



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

**MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN
FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES**

Hugo Fernando Díaz Sánchez

Asesorado por la Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Guatemala, enero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN
FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HUGO FERNANDO DÍAZ SÁNCHEZ

ASESORADO POR LA INGA. AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Ramírez
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

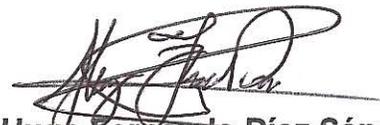
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 3 de marzo de 2016.



Hugo Fernando Díaz Sánchez

Guatemala, junio de 2017

Ingeniero

José Francisco Gomez Rivera

Director de Escuela Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Presente

Ingeniero Gomez

Le saludo atentamente informándole que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado **MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES**, desarrollado por el estudiante universitario Hugo Fernando Díaz Sánchez, con carné 2011 14469.

Después de haber realizado todos los cambios necesarios y siguiendo las recomendaciones de la asesoría, se ha cubierto el estudio planteado, habiendo proyectado soluciones de ingeniería; en virtud me remito a aprobar el trabajo de graduación.

Atentamente,


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada



Colegiado 7141

Asesora

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.162.017

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Fernando Díaz Sánchez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Saulo Moisés Méndez Garza
INGENIERO INDUSTRIAL
COL. No 7,165

Ing. Saulo Moisés Méndez Garza
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2017.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.011.018

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 **MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por el estudiante universitario **Hugo Fernando Díaz Sánchez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2018.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

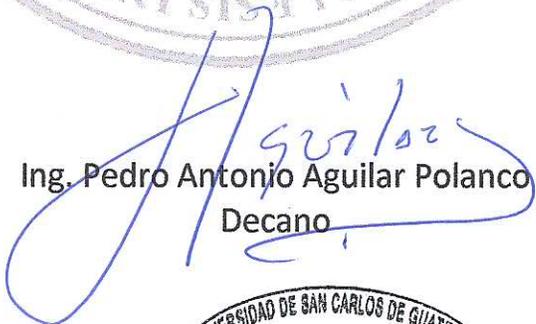


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 025.2018

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: **MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICO PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES FLEXIBLES**, presentado por el estudiante universitario: **Hugo Fernando Díaz Sánchez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, enero de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por siempre estar presente en cada momento de mi vida y su infinito amor.
- Mis padres** Hugo Rolando Díaz Soto y Lilian Amparo Sánchez Barrera por su incondicional apoyo durante toda la carrera, por ser padres ejemplares y por todo el amor demostrado.
- Mis hermanos** María de los Ángeles y José Juan por sus ánimos y brindarme todo su apoyo.
- Mis abuelas** Rogelia Soto y Marta Estrada por ser un ejemplo de perseverancia y todo su cariño.
- Familia Zamora Orellana** Por motivarme a alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme ser parte de esta prestigiosa casa de estudio superior y prepararme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por abrirme las puertas y ser parte de ella.
Mi asesora	Inga. Anabela Cordova por su guía profesional y apoyo en este trabajo de graduación.
Familia Gonzales Zavala	Por incentivarirme a cumplir esta meta y apoyarme en mi crecimiento profesional y personal.
Mis amigos	A cada uno de ellos por estar presente en cada etapa de la carrera, gracias por todos los momentos compartidos y su sincera amistad.
La empresa	Por abrirme sus puertas y la confianza depositada para poder llevar acabo el presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Orígenes de la empresa	2
1.1.2. Política de calidad.....	2
1.2. Información general.....	4
1.2.1. Misión	5
1.2.2. Visión.....	5
1.2.3. Valores	5
1.2.4. Organigrama.....	5
1.3. Actividades de la empresa.....	6
1.3.1. Servicios	7
1.3.2. Productos.....	8
1.4. Naturaleza de los empaques	9
1.4.1. Tipos de empaques	10
1.5. Planta de empaque flexible	13
1.5.1. Tipo de Producción.....	13
1.6. Origen de la impresión flexográfica	14
1.6.1. Impresión flexográfica.....	15

	1.6.1.1.	Tintas.....	16
	1.6.1.2.	Solventes.....	17
		1.6.1.2.1. Solvente reciclado.....	17
		1.6.1.2.2. Solvente virgen	17
1.7.		Proceso de impresión flexográfico	17
	1.7.1.	Tipos de producción	18
2.		SITUACIÓN ACTUAL	21
2.1.		Descripción del producto.....	21
2.2.		Materia prima utilizada	21
	2.2.1.	Sustratos	22
	2.2.2.	Tintas.....	23
	2.2.3.	Solventes virgen.....	24
	2.2.4.	Solvente reciclado.....	25
2.3.		Descripción del equipo.....	25
	2.3.1.	Maquinaria.....	26
	2.3.2.	Equipo de protección.....	26
	2.3.3.	Herramientas.....	28
2.4.		Descripción del proceso de impresión flexográfico	28
	2.4.1.	Diagrama de flujo del proceso.....	29
	2.4.2.	Diagrama de recorrido.....	32
	2.4.3.	Utilización de solventes virgen	35
	2.4.4.	Utilización de solvente reciclado	35
2.5.		Descripción del proceso de lavado de prensa.....	35
	2.5.1.	Manejo de solvente reciclado	36
2.6.		Análisis de costos.....	36
	2.6.1.	Solventes virgen.....	37
	2.6.2.	Solvente reciclado.....	37
2.7.		Estudio de cromatografía del solvente reciclado	38

2.7.1.	Análisis de componentes.....	39
2.7.2.	Determinación de sólidos en el solvente reciclado	48
3.	PROPUESTA PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO	51
3.1.	Análisis para mezcla adecuada.....	51
3.1.1.	Adecuación del solvente reciclado.....	53
3.1.2.	Porcentaje de solvente reciclado a utilizar.....	54
3.2.	Proceso de impresión flexográfica.....	55
3.2.1.	Manejo de mezcla en el proceso	56
3.2.2.	Diagrama de flujo del proceso	57
3.3.	Lavado de prensa.....	61
3.3.1.	Cantidad de solvente reciclado a utilizar	63
3.4.	Manejo de solidos del solvente reciclado	64
3.4.1.	Utilización correcta de los solidos.....	65
3.5.	Análisis de costos.....	66
3.5.1.	Estimación de la reducción del costo en la utilización del solvente	67
3.6.	Mejoras en el medio ambiente.....	68
3.6.1.	Área a reducir la contaminación	69
3.7.	Pruebas en el proceso de impresión flexográfica utilizando el solvente	70
3.7.1.	Análisis de las pruebas.....	71
3.8.	Utilización del formato para el informe de producción.....	73
3.8.1.	Actualización del formato.....	74
4.	IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.....	77
4.1.	Acciones por realizar	77

4.1.1.	Entidades responsables	78
4.1.1.1.	Gerencia general.....	79
4.1.1.2.	Departamento de producción	80
4.2.	Publicación de cambios en el proceso	80
4.2.1.	Informe de adecuación del solvente.....	81
4.2.1.1.	Notificación a departamento de producción y Gerencia General	Error! Marcador no definido.
4.2.2.	Notificación de los involucrados	84
4.2.2.1.	Adecuación de instructivo.....	85
4.2.2.2.	Introducción al personal responsable...	85
4.3.	Capacitación de operarios.....	86
4.3.1.	Charlas informativas del proceso	87
4.4.	Proceso de impresión flexográfica	88
4.4.1.	Manejo de mezcla	88
4.5.	Lavado de prensa	89
4.5.1.	Proceso del manejo del solvente.....	90
4.6.	Manejo adecuado de los solidos	90
4.6.1.	Recolección de desechos.....	91
5.	RESULTADOS Y SEGUIMIENTO	93
5.1.	Resultados obtenidos en la implementación	93
5.1.1.	Interpretación	94
5.2.	Beneficios obtenidos en la propuesta.....	95
5.2.1.	Análisis costo beneficio	96
5.2.2.	Medio ambiente.....	98
5.3.	Acciones de inspección.....	102
5.3.1.	Control de calidad en el solvente	102
5.3.1.1.	Manejo de viscosidades	103
5.3.2.	Producto final	103

5.3.2.1.	Departamento de producción.....	104
5.4.	Auditorias.....	104
5.4.1.	Interna	105
5.4.2.	Externa	106
5.5.	Consideración de buenas prácticas de manufactura.....	107
5.5.1.	Capacitación de personal	108
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES		113
BIBLIOGRAFÍA.....		115
ANEXOS.....		117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ciclo de las 3R's.....	4
2.	Organigrama de la empresa de empaques flexibles	6
3.	Reciclaje de materiales	7
4.	Empaques flexibles	8
5.	Empaques de cartón	11
6.	Empaques de plástico	12
7.	Empaques plásticos flexibles	12
8.	Producto flexográfico impreso	15
9.	Proceso de impresión.....	18
10.	Sustrato de impresión	23
11.	Impresora flexográfica Miraflex	26
12.	Equipo de protección personal.....	27
13.	Proceso de impresión.....	29
14.	Diagrama de flujo del proceso.....	30
15.	Distribución de la planta de empaques flexibles	33
16.	Diagrama de recorrido del proceso de impresión flexográfica	34
17.	Gráfica solvente 40% etanol, 40% propanol 20% NPA	41
18.	Gráfica solvente 70% etanol, 30% acetato de etilo	43
19.	Gráfica solvente 80% etanol, 20% NPA	45
20.	Gráfica solvente reciclado	47
21.	Propuesta diagrama de flujo	59
22.	Hoja de control, lavado de prensa.....	63
23.	Etiqueta de diamante de materiales peligrosos, NFPA 704.	65

24.	Cartilla de color	73
25.	Propuesta de formato de lista de chequeo	76
26.	Cronograma de actividades	84
27.	Capacitación	87
28.	Buenas prácticas de manufactura.....	107

TABLAS

I.	Resumen diagrama de flujo del proceso.....	32
II.	Consumo y costo de solvente virgen	37
III.	Consumo y costo de solvente reciclado.....	38
IV.	Resultado cromatografía de solvente 40% etanol, 40% propanol, 20% NPA.....	39
V.	Resultado cromatografía de solvente 70% etanol, 30% acetato de etilo.....	42
VI.	Resultado cromatografía de solvente 80% etanol, 20 NPA	44
VII.	Resultado cromatografía de solvente reciclado	46
VIII.	Resumen de resultados del estudio de cromatografía	48
IX.	Consumo de solvente mensual.....	52
X.	Resumen diagrama de flujo propuesto	61
XI.	Costo metodo actual y metodo propuesto	67
XII.	Reducción de costos del método propuesto	68
XIII.	Reducción total de costo.....	68
XIV.	Datos para realizar regla de tres.....	82
XV.	Matriz de Leopold	100

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cost./kilo	Costo por kilo
E	Etanol
hrs	Horas
k	Kilo o kilogramo
Kg	Kilogramo
m/min	Metro por minuto
mts	Metros
mm	Milímetro
min	Minuto
min	Minutos
#	Numero
%	Porcentaje
Q	Quetzal (moneda guatemalteca)
X	Variable desconocida

GLOSARIO

Acetato	Material transparente que se emplea en la industria gráfica destinada a la fabricación de películas fotográficas.
Acetato de etilo	Es un derivado del acetato incoloro similar al agua y un olor penetrante.
Anilina	Es un líquido de olor característico utilizado para fabricar pinturas sintéticas.
Anilox	Es un rodillo regulador de tinta utilizado en impresión flexográfica, fabricado de acero cromado con microceldas que van controlando el nivel de tinta que transmite al imprimir.
Árbol de secado	Estructura metálica en la que se coloca la bobina impresa para que se seque.
Bilaminado	Materiales compuestos por dos capas de sustratos empleados en sistemas base solvente ideales para una alta barrera de protección de humedad, aromas, grasas o cualquier elemento ajeno al contenido.

Cetona	Compuesto orgánico unido a dos átomos de carbono del cual se forma el más sencillo ejemplo de nombre común acetona.
Copa din4	Es un medidor para determinar la viscosidad de un líquido de baja viscosidad con un orificio con diámetro de 4mm.
Etanol	Conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable.
<i>Fast food</i>	Comida rápida.
Flexografía	Técnica de impresión que utiliza una placa flexible con relieve, este sistema utiliza tintas líquidas caracterizadas por su gran rapidez de secado.
Fotopolímero	Sustancia sintética que sufre un cambio en sus propiedades por acción de la luz ultravioleta formando una diferenciación física entre las partes expuestas utilizada para la fabricación de formas de impresión.
HDPE	Designado así por sus siglas en inglés, llamado polietileno de alta densidad, es un polímero que se utiliza para la elaboración de envases plásticos desechables.

LDPE	Llamado polietileno de baja densidad por sus siglas en inglés, es un polímero termoplástico con buena resistencia térmica y química, resistente al impacto, flexible y puede ser reciclado.
Mangas	Es un forro de película de sustratos que reacciona a la aplicación de calor, encogiéndose sus dimensiones y adaptándose a la forma del envase.
Marcador tratado corona	Es un rotulador cuya función es determinar si una tinta o un adhesivo anclara bien sobre una superficie de película plástica cuando se imprime con flexografía.
<i>Margarine wrap</i>	Envoltura para margarina.
Monocapa	Estructura compuesta por un sustrato o una capa utilizada para brindar brillo, suavidad y flexibilidad para diferentes envolturas.
NPA	Normal propil acetato, es un líquido utilizado en la dilución de tintas para la impresión de todo tipo de empaques.
Peletizado	Proceso de reciclaje de plásticos el cual es fundido y pasado por un tubo delgado para luego enfriarse en un baño de agua y una vez frío se corta en pedazos.

PET	Llamado tereftalato de polietileno. Las siglas corresponden a su nombre en inglés, es un tipo de plástico usado en envases de bebidas.
Pichel	Recipiente utilizado para tomar solvente virgen.
PP	Llamado polipropileno, es un polímero termoplástico utilizado en una amplia variedad de empaques para alimentos y películas transparentes.
Propanol	Es un alcohol incoloro utilizado para tintas de secado rápido.
<i>Sandwich wrap</i>	Envoltura para sándwich.
<i>Snacks</i>	Boquitas o chucherías.
Solvente de corte	Se le llama así al solvente virgen cuya función es el rápido secado de la tinta sobre el sustrato impreso.
<i>Stand pouch</i>	Bolsa parable, son utilizadas para productos líquidos, en polvo o sólidos.
<i>Stock</i>	Existencia o almacén.
Termoencogibles	Sustrato sometido a condiciones térmicas los cuales se encogen y adaptan al producto a empaçar.

Trilaminado	Compuesto por tres sustratos de los materiales necesarios para la protección del producto principalmente de la luz.
Wipe	Limpiador, utilizado para limpiar superficies.
3R's	Es una práctica implementada para fomentar buenos hábitos con el medio ambiente la cual se refiere a reducir, reutilizar y reciclar.

RESUMEN

El presente trabajo aborda el manejo del solvente reciclado del proceso de impresión flexográfica, utilizado para la producción de empaques flexibles.

Inicialmente, se realiza un estudio del proceso actual de impresión y la utilización de los solventes, para obtener el consumo mensual de cada solvente y los costos que representan cada uno de ellos. Se recopila información de la utilización de solvente reciclado en el proceso productivo, la cantidad requerida y el uso que le dan, esto da como resultado que el solvente reciclado únicamente es utilizado para la limpieza de la maquinaria y herramientas de la impresora.

Mediante el análisis realizado se determinó que el costo del solvente reciclado es mucho menor que el del solvente virgen, por lo que surge la necesidad de investigar si el solvente reciclado puede implementarse en el proceso de impresión, como solvente de secado y curado de los materiales impresos. Para utilizarlo en la impresión debe contar con los mismos componentes que el solvente virgen, pero la empresa no conoce los componentes que contiene el solvente reciclado, por lo que mediante un estudio de cromatografía se puede determinar cada uno de ellos.

Luego de realizar el estudios se determinó que el solvente reciclado tiene los mismos componentes de uno de los solventes virgen por lo que se establece un plan para la mezcla de ambos en el proceso de impresión, ya que por contar con los mismos componentes tendrá la misma función en el proceso,

lo cual no afectará en variaciones en el funcionamiento de la impresora, y se logrará reducir los costos considerablemente.

Una vez establecido el porcentaje de solvente adecuado de la mezcla correspondiente al solvente virgen y reciclado, se implementan acciones de mejora dentro del proceso, como la correcta manipulación de los desechos generados, las buenas prácticas de manufactura y la generación de una producción más limpia. Como resultado se obtuvo una reducción mensual de los costos en la utilización de solventes y la mitigación de efectos contaminantes para el medio ambiente.

OBJETIVOS

General

Determinar la utilización y el manejo del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica para la producción de empaques flexibles.

Específicos

1. Reducir en un 5% los costos del proceso de impresión flexográfico mediante la utilización del solvente reciclado.
2. Determinar mediante el estudio de cromatografía los componentes del solvente reciclado y su posible adecuación como solvente de corte.
3. Realizar un análisis del proceso de impresión flexográfico para determinar el volumen de solvente reciclado a utilizar.
4. Establecer el proceso mejorado basado en la mezcla propuesta para la reducción de costos.
5. Determinar cuánto solvente reciclado se necesita en el lavado de la prensa.
6. Identificar mediante el estudio de cromatografía el porcentaje de sólidos que se generan en el solvente reciclado.

7. Elaborar un cuadro comparativo de los costos, entre la implementación de la mezcla propuesta del solvente reciclado y virgen, y el solvente actual.

INTRODUCCIÓN

El incremento constante de la tecnología y la rápida propagación de los mercados generan una alta competitividad dentro de las industrias. Para mantener un mercado objetivo se debe innovar y mejorar los productos y servicios que se les ofrece a los clientes, sin descuidar los costos y calidad de producción.

La calidad en los productos o servicios es uno de los principales objetivos de las industrias debido a las constantes exigencias o gustos de los consumidores. Para lograr la calidad en los procesos de producción, las empresas implementan sistemas de gestión de calidad y mejora continua, el cual deben efectuar en la planificación de su producción.

Un proceso de impresión flexográfica fabrica empaques de alto desempeño para mejorar sus procesos y hacerlos más productivos. Se ha determinado mediante una comparación de la cantidad de solventes utilizados en el proceso de impresión flexográfica y sus costos que, al utilizar en mayor proporción solvente reciclado en la limpieza del área de trabajo, los costos disminuyen considerablemente. Se quiere determinar la posibilidad de implementar una mezcla adecuada con solvente reciclado, la cual sustituya en un porcentaje considerable al solvente virgen, que se utiliza como solvente de corte para reducir sus costos.

Para implementar una mezcla homogénea en el proceso, es necesario establecer los componentes que el solvente reciclado debe poseer mediante el estudio de cromatografía. Debido a que no se cuenta con el equipo y personal

necesario para realizar el estudio, no se ha podido implementar la utilización de solvente reciclado en el proceso productivo, por lo tanto, los costos que se generan se han mantenido en relación con el solvente virgen.

Por medio del análisis del proceso de impresión flexográfico se determinará el volumen de solvente que se utiliza y de esta forma establecer la cantidad adecuada que se podría utilizar del solvente reciclado y, al mismo tiempo, proponer una mezcla adecuada para la reducción de los costos y de los contaminantes que genera la utilización de solventes virgen para el manejo de una producción más limpia.

