



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

PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE EN PLANTA DE MANUFACTURA

Kristian Antonio López Miranda

Asesorado por el Ing. Marcio Alejandro Ibarra Miranda

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO
SOSTENIBLE EN PLANTA DE MANUFACTURA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

KRISTIAN ANTONIO LÓPEZ MIRANDA

ASESORADO POR EL ING. MARCIO ALEJANDRO IBARRA MIRANDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Maria Martha Wolford de Hernández
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo Gonzales Trejo
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE EN PLANTA DE MANUFACTURA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha octubre de 2010.

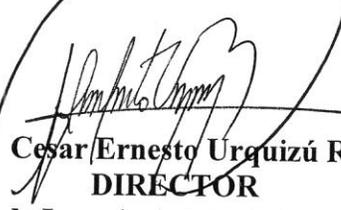


Kristian Antonio López Miranda



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE EN PLANTA DE MANUFACTURA**, presentado por el estudiante universitario **Kristian Antonio López Miranda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp

Guatemala, 17 de octubre del 2011

Ing. Cesar Ernesto Urquizu
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
USAC

Ing. Urquizu:

De manera atenta me dirijo a usted para notificarle que el trabajo de graduación del estudiante **Kristian Antonio López Miranda**, carné **2007-15413**, de la carrera de Ingeniería Industrial, bajo el tema **“PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE EN PLANTA DE MANUFACTURA”**, ha cumplido satisfactoriamente con todos los requisitos. Por lo que hago de su conocimiento que doy por concluida la asesoría del trabajo de graduación.

Atentamente,



Ing. Marcio Alejandro Ibarra Miranda
Colegiado No. 8958

Marcio Alejandro Ibarra Miranda
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 8958



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE EN PLANTA DE MANUFACTURA**, presentado por el estudiante universitario **Kristian Antonio López Miranda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE MEJORA PARA CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE EN LA PLANTA DE MANUFACTURA**, presentado por el estudiante universitario: **Kristian Antonio López Miranda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Regios
DECANO



Guatemala, noviembre de 2011

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesor de tesis

Ing. Marció Alejandro Ibarra Miranda, por su paciencia y apoyo brindado en la realización del trabajo de graduación.

Mis amigos

Por acompañarme en todas las circunstancias de mi vida y apoyarme cuando lo necesité.

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería, que me abrió las puertas y me dio la oportunidad de ser un profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
GLOSARIO.....	III
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Empresa.....	1
1.1.1. Giro de la empresa.....	1
1.1.2. Descripción del servicio.....	2
1.1.3. Misión de la empresa.....	2
1.1.4. Ubicación y tamaño de la empresa.....	3
1.2. Desechos sólidos.....	4
1.2.1. Características generales.....	4
1.2.1.1. Clasificación.....	4
1.2.1.1.1. Por su composición.....	5
1.2.1.1.1.1. Sólido orgánico.....	5
1.2.1.1.1.2. Sólido inorgánico.....	5
1.2.1.1.1.3. Desecho peligrosos.....	5
1.2.1.1.2. Por su origen.....	6
1.2.1.1.2.1. Domiciliario...	6
1.2.1.1.2.2. Industrial.....	6

	1.2.1.1.2.3.	Hospitalario...	6	
	1.2.1.1.2.4.	Comercial	6	
	1.2.1.1.2.5.	Áreas públicas.....	7	
1.2.1.2.	Efectos.....		7	
	1.2.1.2.1.	En la salud de los habitantes.....	7	
	1.2.1.2.2.	Gases invernadero.....	8	
	1.2.1.2.3.	Degradadores de la capa de ozono.....	8	
	1.2.1.2.4.	Impacto visual y ornato de salud.....	8	
1.2.2.	Materiales reciclables.....		9	
	1.2.2.1.	Papel y cartón.....	9	
	1.2.2.2.	PET.....	10	
	1.2.2.3.	HDPE.....	10	
1.2.3.	Medio ambiente.....		11	
1.2.4.	Compactadora.....		11	
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....		13	
2.1.	Descripción de gestión del centro de reproceso sostenible..		13	
	2.1.1.	Principal actividad.....	13	
		2.1.1.1.	Diagrama de flujo del proceso.....	14
		2.1.1.2.	Capacidad del centro.....	17
	2.1.2.	Maquinaria.....	18	
		2.1.2.1.	Prensa hidráulica.....	18
		2.1.2.2.	Especificaciones de la prensa hidráulica	19
	2.1.3.	Recurso humano.....	20	
	2.1.4.	Materia prima.....	21	

2.1.5.	Registros.....	21
2.1.6.	Sistema de extracción de pacas.....	21
2.1.7.	Manejo de inventarios.....	22
2.2.	Descripción del proceso de pesado.....	22
2.3.	Descripción del proceso de clasificación de desechos.....	23
2.3.1.	Descripción de la logística de extracción.....	23
2.3.2.	Descripción de los códigos utilizados.....	24
2.3.2.1.	Código de colores.....	24
2.3.2.2.	Simbología.....	24
2.3.3.	Clasificación dentro de la planta.....	25
2.3.3.1.	Contenedores.....	25
2.4.	Descripción del proceso de almacenamiento de pacas.....	27
2.4.1.	Diseño del empaque del producto.....	27
2.4.2.	Estanterías.....	27
2.4.3.	Recurso físico.....	31
3.	PROPUESTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL CENTRO DE REPROCESO.....	33
3.1.	Propuesta de la implementación de una báscula para el pesado de pacas	33
3.1.1.	Justificación.....	35
3.1.1.1.	Tiempo de ocio.....	35
3.1.1.2.	Tiempo y gasto.....	36
3.1.2.	Identificación de pacas.....	36
3.1.2.1.	Rotulado.....	36
3.1.2.1.1.	Código de colores.....	38
3.1.3.	Adquisición de báscula.....	39
3.1.3.1.	Especificaciones.....	39
3.1.3.2.	Ubicación en planta.....	40

3.1.3.2.1.	Diagrama de recorrido.....	42
3.1.3.3.	Costos de la implementación de la báscula.....	43
3.1.3.3.1.	Inversión inicial.....	43
3.1.3.3.2.	Mantenimiento preventivo...	44
3.2.	Propuesta de la implementación de una mejora para la clasificación de los desechos.....	46
3.2.1.	Justificación.....	46
3.2.1.1.	Falta de interés.....	46
3.2.1.2.	Recurso físico insuficiente.....	47
3.2.1.2.1.	Contenedores.....	48
3.2.2.	Estandarización de la clasificación.....	48
3.2.2.1.	Código de colores.....	48
3.2.3.	Depósitos de desechos.....	51
3.2.3.1.	Externos.....	51
3.2.3.2.	Internos.....	51
3.2.3.2.1.	Diseño del depósito interno..	52
3.2.3.2.2.	Ubicación.....	53
3.3.	Análisis del proceso de almacenaje.....	54
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS.....	57
4.1.	Implementación de báscula.....	57
4.1.1.	Cimentación.....	57
4.1.2.	Pintura.....	58
4.1.3.	Inducción.....	58
4.2.	Clasificación de los desechos.....	59
4.2.1.	Contenedores nuevos.....	59
4.2.2.	Estandarización de bolsas.....	61
4.3.	Capacitación y seguimiento.....	62

4.3.1.	Sensibilización y capacitación de los empleados....	62
4.3.2.	Reuniones mensuales.....	63
4.3.3.	Relaciones con el medio ambiente.....	64
4.3.4.	Índices de mejora.....	65
4.3.5.	Mantas y rótulos.....	66
5.	RESULTADO DE LA PROPUESTA.....	67
5.1.	Análisis de cada propuesta.....	67
5.1.1.	Indicadores.....	67
5.1.2.	Control y monitoreo.....	68
5.1.3.	Reportes mensuales.....	69
5.2.	Beneficios-costos de la propuesta la adquisición de una báscula.....	70
6.	IMPACTO AMBIENTAL DE LA PROPUESTA.....	73
6.1.	Responsabilidad social empresarial.....	73
6.2.	Medio ambiente.....	75
6.2.1.	Ventajas de la mejora.....	75
6.2.2.	Desventaja de la mejora.....	76
6.3.	Impacto en la empresa.....	76
6.3.1.	Personal de la empresa.....	76
6.3.2.	Contratistas.....	77
6.3.3.	Otras empresas.....	77
	CONCLUSIONES.....	79
	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFÍA.....	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de flujo del proceso.....	15
2.	Continuación diagrama de flujo del proceso.....	16
3.	Vista frontal compactadora.....	18
4.	Vista lateral compactadora.....	19
5.	Diseño de los contenedores internos.....	26
6.	Tipo de estantería a utilizar.....	28
7.	Vista de planta estantería.....	29
8.	Vista lateral estantería.....	29
9.	Vista lateral estantería.....	30
10.	Planta actual de reproceso.....	32
11.	Formato control de pesos de pacas.....	37
12.	Clasificación universal de los plásticos.....	38
13.	<i>Layout</i> de la ubicación de la báscula.....	41
14.	<i>Layout</i> del recorrido del proceso.....	42
15.	Cotización sobre la construcción de los botes de basura.....	43
16.	Aplicación de lavado a la báscula.....	44
17.	Tipo de lámina a utilizar en la báscula.....	45
18.	Tipo de rampa a utilizar en la báscula.....	46
19.	Tipo de bolsa a utilizar.....	51
20.	Diseño del contenedor interno.....	52
21.	Ubicación de depósitos para basura.....	54
22.	Cimentación de la báscula.....	57

23.	Pintura de la superficie de la báscula.....	58
24.	Cotización sobre la construcción de los botes de basura.....	60
25.	Cotización de bolsas para basura.....	62
26.	Ejemplo grafica material reciclado vs. material desechado.....	70

TABLAS

I.	Clasificación de empresas.....	3
II.	Tiempos de actividades del proceso.....	17
III.	Medida de maquinaria.....	19
IV.	Especificaciones de la prensa hidráulica.....	20
V.	Código de colores.....	24
VI.	Clasificación de colores para identificación de pacas.....	39
VII.	Especificación de báscula.....	40
VIII.	Clasificación de desechos por línea.....	49
IX.	Simbología.....	53
X.	Inversión de de depósitos.....	61
XI.	Cantidad de bolsas a utilizar.....	61
XII.	Análisis de tiempos.....	68
XIII.	Resultado análisis.....	68

GLOSARIO

Báscula	Son instrumentos que tienen como objetivo pesar y medir cantidades de masa, estas deben ser calibradas en donde se vayan a utilizar, debido a las diferencias que existen en las fuerzas de gravedad en distintas partes del planeta.
Bioenergía	Es la energía renovable obtenida de materiales biológicos. En su más estricto sentido, es un sinónimo de biocombustibles, combustibles derivados de fuentes biológicas.
Camión	Es un vehículo motorizado para el transporte de bienes, la mayoría están formados por un chasis portante, generalmente un marco estructural, una cabina y una estructura para transportar la carga.
Código	Es una regla para convertir una pieza de información (por ejemplo, una letra, colores o frases) en otra forma o representación, no necesariamente del mismo tipo.
Desecho	Material que se desperdicia en un proceso, el cual ya no se utilizará nuevamente y tiene la característica de poder ser contabilizado en un proceso.

Dinamómetro	Instrumento utilizado para medir fuerzas o para pesar objetos, el dinamómetro tradicional, inventado por <i>Isaac Newton</i> , basa su funcionamiento en la elongación de un resorte que sigue la ley de <i>Hooke</i> en el rango de medición.
Estandarización	Se conoce como estandarización al proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o previamente establecida.
Estantería	Estructura de metal la cual es utilizada para almacenar distintos bienes de gran peso, estas tienen distintas dimensiones y generalmente se encuentran en bodegas.
Extracción	Consiste en sustraer o retirar de la posesión del ejecutado los bienes previamente solicitado por la persona encargada.
Gestión	Conjunto de acciones que se deben llevar a cabo para resolver un asunto o problema.
Inventario	Se define al registro documental de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión.
Jornada laboral	Es el tiempo que cada trabajador dedica a la ejecución del trabajo por el cual ha sido contratado.
Logística	Es el conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.

Pacas	Conjunto de material a ser reciclado, compactado por una unidad llamada prensa hidráulica para su fácil almacenamiento y transporte.
Planta	Es un conjunto formado por máquinas, aparatos y otras instalaciones dispuestas convenientemente en edificios o lugares adecuados, cuya función es transformar materias o energías de acuerdo a un proceso básico preestablecido.
Polietileno	Es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva $(CH_2-CH_2)_n$.
Polímero	Sustancia formada por una cantidad finita de macromoléculas que le confieren un alto peso molecular que es una característica representativa de esta familia de compuestos orgánicos.
Propuesta	Idea o proyecto sobre un asunto o negocio que se presenta ante una o varias personas que tienen autoridad para aprobarlo o rechazarlo.
Reproceso	Procesar por segunda vez. Usar el material excedente, rebabas, piezas defectuosas y coladas, para moldear otros productos aprovechando la cualidad termoplástica de muchos polímeros.
Salario mínimo	Es la cantidad mínima que puede recibir una persona que labora para alguna entidad y es equivalente a Q2 mil 187,54.

- Símbolo** Se refiere a aquella representación perceptible que se hace de una idea, cuyos rasgos se encuentran socialmente aceptados por convención.
- Simbología** Es el estudio que se lleva a cabo sobre los símbolos.
- Ocio** Es el tiempo libre que se dedica a actividades que no son ni trabajo, ni tareas domésticas esenciales y pueden ser recreativas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad, proponer una mejora para el centro de reproceso sostenible en planta de manufactura de la ciudad de Guatemala, ya que debido a un estudio detallado se encontraron puntos en los que se pueden mejorar los procesos y así mismo influir en la cultura de reciclaje por medio de un pensamiento y razonamiento positivo enfocado a contribuir al medio ambiente.

La necesidad de la mejora continua en los procesos que se realizan hoy en día, hace necesario generar este estudio, el cual realiza de manera eficiente los procesos de clasificación, compactado y almacenado de pacas las cuales contienen material para ser reciclado en un futuro, esto sin afectar el funcionamiento continuo que posee una planta de producción.

Se analizaron las distintas posibilidades en que el centro de reproceso podría funcionar de mejor manera, entre estas las causas principales fueron, la pérdida de tiempo en cuanto al pesaje de las pacas se refiere, falta de clasificación, ausencia de orden dentro de las líneas, falta de apoyo e interés del personal en general, entre otros.

Luego de analizar las causas se generaron las posibles mejoras atacando el problema desde la raíz, los resultados fueron los siguientes: instalar una báscula *Mettler* Toledo que utiliza celdas de carga térmicamente selladas y que cumpla la función de pesaje para cargas máximas de 2 500 kilogramos, la

cual y por último la estandarización de procedimientos como la estandarización de bolsas transparentes, implementación de basureros para los distintos tipos de desechos y la identificación por medio de colores de los desechos.

OBJETIVOS

General

Proponer mejoras para el centro de reproceso sostenible de una empresa de manufactura en la ciudad capital logrando aumentar la eficiencia y reducir los costos.

