Incidencia Ambiental. Universidad Rafael Landívar.
- Ibarra, Y. (2011). *Sistemas de tratamiento y disposición final de residuos sólidos*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

- Ingenio Magdalena S, A. (2014). *imsa.com.gt*. Obtenido de http://imsa.com.gt/sitio/proceso_cana_azucar.pdf
- Mártinez, F. (2014). *Gestión y Tratamiento de Residuos Agrícolas*. Barcelona. España: Escuela Superior de Agricultura. Universidad Polytecínca de Catalunya.
- Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O., & Espinosa, R. (2013). *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*. Guatemala: CENGICAÑA.
- Mijangos, N. (1 de diciembre de 2016). Implementación de compostaje. (J. A. Franco, Entrevistador)
- Peña, A. (2004). *Evaluación comparativa de dos nuevos procesos de producción de Azúcar Blanco y Crudo a la vez en un ingenio azucarero guatemalteco*. Guatemala: Tesis Ing. Agr. Universidad San Carlos de Guatemala.
- Pensamiento, C. (2015). *Propuesta de plan de manejo de desechos sólidos en la aldea El Rancho, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Subirós, F. (2000). *El Cultivo de la Caña de Azúcar*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1989). *Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración*. Mérida, Venezuela: Ambiente y Los Recursos Naturales Renovables.
- Xicará, L. (2016). *Propuesta técnica de manejo de desechos sólidos en el Campus Central de la Universidad Rafael Landívar*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Zedillo, L. (2001). *Aprovechamiento de los Subproductos de la Caña de Azúcar en México, Situación Actual y Perspectivas*. México.: IMPA-AZUCAR S, A.
- Zelaya, D. (2009). *Ambientum*. Editorial Mil Pastores, Bogotá.

X. Anexos

10.1 Modelo de entrevista a gerente de finca

Entrevista Gerente/Jefe de Finca sobre el manejo de desechos sólidos en Finca: _____		
Nombre:	Puesto:	Fecha:
<i>La siguiente entrevista se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o inconformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna.</i>		
1)	¿Cuáles son los procesos generales o más relevantes que se llevan a cabo en la finca?	
2)	¿Cuáles son los principales tipos de desechos que se generan en la finca?	
3)	¿Existe actualmente algún tipo de clasificación o tratamiento para la basura?	
4)	¿Quién recolecta los desechos actualmente y que se hace con ellos?	
5)	¿Con que frecuencia se retiran los desechos?	
6)	¿Cuántas personas laboran en la finca?	
7)	¿Conoce los beneficios que conlleva el contar con un Plan de Manejo de Desechos Sólidos?	
8)	¿Por qué le interesaría contar un Plan de Manejo de Desechos Sólidos?	

10.2 Modelo de encuesta a colaboradores de finca

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca: _____	
Nombre:	Fecha:
<p><i>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o inconformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.</i></p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<p style="text-align: center;">Sí No</p>
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<p style="text-align: center;">Sí No</p>
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<p style="text-align: center;">Sí No</p>
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<p style="text-align: center;">Sí No</p>
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<p style="text-align: center;">Sí No</p> <p style="text-align: center;">Ejemplo: _____</p>
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	<p style="text-align: center;">a) Dejarla dónde nadie la vea b) Quemarla c) Enterrarla d) Guardarla e) Otros: _____</p>
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<p style="text-align: center;">Sí No</p> <p style="text-align: center;">Ejemplo: _____</p>

10.3 Encuestas realizadas a la población seleccionada.

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca Limones	
Nombre: <u>LIZARD SUZUC</u>	Fecha:
<p><i>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incorformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.</i></p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> Ejemplo: <u>Calentamiento Global</u> No <input type="checkbox"/></p>
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	<p>a) Dejarla dónde nadie la vea b) Quemarla c) Enterrarla d) Guardarla <input checked="" type="checkbox"/> e) Otros: _____</p>
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<p>Sí <input checked="" type="checkbox"/> Ejemplo: <u>Residuos de productos químicos</u> No <input type="checkbox"/></p>

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca Limones	
Nombre: <u>Jorge Mauricio Ortiz</u>	Fecha:
<p>identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incorformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.</p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
<input checked="" type="radio"/> d) Guardarla	
e) Otros: _____	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca Limones	
Nombre: <u>ENZO MEJIA</u>	Fecha:
<p>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incorformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.</p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Ejemplo: <u>No tirar Basura en Rios</u>	
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
<input checked="" type="radio"/> d) Guardarla	
e) Otros: _____	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Ejemplo: _____	