Mediante el análisis del proceso, también se podrá controlar el manejo de los sólidos derivados de las tintas y solventes, mejorando así su manipulación. La suma de estas acciones permitirá que el proceso de impresión sea mucho más limpio e innovador, manteniendo la calidad y satisfacción de los consumidores finales, a bajo costo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

La empresa de producción de empaques flexibles realiza el proceso de impresión flexográfica. Esta empresa desea contar con la confianza de sus clientes, mediante la fabricación de envases, embalajes, etiquetas, impresiones y todo tipo de empaques, con la mejor calidad. En Guatemala, existen varias empresas dedicadas a la fabricación de todo tipo de empaque, esto genera competencia en la industria, por lo que se desea ser un proveedor líder en el mercado nacional e internacional.

La planta de producción de empaques flexibles cuenta con un equipo de trabajo comprometido con el cliente, para mantener su confianza y preferencia. Diariamente, se trabaja con pasión y entrega para enfrentar nuevos retos. Se han implementado sistemas innovadores en maquinaria de alta tecnología, respaldados por los sistemas de calidad, que garantizan la satisfacción del cliente. Esto es un valor agregado a los productos y se refleja en el reconocimiento nacional e internacional.

La empresa de empaques flexibles cuenta con una política de desarrollo sostenible. Consiste en satisfacer las necesidades de la sociedad actual, mediante el uso de materias primas recicladas que minimizan el impacto ambiental. Se utilizan responsablemente los recursos naturales para garantizar la sostenibilidad en el futuro mediante la reutilización y reciclaje de los recursos.

La empresa practica la cultura de conservación del medio ambiente a través de la aplicación de la Ley de las 3R's, Reducir, Reutilizar y Reciclar. El objetivo de esta ley es evitar que se genere un consumo desmedido de los recursos, como fugas de agua y consumo de energía eléctrica. Para ello, propone el uso solo de los recursos necesarios para la transformación de nuevos productos.

1.1.1. Orígenes de la empresa

Una empresa da inicio mediante intereses personales y un ambiente que genere condiciones económicas y de mercado, aptas para su desarrollo. Esto sucedió en el mercado de empaques flexibles en Guatemala.

Un grupo de líderes e innovadores empresarios guatemaltecos vieron la necesidad en la región de contar con un proveedor de empaques en los sectores de esta industria. Por ello, instalaron la primera planta de inyección de plásticos en Guatemala. De esta forma iniciaron sus operaciones y se destacaron entre los mejores del mercado. Como consecuencia, ganaron la confianza de marcas de prestigio. Al implementar la planta de empaques, generó un gran mercado y competencia nacional entre las plantas de empaques flexibles, ofreciendo una diversidad de productos en el país para las marcas consumidoras de empaque flexibles.

1.1.2. Política de calidad

La empresa aplica la política de calidad denominada política de gestión de mejora, la cual indica "Debemos buscar continuamente la excelencia en el negocio de empaques. Utilizando sistemas de gestión eficaces de calidad, inocuidad, salud y seguridad ocupacional, medio ambiente y responsabilidad

social, con recurso humano altamente competente y comunicación efectiva, para obtener la confianza y la satisfacción de nuestros clientes y de las partes interesadas, respetando el marco legal y cumpliendo los compromisos acordados.

- Calidad e Inocuidad: La inocuidad de nuestros empaques y cumplimiento con la calidad acordada.
- Salud y Seguridad Ocupacional: Prevenir, controlar y eliminar los riesgos para nuestros colaboradores.
- Medio Ambiente: Prevenir, minimizar y controlar los riesgos de impacto ambiental y fomentar las 3R's
- Responsabilidad Social: Cumplir y fomentar los principios de responsabilidad social por medio de la transparencia y comportamiento honesto y ético, cumpliendo nuestros valores de compromiso, integridad y confianza.”¹

La política de calidad enfatiza cuatro aspectos que la empresa ha establecido para lograr excelentes resultados. Las características de estos aspectos es que centran su atención en el medio que les rodea, por ejemplo, la responsabilidad social y el medio ambiente, ya que son conscientes del impacto negativo que podría ocasionarse si no se toman medidas para garantizar un buen manejo de los recursos.

¹ Central de empaques. <http://ingruplatam.com/nosotros>. Consulta: enero de 2017.

Figura 1. **Ciclo de las 3R's**



Fuente: <http://reciclajesavi.es/wp-content/uploads/2015/03/Reduce-Reutiliza-Recycle.jpg>.

Consulta: marzo de 2017.

La inocuidad de los productos y la garantía de la salud de los operadores es otro de los aspectos que la política de calidad pone en práctica para que los clientes y sus trabajadores sientan un respaldo sólido hacia la empresa. La práctica de estas políticas garantiza el direccionamiento claro y seguro de las metas trazadas de competitividad en el ámbito nacional e internacional.

1.2. Información general

Para el funcionamiento de la empresa, se tiene establecida una estructura organizacional cuyo objetivo común es: ser una empresa rentable y exitosa. En los siguientes incisos se presentan las herramientas con las que cuenta la empresa de empaques flexibles para su funcionamiento y la filosofía que respalda sus actividades.

1.2.1. Misión

“Proveemos soluciones de empaque a nivel regional, mediante tecnología de punta y un equipo humano competente y comprometido, generando beneficios para nuestros clientes, inversionistas y colaboradores.”²

1.2.2. Visión

“Ser el proveedor más confiable e innovador de empaques.”³

1.2.3. Valores

La empresa fomenta los siguientes valores, dentro y fuera de la organización, para lograr la sinergia deseada y garantizar el éxito:

- **Compromiso**
Entregar cada día el máximo esfuerzo para el cumplimiento de las responsabilidades.
- **Confianza**
Cumplir las expectativas que los clientes esperan de la empresa.
- **Integridad**
Cumplir los compromisos adquiridos con el cliente interno y externo.

1.2.4. Organigrama

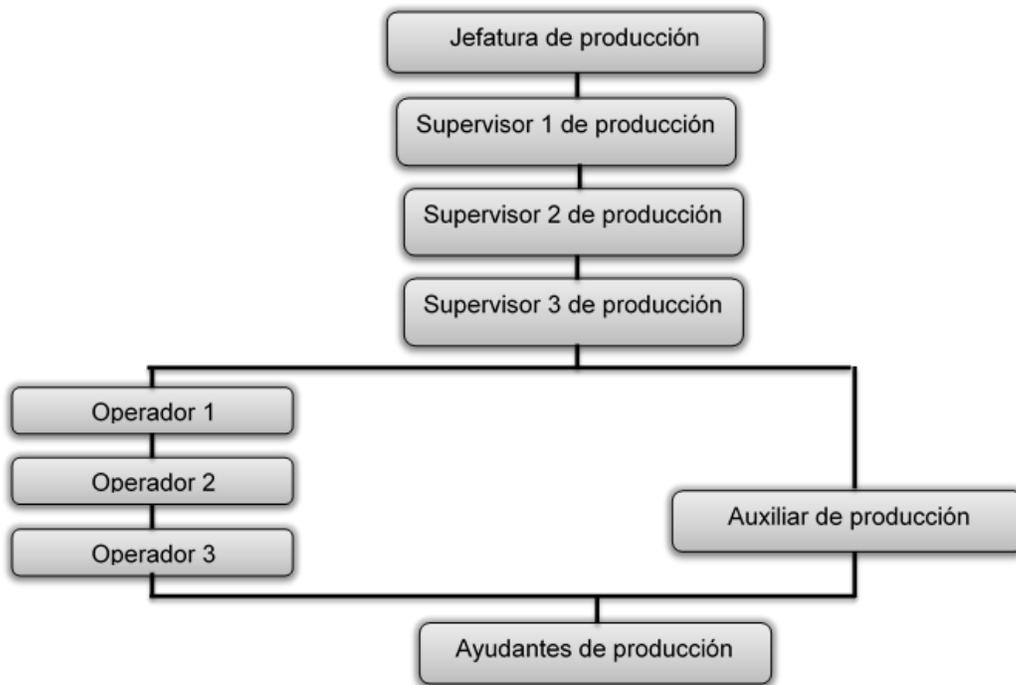
Es la representación jerárquica gráfica de los puestos con los que cuenta la empresa. En la siguiente imagen se mencionan los puestos de las personas

² Misión. <http://ingruplatam.com/nosotros>. Consulta: enero de 2017.

³ Visión. <http://ingruplatam.com/nosotros>. Consulta: enero de 2017.

que se responsabilizan de los procesos de la planta de producción de empaques flexibles para garantizar el éxito de sus acciones.

Figura 2. **Organigrama de la empresa de empaques flexibles**



Fuente: elaboración propia.

1.3. Actividades de la empresa.

La empresa de empaques realiza diferentes operaciones, actividades y productos para incrementar la competitividad, a través del cumplimiento de las políticas de mejora continua, responsabilidad social y amigable con el medio ambiente. A continuación, se muestran los servicios y productos que ofrece la empresa.

1.3.1. Servicios

Se cuenta con un área dedicada al reciclaje de algunos materiales para cumplir con las buenas prácticas de desarrollo sostenible, la cual consiste en garantizar un ambiente libre de contaminación para las futuras generaciones, y ser una empresa amigable con el medio ambiente.

Figura 3. **Reciclaje de materiales**



Fuente: <http://static3.elblogverde.com/wp-content/uploads/2014/07/ventajas-de-reciclar-600x270.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

Este servicio se brinda para contribuir a la generación de una cultura de protección ambiental en la sociedad. Al mismo tiempo, la empresa reutiliza algunos de estos materiales y materias primas utilizadas en sus procesos. A continuación, se presenta una lista de materiales que se someten a reciclaje:

- PET: a granel, molido y compactado, pueden ser botellas de agua o gaseosa.
- HDPE: conocido como polietileno de alta densidad, a granel y molido, pueden ser cajillas y canastos plásticos y botellas de color blanco.
- LDPE: conocido como polietileno de baja densidad, a granel, peletizado y pulverizado, pueden ser tapones de garrafrones.

- PP: conocido como polipropileno, a granel, paletizado y molido, pueden ser sillas, mesas, bancos, baños, palanganas y canastos de plástico.
- Latas: pueden ser latas de aluminio utilizadas para gaseosas, refrescos y cervezas.

1.3.2. Productos

La empresa desea ser una organización de alta competitividad y desarrollo en el mercado de empaques flexibles. Por ello, cuenta con una amplia variedad de productos confiables y reconocidos entre las marcas más prestigiosas a nivel nacional e internacional.

La planta de empaques flexibles produce artículos para la industria de bebidas y cervecería, alimentos, *fast food*, farmacéuticas y papel.

Figura 4. **Empaques flexibles**



Fuente: <http://www.ynemx.com/index/empaque.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

Sus productos se presentan en bobinas, bolsas, lienzos y mangas. Son productos mono capa, bilaminado o trilaminado.

Los tipos de productos que se fabrican, con base en las características mencionadas son:

snacks, stand pouch, sándwich wrap, margarine wrap, etiquetas para refrescos, gaseosas, cervezas, pastas, lácteos, cereales, medicamentos, mangas de yogurt y termoencogibles impresos.

1.4. Naturaleza de los empaques

Un empaque sirve para envolver todo tipo de producto por un tiempo determinado, protege su contenido y facilita la manipulación, transporte, almacenamiento y promoción del producto.

Se invierte en un empaque para que el producto llegue al consumidor en condiciones óptimas, sin que esta sufra algún daño, desde la etapa de empackado hasta su comercialización.

La función de los empaques es proteger el producto, por ejemplo, los perecederos, para que, durante el ciclo de producción, empackado, almacenado, transporte, exhibición, venta y consumo, no sea contaminado por agentes externos.

Un empaque almacena el producto en condiciones adecuadas y es un factor importante al vender el producto. El diseño del empaque llama la atención de los consumidores por lo cual, la calidad de la impresión desempeña un papel importante.

Los empaques para las marcas de prestigio no solo son el embalaje en el que van sus productos, sino que un factor esencial que les genera valor. La competitividad y el mercadeo crean una gran demanda mundial y los empaques, brindan la protección al producto y representan a la empresa proveedora, tomando en cuenta factores como el cuidado del ambiente y su presentación visual.

Las marcas desean hacerse notar en los puntos de ventas y factores visuales, como de contacto contribuyen a que los consumidores tengan una tendencia o preferencia hacia sus productos. Los consumidores se inclinan hacia un producto cuyo empaque tiene una apariencia y efecto visual que los atrae e impide que sabores u olores externos afecten el producto.

1.4.1. Tipos de empaques

Con el paso del tiempo y crecimiento de nuevas tecnologías, los empaques fueron tomando gran relevancia e importancia en las industrias. Por eso, en la actualidad existen varios tipos de empaque, los cuales se utilizan dependiendo del tipo de proceso o productos. A continuación, se presentaran algunos de los empaques y sus aplicaciones.

- Empaques de papel/cartón

Están fabricados de estos materiales y pueden combinarse. Los empaques de cartón por lo regular son resistentes, esto facilita su manipulación y se utilizan para almacenar productos para su distribución.

Figura 5. **Empaques de cartón**



Fuente: <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P100818.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

- **Empaques rígidos**

Este tipo de empaque es muy resistente. Generalmente son de vidrio, plástico, madera o metal. Por su alta resistencia a posibles daños o golpes, se emplean para manipular productos frágiles o delicados, ya que los mantienen en óptimas condiciones y fuera del alcance de factores externos que lo alteren.

Figura 6. **Empaques de plástico**



Fuente: <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Imagenes/envapackint.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

- **Empaques flexibles**

Se denominan así por su capacidad de adaptabilidad, tiene la característica que en el mismo recipiente de empaque se almacena y protege el producto, se fabrican de polietileno y pueden contener productos líquidos o sólidos.

Figura 7. **Empaques plásticos flexibles**



Fuente: <http://notigrafix.com/wp-content/uploads/productos-360x206.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

1.5. Planta de empaque flexible

Fabrica empaques flexibles, según las especificaciones del cliente. Cada empaque es elaborado en una línea de producción específica. Cuida la inocuidad, garantiza la funcionabilidad, seguridad y duración. Este empaque difiere de los convencionales.

La planta garantiza la calidad de los productos mediante la implementación de las políticas mencionadas en el inciso 1.1.2. Cuida, desde la limpieza del lugar, hasta la calidad de la materia prima, ya que la demanda y necesidad de los empaques es alta. Constantemente, se desarrollan nuevas soluciones y tecnologías. Gracias a las medidas tomadas con la política de calidad de la empresa, la planta de producción de empaques flexibles cuenta con la capacidad instalada para enfrentar cualquier reto.

1.5.1. Tipo de producción

En la planta de empaques flexibles solo se trabaja la producción por pedido. Es decir que se produce, luego de recibir el pedido del cliente y haber firmado el contrato. Esto incluye el acuerdo en que se llega, tomando en cuenta la cantidad a producir, el diseño, color, forma, tamaño y todas las características que el cliente desee para su producto.

Para firmar el contrato, se deben especificar los requerimientos del producto final y que este proceso se realiza mediante un acuerdo detallado y específico de las características con las que contará el empaque del producto, ya que luego de establecer el pedido se realiza una cotización, la cual está basada en la planeación que la empresa realiza con base en la proyección de la demanda que tenga, esta planeación incluye los siguientes aspectos:

De acuerdo con el requerimiento del cliente, se estima la materia prima necesaria para cumplir con el pedido y los costos. También se toma en cuenta la mano de obra y la planificación de operaciones productivas. Para ello, se elaborara un cronograma detallado que indica la responsabilidad de cada involucrado.

Cada producto requiere de características únicas, debido a que depende de factores como la temporada, promociones o ediciones limitadas, según la fecha que se sacará al mercado, como lo indique el cliente. Dado lo anterior, la producción de los empaques reviste un alto grado de complejidad, por ello, se cuenta con una planificación bien estructurada cumplir con el cliente en el tiempo que lo requiera, siempre que los pedidos se realicen con tiempo de antelación para evitar atrasos.

1.6. Origen de la impresión flexográfica

⁴La primera máquina flexográfica fue inventada por la compañía Holweng, en Francia, en el año 1905. Con el pasar del tiempo la flexografía fue aumentando su popularidad gracias a los avances tecnológicos.

Aspectos históricos relacionan la flexografía con la impresión tipográfica, uno de los métodos de impresión más antiguos de la industria gráfica y el más difundido en el mundo. En sus inicios, la flexografía se llamaba anilina ya que se usaban tintas a base de este químico, luego de esto la MossType Corporation realizó una encuesta para decidir el nombre que se le daría a este método de

⁴Historia flexografía. <http://www.catedratecno1.com.ar/apuntes/Flexografico.pdf>.
Consulta: enero de 2017.

impresión, puesto que en los empaques para consumo humano era prohibido usar anilina, según la federación de drogas y alimentos, dado su carácter perjudicial para la salud. En octubre 21 de 1952, en el 14º foro del *Packaging Institute* se anunció que el nombre escogido era el de Proceso Flexográfico y así, el nombre de anilina paso a la historia. Entonces, la impresión flexográfica empezó a cobrar importancia en las industrias más grandes por su bajo costo y capacidad de obtener un mayor número de reproducciones.

1.6.1. Impresión flexográfica

La impresión flexográfica es un método de impresión a alto relieve, este sistema es rotativo y utiliza una serie de planchas fabricadas de fotopolímeros por medio de las cuales se imprime. Para este tipo de impresión se utilizan tintas a base de solventes de secado rápido y se imprimen sobre un sustrato, dependiendo de los requerimientos del cliente.

Figura 8. **Producto flexográfico impreso**



Fuente: <http://wp.albertorighi.com.ar/wp-content/uploads/2010/11/flexografia2.png>. Consulta: marzo de 2017.

Para controlar la calidad de la tinta, tiempo de secado y su viscosidad, se utilizan solventes vírgenes y reciclados. Estos últimos se utilizan solo para

limpiar la maquinaria. En el mercado de impresión de etiquetas, la flexográfica es de las más importantes por su alta velocidad de impresión, calidad en el brillo de la tinta, resoluciones más finas y variedad en la impresión de diseños.

1.6.1.1. Tintas

La tinta que se utiliza en impresión flexográfica dependerá de factores como el sustrato que se utilizará y de la calidad con la que se quiera realizar el producto. En la industria flexográfica, existen varios tipos de tintas hechas de resinas vinílicas, plastificantes, ceras, aditivos, pigmentos, colorantes y solventes. Estas tintas se clasifican en tres grupos:

- A base de solventes: están hechas de solventes como acetato de etilo, cetonas y alcoholes.
- A base de agua: no contienen solventes orgánicos, por lo que no contaminan el ambiente, pero presentan algunos problemas en el proceso de impresión, como la poca adherencia de la tinta al sustrato, ya que no se ha perfeccionado su fórmula.
- Tintas UV: es la combinación de las dos anteriores ya que no contaminan el ambiente y son efectivas para imprimir. La desventaja es que requieren de equipo especial con lámparas ultravioleta para el proceso de curado. Además, por ser altamente reactivas, requieren de un cuidado especial durante su manipulación.