Específicos

1. Identificar las causas principales por las cuales los centros de reproceso no realizan actividades con una eficiencia alta.
2. Realizar un análisis de las acciones que se pueden estandarizar para lograr una mejor clasificación de los desechos sólidos de la planta.
3. Incentivar a los operarios y empleados que intervengan en el proceso de los desechos para que realicen esta acción correctamente y facilitar el proceso de clasificación de desechos.
4. Proponer acciones que representen una disminución en el tiempo que actualmente se utilizan para el proceso, utilizando análisis y estudios de tiempos.

INTRODUCCIÓN

La actividad de reciclar en la actualidad es un acto consiente y muy importante para las empresas de manufactura, ya que esta práctica reduce los desechos sólidos y recupera materiales que pueden ser reutilizados como materia prima en otros procesos.

Un centro de reproceso sostenible, es un centro de acopio propio de las empresas, este se encarga de recopilar todos los sólidos reciclables que la empresa desecha, compactarlos según su clasificación y enviarlos a un centro de reciclaje donde se le da un debido tratamiento a cada material y se le da un reciclado correcto. Anterior a esto las industrias procedían a enviar todos estos desechos sólidos a los vertederos o bien conocidos como basureros municipales.

Entre los problemas cotidianos que se dan en los centros de reproceso en plantas de manufactura, se tiene; la logística de extracción de desecho, la clasificación, el almacenaje, entre otros, estos pueden ser mejorados fácilmente realizando un plan de optimización de recursos en el que se estudien todos los puntos críticos y se analicen las distintas maneras de llevar a cabo estas soluciones, por otro lado tenemos el beneficio que obtendrá la empresa con respecto a estas implementaciones que se harán como lo son, procesos con mayor eficiencia, alta productividad, menos trabajo para los operadores, entre otras.

Las mejoras propuestas en este proyecto ayudaran a que la industria sobresalga ante las demás como ejemplo de ambientalismo, que es la

promoción de la conservación y recuperación del mundo natural, así mismo cumplir con el grado de responsabilidad social que la empresa posea, ya que por medio de esta se pueden obtener beneficios como ser más atractiva para los clientes, para los empleados y para sus inversionistas.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Empresa

Grupo Innovador de Reciclaje, es una empresa que se dedica a la instalación de centros de reproceso en donde se trabajan desechos sólidos, así mismo el servicio necesario para su debido funcionamiento.

Esta empresa está comprometida con el medio ambiente ya que tratan de fomentar en las empresas el reciclaje, generando una retribución, la cual anteriormente se desaprovechaba.

1.1.1. Giro de la empresa

Grupo Innovador de Reciclaje, está concebida como una empresa tanto de servicios como comercializadora. Enfocándose principalmente en empresas que tengan centros de distribución y tengan una logística propia para el movimiento de sus productos.

La empresa es de servicio, porque lo que se ofrece al cliente es el servicio de manejo de desechos sólidos dentro de su empresa, y comercializadora porque todo el material que se recolecta es luego vendido a una tercera empresa cuyo giro de negocio es propiamente el reproceso de materiales reciclables.

1.1.2. Descripción del servicio

El servicio que brinda grupo innovador de reciclaje, consiste en la correcta administración y desalojo de los desechos reciclables no peligrosos dentro de una empresa. La manera en que opera la empresa es, colocando una pequeña planta de procesamiento dentro de las instalaciones del cliente. La planta consiste en el montaje de una máquina hidráulica compactadora que será operada por personas capacitadas contratadas por grupo innovador.

Esta sirve para armar paquetes de los materiales que posteriormente son exportados; en este caso, los materiales son cartón, plástico de baja y alta densidad y PET.

Por otra parte, el acopio de material se realiza con el apoyo de la logística del cliente. Utilizando la logística inversa se hace la recuperación del material en las distintas sucursales que tenga el cliente en todo el país. Por lo tanto, todo el material enviado de vuelta al Centro de Distribución del cliente para luego ser empacado y almacenado dentro de un espacio proporcionado por el cliente dentro de su bodega. El almacenaje se hace hasta tener un volumen adecuado para la exportación.

1.1.3. Misión de la empresa

Crear alianzas estratégicas de largo plazo con el firme objetivo de proveer a los clientes de un servicio integral con soluciones reales y contribuyendo con el mejoramiento ambiental.

1.1.4. Ubicación y tamaño de la empresa

La ubicación de la planta, como se mencionó en el punto anterior, es dentro de las instalaciones del cliente. Sin embargo, se necesitan oficinas locales para el personal de administración de la empresa. Dichas oficinas necesitan un espacio de aproximadamente 60 metros cuadrados para la administración de operaciones y personal de contabilidad.

El tamaño de la empresa depende de los contratos que se vayan adquiriendo para trabajar con los distintos clientes, ya que la parte operativa para cada cliente depende mucho de los volúmenes que se generen, y también de ello dependerá la cantidad de máquinas a utilizar. De acuerdo al siguiente cuadro, la empresa está catalogada en su inicio como una mediana empresa, tanto por el nivel de inversión como por la cantidad de personal.

Tabla I. **Clasificación de empresas**

Micro	Pequeña	Mediana	Grande	Gigante
Hasta 10 trabajadores	Entre 11 y 20 trabajadores	Entre 21 y 50 trabajadores	Entre 51 y 250	Mas de 250
Hasta Q50 000 en activos	Entre Q50 001 y Q500 000 en activos	Entre Q500 001 y Q2 000 000 en activos	Entre Q2 000 001 y Q10 000 000 en activos	Mas de Q10 000 000 en activos
Hasta Q60 000 en ventas anuales	Entre Q60 001 y Q300 000 en ventas anuales	Entre Q300 001 y Q3 000 000 en ventas anuales	Entre Q3 000 001 y Q20 000 000 en ventas anuales	Mas de Q20 000 000 en ventas anuales

Fuente: elaboración propia.

1.2. Desechos sólidos

La generación de desechos sólidos es parte insoluble de las actividades que realiza una organización. Considerando que dentro de las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos (generación, transportación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final), las empresas constituyen el escenario fundamental, en el que se desarrollan y se vinculan las diferentes actividades asociadas al manejo de los mismos.

Resulta esencial el tratamiento acertado de los temas y su consideración de forma priorizada en el contexto de las actividades de Gestión Ambiental, a través de los cuales se potencie el establecimiento de esquemas de manejo seguro que garanticen un mayor nivel de protección ambiental, como parte de las metas y objetivos de los diferentes sectores productivos y de servicios, en función del perfeccionamiento empresarial.

1.2.1. Características generales

Las características de los desechos son únicas, dependiendo de la clasificación y del tipo de material que se esté manejando.

1.2.1.1. Clasificación

Se pueden clasificar los desechos por su composición o por su origen.

1.2.1.1.1. Por su composición

1.2.1.1.1.1. Sólido orgánico

Los desechos orgánicos son biodegradables y pueden ser procesados en presencia de oxígeno para su compostaje, o en la ausencia de oxígeno mediante la digestión anaeróbica. Ambos métodos producen un efecto acondicionador de suelos, una especie de abono o fertilizante, que si se prepara correctamente también puede ser utilizado como una valiosa fuente de nutrientes en la agricultura urbana. La digestión anaeróbica también produce gas metano y por tanto supone una importante fuente de bio-energía.

1.2.1.1.1.2. Sólido inorgánico

Los desechos inorgánicos son aquellos desechos cuya elaboración proviene de materiales que son incapaces de descomponerse o que tardan tanto en hacerlo que sería inútil considerarlos como tales.

1.2.1.1.1.3. Desecho peligrosos

Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

1.2.1.1.2. Por su origen

1.2.1.1.2.1. Domiciliario

Residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

1.2.1.1.2.2. Industrial

Residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.

1.2.1.1.2.3. Hospitalario

Aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.

1.2.1.1.2.4. Comercial

Residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

1.2.1.1.2.5. Áreas públicas

Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno. Sinónimo de basura y de desecho sólido.

1.2.1.2. Efectos

1.2.1.2.1. En la salud de los habitantes

Los contaminantes generados durante la combustión de basura tienen consecuencias sobre la salud humana, y en general efectos sobre los seres vivos y los ecosistemas.

Los contaminantes del aire, tanto gaseoso como articulado, pueden tener efectos negativos sobre los pulmones. Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos. La mayoría de estas partículas se eliminan de los pulmones mediante la acción de limpieza de los cilios de los pulmones. Sin embargo, las partículas sumamente pequeñas pueden alcanzar los alvéolos pulmonares, donde a menudo toma semanas, meses o incluso años para que el cuerpo las elimine. Los contaminantes gaseosos del aire también pueden afectar la función de los pulmones mediante la reducción de la acción de los cilios. La respiración continua de aire contaminado disminuye la función de limpieza normal de los pulmones.

Las basuras atraen ratas, insectos, moscas y otros animales que transmiten enfermedades; contaminan el aire al desprender químicos tóxicos

(bióxido de carbono y otros), polvos y olores de la basura durante su putrefacción. Además, los vertederos de basura cuando llueve, contribuyen a contaminar las aguas superficiales y subterráneas.

1.2.1.2.2. Gases invernadero

Estos gases son; el metano y el bióxido de carbono cuyas propiedades son retener el calor generado por la radiación solar y elevar la temperatura de la atmósfera.

1.2.1.2.3. Degradadores de la capa de ozono

Hay productos que por la naturaleza de su fabricación y los agentes químicos utilizados en su elaboración, generan ciertos gases que desintegran la capa de ozono. Estos gases son conocidos como clorofluorcarbonados o CFC's y se emplean en la fabricación de envases de unicel, como propulsores de aerosoles para el cabello, en algunas pinturas y desodorantes. Cuando los envases de estos productos son desechados a la basura se convierten en fuentes de emisión de estos gases.

1.2.1.2.4. Impacto visual y ornato de salud

Toda la situación de la basura tiene sus efectos en la salud como se vio anteriormente y es tan grande su auge que produce un efecto hasta en la visión de las personas ya que esto produce una serie de situaciones psicológicas que afectan a toda la población en general que hace uso de las calles, colonias, callejones, etc.

1.2.2. Materiales reciclables

Los materiales a reciclar más importantes y que más mercado poseen hoy en día son el papel/cartón, PET y HDPE, es por eso que el centro de reproceso se basa en estos para estimar sus ventas y así darle prioridad a ellos.

1.2.2.1. Papel y cartón

El componente fundamental del papel y el cartón, es la celulosa, compuesto orgánico es decir, está constituido básicamente por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en forma de polisacárido (polímero o agrupación de moléculas de glucosa).

Las fibras de celulosa necesarias para la fabricación del papel pueden provenir de diferentes vegetales: algodón (el 90 por ciento o más de la celulosa), madera (oscila alrededor del 60 por ciento según la especie), esparto y paja de cereales (50 por ciento), etc. El resto de los componentes de estos vegetales es básicamente lignina, grasas, resinas, ceras, sales minerales o cenizas, etc. La lignina es el cemento natural que une las fibras de glucosa en la madera y alcanza, según la especie, del 20 al 30 por ciento de la misma.

La selección del material de partida, sea madera (de las diferentes especies) u otro vegetal o bien papel y cartón recuperado, se efectúa en función del tipo de producto final que se desea obtener. Los papeles de alta calidad suelen exigir una pasta de celulosa muy pura y limpia. Hoy el grueso de las pastas se obtiene de madera (pasta virgen) o del propio papel ya elaborado (pastas de recuperación).

1.2.2.2. PET

El PET, cuyo nombre técnico es Polietileno Tereftalato, fue patentado como un polímero para fibra por *J. R. Whinfield* y *J. T. Dickinson* en 1941. Catorce años más tarde, en 1951 comenzó la producción comercial de fibra de poliéster. Desde entonces hasta hoy en día, la fabricación de PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico, logrando un alto nivel de calidad y una diversificación en sus empleos.

A partir de 1976 se emplea en la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes, principalmente para bebidas, los cuales, al principio eran botellas gruesas y rígidas, pero hoy en día, sin perder sus excelentes propiedades como envase, son mucho más ligeros.

1.2.2.3. HDPE

El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, *High Density Polyethylene*) o PEAD (polietileno de alta densidad). Este material se encuentra en envases plásticos desechables.

El polietileno de alta densidad es un polímero de adición, conformado por unidades repetitivas de etileno. En el proceso de polimerización, se emplean catalizadores tipo *Ziegler-Natta*, y el Etileno es polimerizado a bajas presiones, mediante radicales libres.

1.2.3. Medio Ambiente

Se entiende por Medio Ambiente al entorno que afecta a los seres vivos y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su vida. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

El Medio Ambiente se deteriora con el uso inconsciente del mismo, es por eso que no se trata solo de una figura estética, sino de que el medio ambiente conserve la capacidad de brindar sus servicios, de que no se pierda el potencial productivo y la generación de nuevas oportunidades. Por ello la protección del Medio Ambiente no busca proteger sólo por razones éticas el Medio Ambiente, sino además resguardar el potencial del ambiente como fuente de recursos y hábitat para el hombre.

1.2.4. Compactadora

La máquina compactadora de desechos sólidos se puede utilizar en distintas situaciones, para fines didácticos se tomaron en cuenta las compactadoras que se utilizan en los centros de reproceso ya que esta realiza la acción de reducir el volumen de material que se tiene, formando pacas del tamaño que se desee, esta tiene un funcionamiento completamente automático determinado por una célula fotoeléctrica que de acuerdo con el nivel del volumen de basura contenido en la tolva acciona un pistón hidráulico mediante un motor eléctrico.

Las compactadoras pueden ser de distinto tipo esto depende de la actividad que se va realizar, estas pueden ser, horizontales, verticales, de alta densidad o de baja densidad.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de gestión del centro de reproceso sostenible

Un centro de reproceso sostenible es un centro de acopio de todos los desechos sólidos que una entidad produce; ya sea industria, empresa, centro de distribución, entre otros.

Estos centros de reproceso son de gran importancia en las industrias de hoy en día, ya que le dan soporte a la responsabilidad social de las empresas que básicamente es la contribución activa y voluntaria al mejoramiento social, económica y ambiental, esta actividad propicia el reciclaje y a su vez genera ingresos, esto se puede resumir en el desarrollo sostenible de la fábrica ya que cumple con el hecho de contribuir al medio ambiente.

2.1.1. Principal actividad

La principal actividad de este centro, es la de recopilar todos los desechos, clasificarlos y compactarlos en pacas para su futura venta, esta actividad se realiza con el fin de sacarle provecho a todos los materiales que se utilizan y desechan, en este caso dentro de la planta de producción y centro de distribución.