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca Limones	
Nombre: <u>Edin Gonzalez Pérez</u>	Fecha: <u>10-12-15</u>
La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incóformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No Ejemplo: <u>Contaminan el ambiente y enferman</u>
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
<input checked="" type="radio"/> d) Guardarla	
e) Otros: _____	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No Ejemplo: _____

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca Limones	
Nombre: <u>Martin Salguero Arias</u>	Fecha: <u>10/12/15</u>
La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incóformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No Ejemplo: <u>NO debemos quemar envases plásticos</u>
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
d) Guardarla	
e) Otros: <u>Transportarla a los recipientes que se encuentran en la finca.</u>	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No Ejemplo: <u>Envases vacíos de Agroquímicos.</u>

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca Limones	
Nombre: Samuel Mayron Tol	Fecha:
<p>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incóformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.</p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Ejemplo: _____	
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
d) Guardarla	
e) Otros: <u>Buscar basurero nuevo</u>	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Ejemplo: _____	

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca:	
Nombre: <u>Jammy Jirana</u>	Fecha: <u>10/12/19</u>
<p>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incóformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y</p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Ejemplo: <u>Se contaminan los rios</u>	
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
d) Guardarla	
e) Otros: _____	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Ejemplo: _____	

Nombre: <u>Juan Carlos Diaz Perez</u>	Fecha: <u>10-12-15</u>
<p>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incormidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y sinceridad.</p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<u>Sí</u> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	Sí <u>No</u>
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<u>Sí</u> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<u>Sí</u> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<u>Sí</u> Ejemplo: <u>Calentamiento global</u> No
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
d) <u>Guardarla</u>	
e) Otros: _____	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<u>Sí</u> Ejemplo: <u>Plantas de venenos</u> No

Encuesta sobre generación de desechos sólidos en Finca: <u>Limones</u>	
Nombre: <u>Edu Alguijay</u>	Fecha: <u>10/12/2015</u>
<p>La siguiente encuesta se realiza con fines de investigación sobre el manejo de los desechos sólidos en finca y de poder identificar las acciones de mejora que pueden realizarse. NO se realiza para señalar alguna conformidad o incorformidad de ninguna auditoría y no pretende señalar o perjudicar laboralmente a persona alguna. Por favor responde con claridad y</p>	
1) ¿Crees que en la finca donde laboras existen suficientes recipientes para depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
2) ¿Consideras que la distribución de los recipientes actualmente te permite encontrar uno cerca cada vez que necesitas depositar tu basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
3) ¿Sabes para que sirve clasificar la basura?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
4) ¿Conoces la diferencia entre basura orgánica e inorgánica?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
5) ¿Sabes cómo los desechos sólidos pueden impactar al medio ambiente y a las personas?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Ejemplo: <u>Desastres Naturales</u>	
6) Cuando no tienes donde depositar tu basura, ¿Qué haces con ella?	
a) Dejarla dónde nadie la vea	
b) Quemarla	
c) Enterrarla	
<u>d) Guardarla</u>	
e) Otros: _____	
7) ¿Conoces algún ejemplo de desecho que pueda ser considerado peligroso?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Ejemplo: _____	

10.4 Báscula utilizada para el pesaje de los desechos.



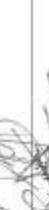
Figura 11. Báscula marca Fairbanks utilizada para el pesaje de los desechos.

10.5 Aplicación de método de cuarteo



Figura 12. Aplicación del método de cuarteo sobre nylon extendido.

10.6 Lista de asistencia a capacitación sobre manejo de desechos sólidos

REGISTRO DE ASISTENCIA A ACTIVIDADES DE GE			
Actualización 1, 10-02-2011		6-GE-R004	Correlativo:
Nombre de la actividad: Capacitación Manejo de Desechos Sólidos y Medio Ambiente Impartida por: Juan Andrés Franco Lugar: Ingeniería Agrícola			
No.	Nombre	Fecha	Firma
1	Edgar Coronado	23-03-16	
2	Hugo Mateo	23-03-16	
3	CARLOS ODEJAN	23-03-16	
4	Lilí Tamara	23-03-16	
5	Luis Palencia	23-03-16	
6	Hugo Alberto Ferrer Ojeda	23-03-16	
7	Fabrizio Alvarado	23-03-16	
8	Andrés Ramírez	23-03-16	
9	Leon Chula Alhama	23-03-16	
10	Luis Pedro Carneval	23-03-16	
11	Henry Arecedondo	23-03-16	
12	Darlan Ramos	23-03-16	
Responsable de Gestión Empresarial: Jefe de Gestión Empresarial		Firma:	

Lugar: Oficina Gestión Empresarial / SSG Medio: Electrónico, impreso Responsable: Jefe de Gestión Empresarial Retención: 4 años Disposición: Destrucción