1.6.1.2. Solventes

Los solventes, en el proceso de impresión flexográfica, se utilizan para diluir las tintas para que su viscosidad sea adecuada para el secado correcto o tiempo de curado. Esto garantiza la calidad en el producto final.

1.6.1.2.1. Solvente reciclado

Se obtiene a partir de la recolección de la tinta sobrante en sus recipientes y los residuos en la impresora después de la impresión. Este material recolectado se envía a una recicladora, la cual se encarga de obtener los componentes originales del solvente derivado de la mezcla de solvente y tinta y desecha los sólidos generados por la tinta.

1.6.1.2.2. Solvente virgen

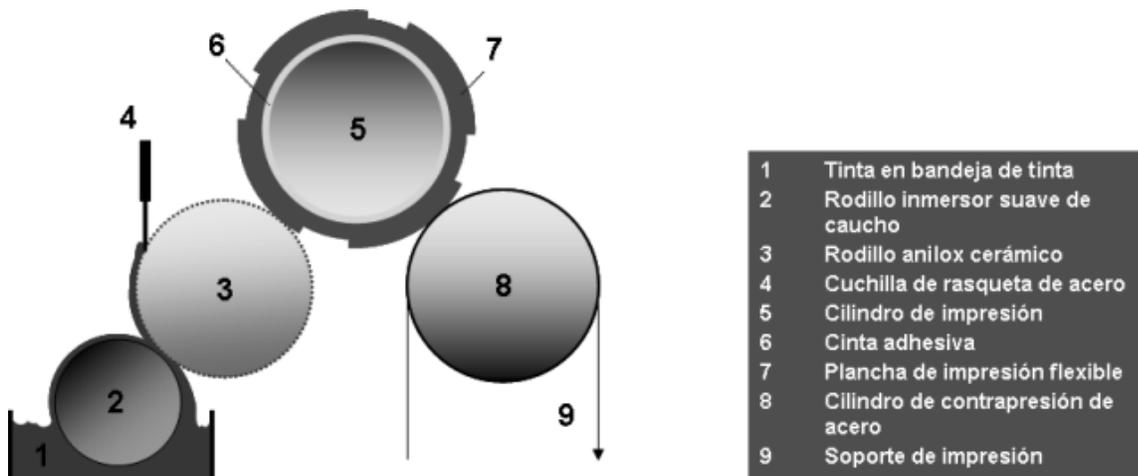
Sirve para controlar la viscosidad de las tintas, el tiempo de secado y su adhesión en el sustrato impreso. Están hechas de materiales, como etanol, propanol, acetato, entre otros, según el tipo de sustrato que se utilizará en la impresión.

1.7. Proceso de impresión flexográfico

Para la impresión flexográfica, un cilindro de acero denominado cilindro anilox recibe la tinta mediante un rodillo de caucho sumergido en la tinta, luego, una cuchilla pasa sobre el cilindro anilox para retirar el sobrante de tinta, el cilindro anilox entra en contacto directo con la plancha de impresión la cual está sobre el cilindro de impresión para distribuir la tinta en las zonas en relieve. Una

vez la plancha tenga la tinta necesaria, entra levemente en contacto directo con el sustrato, el cual está sobre el cilindro de contrapresión. En ese momento se imprime el diseño programado, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9. **Proceso de impresión**



Fuente: www.gallus-group.com/archiv/es/Portaldata/1/Resources/newsletterbilder/git_30/Art_9_Bild_1Konventionelles_Tauchwalzen-Flexodruckwerk_sp.png. Consulta: marzo de 2017.

1.7.1. Tipos de producción

En la impresión flexográfica se aplican dos tipos de producción. Uno es el sistema de producción continua en el cual la fabricación del producto se realiza de forma ininterrumpida, ya que se realiza por medio de procesos o diseños repetitivos, los cuales por su gran demanda se deben fabricar durante días consecutivamente para que el pedido cumpla con el tiempo requerido.

El otro tipo es el de producción por pedido el cual se lleva a cabo después de recibir un encargo. Este tipo de producción puede obedecer a factores, como

promociones, temporadas o ediciones limitadas que las marcas sacan al mercado. Este sistema se realiza mediante una planificación para analizar detalladamente el proceso, ya que cada encargo tiene diferentes cualidades en su proceso o diseños.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción del producto

Basado en el proceso de impresión flexográfica para la producción de empaques flexibles, y la utilización de los distintos tipos de solventes, los productos generados del proceso de impresión surgen de la fabricación de todo tipo de etiquetas y material de embalaje para la industria de bebidas, alimentos y *fast food*. Etiquetas para cerveza, *snacks*, mangas de yogurt y termoencogibles son algunos de los productos que se realizan.

Estos productos se imprimen sobre distintos tipos de sustratos, que dependen de las especificaciones del producto final. El sustrato se coloca en la impresora la cual se programa con el diseño que se imprimirá y, finalmente, embobinado. Se verifica el ancho, largo y calibre del sustrato y la gama de colores permitidos por el cliente para obtener la aprobación. El producto final es el diseño de los sellos de fotopolímero grabados en el sustrato para las marcas que solicitan los empaques.

2.2. Materia prima utilizada

La impresión flexográfica requiere del sustrato porque en él se imprime el diseño gráfico. El solvente regula las viscosidades y tiempo de curado. La tinta es la fuente de impresión que personaliza el producto. Estos materiales son seleccionados con altos estándares de calidad para que el producto final que se le entrega al cliente cumpla con las políticas de calidad. De esta manera, se

garantiza que cada uno de los productos fabricados responda a la demanda del consumidor final.

Los sustratos se obtienen del área de coextrucción donde se generan los tipos de sustratos. Los solventes, en presentaciones de canecas y medidos por kilogramos, se solicitan a un proveedor de solventes virgen. Finalmente, las tintas se obtienen de un proveedor, el cual tiene su propio departamento de tintas dentro de la empresa. Trabaja independientemente, pero exclusivamente para la planta, según las tonalidades de los colores que se requieren.

2.2.1. Sustratos

Un sustrato es una plancha o película protectora utilizada en sistemas de impresión para empaques flexibles. Sobre los sustratos son impresos los diseños del sello de fotopolímero y por las características de las tintas, solventes y el sustrato, el secado de la tinta es más rápido o más lento y cuenta con mayor calidad de adherencia.

La adaptabilidad del tiraje impreso depende del material utilizado. Para el proceso de impresión flexográfico se utilizan varios tipos de sustratos los cuales dependen de las características que el cliente desee para su producto. Los sustratos utilizados en los procesos de producción son los siguientes:

- Polipropileno
- Polietileno
- Poliéster
- Nailon
- Aluminio
- Polipropileno cast

- Papel

Figura 10. **Sustrato de impresión**



Fuente: <http://comunicaciongraficalegis.com/wp-content/uploads/2015/06/flexografia-001.jpg>.

Consulta: marzo de 2017.

2.2.2. Tintas

La impresión flexográfica utiliza tintas a base de solvente ya que estas cumplen con las políticas de calidad de un buen producto al realizar la impresión sobre el sustrato.

Para imprimir el diseño de una marca se requiere de una gran variedad de colores para que el producto sea atractivo para el cliente. Una de las características de las tintas es el brillo. Este garantiza que el consumidor se sienta atraído. Las tintas cuentan con una cartilla de color la cual indica el rango de color aceptado en el producto. Esta se realiza con el consentimiento del cliente, donde se establece un parámetro de color mínimo, estándar y máximo para la elaboración del producto.

Las tintas o colores son preparados previamente por el personal encargado en el área de tintas, debido a que cada diseño cuenta con una tonalidad especial de color para cada producto. El personal a cargo es el responsable de hacer las mezclas necesarias para obtener la tonalidad deseada e iniciar la impresión.

2.2.3. Solventes virgen

Un solvente virgen es un compuesto químico líquido. Se derivan de elementos del alcohol los cuales se utilizan para disolver otros materiales sin afectar su composición. La unidad de medida que se utiliza es el Kg, según el proveedor de la empresa.

Los solventes son utilizados en el proceso de impresión flexográfica para mejorar la viscosidad de las tintas, para garantizar la adhesión y controlar el proceso de secado o curado de los sustratos impresos. Para este proceso, se utilizan varios tipos de solventes y se eligen de acuerdo con el tipo de sustrato, del tiempo de secado requerido y de las características del producto en general. De esta manera se obtiene un producto de calidad para el cliente.

Estos solventes son denominados solventes virgen ya que no sufren alteración alguna. Para el proceso de impresión flexográfica los solventes utilizados son los siguientes:

- 40/40/20: 40% etanol, 40% propanol, 20% NPA
- 70/30: 70% etanol, 30% Acetato de etilo
- 80/20: 80% propanol, 20% NPA
- 80/20: 80% etanol, 20% NPA

2.2.4. Solvente reciclado

Este solvente se obtiene mediante un proceso químico. Durante la limpieza de la prensa, la maquinaria recolecta el solvente utilizado en depósitos. También puede hacerse de forma manual, mediante el lavado de la impresora. Luego, este material se envía a un proveedor, quien separa los sólidos del solvente.

Luego, se obtiene el solvente reciclado, que contiene la mezcla del solvente virgen y las tintas, los cuales son expuestos a un proceso químico. Se sabe que el solvente reciclado contiene componentes químicos, igual que los demás solventes, pero no se sabe con exactitud cuáles son. Para determinar los componentes del solvente reciclado se realiza un estudio de cromatografía.

Este solvente se utiliza para limpiar la maquinaria, como mangueras, sellos, rodillos, contenedores, bombas, bandejas, paneles, piso y mesa de trabajo, para eliminar los excesos o superficies de tinta.

2.3. Descripción del equipo

Para la impresión flexográfica, se cuenta con maquinaria y equipo adecuados, gracias al avance tecnológico se posee el equipo apto para los procesos productivos en la industria de empaques, equipo especializado y automatizado que facilita y agiliza el proceso de impresión. A continuación, se describe el equipo utilizado en la impresora flexográfica.

2.3.1. Maquinaria

Se utiliza maquinaria especial que imprime a velocidad rápida, esta máquina es de alta tecnología y automatizada. La impresora recibe el nombre de Miraflex, cuenta con una capacidad de anchos de impresión de 820 - 1450 mm. Esta máquina es ideal para pedidos pequeños y grandes, para impresiones de películas plásticas y de papel. La Miraflex está equipada para velocidades máximas de hasta 400 m/min y proporciona una gran rentabilidad y rápida producción.⁵

Figura 11. **Impresora flexográfica Miraflex**



Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/28430-7466741.jpg. Consulta: marzo de 2017.

2.3.2. Equipo de protección

La empresa cuenta con el equipo adecuado para la manipulación de los productos en el proceso de impresión para cumplir con las políticas de salud y

⁵*Máquina flexográfica.* <http://www.wuh-lengerich.de/es/impresion/impresoras/maquinas-impresoras-flexograficas/miraflex-a/>. Consulta: enero de 2017.

seguridad ocupacional, inocuidad y buenas prácticas de manufactura. De esta manera se garantiza la seguridad de los operarios y del producto final para que cumpla con los estándares de calidad de la empresa.

Figura 12. **Equipo de protección personal**



Fuente: <http://newsletter.adimra.org.ar/files/nyDuFxAm/EPP%202.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

La empresa considera importante que el personal involucrado en el proceso de impresión cuente con el equipo necesario y obligatorio. Vela porque cada persona utilice el equipo correspondiente. La empresa les brinda el equipo para garantizar la seguridad de los operarios. Para la impresión flexográfica se cuenta con el siguiente equipo de protección:

- Guantes
- Mascarilla
- Tapones
- Cinturón
- Lentes
- Uniforme
- Redecilla

2.3.3. Herramientas

Son indispensables en cualquier proceso productivo. Son material de apoyo para el personal encargado de realizar el proceso. Algunas operaciones, representan riesgo para el ser humano o exigen una precisión específica. En estos casos, las herramientas son un apoyo muy eficiente para los procesos.

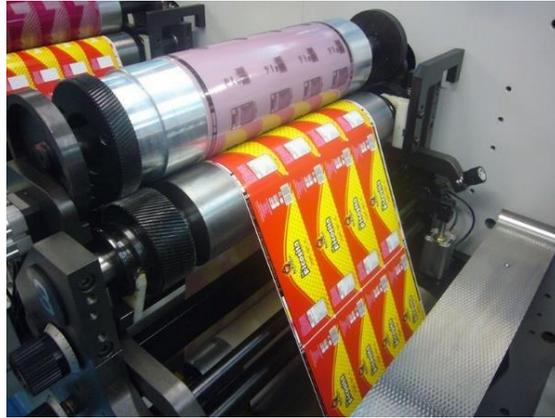
En el proceso de impresión flexográfico se cuenta con herramientas de medición y verificación:

- Metro
- Pichel para aplicar solvente
- Cronometro
- Copa din4
- Tape de adherencia
- Marcador de tratado corona
- Cuchilla

2.4. Descripción del proceso de impresión flexográfico

Como todo proceso productivo, para llevar el control y seguimiento de las operaciones para obtener el producto final, se cuenta con una guía, establecida y estandarizada por los diagramas de flujo de proceso, como del diagrama de recorrido. En estos diagramas se observan los pasos para la impresión en los sustratos, en qué momento se realizan inspecciones del material y qué acciones realizar para imprimir correctamente el producto requerido por el departamento de planeación.

Figura 13. **Proceso de impresión**



Fuente: <https://industriasgori.com.mx/wp-content/uploads/2013/05/tecno1.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

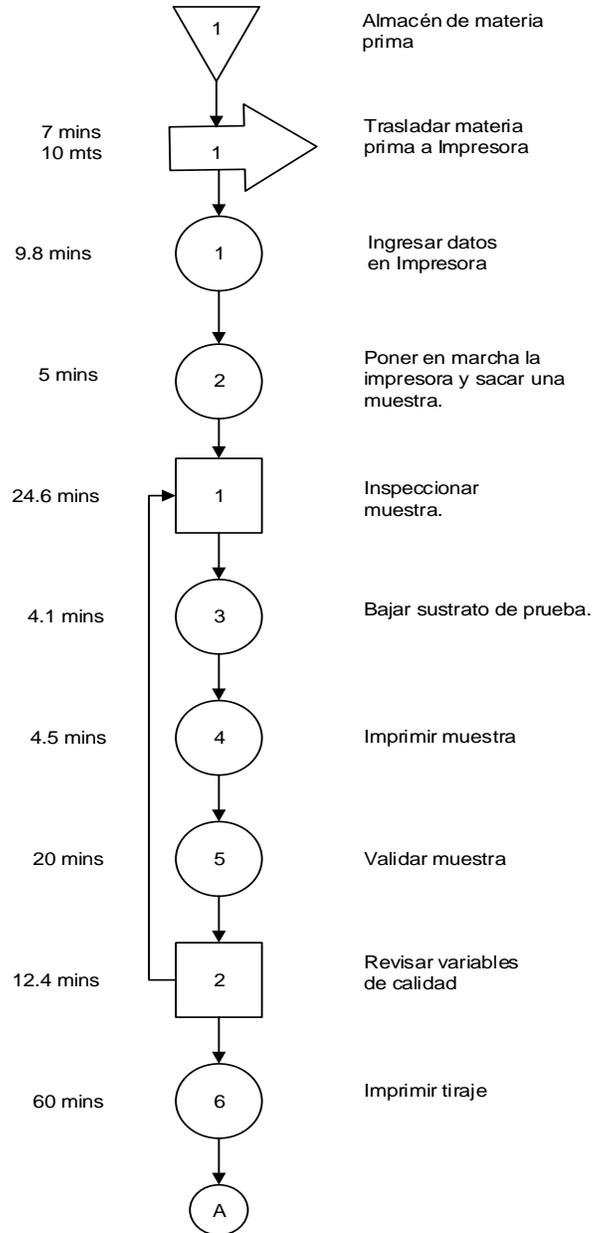
El proceso de impresión flexográfica cuenta con diagramas que utiliza la empresa para informar y capacitar al personal que manipula la impresora. En los siguientes incisos, por medio de los diagramas, se describen los pasos del proceso de impresión flexográfica.

2.4.1. Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo que se muestra a continuación pertenece al proceso actual de impresión flexográfica en la empresa de empaques flexibles.

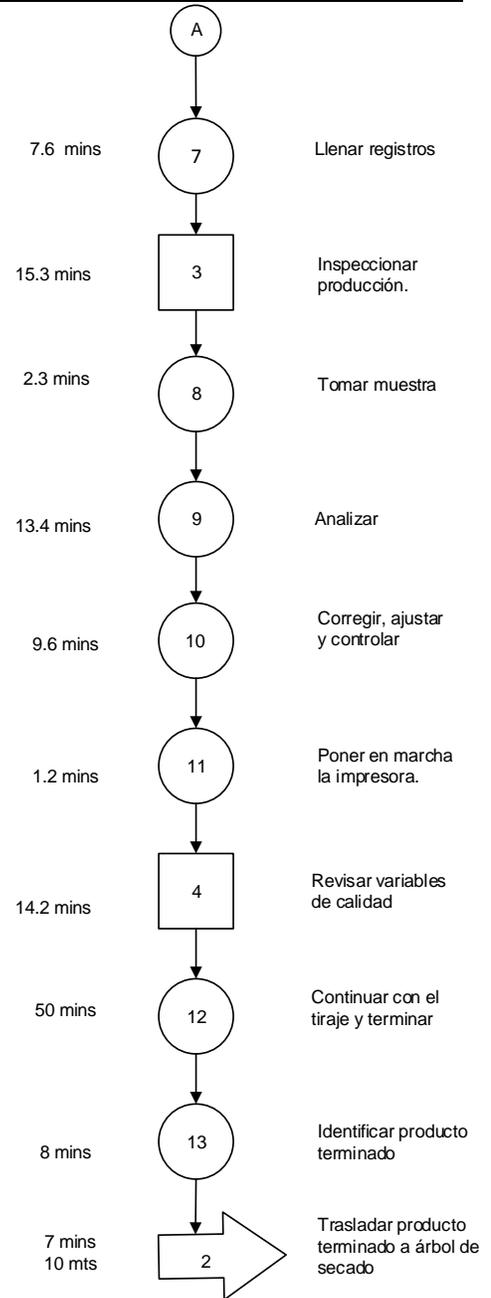
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso

Proceso: Impresión Flexográfica	Responsable: Jefe de producción
Método: Actual	Hoja: ½



Continuación figura 14.