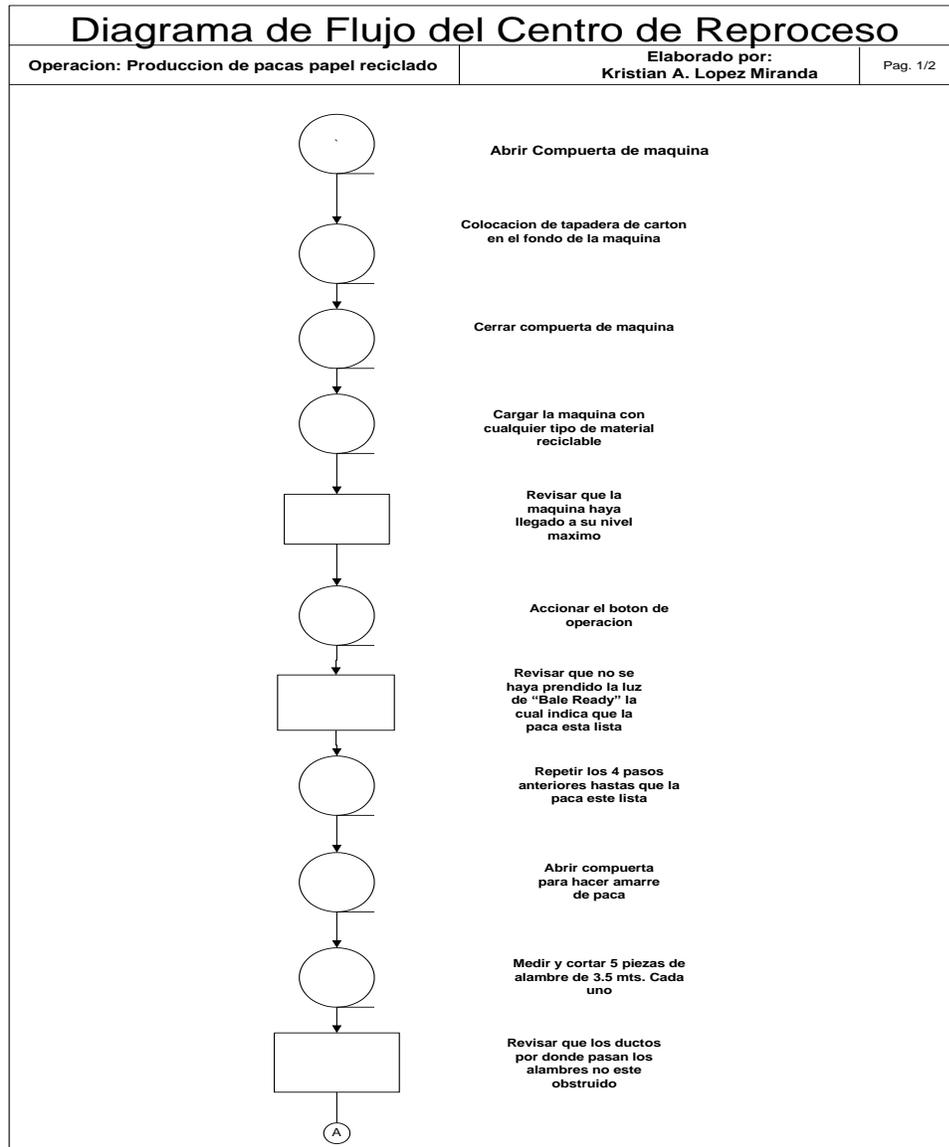
Esta actividad se realiza con la ayuda del recurso físico, en este caso es una máquina que trabaja con el fin de producir pacas de desecho y movilizarlas a su debido almacenamiento para que posteriormente empiece el proceso de pesado y venta.

2.1.1.1. Diagrama de flujo del proceso

Este tipo de diagrama, ejemplifica el funcionamiento del centro de reproceso, se utiliza este tipo de esquema ya que se puede observar a detalle todas las funciones que en él se realizan y de igual manera el tipo de actividad que se lleva a cabo como por ejemplo, inspección, acción, entre otros.

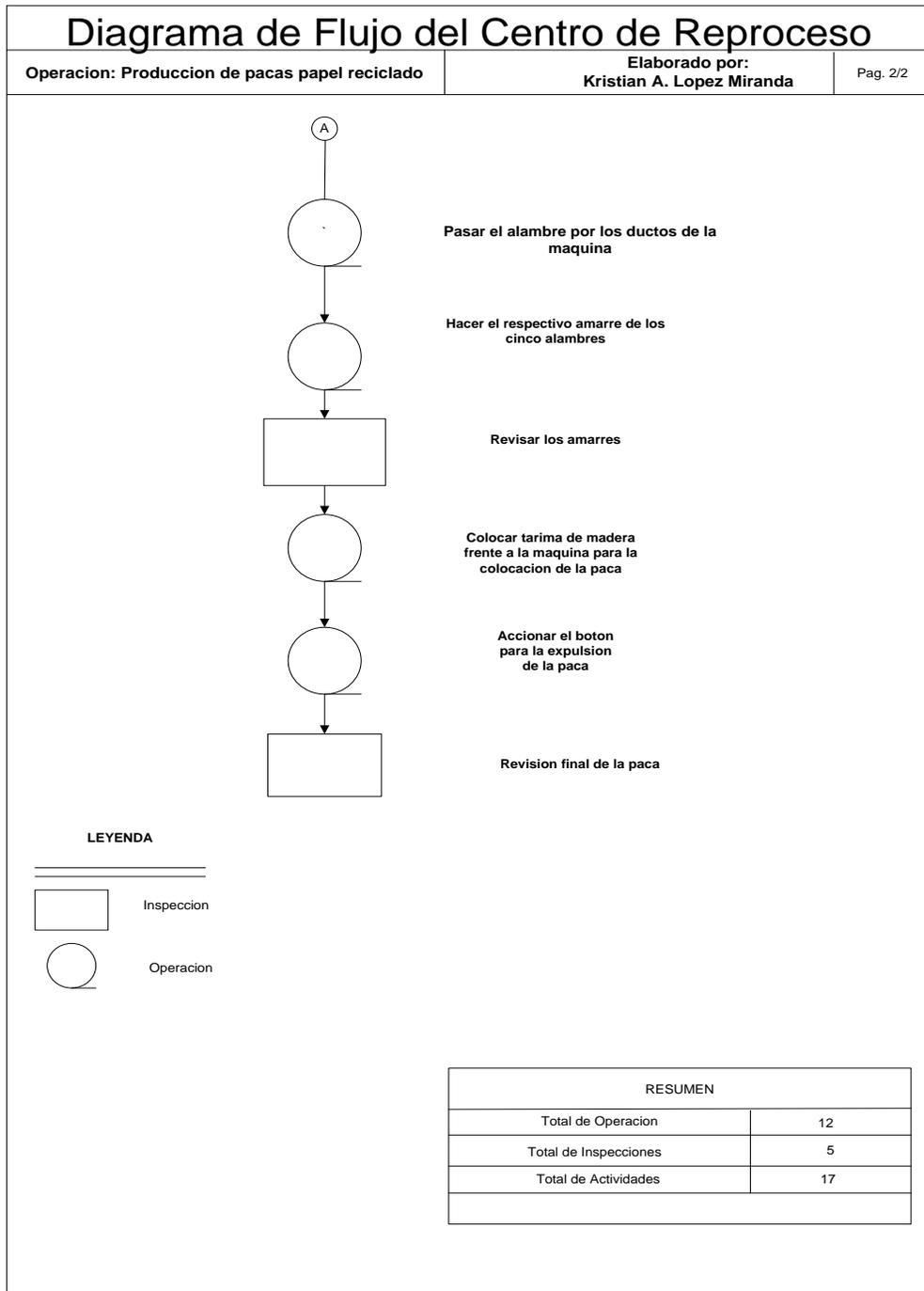
Para este caso, el diagrama de procesos es útil para cualquier tipo de material que se necesite, ya que la compactadora trabaja de igual manera sin importar el material a procesar, en esta ocasión se utilizó como ejemplo papel y cartón como material a procesar.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Continuación diagrama de flujo del proceso



Fuente: elaboración propia.

2.1.1.2. Capacidad del centro

La capacidad del centro se midió en base al tiempo y la producción que se obtuvo, esto quiere decir que al tomar los tiempos necesarios de las actividades antes mencionadas, pudimos calcular aproximadamente cuantas pacas de desecho se generaran en la jornada diaria.

Tabla II. **Tiempos de actividades del proceso**

ACTIVIDAD	TIEMPO (segundos)
Tiempo de ciclo de la máquina (tiempo que tarda en bajar el cilindro, compactar el material y luego subir para cargar mas material)	49
Tiempo promedio de carga de material (tiempo que tardaran los operarios en cargar la máquina con el material)	110
Tiempo total para cargar una vez la máquina	159
Tiempo total para hacer el amarre de la paca	250
Total de tiempo para hacer una paca (159*15+250)	2 635 s/43,92 min

Fuente: elaboración propia.

En una jornada laboral diurna con 8 horas de trabajo y teniendo un estimado de 45 minutos durante toda la jornada de imprevistos (distracciones normales, ir al baño, llamadas personales) se tiene un tiempo productivo por parte del operario de 7,25 horas lo que equivale a 435 minutos, por lo tanto se tiene el siguiente cálculo:

43,92 minutos por cada paca

$7,25 \text{ horas} * 60 \text{ min} = 435 \text{ min}$ disponibles por jornada de trabajo

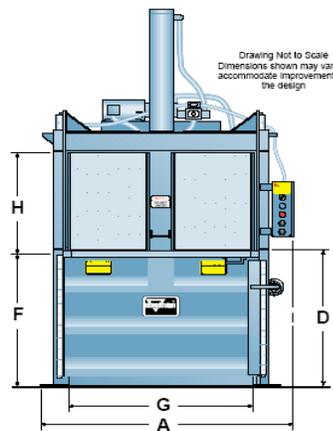
$435 \text{ min} / 43,92 \text{ min por paca} = 9,90 = 10 \text{ pacas}$ por jornada laboral

2.1.2. Maquinaria

2.1.2.1. Prensa Hidráulica

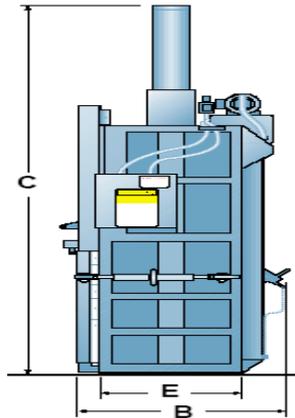
La prensa hidráulica, también conocida como compactadora es de tipo vertical, esta proporciona un mejor manejo de materiales resistentes como son el cartón y los distintos plásticos que se van a trabajar, el diseño de la compactadora es el siguiente:

Figura 3. Vista frontal compactadora



Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

Figura 4. **Vista lateral compactadora**



Fuente: manual de diseños *Innovative Group*

Tabla III. **Medida de Maquinaria**

a. Ancho Total:	2,159 m
b. Fondo Total	1,226 m
c. Alto Total	3,531 m
d. Altura Puerta	1,270 m
e. Fondo de Paca	0,762 m
f. Altura Cámara	1,118 m
g. Ancho entrada material	1,524 m
h. Altura entrada material	0,610 m

Fuente: manual de diseños Innovative Group.

2.1.2.2. Especificaciones de la prensa hidráulica

Las especificaciones que posee la compactadora son de vital importancia para asegurar la calidad de la misma, ya que con esto se puede verificar y llevar

el control de todas las acciones que la máquina realiza, entre las principales se tienen las siguientes:

Tabla IV. **Especificaciones de la prensa hidráulica**

ESPECIFICACIÓN	MEDIDA
Peso total	5 100 lb
Motor	10HP/7,5KW
Bomba	37,9 l/min
Tiempo de Ciclo	49s
Tamaño paca	1,52 X 0,76 X 1,30 m
Peso promedio paca	1 100 lb / 500 kg
Conexiones	220V a 24 Amp.
Espacio requerido para operar	6 m ²

Fuente: cotización abril 2011.

2.1.3. Recurso humano

Se emplean tres operarios, los cuales cumplen la función de introducir en la compactadora todo el desecho clasificado que se haya desechado en un tiempo determinado, esto hace que las pacas se produzcan con un tamaño estándar y se aproveche de mejor manera el material y el espacio físico.

Al manejar personal, se tienen muchas ventajas y desventajas, ya que la psicología de las personas impacta de gran manera en la forma de trabajar, es por eso que la persona encargada es un ingeniero, ya que por medio de distintas técnicas se facilita el manejo del personal y se encarga de que realicen el trabajo de forma adecuada, cumpliendo los objetivos que el centro de reproceso posee y a su vez realizando un buen trabajo en equipo, ya que para

eso se necesita mucha disciplina y orden, es por esto que el desempeño de los operarios del centro de reproceso depende del supervisor del área.

2.1.4. Materia prima

Como materia prima principal para la elaboración de las pacas, están los desechos reciclables, en este caso el cartón, el plástico de alta densidad (HDPE) y el PET. Además también se utilizarán insumos como alambre galvanizado calibre 10 para hacer los amarres de las pacas y crayones rotuladores.

2.1.5. Registros

Entre los sistemas de registro que se poseen, se puede indicar que se llenan formatos diarios, los cuales indican cuantas pacas han sido producidas y luego otro formato que indica cuanto peso se ha llevado el camión, dependiendo de qué material se esté trabajando.

2.1.6. Sistema de extracción de pacas

Para el sistema de extracción de pacas de desechos, se utilizan contenedores de 40' HQ, que es el tipo de contenedor más grande y estándar para las exportaciones. De acuerdo a las medidas de las pacas y del contenedor que se detallarán con exactitud en la sección 2.8, cada contenedor es capaz de transportar aproximadamente 20 TM de cartón ó 20 TM de plástico ó 20 TM de PET molido. Cabe mencionar también que debido a la reglamentación vial de Guatemala, los contenedores no pueden transportar más de 21 TM.

2.1.7. Manejo de inventarios

Por ser un producto no perecedero, realmente no tiene importancia el tipo de manejo de inventarios que se vaya a utilizar, sin embargo sí se puede decir que el método que sobresale es UEPS, puesto que cuando se complete el total de 20 TM o su equivalente que son 40 pacas que es el máximo que se puede cargar en un contenedor, la última paca elaborada será la primera en ser cargada.

Por lo tanto, el mínimo que se puede almacenar son 40 pacas, que es el máximo en peso y cantidad de pacas que se puede cargar a un contenedor de exportación.

2.2. Descripción del proceso de pesado

El proceso de pesado actual de las pacas de desechos es ineficiente, debido a que no se cuenta con una báscula para pesar las pacas dentro del centro de reproceso, es por eso que se necesita realizar una especie de movimiento por parte del camión, desde el centro de reproceso hasta la báscula general de camiones.

La actividad antes mencionada es para cada material que se cargue en el camión, es decir que si se introducen diez (10) pacas de papel y cartón se debe ir a pesar a la báscula y este se anota, luego debe regresar al centro de reproceso y se introducen cinco (5) pacas de plástico, se deben ir a pesar a la báscula otra vez y restar las toneladas que se tenían de papel y así sucesivamente para cada material que se desee extraer del centro.

Este sistema que es utilizado actualmente, no es factible ya que se pierde demasiado tiempo en cada viaje, debido a que el camión en ciertas ocasiones debe esperar a que la báscula este desocupada para poder realizar la actividad de pesado.

2.3. Descripción del proceso de clasificación de desechos

2.3.1. Descripción de la logística de extracción

El sistema de extracción actual de los desechos no funciona como se desearía, ya que al llegar los desechos al centro estos llegan mal clasificados y los operarios deben reclasificar, esto produce pérdidas de tiempo para la fabricación de las pacas.

Este problema se puede atacar fácilmente realizando una regresión del proceso, también denominada logística inversa, en esta actividad se identifican puntos críticos, los cuales están afectando todo el sistema de extracción.

Cuando existen bolsas llenas de desechos en las líneas de producción, estas se deben situar en contenedores mayores que existen fuera de los lugares de trabajo, los cuales nunca están en posición correcta o en algunas ocasiones no existen y no se reportan, al tener llenos los contenedores externos se trasladan al centro de reproceso por medio de carros especiales de transporte.