REGISTRO DE ASISTENCIA A ACTIVIDADES DE GE

Actualización 1: 10-02-2011 6-GE-R004 Correlativo:

Nombre de la actividad: Capacitación Manejo de Desechos Sólidos y Medio Ambiente
Impartida por: Juan Andrés Franco

Lugar: Ingeniería Agrícola

No.	Nombre	Fecha	Firma
13	Carlos Gargueda	23-03-16	
14	Cristian Dieguez	23-03-16	
15	Nestor Duarte	23-03-16	
16	Francisco José Khari Ramirez	23-03-16	
17	Carlos Alberto Comasaca Dozo	23-03-16	
18	AXEL ANTONIO VASQUEZ PINEDA	23-03-16	
19	FRANKLIN DEU GONZALEZ HERNANDEZ	23-03-16	
20	Fabidio Tecun Jimenez	23-03-16	
		23-03-16	
		23-03-16	
		23-03-16	

Responsable de Gestión Empresarial:
 Jefe de Gestión Empresarial

Firma:

Lugar: Oficina Gestión Empresarial / SSG Medio: Electrónico, Impreso Responsable: Jefe de Gestión Empresarial Retención: 4 años Disposición: Destrucción

10.7 Descripción de costos potenciales evitados a partir de la implementación del plan de manejo de RDS.

Cuadro. 21 Costos potenciales evitados a partir de la implementación del plan de manejo de RDS.

Descripción		Detalle
Costo actual por extracción de desechos	Extracción de desechos orgánicos e irrecuperables	Pago de servicio de recolección.
Gastos administrativos por denuncia ante el MARN	Honorarios profesionales de abogados.	De conformidad con el arancel de los abogados. Decreto número 111-96 Arancel de abogados, arbitros, procuradores, mandatarios judiciales, expertos, interventores y depositarios.
	Pago de multas	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Acuerdo Gubernativo 60-2015. Artículo 89. c) Cuando se realicen actividades no autorizadas en los instrumentos e evaluación, control y seguimiento ambiental; d) Cuando se verifique el incumplimiento de los compromisos ambientales por parte del proponente, e) Cuando en apego a criterios de protección se haya causado efectos adversos significativos de carácter ostensible y de difícil control, revisión o manejo según lo determine el MARN. Artículo 90 Monto de las multas: a) de Q. 5,000.00 a Q. 100,000.00., según las categorías siguientes: Categoría B1 de quinientas uno a setecientos cincuenta unidades. Categoría A de setecientos cincuenta y uno a mil unidades. c) De cincuenta unidades a cien unidades por violar el inciso c) del artículo anterior, d) De cien unidades a setecientos cincuenta unidades por incumplimiento de cada uno de los compromisos adquiridos a través del Instrumento Ambiental cuando no se cuente con fianza de cumplimiento o seguro de caución. e) De cincuenta unidades a doscientos cincuenta unidades por omitir informar a la DIGARN sobre accidentes ocurridos en los procesos de ejecución u operación del proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, provocando deterioro y contaminación a los recursos naturales renovables o no y al ambiente. Artículo 91. Cálculo de multas y de otros costos fijados en unidades. El valor base de la unidad a que se refiere este Reglamento es de cien quetzales (Q.100.00) y para efectos de pago, el valor de las unidades se calculará tomando como base el valor de la misma.
Gastos administrativos por denuncia ante el MP	Honorarios profesionales de abogados.	De conformidad con el arancel de los abogados. Decreto número 111-96 Arancel de abogados, arbitros, procuradores, mandatarios judiciales, expertos, interventores y depositarios.
	Resultas de juicio (En caso de cometer el delito, pago de la reparación del daño)	Código Procesal Penal Guatemalteco. Decreto del Congreso 51-92. ARTICULO 124. Derecho a la reparación digna. 2. En la audiencia de reparación se deberá acreditar el monto de la indemnización, la restitución y, en su caso, los daños y perjuicios conforme a las reglas probatorias y, pronunciarse la decisión inmediatamente en la propia audiencia. 3. Con la decisión de reparación, y la previamente relatada responsabilidad penal y pena, se integra la sentencia escrita. 4. No obstante lo anterior, en cualquier momento del proceso penal, la víctima o agraviado podrán solicitar al juez o tribunal competente, la adopción de medidas cautelares que permitan asegurar los bienes suficientes para cubrir el monto de la reparación. 5. La declaración de responsabilidad civil será ejecutable cuando la sentencia condenatoria quede firme. Si la acción reparadora no se hubiere ejercido en esta vía, queda a salvo el derecho de la víctima o agraviado a ejercerla en la vía civil.

(Mijangos, 2016)