Proceso: Impresión Flexográfica	Responsable: Jefe de producción
Método: Actual	Hoja: 2/2



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

Tabla I. **Resumen diagrama de flujo del proceso**

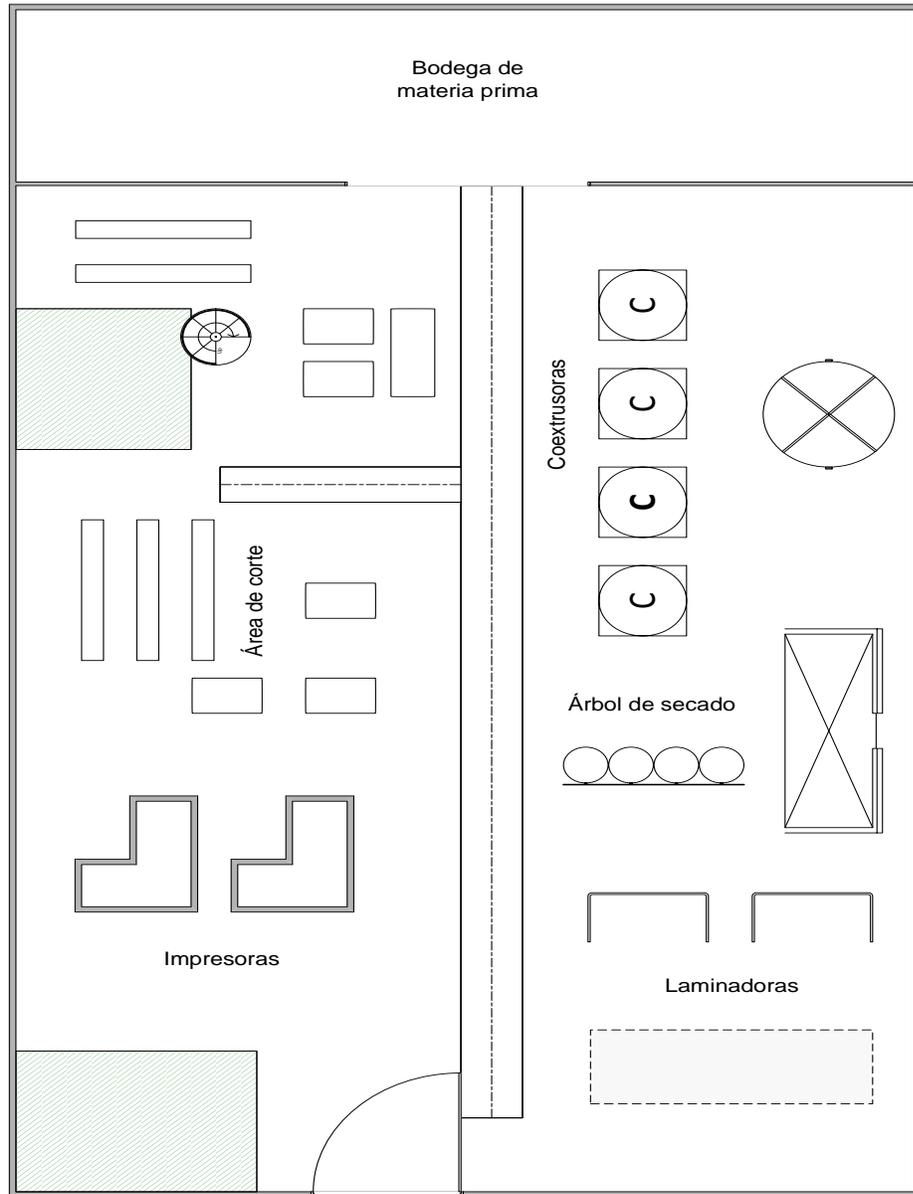
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (mins)	Distancia (mts)
	Operación	13	195,5	-
	Inspección	4	66,5	-
	Transporte	2	14	20
	Almacenaje	1	-	-
	TOTAL	20	276	20

Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido que se muestra en las siguientes figuras es la representación gráfica de la distribución de la planta de empaques y la ilustración de las áreas de trabajo que involucran el proceso de impresión.

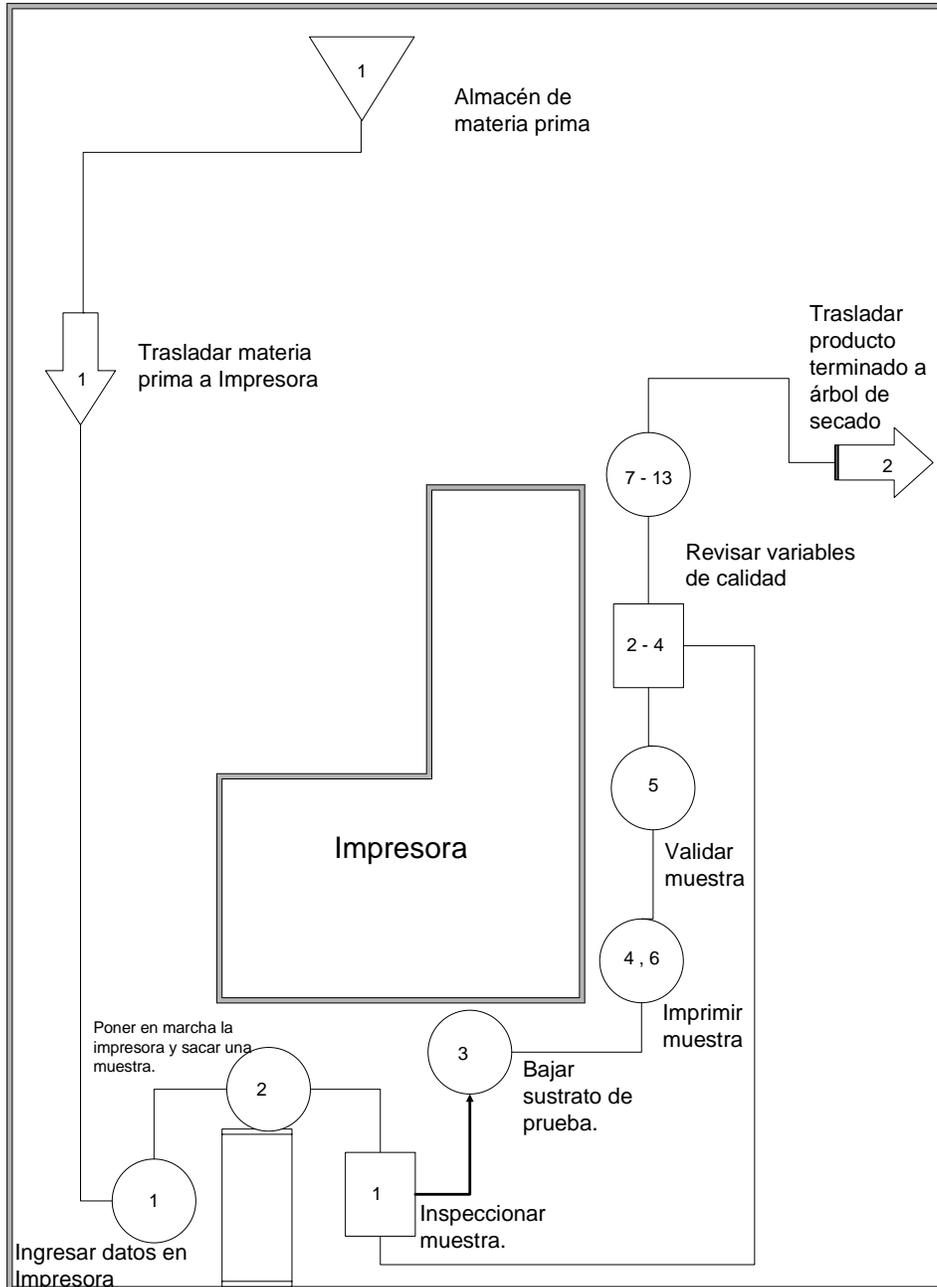
Figura 15. **Distribución de la planta de empaques flexibles**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

Figura 16. Diagrama de recorrido del proceso de impresión flexográfica

Proceso: Impresión Flexográfica	Responsable: Jefe de producción
Método: Actual	Hoja: 1/1



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

2.4.3. Utilización de solventes virgen

En la impresión flexográfica, el solvente virgen se vierte sobre un depósito conectado al sistema automatizado de la impresora, que aplica el solvente al sustrato de impresión para el secado de la tinta en el proceso de impresión. Asimismo, mediante una pantalla digital, la impresora muestra el cálculo de los niveles de viscosidad de las tintas. Cuando estas no cumplen con las condiciones adecuadas para que el producto impreso sea de calidad, le muestra al operador un aviso para indicarle que a determinada tinta le hace falta solvente para que su viscosidad sea exacta. De esta manera, el operador vierte solvente virgen en la tinta y, mediante la copa din4 mide si su viscosidad es la adecuada hasta corregir la variación de esta en la tinta.

2.4.4. Utilización de solvente reciclado

Para proceso de impresión flexográfica, en el método actual, no se cuenta con la adecuación y utilización de solvente reciclado en el proceso de producción. Este se utiliza solo para la limpieza y lavado de prensa, como solvente para limpiar. Generalmente, se utiliza para limpiar junto con un *wipe* partes de la impresora, como áreas de trabajo de tintas derramadas o presentes en la impresora

2.5. Descripción del proceso de lavado de prensa

El lavado de prensa se refiere también a la limpieza de la maquinaria o impresora flexográfica para la cual se utiliza *wipe* y solvente. Para su limpieza se dispone de cubetas o depósitos identificados, uno para el manejo del solvente y otro para el *wipe* que se ensucia, también se se tienen toneles para mandar a destruir o reciclar los residuos de *wipe* y solvente estos están bien

sellados para evitar contacto con superficies externas. Al limpiar las distintas superficies de la prensa con solvente reciclado, el *wipe* se deposita dentro de una bolsa para evitar derramamiento de tinta o solvente. Las cubetas destinadas para el depósito de tintas sucias se usan limpias, libres de cualquier agente externo, de lo contrario, se deben limpiar antes, para evitar contaminación. Los solventes sobrantes o tintas diluidas no son mezclados con el *wipe* sucio u otro material, estos se evacuan en los toneles correspondientes para su reciclaje. Toda tinta o solvente derramado en el área de trabajo debe ser limpiado inmediatamente. Se dispone de un área específica para el almacenamiento de todos los depósitos de forma ordenada sobre unas tarimas para evitar desorden. Después de cada limpieza, el supervisor verifica que el área y maquinaria esté en orden y limpios.

2.5.1. Manejo de solvente reciclado

El solvente reciclado se encuentra en depósitos debidamente identificados, están sellados y a la mano para los operadores. Para manipular los solventes, se toman en cuenta las precauciones y medidas correspondientes a los manuales de seguridad industrial, como los de buenas prácticas de manufactura. Cuando se lava la prensa, se toma una cantidad moderada en un depósito limpio. Esta cantidad no está establecida, ya que queda a criterio del operador, luego, el operario manipula el depósito con precaución y lo utiliza en las áreas necesarias para la limpieza de la maquinaria. El solvente sucio se deposita en otro recipiente destinado a este fin.

2.6. Análisis de costos

Para el estudio del manejo y utilización del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfico, se hace un análisis de los costos al utilizar el

solvente virgen y el reciclado durante un cierto periodo y la cantidad utilizada de los mismos. Estos costos nos reflejan las variaciones en precio y cantidad manejada de cada uno de los solventes durante el proceso de impresión flexográfica.

2.6.1. Solventes virgen

El solvente virgen, como se mencionó, se utiliza para el manejo de viscosidad y secado de tintas. Para el proceso de impresión flexográfico, a continuación, se muestra el detalle de consumo y costo de los distintos solventes utilizados en la producción de empaques flexibles.

Tabla II. **Consumo y costo de solvente virgen**

SOLVENTES VIRGEN					
Solvente	Consumo				Costo por kilo
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	
40/40/20	43%	47%	52%	58%	Q12,50
80/20 E	13%	13%	2%	6%	Q11,50
70/30	9%	11%	9%	4%	Q11,50
80/20 P	0%	0%	0%	0%	Q0,00

Fuente: elaboración propia.

Este es de un consumo aproximado de 29 000 kilos mensuales de solventes.

2.6.2. Solvente reciclado

El solvente reciclado se usa para limpiar superficies, por lo que no se cuenta con una implementación directa de este en el proceso de producción.

Sin embargo, representa una inversión importante para la limpieza de la maquinaria y superficies. A continuación, se muestra detalle del consumo y costo del solvente reciclado utilizado en el lavado de prensa.

Tabla III. **Consumo y costo de solvente reciclado**

SOLVENTE RECICLADO					
Solvente	Consumo				Costo por kilo
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	
Reciclado	35%	18%	37%	32%	Q2,80

Fuente: elaboración propia.

Este es de un consumo aproximado de 29 000 kilos mensuales de solventes.

2.7. Estudio de cromatografía del solvente reciclado

El estudio de cromatografía consiste en someter los solventes a un proceso de destilación. Se realiza con un equipo especial para identificar sus componentes. Este equipo somete los solventes a altas temperaturas para transformarlos en vapor que se traslada por el equipo. Se identifican las composiciones que contiene el líquido utilizado, mediante un tiempo determinado para generar una corrida. Por medio de una base de datos, el equipo identifica los componentes del solvente y determina el porcentaje que contiene de estos. Durante la corrida, se identifican distintos componentes, unos con más presencia que otros, esto se debe a que los componentes de los solventes no son 100% puros ya que contienen distintas concentraciones en menores proporciones, pero la presencia de los componentes que no pertenecen a la composición original no afecta significativamente a estos solventes.

2.7.1. Análisis de componentes

Mediante el estudio de cromatografía realizado a cada uno de los solventes, se determinaron sus componentes. El porcentaje presente en el solvente y una representación gráfica de la presencia o abundancia de cada elemento químico presente en la muestra analizada durante el tiempo de corrida. A continuación, se presentaran los resultados de la cromatografía de cada uno de los solventes analizados.

Tabla IV. **Resultado cromatografía de solvente 40% etanol, 40% propanol, 20% NPA**

Cromatografía			
Solvente: 40/40/20			
Corrida #	Compuesto	Lapso de Tiempo min	% total
1	<i>Ammonia wáter</i>	1,493	0,241%
2	<i>Ethyl alcohol</i>	1,999	29,186%
3	<i>1-Propanol</i>	3,294	41,259%
4	<i>n-propyl acetate</i>	4,781	19,612%
5	<i>2-Propanol</i>	5,721	6,738%
6	<i>1-Propanol ethoxy</i>	5,918	0,473%
7	<i>Acetic acid, butul ester</i>	6,565	1,062%
8	<i>2-Propanol propoxy</i>	7,244	0,846%
9	<i>Benzene</i>	7,542	0,140%
10	<i>Silane, triethyl</i>	8,2	0,033%
11	<i>2-Propanol butoxy</i>	9,046	0,160%

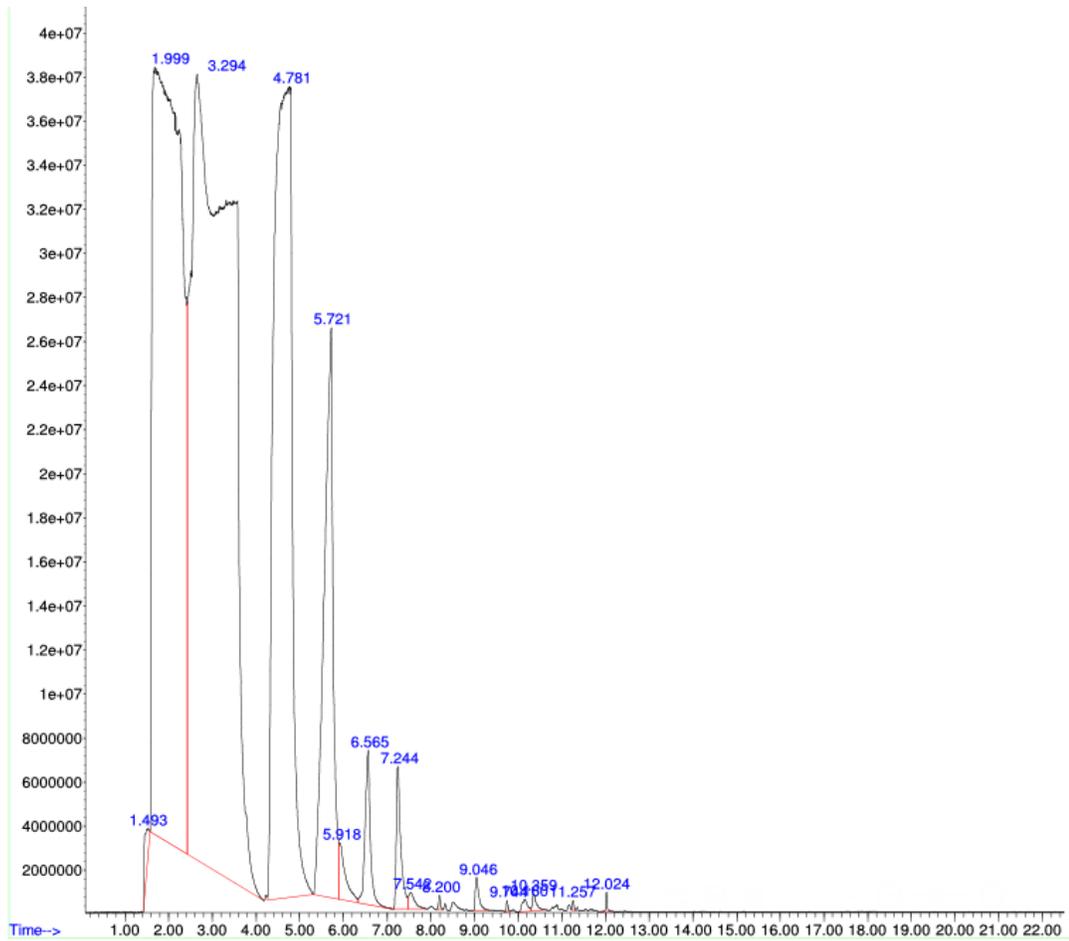
Continuación tabla IV.

Corrida #	Compuesto	Lapso de Tiempo min	% total
12	<i>Acetic acid, methoxy</i>	9,744	0,021%
13	<i>2-Propanol, methoxy</i>	10,16	0,085%
14	<i>Methoxypropoxy</i>	10,359	0,088%
15	<i>Benzene, 2-ethyl</i>	11,257	0,020%
16	<i>Benzene, 3-bis</i>	12,024	0,035%
TOTAL			99,999%

Fuente: elaboración propia.

En las corridas 2, 3 y 4 se pueden observar las semejanzas en el porcentaje presente de los componentes correspondientes a la fórmula del solvente. En la gráfica se pueden observar los 3 puntos más altos que corresponden a cada corrida y la presencia de los componentes del solvente.

Figura 17. Gráfica solvente 40% etanol, 40% propanol, 20% NPA



Fuente: elaboración propia, programa de cromatografía.