2.3.2. Descripción de los códigos utilizados

2.3.2.1. Código de colores

El código de colores interno no está estandarizado, pero en la mayoría de los casos se utilizan:

Tabla V. Código de colores

Color	Código	Material
Negro		Basura común
Amarillo		Plástico
Azul		Papel y Cartón

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.2. Simbología

La simbología utilizada para la clasificación de los desechos no está estandarizada, es por eso que existen muchas confusiones a la hora de clasificar los desechos.

Se utilizan señales de desechos solamente en los basureros, los cuales indican que tipo de desecho debe contener el basurero, así mismo se identifican con el código de colores que se indica anteriormente. Actualmente la compañía

en la cual se está operando no posee símbolos que identifiquen el material que se está desechando ya que no se han tomado medidas acerca de ese tema.

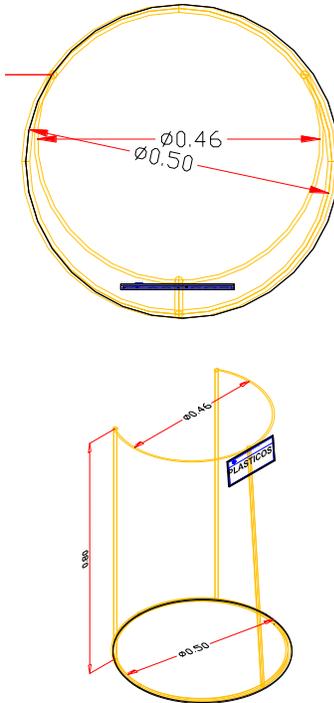
2.3.3. Clasificación dentro de la planta

2.3.3.1. Contenedores

Los contenedores son depósitos en donde los desechos, en este caso de la fabricación de productos, son recopilados en cantidades mínimas para luego ser trasladados a otro contenedor de mayor tamaño para su posterior recolección, los contenedores pueden ser clasificados de dos maneras:

- Los contenedores internos, son los encargados de almacenar los desechos que se producen en las líneas de producción inmediatamente cuando los productos se están fabricando, estos contienen una armazón para la instalación de una bolsa de cualquier color la cual posee un tamaño proporcional a la cantidad de desecho que se produce en la zona donde se analizó el problema de desechos.
- Los contenedores externos, son los encargados de almacenar todas las bolsas llenas de desechos que se obtienen de las líneas de producción, en pocas palabras se encargan de recolectar los desechos de los contenedores internos, estos contenedores tienen una forma rectangular y son de un material plástico, el cual facilita el lavado ya sea por algún derrame que se produzca internamente o bien por la acumulación de partículas de suciedad que poseen los desechos. Por sus dimensiones estos contenedores poseen un sistema con rodos y un dispositivo del cual puede ser halado por cualquier carro especializado para transportar contenedores externos.

Figura 5. **Diseño de los contenedores internos**



Fuente: elaboración propia.

2.4. Descripción del proceso de almacenamiento de pacas

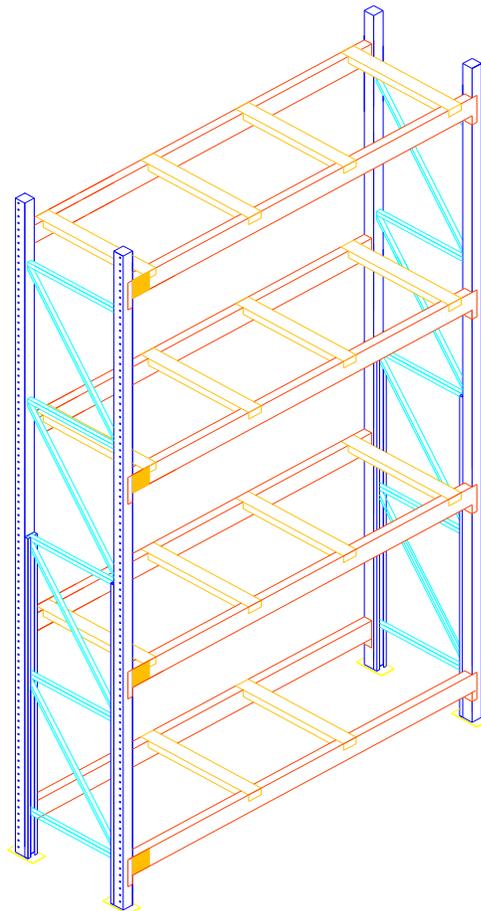
2.4.1. Diseño del empaque del producto

Realmente no hay un empaque como tal del producto, sin embargo las características de las pacas que se realizan con la maquinaria que se instala en las bodegas del cliente, deben tener las medidas de 1,20 metros de altura, 0,76 metros de ancho y 1,52 metros de largo.

2.4.2. Estanterías

Las estanterías son las instalaciones en donde se coloca producto, materiales o cualquier objeto físico que necesita ser almacenado, para este caso en las estanterías se coloca las pacas de desecho, estas estanterías tienen un diseño semejante al siguiente:

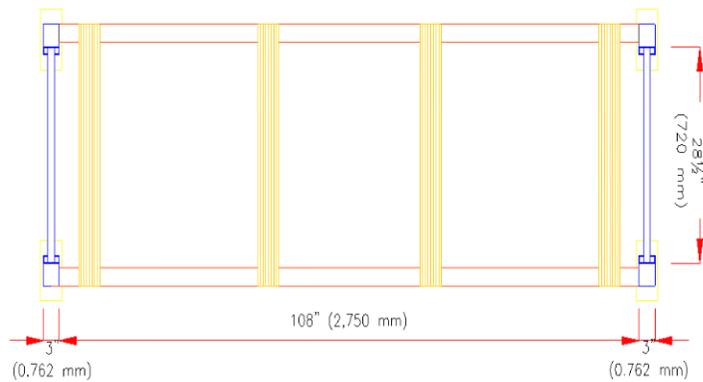
Figura 6. Tipo de estantería a utilizar



Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

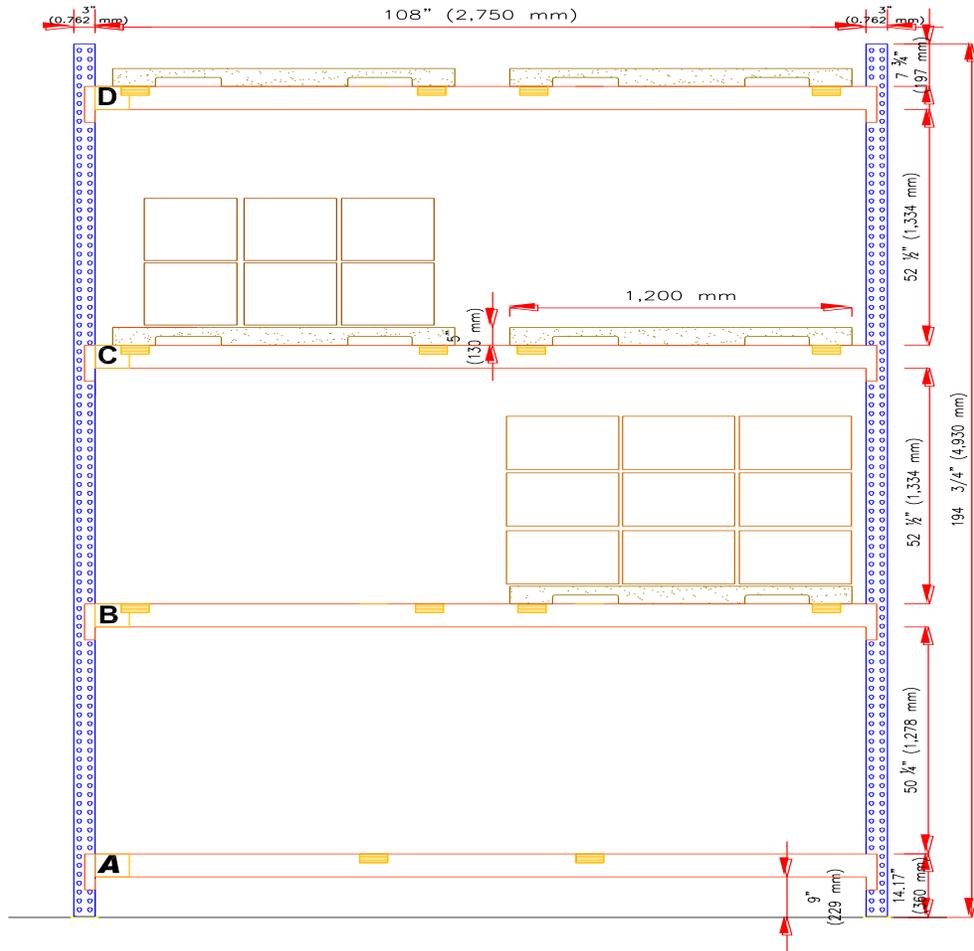
Estas estanterías poseen medidas específicas las cuales se grafican a continuación:

Figura 7. Vista de planta estantería



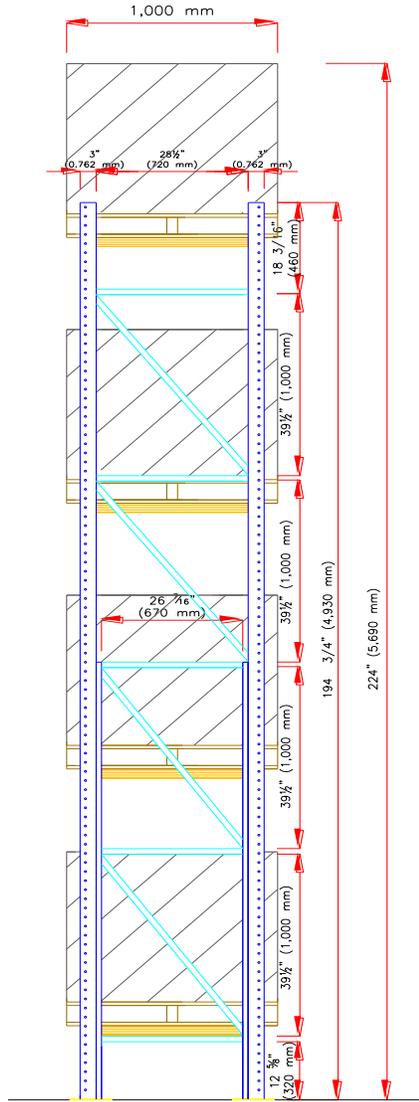
Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

Figura 8. Vista frontal estantería



Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

Figura 9. Vista lateral estantería



Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

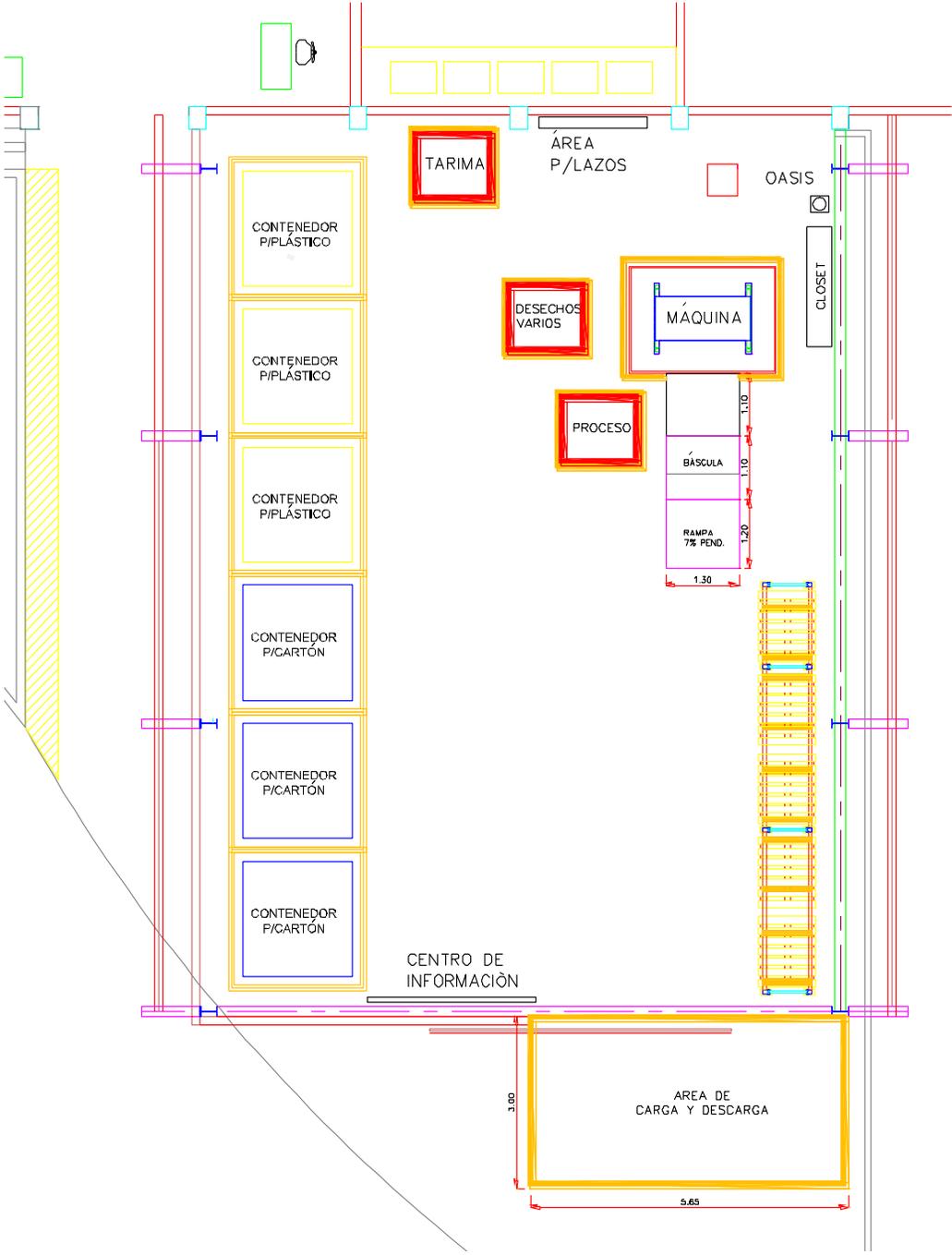
2.4.3. Recurso físico

El espacio en donde la planta está instalada es reducido, por lo que el almacenamiento de pacas en estanterías se minimiza, es por eso que la fluidez de material de desecho en pacas se reduce.

El área para la realización de la actividad está delimitado con líneas amarillas debidamente identificadas con carteles de información de distintas categorías como por ejemplo, rutas de evacuación, identificación de materiales, procedimiento del funcionamiento de la maquinaria, lugares para posicionar distintos objetos, a su vez en el centro se posee un armario en el cual se almacenan los pocos materiales que se utilizan, como por ejemplo alambre de amarre, documentos de control y equipo de protección personal.

La planta está hecha de paredes de lámina, con un techo curvo, con espacios abiertos el cual proporciona una ventilación de confort para los operarios al igual que la iluminación. El *layout* de la planta es el siguiente:

Figura 10. Planta de reproceso actual



Fuente: manual de diseños Innovative Group.

3. PROPUESTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL CENTRO DE REPROCESO

3.1. Implementación de una báscula para el pesado de pacas

Una báscula es un dispositivo que se utiliza para pesar, actualmente existen dos tipos de básculas: mecánicas y electrónicas.

En el caso de las básculas mecánicas, las mismas pueden ser por contrapeso o con muelle elástico.

Las básculas con contrapeso actúan por medio de un mecanismo de palancas. Ese mecanismo de palancas transforma la fuerza correspondiente al peso del objeto a medir en un momento de fuerzas, que se equilibra mediante el desplazamiento de un pión a lo largo de una barra graduada, donde se lee el peso de la masa. El principio de funcionamiento de estas básculas es similar al de una romana o una balanza, comparando masas, mediante una medición indirecta a través del peso.

Las básculas con muelle elástico es uno de los avances en las técnicas de pesado, han hecho desaparecer prácticamente las básculas de palanca con contrapeso, y ahora se usan básculas con muelle elástico, basadas en la deformación elástica de un resorte que soporta la acción gravitatoria del peso del objeto a medir, en lugar de realizar una comparación de masas. Por esta razón, actualmente el nombre báscula se aplica también a toda una serie de sistemas de pesada basados en la gravedad, del tipo dinamómetro.

Al funcionar por muelle elástico, estas básculas miden la fuerza ejercida por un objeto sujeto a la fuerza de gravedad, es decir, el peso. Sin embargo, el peso (P) y la masa (m) están relacionados por la siguiente relación:

$$P = m g$$

Donde P es el peso, m es la masa y g es la intensidad del campo gravitatorio o aceleración de la gravedad.

Esta relación permite calcular la masa, ya que si la intensidad gravitatoria es constante, entonces la masa es directamente proporcional al peso.

Básculas electrónicas, con el tiempo las básculas han evolucionado mucho y hoy día ya funcionan con métodos y sistemas electrónicos, mostrando en una pantalla de fácil lectura la masa del objeto que se pesa. Las básculas electrónicas utilizan sensores conocidos como célula de carga o celda de carga. Las celdas de carga convencionales consisten en una pieza de metal a la que se adhieren galgas extensométricas. Estas galgas cambian su resistencia eléctrica al traccionarse o comprimirse cuando se deforma la pieza metálica que soporta el peso del objeto.

Por tanto, miden peso. El metal se calcula para que trabaje en su zona elástica; esto es lo que define la operatividad de una celda. El ajuste de las resistencias se hace con un puente de *Wheatstone*, de modo que al alimentarse con un voltaje entregan una salida de voltaje proporcional a la fuerza aplicada en el metal (en el orden de milivoltios). Asimismo se utilizan filtros electrónicos de pasa bajo para disminuir el efecto de las perturbaciones de alta frecuencia.

Cuando la celda se somete a esfuerzos por encima de su capacidad, el metal del cuerpo de la celda pasa a una zona inelástica, adquiriendo deformaciones plásticas o permanentes y ya no regresa a su estado inicial. Antes de llegar a la zona plástica, se sale de la zona de elasticidad lineal, dando lugar a que las deformaciones no sean proporcionales a la fuerza que soporta la célula de carga y, en consecuencia, la salida de voltaje no varíe de manera lineal a la deformación de la pieza metálica y la célula de carga no funcione correctamente. Para evitar esto, los fabricantes colocan tornillos ajustables para limitar el movimiento de la plataforma de la báscula de manera que la celda no se flexione más allá de su rango de funcionamiento.

3.1.1. Justificación

3.1.1.1. Tiempo de ocio

Cuando se menciona tiempo de ocio, se hace referencia al tiempo en el cual el operador no está realizando ninguna acción que genere un valor hacia nosotros como empresa, esto incurre en un gasto extra para la empresa ya que el operador está siendo pagado a pesar de no realizar ninguna acción.

En este caso el tiempo de ocio se da debido a la falta de una báscula de medición en el área de trabajo, al tener este dispositivo de peso y cargar el camión con las pacas necesarias no se estaría esperando a que este sea pesado en la báscula de camiones ya que las pacas ya estarán pesadas y solo se obtendría la sumatoria de las pacas que están siendo retiradas.

3.1.1.2. Tiempo y gasto

Al implementar la báscula en el área de trabajo, se estaría evitando que el camión que transporta las pacas gaste combustible en cada movimiento que haga, de igual manera se está acortando el tiempo, el cual puede ser utilizado para la fabricación de más pacas de material de reciclaje.

Posterior a esto, en los siguientes capítulos se verá cómo se refleja esta actividad en ahorro de tiempo, ya que se cuenta con un análisis de distintas corridas visualizando la implementación de la mejora.

3.1.2. Identificación de pacas

3.1.2.1. Rotulado

El rotulado es una de las partes más importantes de esta propuesta ya que nos brindará la clasificación necesaria para poder trabajar de manera limpia y ordenada.

Cuando se habla de rotular, se refiere a dos aspectos importantes, la primera es que todos los materiales que se reciclan deben tener un color para identificarlos de manera eficiente, el color debe ir pegado de manera visible en todas las pacas.

El segundo aspecto y más importante es que luego que la paca es armada con el material disponible, es pesada en la báscula, este dato que genera la báscula debe ser impreso en una rotuladora la cual debe ser auto adherible para ser pegada en un lugar visible de la paca, con esto se sabe qué peso tiene cada paca y que material contiene, cuando sea el tiempo de retirar la paca, se

llevará un control de la cantidad de peso que está siendo retirado mediante el siguiente formato:

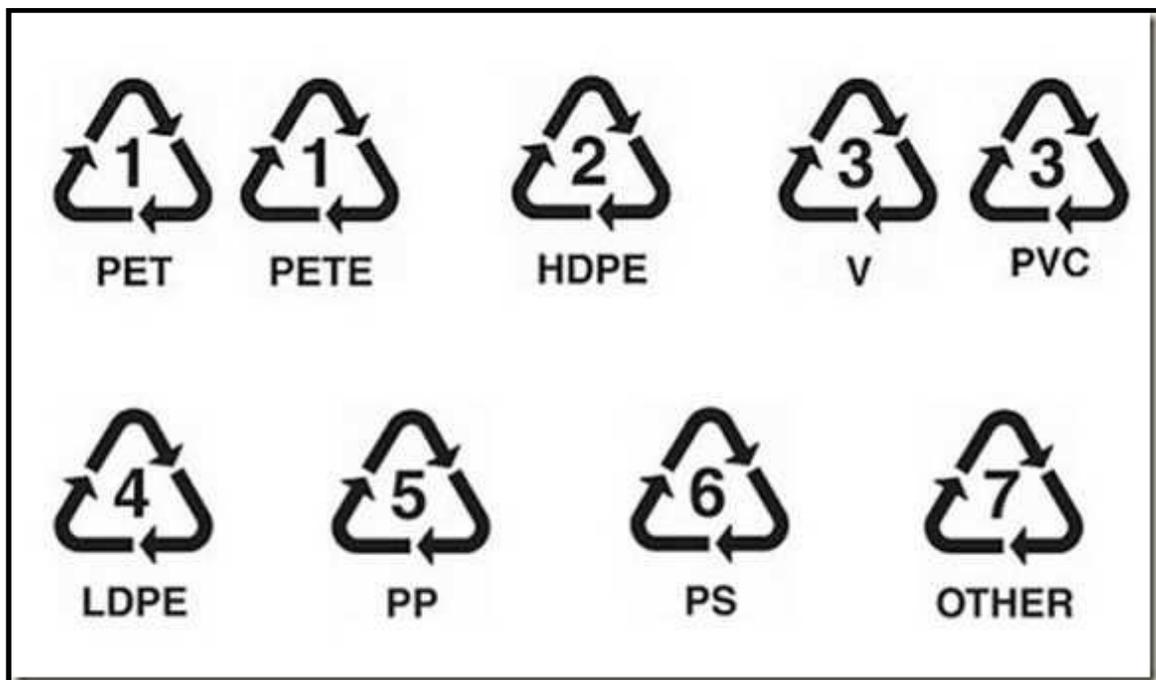
Figura 11. Formato control de pesos de pacas

CENTRO DE REPROCESO SOSTENIBLE			
UBICACIÓN _____		OPERADOR _____	FECHA/HORA _____ MATERIAL _____
No.	Codigo de PACA	PESO (kg)	Observacion
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Fuente: elaboración propia.

Los materiales plásticos tienen una codificación especial la cual es universal, esta codificación se encuentra en la parte inferior de los envases plásticos y se utiliza para clasificarlos de mejor manera y que se pueda identificar en todas partes donde se trabaje.

Figura 12. **Clasificación universal de los plásticos**



Fuente: google images marzo 2011.

3.1.2.1.1. Código de colores

El código de colores es una herramienta que se utilizará para identificar que material se está trabajando como se mencionó anteriormente, al estar en el área del centro de reproceso se estará trabajando con distintos materiales, como los que observamos en la gráfica de arriba, los cuales ya poseen una

nomenclatura pero no un color que los identifica de manera fácil, es por eso que se propone el siguiente código de colores para identificar materiales:

Tabla VI. **Clasificación de colores para identificación de pacas**

Material	Código
Papel y cartón	Azul
PET	Rojo
HDPE	Verde
LDPE	Naranja
PP	Café

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Adquisición de báscula

3.1.3.1. Especificaciones

Las especificaciones son las características mínimas que debe cumplir un equipo para que funcione de manera apropiada, de tal forma que para el tipo de báscula que se necesita, se deben de seguir correctamente estas especificaciones, para lograr una óptima utilización.

Tabla VII. **Especificación de báscula**

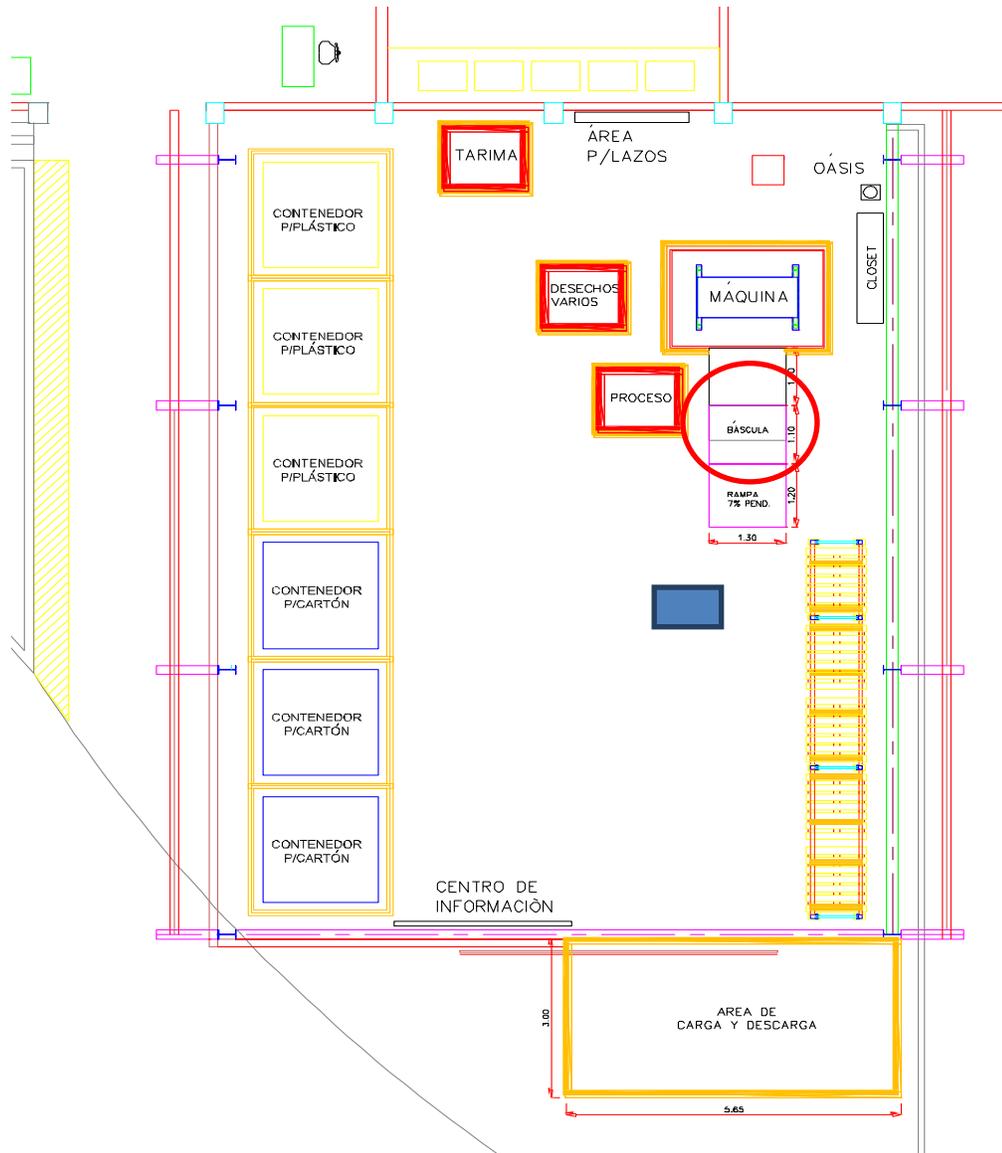
Descripcion	Capacidad
Tamaño estándar de la plataforma	48x48 Plg 1,22x1,22 m
Capacidades disponibles	5 000 lb/2 500 kg
Altura de la plataforma	41/2 Pulg
Construcción estándar	Acero Inoxidable 304
Tipo de celda de carga	Cuatro celdas de carga de 350 ohm.; Selladas contra el medio ambiente
Suspensión de la celda de Carga	Patas roscadas
Caja de unión	Plástico sellado
Carga en los extremos	Carga 100% en extremos
Temperatura de operación estándar	14 a 104 F. -10 a 40 C.
Aprobaciones metrológicas	NTEP (Canadá)
Peso de despacho	2,5K/5K: 350 y 500 lb
Longitud estándar del cable de instrumento	25 pies , 7,6 metros
Instrumentos compatibles	Cualquier terminal analógica

Fuente: cotización abril 2011.

3.1.3.2. Ubicación en planta

La báscula se posicionará de manera estratégica, la cual brindará eficiencia en el pesado ya que al bajar la paca luego de realizada se puede pesar inmediatamente.

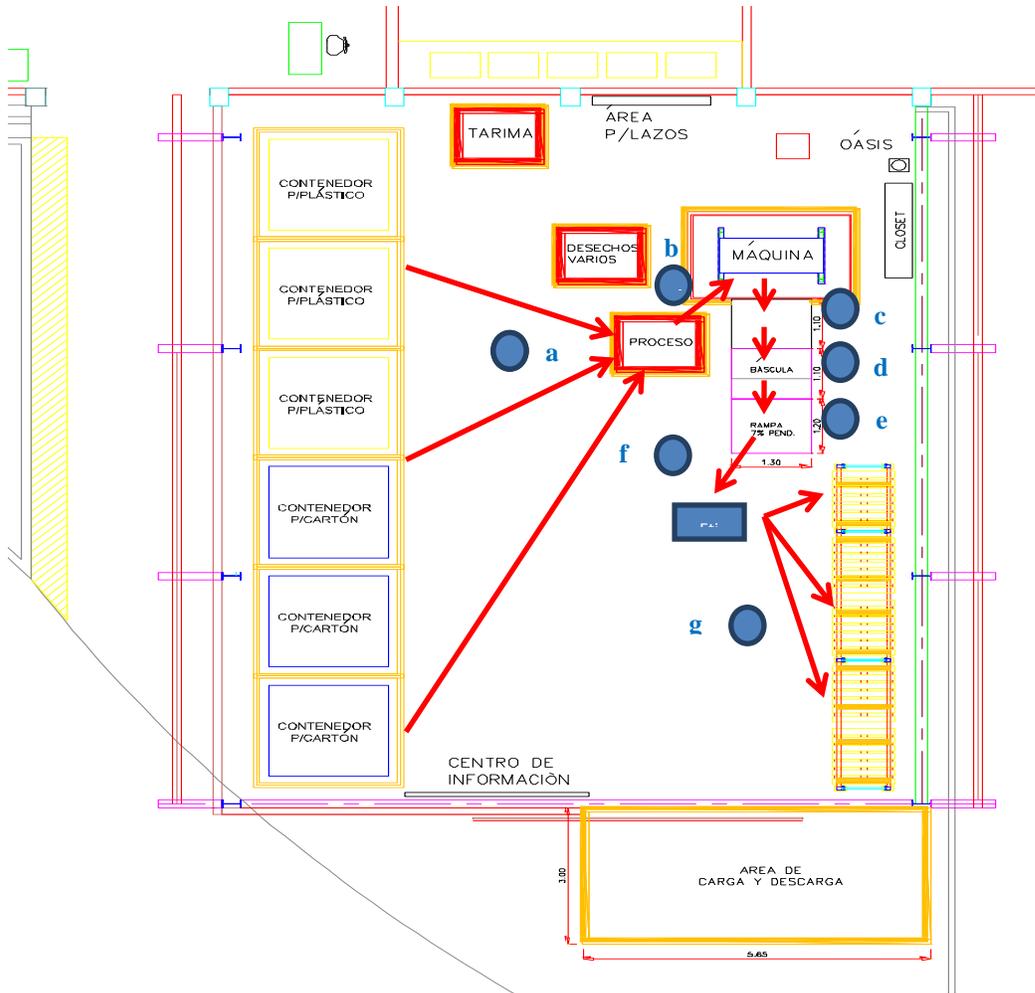
Figura 13. **Layout** de la ubicación de la báscula



Fuente: elaboración propia.

3.1.3.2.1. Diagrama de recorrido

Figura 14. *Layout* del recorrido del proceso



Fuente: elaboración propia.

- a. Recopilación del material que se va trabajar
- b. Cargar lo necesario de material en la compactadora
- c. Descargar la paca ya realizada
- d. Obtener el peso en la báscula previamente instalada
- e. Bajar la paca de la báscula obteniendo el dato de peso
- f. Etiquetar la paca con el color y peso necesario
- g. Guardar la paca para su futuro movimiento

3.1.3.3. Costos de la implementación de la bascula

3.1.3.3.1. Inversión inicial

La inversión inicial de esta implementación, consta de la compra de la báscula agregándole lo que es la instalación y los gastos por traslado, los cuales están incluidos en el siguiente cuadro:

Figura 15. **Cotización sobre la construcción de los botes de basura**

DESCRIPCIÓN		PRECIO UNITARIO	TOTAL VENTA
1	Plataforma <i>Mettler</i> Toledo PFA226 fabricada en Acero Inox. Con celdas de Carga herméticamente selladas e Indicador de Peso <i>Mettler</i> Toledo IND226 Capacidad de 2 500 Kg X 0.5 kg	Q 43 890,00	Q 43 890,00
1	Instalación y calibración con certificado (Opcional)	Q 1 210,00	Q 1 210,00
Total			Q 45 100,00

Fuente: cotización abril 2011.

3.1.3.3.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de esta aplicación no genera ningún gasto ya que se cotizo un equipo estratégico para reducir los costos de mantenimiento ya que los equipos *Mettler Toledo* Modelo PFA226 esta calibrado y certificado por la norma ISO 17025, la cual se refiere a los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

- Aplicaciones de lavado

La báscula de piso PFA226 es de fabricación robusta, en acero inoxidable para usarse en ambientes húmedos o secos, es ideal para compañías procesadoras de alimentos o desecho, en los cuales se necesiten lavados constantes.

Figura 16. **Aplicación de lavado a la báscula**



Fuente: google images julio 2011.

- Lamina corrugada de seguridad

La plataforma de pesaje estándar está fabricada en lámina corrugada de acero inoxidable, esta superficie antideslizante hace que sea seguro para los trabajadores al caminar sobre ella.

Figura 17. **Tipo de lámina a utilizar en la báscula**



Fuente: google images julio 2011.

- Rampas opcionales

Hay rampas disponibles para facilitar el acceso por los cuatro lados de la báscula, estas eliminan la necesidad de levantar cargas pesadas y permite rodarlas sobre la plataforma de la báscula de manera fácil y segura.

Figura 18. **Tipo de rampa a utilizar en la báscula**



Fuente: google images julio 2011.

3.2. Propuesta de la implementación de una mejora para la clasificación de los desechos

La falta de una buena clasificación de los desechos, es algo que ha afectado mucho a la planta de manufactura, ya que para un buen reciclaje la clasificación es muy importante, debido a que se tiene variabilidad en el costo con respecto a la calidad del desecho, al tener un desecho mal clasificado produce menos ingresos.

3.2.1. Justificación

3.2.1.1. Falta de interés

La falta de interés por parte de los operarios e incluso del personal administrativo, es una de las razones más importantes por las que el reciclaje no se lleva acabo de manera eficiente, ya que las personas no reciclan debido a la simple razón que no tienen conocimiento de los beneficios que esto puede dar y se piensa que es una actividad sin finalidad.

Es por lo anteriormente mencionado que se debe incentivar a todo el personal que aplique la cultura del reciclaje, ya que esta es una de las acciones más significativas que puede devolver una fábrica al medio ambiente, debido a su constante consumo de recursos.

El interés en una persona se puede ganar de distintas maneras, para el caso del centro de reproceso se deben realizar actividades fomentando el reciclaje, por ejemplo que todo el personal conozca las instalaciones del centro de reproceso, así como su funcionamiento y aplicaciones que se le puede dar.

Luego de realizar estas actividades se le debe dar seguimiento para que las personas no olviden las partes importantes del reciclaje por medio de publicaciones, programas, volantes, entre otros.

3.2.1.2. Recurso físico insuficiente

Algunos problemas en las plantas van relacionados con el recurso físico insuficiente ya que los directivos miran todo este tema como un gasto, cuando en realidad es una inversión que se realiza, se dice que el reciclaje es una inversión debido a:

- Se ahorra energía
- Se reducen los costos de recolección
- Se reduce el volumen de los residuos sólidos
- Se conserva el ambiente y se reduce la contaminación
- Se alarga la vida útil de los sistemas de relleno sanitario
- Hay remuneración económica en la venta de reciclables
- Se protegen los recursos naturales renovables y no renovables

- Se ahorra materia prima en la manufactura de productos nuevos con materiales reciclables

3.2.1.2.1. Contenedores

Se identificó que no existen suficientes contenedores en el área, este es uno de los problemas de recurso físico insuficiente más grande, por el cual la clasificación no es efectiva, ya que el personal al no encontrar el contenedor que se le ha indicado busca la solución depositándolo en un contenedor erróneo y al suceder esto de manera frecuente la persona encargada automáticamente ya no busca la clasificación de su desecho y es acostumbrada a depositar todo el desecho en el mismo contenedor.

3.2.2. Estandarización de la clasificación

3.2.2.1. Código de colores

Se deben estandarizar los colores de acuerdo al tipo de material que se desecha, pero debido al análisis realizado y al espacio en planta, se dejaron los colores básicos que ya fueron establecidos por la planta, con el detalle que se debe capacitar al personal para que los identifiquen de una manera sencilla y eficiente, los colores que se usaran son:

Tabla VIII. Clasificación de desecho por línea

Línea	Color	Desecho	Material
Línea 1	Amarillo	Bobina de polietileno mas poliéster	PE y Poliéster
	Amarillo	Plástico de empaque de bobina	PP
	Amarillo	Bobina polietileno	PE
	Amarillo	Bolsas plásticas	PP
	Negro	Bolsas con producto	PE y producto
	Azul	Corrugado	Cartón
	Amarillo	Stretch film	LLDPE
Línea 2	Azul	Corrugado	Cartón
	Amarillo	Stretch film	LLDPE
	Amarillo	Pet botella mal formada	PET
	Amarillo	PP	PP
	Negro	Cores	Cartón reciclado
	Negro	Etiquetas de papel autoadhesivas	Papel, tinta y adhesivo
Línea 4	Negro	Toneles de metal y plástico	Metal y HDPE
		Sacos de cartón con residuos de materia prima	Cartón y lamina de PE
	Amarillo	Stretch film	LLDPE
	Amarillo	Botellas PET	PET
	Negro	Spray	Envase aerosol

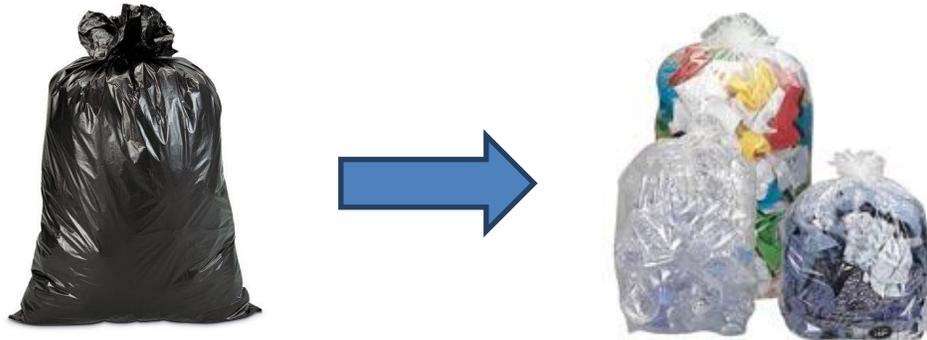
Continuación tabla VIII...

Linea 5	Amarillo	PET botella mal formada	PET
	Azul	Corrugado	Cartón
	Amarillo	Stretch film	LLDPE
	Amarillo	Bolsas plásticas	PP
Linea 6	Amarillo	Viruta polietileno	PE
	Amarillo	Bolsas plásticas	PP
	Amarillo	Bolsas polietileno de baja densidad	LDPE
Linea 7	Amarillo	Plástico de empaque de bobina	PP
	Amarillo	Stretch film	LLDPE
	Negro	Cores	Cartón
	Azul	Corrugado	Cartón
	Amarillo	Bolsas plásticas	PP

Fuente: elaboración propia.

De igual manera se debe de estandarizar la utilización de bolsas para recolectar el desecho de las líneas de producción ya que actualmente se utiliza bolsa negra y debido a un análisis estratégico se pudo observar que la bolsa transparente genera muchas ventajas en la clasificación del producto.

Figura 19. **Tipo de bolsa a utilizar**



Fuente: google images junio 2011.

3.2.3. Depósitos de desechos

Los depósitos de desechos son comunes en todos los lugares, pero para una planta de manufactura se utilizan dos tipos de depósitos; los depósitos internos y los depósitos externos.

3.2.3.1. Externos

Los depósitos externos son los que están ubicados en la parte exterior de la planta, estos se utilizan para almacenar desechos debidamente clasificados de varias áreas de la planta, estos al ser llenados son trasladados por medio del personal de limpieza encargado, hacia el área de reproceso en el cual se procede a clasificar por tercera vez el desecho para su debido tratamiento.

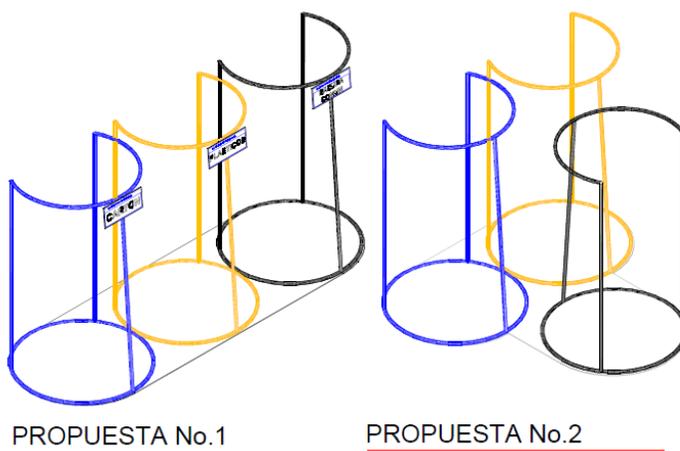
3.2.3.2. Internos

Los depósitos internos son los que están ubicados dentro de la planta, al decir dentro de la planta se refiere en cada línea de producción o área donde se produce constantemente desecho, esto da lugar a que cada operador de línea pueda manejar su propio depósito interno y luego al ser llenado se debe extraer de la línea, depositándolo en la área que corresponde.

3.2.3.2.1. Diseño del depósito interno

Los basureros internos que se tienen en la actualidad son poco efectivos, ya que la mayoría solo contienen un espacio disponible y se estará estandarizando los desechos para tres tipos, los cuales se observaron con anterioridad como lo son basura común, plástico y cartón, es por esto que se generaron dos nuevo diseño de basurero los cuales se pueden acomodar según el espacio disponible, estos diseños son de la siguiente manera:

Figura 20. **Diseño del contenedor interno**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2.2. Ubicación

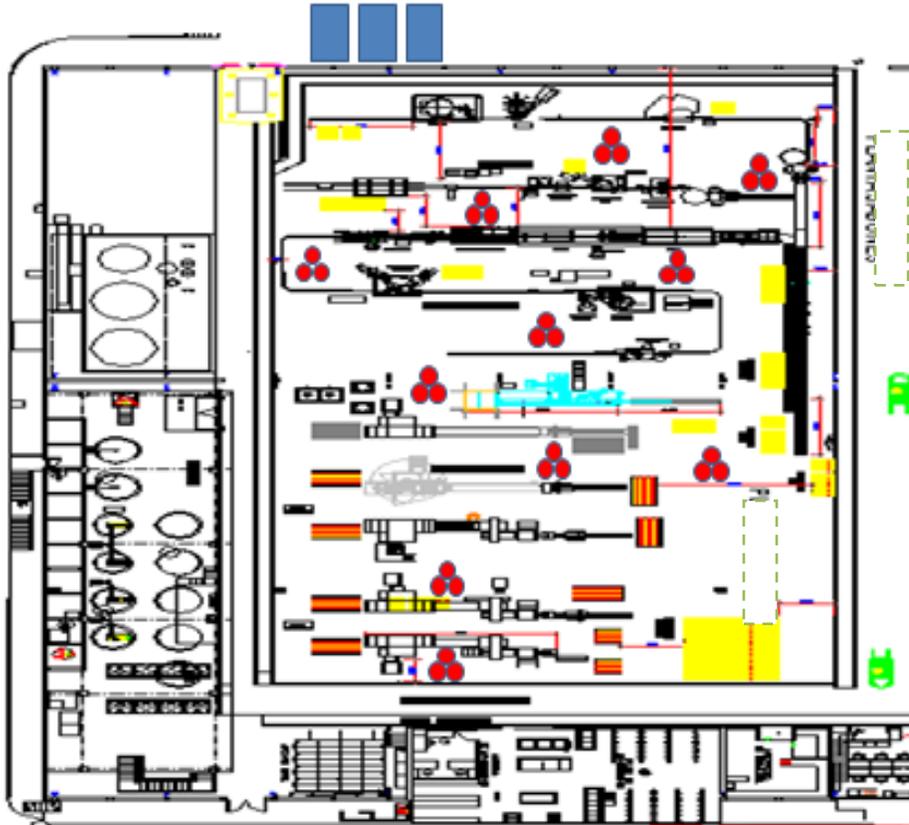
La ubicación de los contenedores internos y externos para la planta de manufactura fueron evaluados por los operadores para su mejor accesibilidad y fácil clasificación, estos fueron diseñados para que la clasificación sea efectiva en todos sus aspectos, para identificar de mejor manera la simbología del *layout* se tiene el siguiente cuadro:

Tabla IX. **Simbología**

Simbología	Descripcion
	Basurero Interno
	Basurero Externo

Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

Figura 21. Ubicación de depósitos para basura



Fuente: manual de diseños *Innovative Group*.