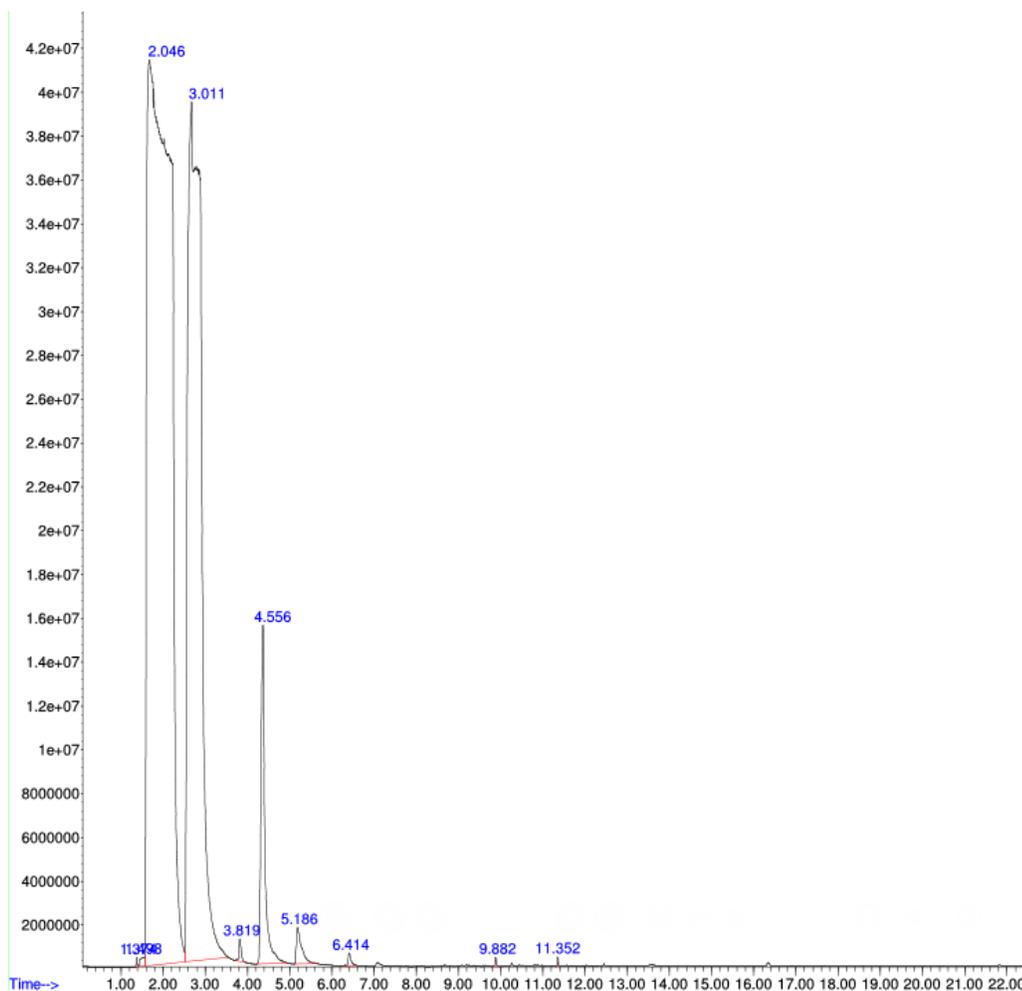
Tabla V. **Resultado cromatografía de solvente 70% etanol, 30% acetato de etilo**

Cromatografía			
Solvente: 70/30			
Corrida #	Compuesto	Lapso de Tiempo min	% total
1	<i>Ethyne, Fluoro</i>	1,374	0,024%
2	<i>Ammonia</i>	1,498	0,119%
3	<i>Ethyl Alcohol</i>	2,046	60,925%
4	<i>Ethyl Acetate</i>	3,011	34,151%
5	<i>Heptane</i>	3,819	0,152%
6	<i>n-Propyl Acetate</i>	4,556	3,908%
7	<i>2-Propanol ethoxy</i>	5,186	0,556%
8	<i>Acetic Acid butyl ester</i>	6,414	0,101%
9	<i>Decane</i>	9,882	0,037%
10	<i>Undecane</i>	11,352	0,026%
TOTAL			99,999%

Fuente: elaboración propia.

En las corridas 3 y 4 se pueden observar las semejanzas en el porcentaje presente de los componentes correspondientes a la fórmula del solvente. Igual que el análisis anterior, se observa en la gráfica el comportamiento de la misma al determinar los componentes del solvente.

Figura 18. Gráfica solvente 70% etanol, 30% acetato de etilo



Fuente: elaboración propia, programa de cromatografía.

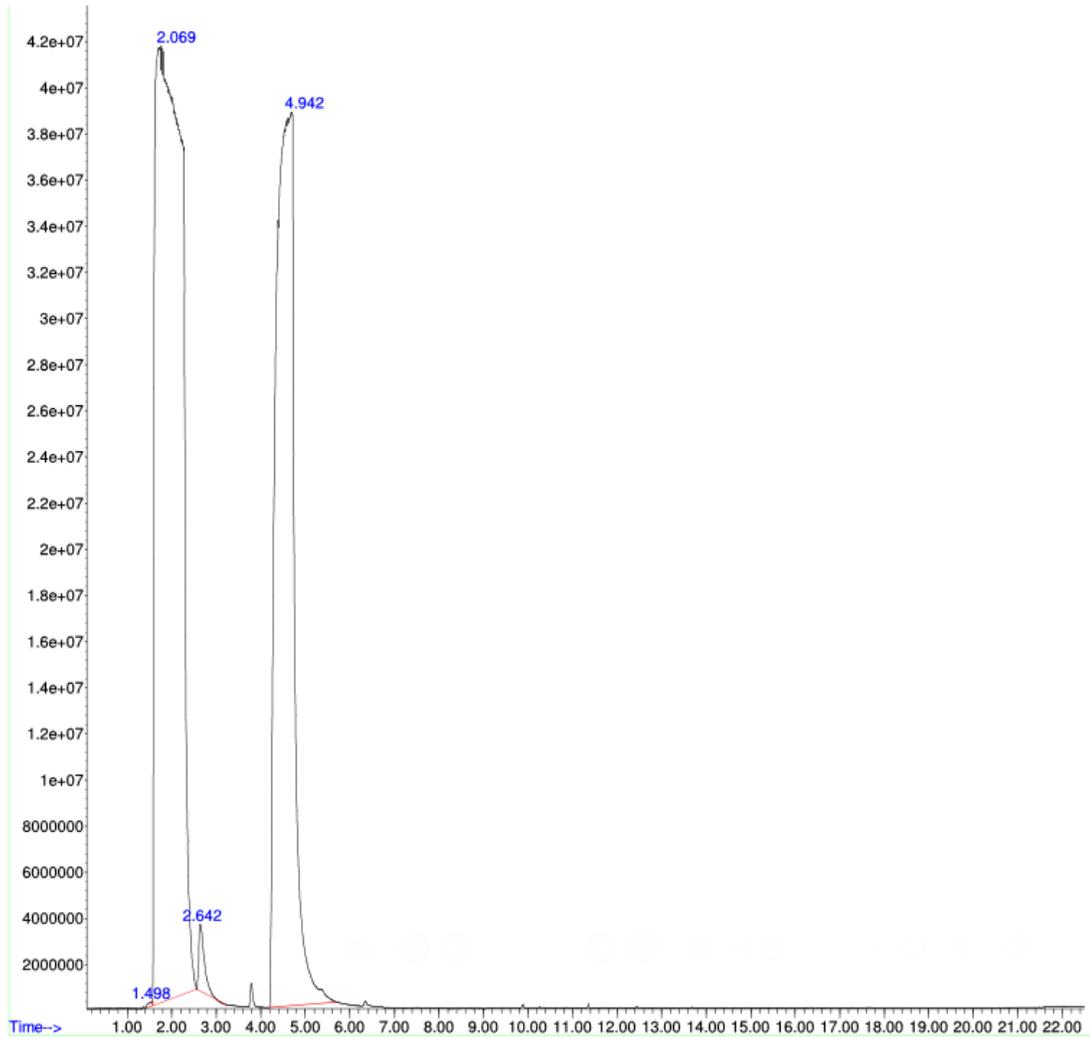
Tabla VI. **Resultado cromatografía de solvente 80% etanol, 20 NPA**

Cromatografía			
Solvente: 80/20 etanol			
Corrida #	Compuesto	Lapso de Tiempo min	% total
1	<i>1-Propanol</i>	1,497	0,040%
2	<i>Ethyl Alcohol</i>	2,069	59,540%
3	<i>1-Propanol</i>	2,642	0,860%
4	<i>n-Propyl acetate</i>	4,944	39,550%
TOTAL			99,990%

Fuente: elaboración propia.

En las corridas 2 y 4 se pueden observar las semejanzas en el porcentaje presente de los componentes correspondientes a la fórmula del solvente. La gráfica muestra claramente la presencia de los componentes en el solvente.

Figura 19. Gráfica solvente 80% etanol 20% NPA



Fuente: elaboración propia, programa de cromatografía.

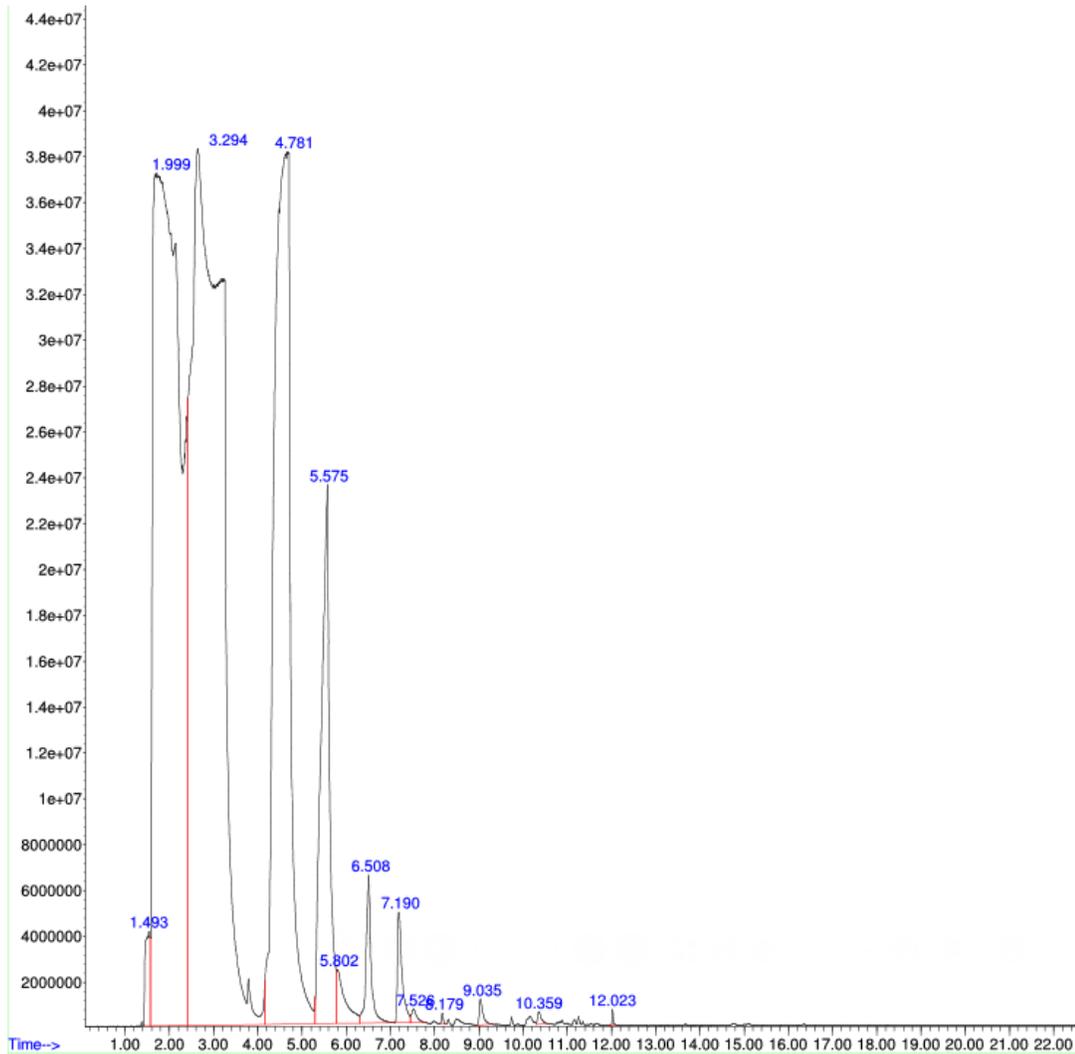
Tabla VII. Resultado cromatografía de solvente reciclado

Cromatografía			
Solvente: Reciclado			
Corrida #	Compuesto	Lapso de Tiempo min	% total
1	<i>Amonia</i>	1,493	0,670%
2	<i>Ethyl alcohol</i>	1,999	32,780%
3	<i>1-propanol</i>	3,294	37,500%
4	<i>n-propyl acetate</i>	4,781	20,100%
5	<i>2-propanol</i>	5,575	6,220%
6	<i>1-propanol</i>	5,802	0,630%
7	<i>Acetic Acid</i>	6,508	1,000%
8	<i>2-propanol</i>	7,19	0,730%
9	<i>Benzene</i>	7,526	0,110%
10	<i>Butane</i>	8,179	0,030%
11	<i>2-propanol, butoxy</i>	9,035	0,140%
12	<i>2- propanol, butanol</i>	10,359	0,070%
13	<i>Benzene</i>	12,023	0,030%
TOTAL			100,010%

Fuente: elaboración propia.

En el resultado mostrado por el estudio del solvente reciclado, se observa que las corridas 2, 3 y 4 muestran la mayor concentración de componentes similar al solvente 40/40/20. Esto se puede observar claramente en la gráfica del estudio.

Figura 20. **Gráfica solvente reciclado**



Fuente: elaboración propia, programa de cromatografía.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las cromatografías de cada uno de los solventes virgen y el reciclado, se observó que el solvente reciclado tiene similitud en sus componentes con el 40/40/20. Esto se debe a que, durante el tiempo que se tomó la muestra del solvente reciclado para someterlo a la cromatografía, se estaba utilizando este solvente en mayor cantidad.

También es importante mencionar que el solvente más utilizado en el proceso de impresión es este solvente virgen mencionado. Con base en este análisis se concluye que, por la cantidad que se utiliza del solvente 40/40/20, al enviar a reciclar el solvente sucio producido del lavado de prensa, se obtiene este resultado, el cual indica que el solvente reciclado contiene los mismos componentes, en el mismo porcentaje, del solvente virgen 40/40/20.

A continuación se presenta una tabla que resume el estudio de cromatografía de los solventes analizados, detallando los porcentajes presentes de los componentes correspondientes.

Tabla VIII. **Resumen de resultados del estudio de cromatografía**

Tabla de compuestos con su % relativo en cada muestra				
Compuesto	% en muestra 40/40/20	% en muestra 70/30	% en muestra 80/20 E	% en muestra Reciclado
Etanol	29,19	60,92	59,54	32,7
Propanol	41,26	---	---	37,5
Acetato de etilo	---	34,15	---	---
n propil acetato	19,61	3,91	39,55	20,1
Total	90,06	98,98	99,09	90,3

Fuente: elaboración propia.

2.7.2. Determinación de sólidos en el solvente reciclado

Al analizar el estudio de cromatografía del solvente reciclado, se observó cada uno de los componentes que se identificaron y se determinó que el solvente reciclado no contiene o muestra presencia de sólidos o desechos, estos, posiblemente generados a partir del proceso de reciclado, por lo que se

considera que el solvente reciclado está libre de sólidos que puedan afectar la producción y que el proceso de reciclaje es totalmente limpio.

3. PROPUESTA PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL SOLVENTE RECICLADO

3.1. Análisis para mezcla adecuada

Con base en el análisis de los resultados del estudio de cromatografía, presentado en el capítulo dos, inciso 2.7 y sus sub incisos, se realizó un estudio sobre las posibilidades de realizar una mezcla con el solvente reciclado. Observando los componentes del solvente reciclado y la presencia de los mismos se concluye que este tiene una similitud muy exacta con el solvente virgen 40/40/20. Por lo tanto, se plantea la propuesta de la mezcla de estos solventes. Se deben realizar los análisis correspondientes en cuanto a consumos, manejo y propuestas de la combinación de estos en el proceso de impresión flexográfica.

Durante el ciclo de funcionamiento de la impresora flexográfica la materia prima tiene un papel muy importante, ya que de esto depende la calidad del producto que se obtenga y para este tipo de impresiones, el solvente que se utiliza durante el proceso influye en la satisfacción del cliente, en cuanto al producto entregado.

El solvente virgen, utilizado en el proceso de impresión, como el único solvente de curado y secado, posee componentes específicos que ayudan al proceso y que dependen de las características de cada producto, por lo que para este proceso se utilizan 3 tipos de solventes con mayor frecuencia.

En la siguiente tabla, se observa la cantidad consumida de los solventes virgen durante 10 meses, lo cual permite observar el requerimiento de cada uno según la demanda de productos, también se tiene la utilización del solvente 40/40/20, el cual es el que mejor se adapta para la mezcla.

Tabla IX. **Consumo de solvente mensual**

Consumo Solvente Virgen (kg)			
Mes	40/40/20	70/30	80/20 E
Marzo	16 711	1 530	342
Abril	12 518	2 379	1 184
Mayo	15 219	2 210	513
Junio	12 711	3 737	509
Julio	15 553	3 396	167
Agosto	8 619	2 720	0
Septiembre	10 818	1 190	0
Octubre	14 703	2 210	1 022
Noviembre	11 830	1 870	0
Diciembre	7 267	1 870	342
PROMEDIO	12 595	2 311	408

Fuente: elaboración propia.

Para el proceso de impresión se observa que el solvente 40/40/20 es el más utilizado mensualmente, por lo que se requiere una mayor cantidad para cubrir la demanda.

En el análisis de costos del solvente virgen, se puede observar que, el 40/40/20, es el de mayor costo, por lo que su alto consumo representa una inversión significativa dentro del proceso.

Para disminuir este costo se busca una alternativa más económica, sin afectar ni sustituir la calidad de los materiales, por ello, surge la necesidad de buscar una mezcla más económica sin cambiar los solventes utilizados.

La mezcla de los solventes debe dar como resultado los mismos componentes que el utilizado normalmente, para dar las mismas propiedades a la impresión en los sustratos, buscando un método o alternativa más económica ya que considerar una reducción en el consumo de los solventes representaría una restricción en la producción y lo que se busca es tener un campo más amplio dentro del mercado de manera eficiente.

Por eso, la adecuación de un solvente más barato pero con las mismas condiciones que el virgen, el cual no afecte su composición, como la función de secado y curado en el sustrato y la calidad del producto, sería una alternativa eficiente utilizando la mezcla adecuada a partir del solvente reciclado obtenido durante el proceso de la impresión flexográfica.

3.1.1. Adecuación del solvente reciclado

Con el estudio de cromatografía, luego del análisis de los componentes presentes en el solvente virgen y haciendo énfasis en el solvente reciclado, se puede observar que, por sus componentes, tiene una similitud con el solvente 40/40/20.

Con base en los resultados, el solvente reciclado puede ser mezclado en un porcentaje adecuado, con el 40/40/20, ya que los componentes presentes en ambos coinciden en tipo y porcentaje por lo que no representaría una alteración o baja de calidad en el proceso de impresión flexográfica y su adecuación no cambiaría su función.

En los solventes 70/30 y 80/20 no se debe realizar una mezcla con el solvente reciclado ya que a pesar de que posee alguno de los componentes de los dos mencionados, no los poseen en un mismo porcentaje. además, contiene otros componentes que no están presentes en los solvente virgen mencionado, por lo que en este caso una mezcla con el reciclado podría generar una alteración de la función que tienen los solventes y los resultados de la producción de los productos se verían afectados en su calidad.