3.3. Análisis del proceso de almacenaje

El proceso de almacenaje que se mencionó en el punto 2.4, tiene la ventaja de poder ser mejorado mediante la implementación de las dos propuestas antes mencionadas, esto es debido a que se obtendrá más espacio, orden y estarán ordenados de mejor manera.

El almacenaje debe ser optimizado debido al espacio reducido que poseen los centros de reproceso, al implementar la clasificación se estará aumentando el espacio para otras actividades y así mismo posicionar mayor cantidad de pacas.

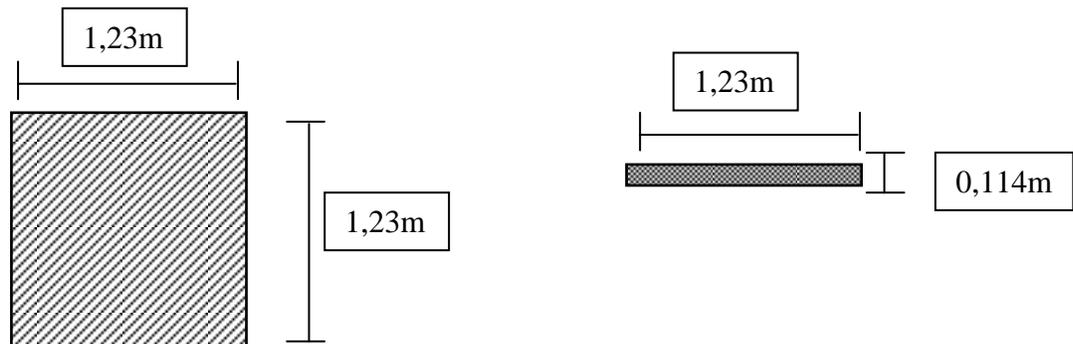
4. IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS

4.1. Implementación de báscula

4.1.1. Cimentación

La cimentación de una báscula es una parte importante, para este caso se tendrá una báscula al nivel del piso, es por eso que se debe incluir una fosa como parte de la cimentación, para esto es necesario marcar un recuadro de 1,23 metros x 1,23 metros, esto indica que se debe dejar 1 centímetro en cada extremo, y así mismo generar un bocado con profundidad de 11,4 centímetros para lograr la ubicación a nivel del piso, este bocado debe llevar concreto en sus cuatro paredes y en el fondo una fundición que incluya concreto armado.

Figura 22. Cimentación de la báscula

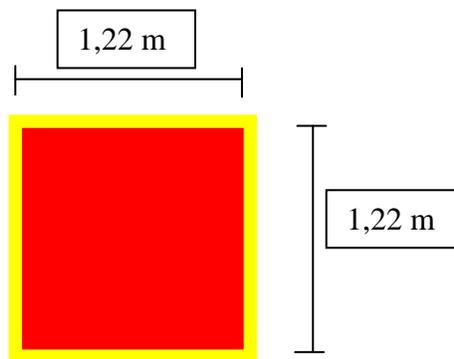


Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Pintura

La pintura de una superficie que contiene un dispositivo o máquina, es de vital importancia para el control visual de la planta, esta pintura debe ser estándar para que todo el personal que labore en esa área identifique el significado de esos colores en una superficie, entre los colores comunes que se deben utilizar para delimitar un área son los siguientes:

Figura 23. **Pintura de la superficie de la báscula**



Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Inducción

El proveedor dentro de sus especificaciones de venta incluye una capacitación sobre el uso de la báscula, la cual es de vital importancia para nuestro proceso, es por esto que se debe seleccionar a dos o tres personas líderes a nivel de operación y una o dos personas administrativas las cuales estarán encargadas de esta área, para que puedan ser capacitadas y en un futuro, si se diera algún cambio estas personas puedan capacitar a las futuras

encargadas, esta inducción debe quedar documentada y con un listado de asistencia para corroborar que el personal está capacitado y que puede usar el sistema que recientemente se instalará.

Dentro de la inducción se deben abarcar temas importantes como el funcionamiento del equipo, partes que contiene, tipo de calibración y frecuencia, revisión de manuales, programación, entre otros.

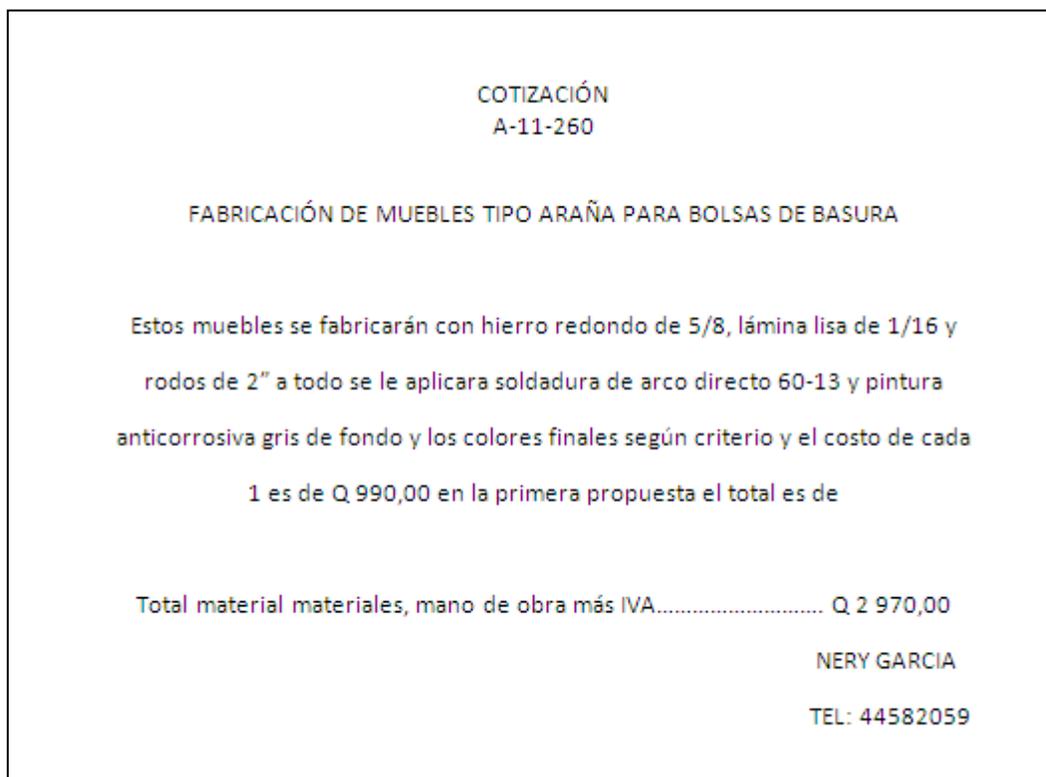
El tiempo estipulado para esta actividad es de 2 horas en las cuales se abarquen los temas más sobresalientes y posterior a esto se debe dar inicio a la utilización del equipo.

4.2. Clasificación de los desechos

4.2.1. Contenedores nuevos

Se deben comprar contenedores internos nuevos, los cuales incurren en un costo, el cual se recuperará luego al tener un sistema de reciclaje eficiente, el costo de cada contenedor es el siguiente:

Figura 24. **Cotización sobre la construcción de los botes de basura**



Fuente: cotización marzo 2011.

Según la cotización sobre los contenedores internos, se puede observar que nuestra inversión para obtener contenedores nuevos esta descrita en el siguiente cuadro.

Tabla X. **Inversión de depósitos**

Cantidad de depósitos necesarios	Costo	Total inversión
11	Q 2 970,00	Q 32 670,00

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Estandarización de bolsas

Las bolsas en su mayoría como se vio anteriormente deben ser de color transparente, para lo cual se hizo un estudio acerca del consumo mensual de bolsas en la planta, el cual se desglosa de la siguiente manera:

Tabla XI. **Cantidad de bolsas a utilizar**

Cantidad de bolsas por día	1
Cantidad de bolsas por contenedor	3
Cantidad de contenedores	11
Proyección mensual	30
Total	990

Fuente: elaboración propia.

Según el resultado anterior que fue de 990 unidades de bolsas se puede realizar la cotización sobre 1 000 unidades y de esta manera poder estimar el costo de implementación de bolsas color transparente en todos los contenedores de la planta.

Figura 25. **Cotización de bolsas para basura**

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	MILLAR	TOTAL
Bolsas LDPE transparente sin impresión	35plg x 53plg Tonel	1 000 U	Q 2 100,00	Q 2 100,00

Fuente: cotización mayo 2011.

4.3. Capacitación y seguimiento

4.3.1. Sensibilización y capacitación de los empleados

Todos los empleados deben estar enterados del programa del que se quiere formar parte ya que con una persona que no realice las acciones necesarias se pierde la finalidad de las operaciones.

La sensibilización es influenciar en las personas para que adquieran y reconozcan la importancia del tema que en este caso es el reciclaje dentro y fuera de la planta de manufactura, es por esto que se usa la sensibilización para llegar a los trabajadores y brindarles el conocimiento necesario sobre el reciclaje y que ellos mismos lo puedan aplicar. Cuando se habla de sensibilizar el área administrativa debe encargarse de que todo el personal obtenga la misma información por medio de distintos medio los cuales se verán más adelante.

Esta actividad se realiza con el fin de que las personas entiendan el funcionamiento del programa y como los desechos afectan al medio ambiente, esto se llevará a cabo por medio de las distintas actividades en diferentes semanas por aproximadamente 4 meses en donde se realizaran:

- Capacitación e inducción del programa, una hora por mes (total 4 horas).

- Talleres de manejo de desechos y funciones del centro de reproceso, una hora por semana por línea de producción (total 16 horas).
- Evaluaciones de entendimiento hacia el personal que toma los talleres (una vez al mes evaluando las 4 sesiones).
- Presentaciones sobre reciclaje vistas en la cafetería en la hora de desayuno, almuerzo y cena (total de 4 presentaciones durante el programa).

4.3.2. Reuniones mensuales

Las reuniones mensuales han sido un programa que ha funcionado de manera extraordinaria en varias empresas y se basa en la comunicación de resultados, información y estadísticas a todo el personal sobre algún tema en específico, para este caso se utilizarán las reuniones mensuales siempre con el fin de transmitir resultados de varios temas propios de la empresa, pero se tomará un tiempo estipulado para informarle al personal sobre la parte de reciclaje, cuando se dice informar se refiere a estadísticas e índices de reciclaje y de igual manera la capacitación constante sobre el tema para no perder el enfoque en el reciclaje.

4.3.3. Relaciones con el medio ambiente

Las relaciones con el medio ambiente es una forma de dar a conocer el tema del reciclaje, esto tiene un gran impacto en todo el mundo, ya que todos saben que el reducir el desecho es bueno para el medio ambiente porque conserva recursos naturales. Lo que mucha gente no sabe es que la reducción de desecho sólido y el reciclaje también tienen un impacto en el cambio del clima global.

La información sobre el medio ambiente que se menciona llegara al personal de forma interactiva, esto quiere decir que se reunirá a un grupo por línea de producción cada día de la semana y se expondrá toda esta información para que las personas se empiecen a relacionar con el tema.

La manufactura, la distribución y el uso de productos, así como la gestión del desecho producido, como parte del desecho producido todos resultan en la emisión de gases de invernadero. Los gases de invernadero, que acaparan el calor en la parte elevada de la atmósfera, ocurren naturalmente y ayuda a crear climas que sostienen la vida de nuestro planeta. Concentraciones elevadas de estos gases pueden contribuir a aumentos en las temperaturas globales, cambios en el nivel del mar, y otros cambios climatológicos.

La prevención de desecho y reciclaje conjuntamente llamado la reducción de desecho ayuda a manejar mejor el desecho sólido que se genera. Sin embargo, reducir el desecho es una estrategia poderosa para reducir los gases de invernadero porque puede:

- Reducir las emisiones del consumo de energía. El reciclaje ahorra energía. Los bienes elaborados de materiales reciclados típicamente requieren menos energía que la producción de bienes de materias primas vírgenes. Cuando las personas vuelven a utilizar los bienes o cuando los productos son elaborados con menos material, se necesita menos energía para extraer, transportar y procesar las materias primas y manufacturar los productos. Cuando la demanda de la energía disminuye, se queman menos combustibles fósiles y se emite menos bióxido de carbón a la atmósfera.

- Reducir las emisiones de incineradores. El reciclaje y la prevención de desecho desvía materiales de los incineradores y por consiguiente reduce las emisiones de gases de invernadero originados por la combustión de desecho. Reducir las emisiones de metano de los vertederos. La prevención de desecho y reciclaje (incluyendo el compostaje) desvía desechos orgánicos de los vertederos, reduce el metano que sería liberado al descomponerse estos materiales en un vertedero. Aumentar el almacenaje de carbón en los bosques. Los árboles absorben bióxido de carbono de la atmósfera y lo almacenan en la madera en un proceso llamado secuestro del carbón. La prevención de desecho y el reciclaje de productos de papel permiten que más árboles permanezcan en los bosques donde continuarán removiendo el bióxido de carbono de la atmósfera.

4.3.4. Índices de mejora

Las mejoras dentro de la empresa se deben poder medir para que de esta manera se pueda ver si las acciones tomadas dan mejores resultados, ya que si no se puede medir no se puede mejorar, por ejemplo:

- Real v objetivo: se debe realizar una proyección de cuantos kilogramos de desecho se debe reciclar y se compara contra el real, que es la cantidad de desecho que se retiró en ese mes, este índice debe ir siempre hacia abajo ya que entre menos desecho se obtenga es mejora para la empresa.
- Desecho disponible para reciclar vs desecho rechazado para reciclar: el desecho que se obtiene clasificado no siempre es efectivo para reciclaje ya que existen distintas formas de que este sea rechazado según su calidad, es por eso que se debe llevar este índice el cual mostrará que

cantidad de desecho se está reciclando efectivamente contra el desecho que se obtuvo.

4.3.5. Mantas y rótulos

La publicidad a la campaña de reciclaje dentro de la planta de manufactura debe ser de vital importancia ya que este es el medio por el cual las personas son informadas del movimiento, las mantas y rótulos son parte de una publicidad exterior de tipo visual, de la cual se estima que siete segundos es el tiempo máximo en que el personal debe verse impactado por el mensaje.