Para la mezcla del solvente reciclado y el solvente 40/40/20 se propone iniciar con su adecuación en pequeños porcentajes para analizar las reacciones y resultados de los sustratos y la calidad del producto final, hasta determinar una mezcla adecuada que consiga disminuir considerablemente los costos en el proceso de impresión.

3.1.2. Porcentaje de solvente reciclado a utilizar

Para la adecuación del solvente reciclado con el 40/40/20 se debe implementar el mismo en pequeños porcentajes para determinar la reacción de los productos, por lo que se recomienda que, durante el proceso al momento de verter el solvente virgen en el contenedor de la impresora el contenedor, se llene en un 95% con solvente virgen y un 5% con reciclado para iniciar con las pruebas de la adecuación.

De esta manera continuar con las pruebas en los sustratos y los tirajes finales de la impresión, velando por que la calidad de los productos se mantenga y no disminuya. Al determinar que el producto no ha sufrido cambio por esta adecuación se debe incrementar la mezcla del solvente reciclado en un 5% más, tomando de nuevo las mismas inspecciones de calidad en el producto y determinar que no se está afectando la función principal del solvente

virgen y así seguir incrementando la utilización del solvente reciclado hasta llegar a una mezcla de un 80% solvente virgen y 20% solvente reciclado.

La propuesta de utilizar hasta un 20% del solvente reciclado junto con el virgen se realiza considerando que el reciclado se deriva del solvente sucio obtenido por el proceso de impresión y gracias a estas condiciones y procesos, el solvente reciclado obtiene los componentes necesarios para realizar esta adecuación. Por ello, con esta medida se puede garantizar que la calidad de los productos se mantendrán según los estándares utilizados y la mezcla de estos seguirá cumpliendo la función del solvente virgen.

3.2. Proceso de impresión flexográfica

Implementando la mezcla de los solventes en el proceso de impresión se tendrá que realizar una actualización de los formatos y diagramas del proceso, especificando cuáles son las nuevas operaciones requeridas para la utilización de la mezcla propuesta.

Esta actualización tendrá que ser constante, en sinergia con los resultados obtenidos mediante la prueba de los porcentajes de solvente reciclado que se adecuarán paulatinamente en el depósito del solvente que utiliza la impresora. La toma de muestras para verificar las variables de calidad de la empresa en el tiraje impreso deberán ser autorizadas por el departamento correspondiente. Una vez autorizado, se mantendrá esta mezcla por lo menos 24hrs más de trabajo continuo de la impresora, realizando sus análisis de calidad correspondientes. Si no se encuentra una variación en los tirajes o luego de este tiempo, se aumentará el solvente reciclado correspondiente en el depósito de la impresora. Se debe realizar el mismo procedimiento de verificación y autorización hasta llegar al 20% propuesto de solvente reciclado. Se tendrá en

cuenta que los formatos se deben actualizar conforme se adecua la cantidad de solvente reciclado en el depósito de la impresora.

La implementación de la mezcla al proceso no debe interferir en los demás pasos o actividades realizadas durante la impresión de los productos, ya que únicamente se añadirá en un porcentaje el solvente reciclado, y la forma de implementar su adecuación se realizará de la misma manera en la que se hizo para verter el solvente virgen.

Esto incrementará la utilización de solvente reciclado dentro de la planta de producción de empaques flexibles, por lo que se le tendrá que realizar una notificación a bodega para que incremente el *stock* de solvente reciclado para cubrir su demanda, que aumentará conforme se agregue mayor cantidad a la mezcla. Una vez se realice la adecuación de esta mezcla se determinará una disminución en el requerimiento del solvente virgen, 40/40/20, de esta manera se reducirán los costos en la utilización de los solventes.

3.2.1. Manejo de mezcla en el proceso

Para llevar a cabo la mezcla adecuada de los solventes dentro del depósito de la impresora, se continuará realizando de la misma forma con la que se ha trabajado, en la que el operario vierte el solvente en el recipiente correspondiente, con la única modificación que agregará el solvente reciclado.

Mediante el equipo que posee la impresora, el cual cuenta con un depósito que trabaja con un medidor de nivel donde se vierte el solvente virgen hasta su nivel máximo, se podrá realizar la mezcla de los solventes mediante la observación del medidor de nivel, introduciendo al depósito, como primer paso, solvente virgen hasta llegar al 80% de su capacidad, luego, se tomará el

solvente reciclado y se introducirá en el mismo, terminando de llenar la capacidad del recipiente que corresponderá al 20% restante de su capacidad. Esto si se determina mediante los análisis de calidad que se puede emplear esta mezcla o durante las pruebas iniciales de la adecuación.

Para manejar esta mezcla, se deberá de ser muy preciso en la utilización del solvente virgen. Se debe evitar el uso de un porcentaje menor al establecido ya que la composición del solvente reciclado depende de los componentes del solvente original que se está utilizando. Con ello, se evitará que a largo plazo los componentes del solvente reciclado cambien produciendo una alteración en el funcionamiento del solvente 40/40/20 y disminuyendo la calidad de los productos. Para ello, se efectuará un análisis de cromatografía cada semestre para llevar un control del solvente reciclado y sus componentes.

3.2.2. Diagrama de flujo del proceso

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de una secuencia de operaciones o acciones que se realizarán en una actividad o proceso específico que sirve para tener una guía rápida y entendible de lo que se tiene que realizar en una tarea determinada. Por medio de la representación de estos pasos las personas pueden tener una idea más clara de cuáles son sus responsabilidades y qué acciones notar cuando se requiera de una decisión.

Para que todos los involucrados en el proceso de impresión flexográfica estén informados y capacitados para comprender rápidamente los cambios hechos para implementar esta mezcla, al diagrama de flujo del proceso de impresión se le ha realizado una actualización. En esta actualización se realizaron mejoras del diagrama actual de la planta de empaques, se agregó un símbolo de decisión en lugar de la acción de inspección número 2 con la que

contaba el diagrama, ya que en esta parte del proceso, donde la muestra impresa que se toma y se determina como no conforme se debe regresar a la operación de impresión para sacar una nueva muestra, así mismo se agregó el proceso de adecuación del solvente virgen y solvente reciclado. El proceso de impresión consta de la siguiente manera:

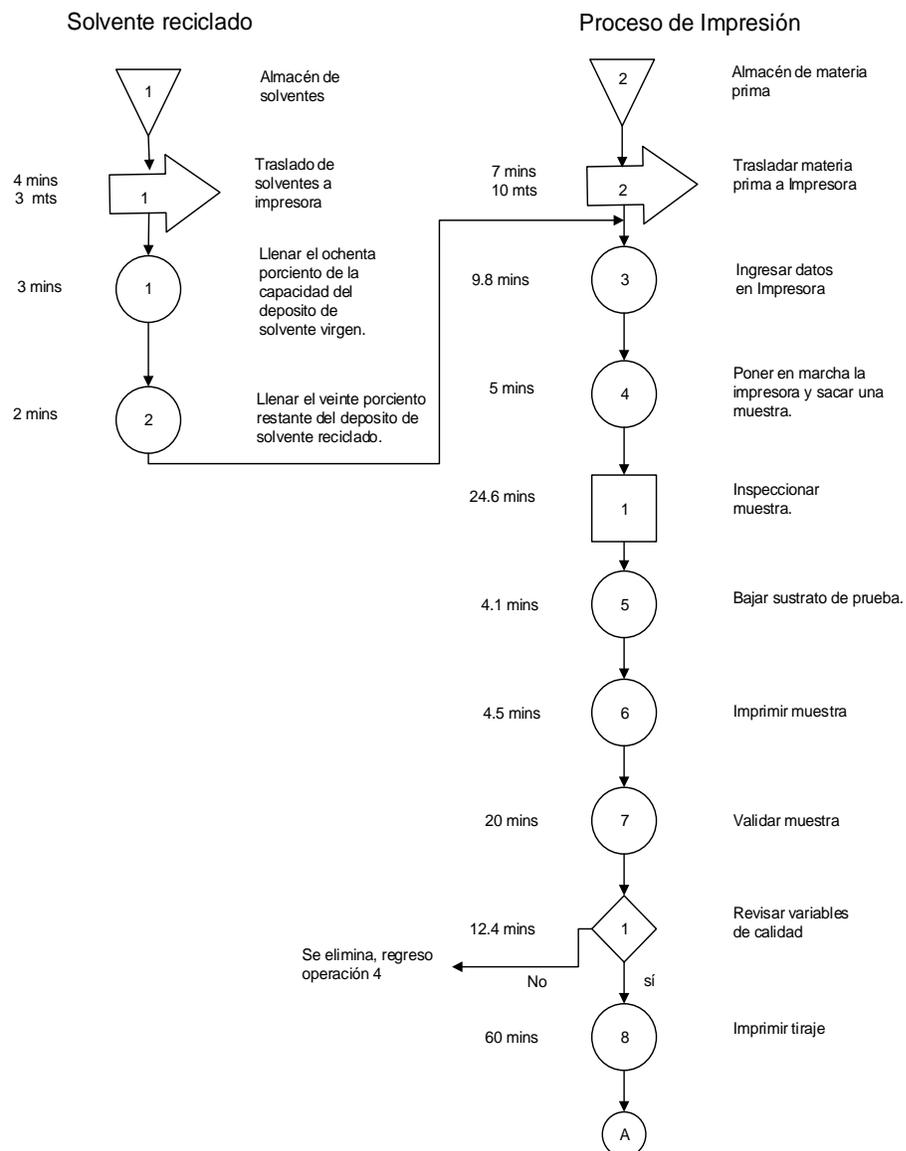
- Se verifican los recursos de entrada como la hoja de planificación, cartilla de color y lista de chequeo.
- Se inspeccionan los materiales como los sustratos, tintas y solventes, validándolos, que se encuentren en buen estado.
- Se observa que los elementos de impresión como las mangas, anilox, juego de bombas, y el troquel estén en excelentes condiciones.
- Se verifica que esté el equipo de seguridad como guantes, mascarilla, tapones, cinturón, lentes, uniforme y redecilla.
- Se enciende la impresora para trabajar.
- Se coloca sustrato de prueba.
- Se valida la muestra en su gramaje, ancho, largo y calibre.
- Si la muestra cumple se continúa.
- Se imprime tiraje requerido.
- Se inspecciona el producto y se acepta o rechaza.
- Si se rechaza se vuelve a imprimir, de lo contrario se continua con la impresión.
- Se verifica la calidad del producto.
- Una vez analizado se lleva a los arboles de secado y se almacena hasta terminar su tiempo de curado y secado.

El siguiente diagrama muestra la propuesta realizada para la adecuación de la mezcla de los solventes y sus mejoras. Este es el diagrama propuesto para sustituir el diagrama presentado en la situación actual de la empresa, el

cual se puede apreciar en el inciso 2.4.1 Diagrama de flujo del proceso, en el capítulo dos.

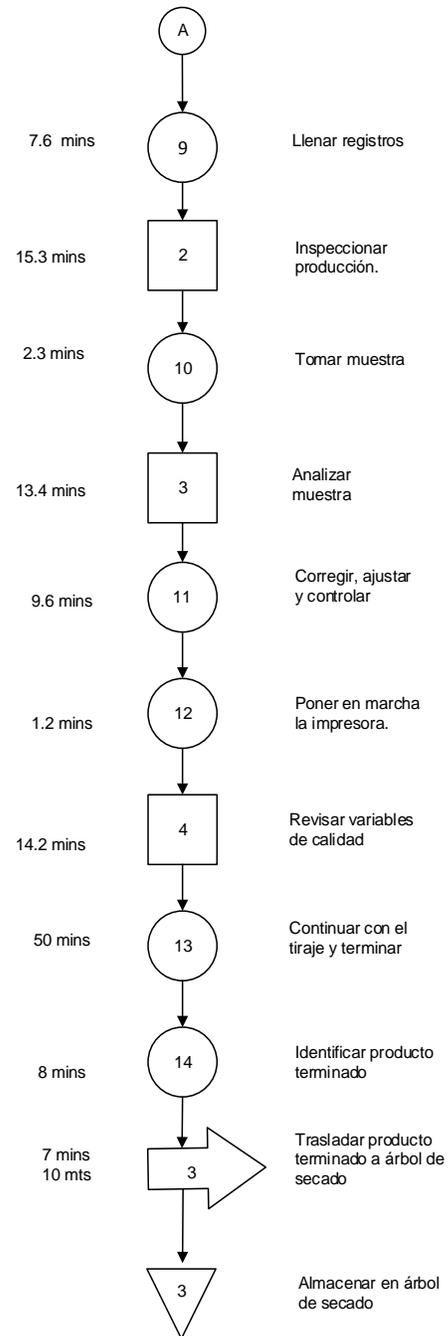
Figura 21. Propuesta de diagrama de flujo

Proceso: Impresión Flexográfica	Responsable: Hugo Díaz
Método: Propuesto	Hoja: ½



Continuación figura 21.

Proceso: Impresión Flexográfica	Responsable: Hugo Díaz
Método: Propuesto	Hoja: 2/2



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

Tabla X. **Resumen diagrama de flujo propuesto**

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (mins)	Distancia (mts)
	Operación	14	187,1	-
	Inspección	4	67,5	-
	Transporte	3	18	23
	Decisión	1	12,4	-
	Almacenaje	3	-	-
	TOTAL	25	285	23

Fuente: elaboración propia.

3.3. Lavado de prensa

Para limpiar la impresora y el equipo, se utilizará únicamente la cantidad necesaria para limpiar cada una de las piezas y áreas que se han manchado o que requieren que las tintas sean removidas por completo.

Para lograr un uso eficiente del solvente reciclado se deberá contar con depósitos pequeños y una cantidad máxima de *waípe* permitido para la limpieza. Se deberá llevar un control del solvente reciclado utilizado para el lavado de prensa, contando con una hoja de control, en la cual, el encargado de la actividad deberá reportar la cantidad de solvente y *waípe* que utilizó y en caso de sobrepasar la cantidad máxima permitida de solvente reciclado especificar la razón del exceso y cantidad utilizada.

Procedimiento de limpieza de la impresora:

- Se debe vestir el equipo de protección personal por seguridad, los guantes, la mascarilla, lentes protectores, reddecilla y uniforme.
- Preparar el solvente reciclado a utilizar y *wipe*.
- Limpiar las mangas de manera superficial en el sello, para eliminar la tinta en exceso que queda en el sello.
- Limpiar los anilox con el *wipe* y solvente a manera de quitar los residuos de tinta.
- Desnibtar las bombas y depósitos de tintas, quitando los tornillos de seguridad.
- Limpiar internamente la bomba para que queden limpias las mangueras de alimentación y retorno, abriendo la tapa de la bomba, a manera de que el operario pueda introducir el *wipe*.
- Limpiar los contenedores de tintas con *wipe*.
- Limpiar los rodillos, el tambor, bandejas y estructura de la máquina, pasando *wipe* con solvente reciclado para remover los residuos de tinta.
- Limpiar con el solvente y *wipe* los paneles, piso y mesa de trabajo se deben.
- Depositar el *wipe* utilizado y sucio en el depósito asignado.

El modelo de la hoja de control para el lavado de prensa que se propone es el siguiente:

incrementará su consumo en el proceso de impresión flexográfica por la mezcla establecida. Esto ayudará a reducir el requerimiento de solvente reciclado en la planta de producción.

3.4. Manejo de sólidos del solvente reciclado

Con el análisis del estudio de cromatografía se determinó que el solvente reciclado no contiene sólidos en sus componentes. En el único caso que se pueden encontrar sólidos es en los depósitos que se derivan del lavado de prensa, ya que durante este proceso se recolectan los sobrantes de tintas en toneles y se mezclan con el solvente que se utiliza para la limpieza de la impresora. Al finalizar el proceso de impresión se obtiene una mezcla de residuos de solventes para su reciclaje.

Para el manejo de los depósitos mencionados, se debe tomar en cuenta las buenas prácticas de manufactura, como uso de guantes, lentes, mascarilla y gabacha para evitar que los operarios que manipulan dichos sólidos sufran algún daño a largo plazo.

Otras medidas que se deben tomar para el manejo de los sólidos son las normas de seguridad e higiene industrial para evitar cualquier accidente, ya que este producto es altamente inflamable, por lo que los depósitos deberán contar con la etiqueta de diamante de materiales peligrosos, NFPA 704, en un lugar visible y deberán colocarse en un área especial para este material donde habrá un extinguidor tipo B en un área visible. Este es a base de espuma, especial para incendios de líquidos inflamables, como gasolina, aceite o alcohol.

Figura 23. **Etiqueta de diamante de materiales peligrosos, NFPA 704**

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS – NFPA 704

Producto					ESPECIAL
GRADO	SALUD	FUEGO	REACTIVIDAD		
4	Fatal	Extremadamente inflamable	Detonación rápida	W	No usar agua
3	Extremadamente peligroso	Inflamable	Detonación pero requiere de fuente de inicio	ALK	Alcalino
2	Peligroso	Combustible	Cambio químico violento	OXI	Oxidante
1	Ligeramente peligroso	Combustible si se calienta	Inestable si se calienta	COR	Corrosivo
0	Material normal	No se quemará	Estable	ACID	Ácido

SALUD → **FUEGO**

↑ **ESPECIAL** ← **REACTIVIDAD** ↓

SALUD
FUEGO
REACTIVIDAD
ESPECIAL

Fuente: proporcionado por planta de empaques flexible.

Únicamente una persona llenará los toneles y clasificará aquellos cuya composición sea muy espesa por la cantidad de tinta presente y no puedan ser mandados a reciclaje, y aquellos de composición más líquida para mandar a reciclaje tomando en cuenta las consideraciones mencionadas.

3.4.1. Utilización correcta de los sólidos

Los sólidos que se obtienen del proceso de impresión, son almacenados y enviados a la empresa recicladora. La recicladora los destruye, ya que no se pueden reciclar por su composición.

Los sólidos generados se derivan de los sobrantes de tintas que, por lo regular, son capas gruesas de tinta base solvente, y también se derivan del lavado de prensa mediante la utilización de *wipe* para limpiar la maquinaria.

Estos *wipes* sucios con tintas y solvente reciclado también se almacenan en un depósito y enviados a destrucción.

Estos sólidos se deben manejar de acuerdo con las normas de buenas prácticas de manufactura y seguridad ocupacional mencionadas. Asimismo, la destrucción de estos sólidos es un compromiso con el medio ambiente, ya que la empresa encargada de su destrucción evita que dañen o contaminen el ambiente.

3.5. Análisis de costos

El análisis de costos incluye la identificación de los recursos necesarios para la implementación de la mezcla adecuada del solvente reciclado y el solvente virgen. Para este proyecto, los recursos no varían significativamente, ya que el proceso de impresión no sufrirá cambios en cada una de las actividades, únicamente requerirá agregar un porcentaje de solvente reciclado.

La adecuación del solvente reciclado la realizarán los operarios y supervisores que trabajan habitualmente, por lo que no se necesitará una inversión en nuevo personal en el proceso.

La implementación del solvente reciclado requiere de una etapa de capacitación para el personal involucrado, por lo que se necesitará que los supervisores estén debidamente capacitados y preparados para trasladar la información a los operarios. Las capacitaciones se realizarán dentro de la empresa por lo que no se necesita una inversión extraordinaria. Asimismo, se tendrá que realizar una actualización de los formatos y diagramas de operaciones.

El solvente virgen, 40/40/20, como materia prima disminuirá y se incrementará la utilización de solvente reciclado, esperando que el costo total de proceso de impresión flexográfica disminuya. En la siguiente tabla se realizará el análisis de los costos requeridos para la adecuación del solvente reciclado.

Tabla XI. **Costo metodo actual y metodo propuesto**

Costos requeridos (Q)		
Costo actual		
Descripción	Directo	Indirecto
Kilo solvente 40/40/20	12,50	-
Costo mezcla		
Descripción	Directo	Indirecto
Kilo solvente reciclado	2,80	
Capacitación		500,00
Actualización de formatos		300,00

Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Estimación de la reducción del costo en la utilización del solvente

Con base en los costos actuales del proceso de impresión flexográfica, se calculará el monto a reducirse en la adecuación del solvente reciclado que se utilizará en el proceso el solvente 40/40/20.

Comparando los costos actuales con el costo de la propuesta de la mezcla adecuada, la reducción en el costo sería:

Tabla XII. **Reducción de costos del método propuesto**

Estimación de reducción de costo							
Costo actual				Costo propuesta			
Solvente	Kilos	Cost./kilo	Total (Q)	Solvente	Kilos	Cost./kilo	Total (Q)
40/40/20 (100%)	12 595	12,50	157 437,50	40/40/20 (80%)	10 076	12,50	125 950,00
-	-	-	-	Reciclado (20%)	2 519	2,80	7 053,20
TOTAL			157 437,50	TOTAL			133 003,20

Fuente: elaboración propia.

Esta estimación se basó en el promedio utilizado mensualmente del solvente 40/40/20 de la tabla IX. Realizando el cálculo de costos con la propuesta de la mezcla adecuada, se determinó que la reducción sería de:

Tabla XIII. **Reducción total de costo**

Reducción total	Q24 434.30
------------------------	-------------------

Fuente: elaboración propia.

3.6. Mejoras en el medio ambiente

La utilización de las tintas base solvente y los distintos tipos de solventes en el proceso de la flexografía causan daños en el medio ambiente, como en la salud de las personas, ya que los componentes de los solventes pueden ser peligrosos. Pueden causar daño permanente a las personas o llegar a la atmosfera y contaminarla por su alta probabilidad inflamable y explosión.

La impresión flexográfica se caracteriza por su alta utilización de solventes, por lo que se requiere de un cuidado excesivo en el manejo de las tintas y solventes para evitar cualquier contaminación. Un manejo adecuado de estos componentes reduce el riesgo de contaminación y contribuye a que el proceso sea más sustentable.

Esta propuesta de la adecuación del solvente reciclado pretende mejorar el impacto que el manejo de solventes produce en el ambiente, reutilizando el solvente que se utiliza durante la impresión y que puede ser recuperado mediante un proceso de reciclaje. Esta acción disminuye el impacto ambiental, ya que reduce la demanda de solvente virgen y, al mismo tiempo, se aprovecha el solvente presente en las tintas dándoles un uso más consciente.

Asimismo, la recolección de los residuos y sólidos presentes en el proceso de impresión, que se obtienen de las tintas que ya no pueden ser utilizadas o sus sobrantes, se realiza de forma sustentable, ya que estos sólidos altamente contaminantes se envían para que destruyan mediante la desintegración para que no se esparzan por el ambiente.

Todos estos procesos disminuyen la huella ambiental que se pueda generar en el ambiente y, al mismo tiempo, mejoran la rentabilidad del proceso.

3.6.1. Área a reducir la contaminación

Las mejoras en el medio ambiente reducen considerablemente todo tipo de contaminación que pueda afectar a los ecosistemas como a las personas que estén expuestas a los componentes contaminantes de los solventes. Tomar las medidas adecuadas, como su manipulación y destrucción, para el manejo de los solventes reducen los riesgos de que partículas tóxicas lleguen al ambiente y

contribuya al calentamiento global, también se reduce el riesgo de que se generen grandes incendios o explosiones que puedan dañar tanto a personas como a la atmosfera.

Se reduce el riesgo que puede generar en las personas involucradas dentro del ambiente de impresión, ya que el uso sin responsabilidad de los solventes puede causar en los operarios enfermedades respiratorias, enfermedades en la piel o intoxicación por el contacto prolongado que se tiene con estos tipos de alcoholes. Se sabe que las sustancias químicas de estos en grandes cantidades son nocivas para la salud por lo que deben usar obligatoriamente el equipo de protección. El uso adecuado de los solventes y el mayor consumo de solvente reciclado disminuirá el riesgo de contaminación en el proceso, de esta manera se estará trabajando sustentablemente y cuidando la seguridad y salud de los trabajadores.

3.7. Pruebas en el proceso de impresión flexográfica utilizando el solvente

Para establecer la mezcla del solvente reciclado y definir esta adecuación en el proceso de impresión, se debe verificar la calidad de los productos obtenidos a partir de la adición del solvente reciclado con el solvente virgen.

Se debe certificar la calidad de los productos requeridos por los clientes mediante el seguimiento y control de todas aquellas variables que se pudieran presentar en el proceso o en la calidad del tiraje impreso.

Para determinar que se siguen con los parámetros de calidad con la mezcla, todo material y producto que se elabore con el solvente 40/40/20, se le debe realizar pruebas constantes, y cada uno de los encargados en el proceso

y de la calidad de los productos es responsable por que se cumplan los requerimientos del cliente.

Para el éxito del análisis de las pruebas con la mezcla de solventes, se debe continuar con la revisión de materia prima y realizar controles mediante las listas de chequeo de los procesos, que permiten reaccionar ante variaciones que se presenten y llevar control de los productos. En los procesos deben realizar muestreo de producto para llevar un registro y poder mandarlo al departamento de certificación de calidad.

Mediante los controles de calidad y registro de las muestras, el producto debe ser considerado como producto conforme o no conforme. Si la muestra cumple, se procede a autorizar la impresión y continuar con el proceso. Si la muestra es rechazada, se debe realizar los cambios o ajustes en el proceso para cumplir con las especificaciones del cliente, de continuar con la no conformidad se debe revisar la lista de chequeo del proceso y determinar cuál es la causa, si no se identifica, el analista de calidad debe ver la muestra para verificar si es la responsable por esta variable.

Estas pruebas se deben realizar con la regularidad que se realiza en el proceso para mantener la calidad de los productos y de esta manera satisfacer al cliente y mantener una reducción en los costos del proceso de impresión flexográfica.

3.7.1. Análisis de las pruebas

El análisis de las pruebas tiene como finalidad identificar en las muestras y las bobinas todo defecto que se pueda presentar para garantizar en toda etapa

de la producción, la calidad e inocuidad de los productos, ya que estos tendrán un contacto directo con los clientes.

Los problemas o defectos más frecuentes en impresión pueden ser los despintes, colores fuera del rango de la cartilla de color o impregnación débil de tinta, por lo cual, el proceso de impresión contiene una adecuación del solvente reciclado. Es importante realizar una mayor observación y análisis de las pruebas para evitar estos defectos o identificarlos si se presentan para su reparación.

Como se ha mencionado, la presencia de solvente en el proceso de impresión determinará la calidad de la impresión, las tintas, su secado y adherencia a los sustratos y la adecuación de solvente reciclado debe ser analizada para descartar que esté influyendo en las no conformidades que se pudieran presentar en los productos. Por lo tanto, se debe de realizar un especial análisis en las pruebas realizadas con la cartilla de color.

El análisis de las pruebas mediante la cartilla de color, se debe utilizar para que el personal de impresión compare los rangos de color en los que se puede mantener el producto, que puede ser mínimo, estándar y máximo, y su calidad de impresión, y así reproducir y liberar la orden de producto terminado.

Figura 24. Cartilla de color



Fuente: <https://1.bp.blogspot.com/>-

PwoJeZsuHbc/Vyk3puXDRu/AAAAAAAAABGY/Zb3TL9ZuXxEjT4cKYxFeAZV8enLmBZw2gCLcB/s1600/Tarea%2Bflexo%2Betiqueta.jpg. Consulta: marzo de 2017.

Luego de analizar las pruebas, se tomarán los criterios de aprobación de un producto: la aceptación entre los parámetros de la cartilla de color; el visto bueno del departamento de calidad; la aceptación entre el arte digital y el arte impreso del producto; la revisión del cliente del producto, el cual puede realizar observaciones que, de ser necesario, se deberán adecuar según lo que indique. Finalmente, para su aprobación final, los únicos responsables para liberar las pruebas y entregar los productos serán el supervisor de impresión, el ejecutivo de ventas y el cliente.

3.8. Utilización del formato para el informe de producción

Para la producción se cuenta con los reportes e informes de cada proceso realizado durante la jornada en la planta de empaques. Estos formatos contienen el registro de cada uno de los pasos o actividades realizadas que

ayudan a llevar un historial para identificar cualquier variación en caso se presente una variación o alteración en la producción.

Los supervisores de impresión y el departamento de calidad analizan estos informes para velar por el procedimiento adecuado a los materiales y productos. Por la adecuación del solvente reciclado en el proceso de impresión, se debe de incluir en los formatos de las listas de chequeo la utilización de este e informar de cualquier variación para llevar un control más cauteloso.

Por esto, es importante realizar todas las actualizaciones convenientes en los informes y formatos utilizados para el proceso de impresión flexográfica.

3.8.1. Actualización del formato

El propósito de la actualización del formato es establecer un procedimiento adecuado de las operaciones para la adecuación de la mezcla, y un correcto manejo de la materia prima y productos. El formato brinda un soporte al personal involucrado para verificar que el producto se encuentre dentro de las especificaciones de calidad y llevar un control de los registros y actividades realizadas durante la producción.

Para el desarrollo, el departamento de planificación es el encargado de velar por el correcto manejo de los formatos de las listas de chequeo, las cuales deben cumplir con lo siguiente:

- El operador de la impresora debe llenar todo lo solicitado en los formatos, incluyendo los datos de las órdenes de producción y la información necesaria para llevar un seguimiento de los productos, variables de

calidad, observaciones y acciones correctivas en caso de presentarse no conformidades.

- Dejar constancia de los registros, de que el material utilizado fue revisado y aceptado. En la información o espacios que no se llenen, deben colocar una línea.
- En caso de variaciones, informar a los supervisores de producción y calidad.

Para la actualización del formato del proceso de impresión y su adecuación del solvente reciclado, a continuación se podrá observar la lista de chequeo.

Figura 25. Propuesta de formato de lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO - PRODUCCIÓN				
Turno: _____		Operario/ código: _____		
Máquina: _____		Hora/Fecha (arranque): _____		
Producto: _____		Tiempo de paro: _____		
Descripción de trabajo		Observación		
Acción correctiva				
Solvente utilizado (40/40/20, 80/20, 70/30, Reciclado)				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD USADA		
No.	Actividad	Conforme	No conforme	Observación
Formato Actualizado		Aprovado Jefe Producción		

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA

4.1. Acciones por realizar

Para este capítulo se tomará en cuenta el plan de acción que se debe realizar, basado en las propuestas hechas en el capítulo anterior. Con base en los resultados obtenidos del estudio de cromatografía y el análisis para la mezcla adecuada, se deberán actualizar los formatos, informar y capacitar a todo el personal involucrado en el proceso de impresión flexográfica.

Para el éxito de la implementación, todos los procesos se deben llevar a cabo mediante los parámetros de control de calidad y de las medidas de seguridad y salud ocupacional, esto garantizará la inocuidad de los productos como la satisfacción de los clientes y control de cualquier accidente.

De esta manera se garantizará la reducción en los costos de impresión en el proceso productivo, además, se trabajará de manera sustentable y eficiente. Por el tipo de proyecto que se implementa en el proceso de impresión, no se deberá contar con una inversión económica significativa, ya que la adecuación del solvente reciclado únicamente modificará parte del proceso realizado para la producción, pero las operaciones y personal involucrados continuarán trabajando de la misma manera. Por otro lado, esta adecuación representa una reducción en los costos de producir, por lo que más que generar una inversión se obtendrá un ahorro económico importante.

4.1.1. Entidades responsables

Para llevar a cabo la adecuación de la mezcla en el proceso de impresión, la organización cuenta con varios departamentos y personal involucrado en su modificación. Todos intervienen directa o indirectamente en el proceso productivo, por lo tanto, cada uno debe de estar enterado de los cambios que se realizarán y comprenderlos a cabalidad para evitar cualquier variación o error en el producto final.

Las entidades responsables en la adecuación, son las siguientes:

- Gerencia general, la cual debe de mantener un seguimiento constante de todos los departamentos involucrados.
- Jefe de planta. Velar que todos los involucrados estén trabajando para lograr la misma meta y en sinergia obteniendo toda la información necesaria para prepararse en la toma de decisiones que se presenten, como también del traslado de la información a la gerencia general del desarrollo de la implementación.
- Supervisión de procesos. Conjuntamente con el departamento de producción deberá mantener la observación constante de todas las operaciones.
- Supervisión de tintas y solventes. Tendrá un papel muy importante ya que deberán mantener una constante precisión en la utilización de los solventes.
- Departamento de calidad. Debe velar por que el producto final cuente con todos los estándares requeridos para su aprobación.
- Departamento de producción es el responsable principal de verificar que todas las estrategias y operaciones se estén realizando adecuadamente.

- Departamento de ventas. Debe de asegurar que el producto que se está ofreciendo es el mismo que se está produciendo.
- Bodega. Debe contar con toda la materia prima requerida a tiempo y sin retraso para que el flujo de la producción no sea interrumpido.

Los mencionados deben involucrarse en la adecuación de la mezcla propuesta, pero los principales responsables son la gerencia general y el departamento de producción. En los siguientes subtítulos se describirá cuál es su principal función en la implementación.

4.1.1.1. Gerencia general

Se encarga del funcionamiento de todo proceso, producto, recurso humano, sostenibilidad financiera, rentabilidad, posicionamiento en el mercado, ventas, satisfacción del cliente y el éxito del proyecto en general, independientemente de su tipo, por lo que debe estar involucrada en cada una de las tomas de decisiones que se tomen para garantizar que la acción a tomar tendrá un beneficio a la empresa.

Para la implementación de la mezcla en el proceso de impresión flexográfica, la gerencia, mediante reuniones con los departamentos involucrados, debe analizar la propuesta realizada y crear un cronograma de las actividades que se irán realizando conforme el proyecto avance, y delegar las actividades a cada departamento para que todos conozcan cuáles son sus responsabilidades y, en consecuencia, el proyecto se implemente con éxito.

4.1.1.2. Departamento de producción

Es el principal encargado de transformar la materia prima en un bien o servicio para satisfacer las necesidades de los clientes, y garantizar la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa u organización. El área de producción, principalmente, debe garantizar la calidad de los materiales con los que se trabajará, llevar un seguimiento de las actividades programadas, supervisar los procesos, determinar la secuencia de las operaciones y métodos a emplearse, garantizar el cumplimiento de los tiempos asignados y la calidad del producto para cumplir con las expectativas de los clientes y la empresa.

La implementación del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica requiere llevar un control del proceso adecuado para garantizar que el proyecto cumpla con las expectativas y se reduzcan los costos del mismo, que es parte de las responsabilidades del área de producción. La adecuación de la mezcla se deberá realizar bajo las mismas políticas de seguridad industrial con la que cuenta la planta de empaques, sus medidas de calidad y trabajando sosteniblemente con el ambiente.

4.2. Publicación de cambios en el proceso

Para garantizar que todo el personal involucrado tenga conocimiento de la adecuación del solvente reciclado, se debe de realizar una campaña de actualización e información de los cambios del proceso de impresión flexográfica mediante sesiones informativas, capacitaciones y publicaciones, bajo un plan de comunicación a todos los encargados directos de la manipulación de la materia prima utilizada en las impresiones.

La publicación de los cambios deberá estar a cargo de la gerencia general, el departamento de producción, de calidad y el jefe de planta para garantizar que la información que está siendo trasladada competa al personal operativo involucrado.

La información se dará durante las capacitaciones programadas mediante la explicación de los cambios presentados. También se utilizarán publicaciones de pequeños instructivos donde se explique el nuevo proceso o acción de la impresora flexográfica. Se colocarán en un lugar visible en el área de flexografía y la impresora. Con estas estrategias se garantizará que todo el personal involucrado esté consciente de la adecuación del solvente reciclado.

4.2.1. Informe de adecuación del solvente

Con base en el estudio de cromatografía realizado a los solventes virgen y reciclado, y el análisis de la situación actual del proceso de impresión flexográfica, se determinó mediante los estudios pertinentes, lo siguiente:

- El proceso de impresión flexográfica

El proceso no cuenta con la utilización de solvente reciclado para el proceso de impresión, por lo que únicamente se utiliza para la limpieza y lavado de la maquinaria.

- El estudio de cromatografía

Mediante el análisis de los resultados del estudio, se determinó que el solvente reciclado contiene los mismos componentes que el solvente 40/40/20,

y la presencia de estos es semejante a la del solvente virgen, por lo que se concluyó que el solvente reciclado puede utilizarse con el solvente 40/40/20.

- Adecuación de solvente reciclado

Con base a los resultados obtenidos del estudio de cromatografía, se determinó que se puede realizar una mezcla de solvente 40/40/20 y el solvente reciclado del 80% y 20% respectivamente.

- Reducción de costos

Los costos de adecuar el solvente reciclado en un 20% al solvente 40/40/20 reducirá Q24 434,00 mensualmente en los costos de producción.

Para identificar el porcentaje que representa esta reducción, se toma en consideración el costo del proceso actual y la cantidad que se reducirá con la adecuación. Mediante una regla de tres, se hacer el cálculo correspondiente:

Tabla XIV. **Datos para realizar regla de tres**

	Costo	Porcentaje
Actual	Q157 437,50	100%
Reducción	Q24 434,30	X

Fuente: elaboración propia.

- Procedimiento:

$$\frac{(24\ 434,30 \times 100)}{157\ 437,50} \times 100 = 16\%$$

El resultado es que un 16% corresponde a la reducción de los costos en el proceso de impresión y la adecuación del solvente reciclado comparado con el proceso actual.

- Resultados

La adecuación del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica, representará un beneficio económico a la empresa y, al mismo tiempo se estará trabajando amigablemente con el ambiente.

4.2.1.1. Notificación a departamento de producción y Gerencia General

Para la aprobación e implementación de la propuesta de la adecuación del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica, se les debe presentar el informe descrito, del estudio y análisis de esta mezcla, al departamento de producción y a la gerencia general. Esta notificación se realiza para informar a los departamentos principales cuáles serán los beneficios y resultados esperados. Aclarados los puntos y pasos de la adecuación, se muestra un cronograma del desarrollo de las actividades programadas para implementar la propuesta y llevar un orden y estimación del tiempo del proceso de actualización.

A continuación se presenta el cronograma de las actividades para su implementación.