Este mensaje debe poder ser visualizado por todo el personal de la empresa ya que tiene el fin de hacer un recordatorio constante y mantenerlo en la mente de las personas para que estas realicen acciones a favor de la campaña.

Así, un mensaje efectivo debe ser:

- Impactante: que destaque del entorno y capte la mirada del espectador.
- Sencillo, fácil de comprender: se asocie rápidamente con el producto.

Aquí es donde el mejor papel lo juegan las imágenes. La historia no debe ser elaborada sino es comprensible de un solo vistazo. Uno de los mayores errores de la publicidad exterior es creer que el público se va a detener a descifrar una historia.

- Texto breve y directo: inteligible y relacionado directamente con la imagen.

5. RESULTADO DE LA PROPUESTA

5.1. Análisis de cada propuesta

5.1.1. Indicadores

Los indicadores muestran como cada propuesta produce una mejora en este proceso, ya que si alguna acción no se puede medir no se puede mejorar, esto indica que para cada una de las propuestas se debe de saber lo siguiente:

- La mejora de la implementación de la báscula debe ser registrada al calcular los tiempos en que el camión hace normalmente su trayectoria la cual es ser pesado (en la báscula de camiones ubicado a 500 metros del centro) sin ningún tipo de carga, luego cargar las pacas de un tipo material y regresar al lugar de pesado y así sucesivamente con todos los tipos de materiales que este programado a transportar, y la siguiente toma de tiempos es con la nueva implementación de la báscula interna la cual le indica al operador el peso exacto de la paca que estará cargando, así este solo realiza la suma y obtiene el dato exacto del peso que transporta el camión. En la siguiente tabla se realizó un análisis de los tiempos que se reducen al aplicar la propuesta planteada.

Tabla XII. **Análisis de tiempos**

Toma de tiempo	Tiempo situación actual (min)	Tiempo estimado con mejora (min)
1	49	27
2	54	31
3	45	23
4	58	26
5	63	25
6	57	23
Promedio	54	26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Resultado análisis**

Tiempo situación actual	Tiempo estimado con mejora (min)	Reducción de tiempo (min)	% de reducción
54	26	28	52%

Fuente: elaboración propia.

- La estandarización de los distintos activos, esta mejora se debe registrar de manera que la clasificación de los desechos será más eficiente a la situación acostumbrada.

5.1.2. Control y monitoreo

Se debe asignar un supervisor del programa de reciclaje, ya que se le debe dar seguimiento por medio de distintas actividades como por ejemplo; los reportes mensuales, la verificación del cumplimiento y el cumplimiento con respecto al estándar.

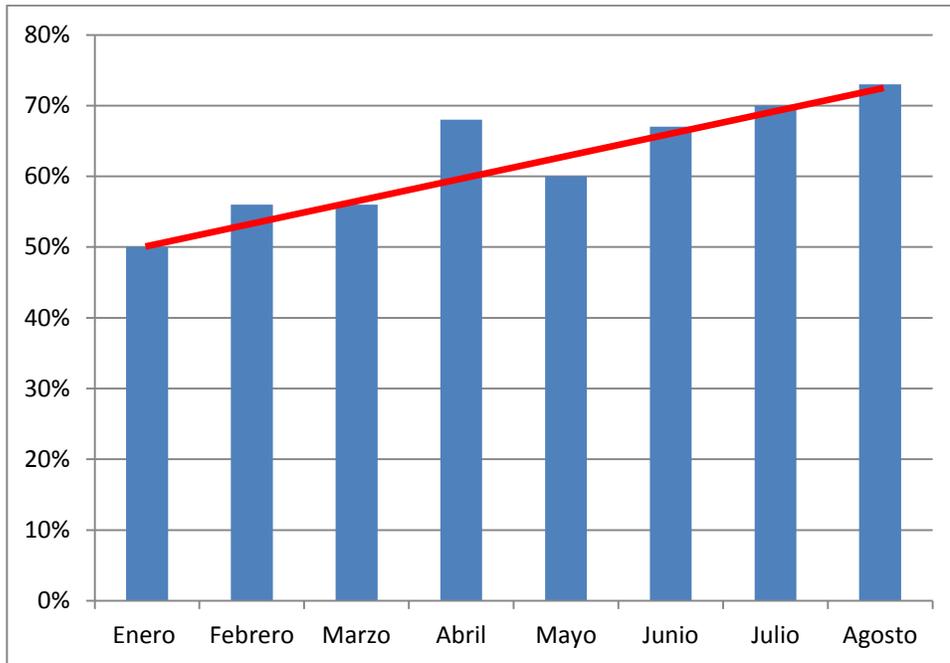
Cuando se habla de control y monitoreo se quiere dar a entender que este programa así como cualquier otro, para que sea cumplido se le debe dar seguimiento, es por eso que se debe firmar constantemente los reportes que se llenan, revisar frecuentemente los camiones para verificar que todo se este realizando de acuerdo al proceso establecido y de igual manera involucrarse con la gente para que estos cumplan con las tareas asignadas durante el período de capacitación, el cual tiene una ventaja, ya que en caso no cumpliera un operador con sus tareas este se puede sustituir inmediatamente por un segundo que realizará su trabajo de igual manera.

5.1.3. Reportes mensuales

Los reportes mensuales, son una manera de darle seguimiento a los programas que se implementaran acerca del reciclaje ya que en estos se podrá ver la mejora en el proceso, de igual manera mensualmente se puede ver tendencias hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de cómo se este trabajando el reciclaje en la planta.

Dentro de los reportes mensuales que se deben llevar, se tiene que incluir gráficas que representen el porcentaje de desechos que se han enviado a reciclar contra el material de desecho total que se obtuvo en el mes como se puede ver en la figura 26.

Figura 26. **Ejemplo grafica material reciclado Vs. material desechado**



Fuente: elaboración propia.

5.2. **Beneficios-costos de la propuesta la adquisición de una báscula**

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costes y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. Este método se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc., prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas, a continuación se presenta el análisis sobre la adquisición de la báscula industrial.

Al evaluar la implementación de la báscula se incurre en el costo de la adquisición del equipo que es de Q 45 100,00, esto incluye la instalación, capacitación del personal y calibración, este es básicamente el único costo en el que se incurriría para la propuesta.

Debido a que el beneficio que se obtiene con esta implementación no es representado económicamente, se hace la referencia que el beneficio es una disminución de tiempo para cargar el camión el cual brinda una mayor capacidad de tiempo de producción y la eficiencia del centro se ve afectada positivamente debido a que se producen más pacas en el mismo tiempo.

El tiempo se disminuyo en un 52 por ciento lo que indica que se redujo más de la mitad del tiempo que se tenía establecido para esa acción, otro beneficio que se puede agregar a esta propuesta es la motivación del personal, ya que al tener equipo moderno se ven en la obligación de trabajar de mejor manera para el cumplimiento de los objetivos del centro.

6. IMPACTO AMBIENTAL DE LA PROPUESTA

6.1. Responsabilidad social empresarial

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es la parte que las empresas deben de trabajar a favor del desarrollo sostenible, es decir, a favor del equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y el aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente. Este equilibrio es vital para la operación de los negocios y por esto se trataran temas de RSE y el medio ambiente.

Es común que la mayoría de las empresas examine el cómo construir una planeación estratégica exitosa de producción y de consumo sin olvidar el entorno, pero se toma en cuenta o sólo consideran los clientes para satisfacer sus respectivas necesidades y a los mismos competidores.

El mayor desafío que enfrentamos es el calentamiento global, entre ellos la contaminación, la deforestación y el cambio climático. Todos esos temas se trabajan junto con el Sistema de las Naciones Unidas de Guatemala y el Centro para la acción de la responsabilidad social empresarial (Centra RSE), enfocados en estos temas, se trabaja en el manejo de desechos sólidos como un modelo sostenible, ya que son los que se producen a mayor cantidad y generar una preocupación a nivel nacional. Con el fin de generar un manejo adecuado de estos desechos, se propone el reciclaje como una opción viable y sostenible que permitirá incrementar el uso de materias necesarias para la producción dentro de la planta. Pero además de aprovechar los recursos que la

planta tiene, también se pueden utilizar los desechos para la generación de energía renovable en un futuro.

Sin embargo, los modelos para generar un modelo sostenible de gestión de manejo de desechos sólidos implica el involucramiento de varias partes, entre ellas las autoridades administrativas y de gerencia, quienes deben garantizar la certeza jurídica para que estos proyectos se lleven a cabo, especialmente en la inversión privada.

Adicional a ello, la divulgación al personal tanto administrativo como operativo es de suma importancia, para no generar temor o mal manejo de la información y generar la participación de las partes involucradas.

Por otra parte, los resultados deben ser dados a conocer, esto con el fin que sean replicados en otras áreas, tanto en el país como en el resto de subsidiarias.

También se debe tratar los factores de éxito de este tipo de proyectos sostenibles, que sin duda se basan en el factor humano, la relación público privada, estudios y análisis de nuevas tecnologías y, por supuesto, la capacidad empresarial.

Es así como, se insiste que la naturaleza constituye una gran empresa proveedora de bienes y servicios, que funcionan independientemente del mercado y que nos provee, entre otras cosas, de oxígeno, agua dulce, regulación del clima, energía, materiales y demás elementos esenciales para nuestra existencia.

El medio ambiente y los recursos naturales no nos cobran dinero, además de proveernos de los elementos esenciales, de climatizar nuestro entorno y de mantenerlo en las condiciones adecuadas para nuestra vida, nos brinda también los servicios de recepción y reciclado de productos residuales. Todos los días captan y limpian a la atmósfera del anhídrido carbónico y otros gases producidos y a los demás materiales de desecho que generamos en la vida humana.

Así que, definitivamente se debe empezar a cambiar la forma de comportamiento con el medio ambiente y transmitir el compromiso con el medio ambiente, pero sobre todo, el cambio radica en la actitud positiva para resolver un problema que involucre a todos.

6.2. Medio Ambiente

La propuesta tiene un efecto positivo en cuanto al medio ambiente ya que se reducen los desechos, se reutilizan y se les da una mejor funcionalidad preparando pacas para su posterior reciclado, de esta manera apoyamos al medio ambiente y de igual manera le damos un mejor uso a los materiales y no como se tenía estipulado anteriormente. Entre las ventajas y desventajas más comunes de la mejora que se propone se tiene:

6.2.1. Ventajas de la mejora

- Se reduce la utilización de materiales dentro de la planta.
- Se aumenta la productividad de las líneas de producción por medio del orden y limpieza de los desechos.
- Se reduce la cantidad de residuos sólidos que se depositan en los basureros de reproceso.

- Se ahorra energía para procesar nuevas materias mientras se reutilizan los materiales ya existentes.
- Se reduce la contaminación hacia el medio ambiente y de igual manera se conserva de mejor manera.
- Se protegen los recursos que nos brinda el medio ambiente para la producción.
- Se ahorra materia prima en la manufactura de productos con materiales reciclables.
- Efectividad en la clasificación y realización de pacas.
- Se obtiene mayor ingreso debido que se vende mayor cantidad de pacas.

6.2.2. Desventaja de la mejora

- Algunos de los materiales que se reprocessan pueden contener residuos de producto y esto causa una pérdida del material a reciclar.
- Para el reciclaje completo de materiales se necesita un sistema muy complejo, el cual su inversión es alta.
- Algunos procesos de reciclaje generan mayor costo que el mismo.

6.3. Impacto en la empresa

6.3.1. Personal de la empresa

El personal de la empresa el cual apoyó esta campaña se sentirá orgullosa del trabajo logrado, esto lo reflejara en la mejora de su desempeño y a la vez garantizando que se dará seguimiento a la campaña, ya que el personal de la empresa fue reconocida por el equipo de reciclaje podrán dar excelentes referencias frente a otras entidades.

Otro factor importante a tomar en cuenta es que la mayoría de las personas realizaran en sus hogares y alrededores las prácticas de reciclaje vistas en su empresa, esto proporciona una expansión de conocimientos y prácticas en todo el país.

6.3.2. Contratistas

Los contratistas que como su nombre lo indican son subcontratados por la empresa para alguna tarea en específico, deben de igual manera dar apoyo a la empresa en la campaña de reciclaje, ya que estos prestan un servicio a la empresa y deben cumplir con las normas que esta exige.

De igual manera estas personas se verán conmovidas por el desarrollo sostenible que la planta genera hacia sus empleados e indirectamente hacia ellos.

6.3.3. Otras Empresas

Las empresas que se familiarizan constantemente con la empresa que aplica esta campaña, serán beneficiadas de manera que tendrán un ejemplo a seguir en cuanto a reciclaje y medio ambiente se refiere, ya que al tomar el liderazgo sobre el tema de reciclaje pueden llegar a formar parte de la asociación de empresas con desarrollo sostenible en Guatemala.

CONCLUSIONES

1. El análisis de los procesos de fabricación, es una de las herramientas principales para lograr una reducción de tiempos y costos en las actividades que están involucradas en dichos procedimientos.
2. Con el análisis realizado se determinó que las causas principales, de la gestión del centro de reproceso fueron la pérdida de tiempo en el pesaje y almacenaje de las pacas, la falta de interés e involucramiento del personal general de la planta y falta de conocimiento del personal que se relaciona directamente con los desechos.
3. Se propone la adquisición de recipientes adecuados para cada tipo de desecho que permita una clasificación adecuada que permita facilitar la fabricación de la paca de desecho.
4. Siendo la falta de interés y conocimiento del personal por la clasificación de los desechos, una de las causas principales de la recolección de desechos, se plantea la creación de un programa de reciclaje en el cual todo el personal de la empresa esté involucrado y participe de manera interactiva en el cuidado del medio ambiente.
5. Se propone la adquisición de una báscula que se incorpore al proceso de fabricación de la paca, para eficientar el sistema de pesado que actualmente se tiene.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el seguimiento del programa de reciclaje de manera que el personal entienda, se sienta involucrado e interesado en el cuidado del medio ambiente.
2. Estudiar de manera adecuada los desechos que se generan en cada planta para poder darle un reciclaje correcto y así mismo tratar de reducir y reutilizar los desechos.
3. Utilizar herramientas correctas para la calibración de la báscula la cual debe seguir un plan de mantenimiento preventivo el cual evite posibles averías en la misma.
4. Documentar y registrar los procesos por medio de los formatos propuestos para evaluar la funcionalidad del centro de reproceso.
5. Crear un comité del cuidado del medio ambiente el cual tenga como función las actividades del centro reproceso y actividades ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y mediciones del trabajo*. Mexico: McGraw-Hill, 2007. 459 p.
2. LANDAVERY RUANO, Mynor Humberto. *Administración y distribución de insumos para una cadena de restaurantes de comida rápida*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 137 p.
3. CHRISTOPHER, Martin. *Logística. Aspectos estratégicos*. México: Limusa, 2007. 200 p.
4. FRAZELLE, Edward H.; SOJO Ricardo. *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Bogotá: Norma, 2006. 150 p.
5. MULLER, Max. *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: Norma, 2004. 185 p.
6. MORALES, Jorge. *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones*. Guatemala: USAC, 3a. ed. 2006. 309 p.
7. RODRÍGUEZ, Bayron Eduardo. *Importancia de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo en camiones de servicio liviano de 12 toneladas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 114 p.