Figura 26. **Cronograma de actividades**

No.	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		Semana											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Informe de la propuesta	■											
2	Notificación a departamentos responsables	■											
3	Actualización de instructivo	■	■										
4	Introducción a responsables		■										
5	Capacitación a personal operativo			■	■								
6	Preparación de materiales				■								
7	Adecuación de mezcla en el proceso					■	■	■	■				
8	Manejo adecuado de sólidos					■	■	■	■				
9	Control de calidad de los productos					■	■	■	■	■			
10	Visto bueno y seguimiento de mezcla									■	■	■	■

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Notificación de los involucrados

El traslado de información dentro de un grupo de trabajo es de suma importancia, ya que una comunicación adecuada asegura una buena sinergia y trabajo en equipo del personal a cargo de realizar un proceso. Este traslado de información puede ser un medio para generar lluvia de ideas o realimentación de la información que se esté generando, dando un amplio y seguro campo de lo que se pretenda trasladar o todos los involucrados.

Esto puede generar un ambiente de seguridad y proactividad en el proceso de impresión flexográfica. Los involucrados pueden aportar información o consejos importantes en la adecuación del solvente reciclado, ya que ellos se encuentran en constante contacto con la transformación de la materia prima. Por lo cual, al realizar las notificaciones pertinentes, es bueno recibir sugerencia

para realizar con éxito la mezcla de los solventes y generar un sentido de participación y relevancia entre los involucrados, haciéndolos formar parte de los beneficios que se obtendrán en el proceso.

4.2.2.1. Adecuación de instructivo

Las modificaciones que se deben llevar a cabo en los manuales o instructivos del proceso de impresión flexográfica son muy importantes, ya que para lograr la calidad en el proceso deben especificarse cuáles son los métodos y parámetros a tomar en la adecuación de la mezcla. Estas modificaciones deben quedar registradas en el documento, el cual guía al personal responsable por llevar a cabo las operaciones. Estos instructivos deben estar accesibles para el personal operativo y para el departamento de producción y gerencia general.

La adecuación de los instructivos no debe generar inconveniente o problema para el operario o el proceso de impresión, ya que no se está estableciendo un cambio en el proceso de impresión flexográfica, únicamente se está agregando una actividad más dentro del proceso que se está realizando. Para tener una referencia del instructivo modificado, se puede encontrar en los anexos del presente trabajo.

4.2.2.2. Introducción al personal responsable

Al preparar adecuadamente al personal responsable de la adecuación de la mezcla, se garantiza el éxito de su implementación, ya que se está asegurando que el personal que tiene contacto directo con el proceso obtendrá la información necesaria para llevarlo a cabo.

Esta introducción debe realizarse de manera muy detallada, porque ellos serán la principal fuente de contacto en caso existan dudas o inconvenientes en el proceso productivo, por lo que no deberá quedar ninguna duda o inconformidad en el traslado de la información. Deberán estar familiarizados con los estudios realizados en los solventes y el porcentaje de disminución en los costos del proceso de producción.

Esta información será la de mayor importancia en las capacitaciones que brindará el Departamento de Producción, de la información que se obtenga, se obtendrá el material necesario para realizar las capacitaciones correspondientes al personal operativo.

4.3. Capacitación de operarios

En la actualidad, el recurso humano continúa siendo la principal fuente productiva y operativa de cualquier área, por lo tanto, debe contar con los conocimientos y técnicas necesarias para cumplir con sus responsabilidades, las necesidades y retos que se presenten.

Las técnicas y métodos empleados variarán según las necesidades y conocimientos que se reforzarán, pero todos persiguen un mismo fin, formar personal capacitado para lograr la rentabilidad de la empresa.

Capacitar a los operarios, que son los responsables principales de las operaciones en el proceso de impresión, representa el éxito de la implementación de la mezcla en el proceso de impresión flexográfica. Mediante charlas informativas y reforzamiento en lo más reciente en flexografía, se garantizará que el personal encargado de implementar la propuesta obtenga los resultados esperados.

Figura 27. **Capacitación**



Fuente: <http://linkea2.pe/wp-content/uploads/2016/04/CAPACITACION-FINAL-LINKEA2.jpg>.

Consulta: marzo de 2017.

4.3.1. Charlas informativas del proceso

El departamento de producción capacitará al personal operativo en el proceso de impresión. Este departamento posee toda la información sobre el proceso de adecuación del solvente reciclado con el solvente 40/40/20, y sabe que el éxito de esta mezcla representa mejoras para la empresa.

Por lo tanto, mediante dos semanas programadas en el cronograma informarán a los operarios de diferentes jornadas, acerca de las nuevas medidas y actividades que realizarán en el proceso de impresión, el porcentaje de solvente reciclado que se debe utilizar, el manejo de los sólidos que se generen, las medidas de control en la calidad de los productos y el adecuado manejo de la materia prima para hacer el proceso productivo más rentable y sostenible.

4.4. Proceso de impresión flexográfica

El proceso de impresión continuará sus operaciones normalmente, no se deberá interrumpir la producción por la adecuación de la mezcla de los solventes. Las órdenes de producción se estarán recibiendo como se han trabajado, ingresándolas en la base de datos de la impresora según la planificación, para posteriormente realizar las impresiones de muestra, y ajustar la máquina para su puesta en marcha e imprimir el tiraje correspondiente a la orden de producción.

Luego de la impresión, el producto se llevará a los árboles de secado para su curado, se realizarán las rutinas de control de la calidad en los productos. Posteriormente, se liberará el producto para su entrega al cliente.

Este resumen, a grandes rasgos, indica que el proceso de impresión no tendrá cambios a grandes dimensiones en cuanto al proceso de impresión, el proceso productivo continuará con sus actividades normales, únicamente se contará con la mezcla de los solventes en su respectivo depósito.

4.4.1. Manejo de mezcla

Para el manejo de la mezcla, luego de que el personal encargado esté debidamente capacitado, el departamento de producción tendrá inspeccionará constantemente el proceso de adecuación del solvente reciclado junto con el solvente 40/40/20. El personal a cargo deberá de notificar que se realizará el llenado del depósito de solvente, este control garantizará que se esté adecuando correctamente la mezcla.

Esta inspección, en el manejo de la mezcla, se realizará conforme a la programación realizada o durante el tiempo que sea necesario para garantizar que la adecuación de la misma obtenga un resultado exitoso.

4.5. Lavado de prensa

La limpieza de la maquina impresora, o el lavado de prensa, deberán garantizar el manejo adecuado de solvente reciclado, garantizando que no se exceda el consumo de solvente reciclado en este proceso. Esto permitirá que el requerimiento de este solvente no se incremente descontroladamente y que en vez de representar una disminución en los costos se dé lo contrario.

Para lograr esto, el personal a cargo de la limpieza deberá ser consciente del uso controlado que se debe tener del solvente reciclado y contar con el equipo e instrucciones necesarias para utilizar el solvente suficiente. Todos deberán recordar el proceso y las indicaciones establecidas anteriormente, como:

- Contar con el equipo de protección necesario.
- Limpiar todas las partes y superficies de las herramientas y maquinaria.
- Eliminar los excesos presentes de tintas en las superficies.
- Desmontar y montar correctamente todo el equipo para no dejar superficies sucias.
- Verificar que las bombas y mangueras queden totalmente limpias
- Almacenar las planchas que ya no se utilizarán adecuadamente.
- Clasificar todos los desechos correctamente e identificarlos.
- Controlar el uso de solvente virgen y *wipe*.
- Depositar los desechos en sus contenedores para la destrucción.

Al realizar las actividades requeridas del proceso, se garantizará el éxito de la implementación en cada una de sus modificaciones.

4.5.1. Proceso del manejo del solvente

Para el manejo de la mezcla, 80% solvente 40/40/20 y 20% de solvente reciclado, se deben ubicar los toneles que contienen estos solventes cerca al espacio de trabajo donde se vierten. Estos deben estar identificados y separados entre sí, dentro de un área exclusiva para los solventes, esto para evitar algún tipo de contaminación o accidente ocasionado por su alto nivel de inflamación.

Al manipular los solventes, se debe utilizar el equipo de protección personal, y verificar que las herramientas estén debidamente identificadas para no mezclarlas mismas con los solventes. Para la implantación y manejo de los solventes el departamento de producción deberá realizar inspecciones constantes para garantizar que se esté cumpliendo con todas las especificaciones.

4.6. Manejo adecuado de los solidos

El manejo de los sólidos obtenidos del proceso de impresión debe realizarse con cuidado, ya que no tienen una función en el proceso productivo y únicamente representan un fuerte factor de contaminación si no son tratados adecuadamente. La recolección de los sólidos se realizará mediante depósitos especiales únicamente para este uso en donde serán almacenados fuera de la planta de producción, para evitar cualquier accidente, y aislados de contacto con el exterior para evitar que se produzca contaminación.

Los sólidos serán enviados a la empresa encargada de su manipulación para su correcta y adecuada destrucción, garantizando que a este material no se le dé una mala utilización que pueda afectar el medio ambiente.

4.6.1. Recolección de desechos

Para la recolección de desechos obtenidos de material como el *wipe* sucio que se genera en el lavado de prensa, al igual que la manipulación de todo lo que se maneja en el proceso de impresión, se deberán depositar en los recipientes destinados para su recolección, debidamente identificados y almacenados junto con los sólidos obtenidos de las tintas y solventes para mandarlos a su destrucción, ya que por el uso que se le da representan una fuente de contaminación, por lo que deben ser destruidos al igual que los sólidos.

Para la manipulación de estos, el departamento de producción debe garantizar que se les esté dando un adecuado manejo dentro de la planta de producción y fuera de ella, para lograr un proceso limpio y sustentable para la impresión flexográfica.

5. RESULTADOS Y SEGUIMIENTO

5.1. Resultados obtenidos en la implementación

Mediante la implementación de la propuesta del manejo del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica se obtiene un resultado favorable para todo el proceso de impresión. Desde la reducción en el consumo del solvente virgen, 40/40/20, como la mitigación de los factores contaminantes que genera el mantener las variables de calidad en las mejores condiciones para los productos y la reducción de los costos en el manejo del solvente reciclado. Estos resultados representan aspectos positivos para la producción de empaques flexibles dentro de la planta de producción ya que con estas mejoras el proceso está siendo más eficiente.

Con base en lo esperado y planteado en el capítulo 4, los involucrados, desde el personal operativo hasta los principales responsables de la adecuación del solvente reciclado, como el departamento de producción y la gerencia general, obtuvieron los conocimientos necesarios para desarrollar la adecuación y responder ante cualquier defecto o no conformidad de la producción. Con esto se pretende que el material de capacitación destinado para la guía y preparación de los involucrados esté debidamente actualizado y de forma clara para que en futuros cambios no se realice una mala interpretación de la función de la mezcla del solvente reciclado.

Durante la puesta en marcha de la propuesta, con base al manejo y utilización del solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica, se

identificaron áreas en las que se obtuvo una mejora para la impresión de los productos. Estos aspectos de mejora son:

- El Proceso está bien estructurado
- La maquinaria es de última tecnología
- La calidad se mantiene en el proceso
- La producción continua siendo rápida
- El solvente reciclado no afecta o altera el producto
- El costo de producir ha disminuido
- Reducción en el consumo de solvente virgen
- El proceso es más amigable con el medio ambiente
- No hay cambios significativos en el proceso de impresión

5.1.1. Interpretación

El análisis global del presente trabajo determina lo siguiente:

- El proceso de impresión flexográfica contaba con muy buenas condiciones de trabajo, sin embargo, el proceso productivo podía ser aún más eficiente.
- El solvente 40/40/20 es el más utilizado en el proceso, por ello, el reciclaje del solvente sucio esté compuesto por los mismos elementos que el solvente virgen.
- Debido a la similitud encontrada en los elementos, el solvente reciclado puede ser adecuado con el solvente virgen, creando una mezcla sin ninguna alteración en su función.
- Al utilizar la mezcla propuesta se realiza una reducción en los costos del consumo de solventes, y al mismo tiempo se está trabajando de una forma más amigable con el ambiente.

- Los sólidos que no pueden ser reciclados se envía a su destrucción.
- Para la adecuación de la mezcla no se requiere contar con nuevo recurso humano, únicamente capacitar a los responsables actuales.
- La calidad del producto no debe variar, ya que se podría decir que el solvente reciclado y el solvente virgen son homogéneos es sus porcentajes y componentes.
- Luego de la etapa de prueba, se podrá realizar el estudio para contar con una maquina recicladora de solvente propia dentro de la empresa, para reducir aún más los costos de solvente reciclado, considerando que este aumentará su consumo.

5.2. Beneficios obtenidos en la propuesta

La propuesta realizada brindó un beneficio a la empresa de empaques flexibles, obtuvo más ganancias en las inversiones que generan diariamente. Mediante la propuesta mejora el proceso productivo, se obtiene un beneficio económico para la empresa y un plus a la imagen de la empresa porque cumple con sus políticas de manejo sustentable con el medio ambiente y el de las 3Rs, visto en el inciso 1.1.2.

Sin dejar a un lado su principal enfoque, la utilización del solvente reciclado mantiene y garantiza la satisfacción de los clientes en relación con los productos que se le entregan, creando un sentimiento de lealtad y preferencia más sólido hacia la empresa, la posiciona como una de las industrias de prestigio en el mercado.

Estos beneficios son algunas de las contribuciones que la adecuación del solvente género en el proceso de impresión. Esta mezcla, a su vez, permitió un análisis del proceso en general, identificando aquellos aspectos que interferían

con la eficiencia o actividades simples que se omitían pero ejercían alguna influencia. La utilización de hojas de control de materiales en el lavado de prensa, la actualización y corrección del diagrama de flujo del proceso, la identificación y clasificación de los desechos, la reducción de los costos y la mitigación del impacto ambiental que se generaba, son parte de los beneficios obtenidos, que seguiremos viendo a detalle en este capítulo.

5.2.1. Análisis costo beneficio

A partir de la implementación de la mezcla en el proceso de impresión flexográfica, se obtuvo un análisis de los costos generados por la mezcla y los beneficios en el proceso derivados de la adecuación. A continuación se presentan los beneficios y costos obtenidos de la implementación propuesta.

- Costos

Basado en el inciso 3.5 del capítulo 3 del presente trabajo de investigación, se obtuvo que, para realizar la adecuación del solvente reciclado no se incurre en costos elevados, ya que como se ha mencionado, el proceso de impresión no sufrirá modificaciones o alteraciones en sus procedimientos, únicamente se agregará la mezcla de los solventes, por lo que todas las demás actividades seguirán siendo las mismas.

Debido a que no existen cambios, no se tendrán que realizar inversiones en modificaciones. Las inversiones que se deben considerar son las de actualización de los formatos y manuales del proceso, capacitaciones y la utilización del solvente reciclado.

Para la actualización de los formatos, como no se requiere de cambios en la estructura operacional, únicamente se tomará la tarea de agregar la información requerida relacionada con la mezcla del solvente reciclado, formato que puede ser observado en los anexos del presente trabajo. Esto tendrá un costo de:

- Actualización de formato: Q300,00

Incluye la impresión de las copias de las actualizaciones para los departamentos, la difusión de la información a todo el personal involucrado y el recurso humano de la empresa que realice las actualizaciones.

Parte importante de la implementación de la mezcla, es la capacitación del personal responsable por manipular los procesos. Esta capacitación no requerirá de un flujo de información masivo, solo se enfocará en la adecuación de la mezcla y el manejo de los sólidos obtenidos en el proceso, presentando un pequeño recordatorio de aquellos puntos importantes del proceso de impresión. La capacitación se dará dentro de las instalaciones de la empresa por el mismo personal responsable por la adecuación. Esto tendrá un costo de:

- Capacitación: Q500,00

Esto incluye material didáctico necesario para el traslado de la información al personal de las distintas jornadas, utilización de salón de conferencias, consumo eléctrico y el uso de equipo audiovisual.

Estos costos no son fijos, ya que únicamente se tendrán en consideración al momento de la adecuación de los solventes.

Adicional a estos, también se incluyen los costos del solvente reciclado y virgen, que van a depender del consumo y requerimiento del proceso, estos tienen un costo de Q2,80 y Q12,50 por kilo respectivamente.

- **Beneficios**

Los beneficios obtenidos en el proceso, a partir del manejo y utilización del solvente reciclado, contribuyen con la empresa ya que la implementación de la mezcla genera una reducción de los costos de materia prima en un 16% mensualmente, (ver en tabla XII la estimación de reducción de costo), el cual puede ser invertido en mejoras en la planta, creación de nuevos proyectos o en agregar una plaza para tener un mejor control de las operaciones. Con las capacitaciones impartidas se contará con un recurso humano más capacitado y actualizado para una rápida y adecuada respuesta ante cualquier situación. Los formatos y manuales contarán con información más actualizada que apoyarán en un futuro a nuevo personal. Se contará con un mayor control de los recursos utilizados y del manejo de residuos.

5.2.2. Medio ambiente

Parte importante de los beneficios obtenidos durante la adecuación del solvente reciclado en el proceso de impresión es el impacto positivo que se genera en el medio ambiente a través de la utilización de los solventes y del manejo de los desechos y sólidos obtenidos del proceso. El hecho de manejar e implementar materiales reciclados en el proceso, brinda a la empresa un posicionamiento importante en cuanto a la preservación de los recursos naturales, actuando de forma sustentable.

El solvente reciclado, tiene un menor costo comparado con otros solventes y contribuye con la mitigación de solvente virgen. Para la adecuación de la mezcla, el uso de solvente reciclado en el proceso, significa que se reducirá el consumo de solvente virgen, lo cual contribuye directamente a la reducción de factores contaminantes que pueden ser generados por el excesivo consumo de este.

Basado en los resultados obtenidos de la mezcla, se analiza el nuevo impacto que se genera en el ambiente mediante una matriz de Leopold, la cual recoge la lista de las operaciones del proceso como los elementos ambientales involucrados, considerando el impacto que se genera sobre el ambiente. Esta matriz brinda información de la magnitud e importancia de las acciones involucradas, dando una ponderación de 1, 5 y 10 según sea el nivel de significancia de afección, identificando así las áreas impactadas y las acciones que las causan por medio de la mayor ponderación obtenida en la matriz.

En la siguiente tabla se puede observar el despliegue de la matriz identificando las magnitudes y áreas afectadas.

Tabla XV. **Matriz de Leopold**

Medio	Categoría	No.	Variable	Puesta en marcha de adecuación							Totales Magnitud	
				Desechos sólidos	Desechos líquidos	Consumo eléctrico	Consumo de agua potable	Contaminación visual	Contaminación auditiva	Uso de solventes		
Físico	Abiótico	Agua	1	Subterránea	1/5	1/5	1/1	1/1	1/5	1/1	1/5	7
			2	Superficial	5/5	1/5	1/1	1/1	1/5	1/1	1/5	11
	Suelo	3	Remoción	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		4	Erosión	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		5	Compactación	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		6	Uso	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
	Atmósfera	7	Partículas	10/10	5/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	5/5	24
		8	Olores	5/5	5/5	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/5	15
		9	Gases	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		10	Ruidos	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/5	1/1	7
Humano	Social	11	Tenencia tierra	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		12	Salud	5/10	5/5	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	5/10	19
		13	Seguridad	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		14	Educación	5/5	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	11
	Económico	15	Calidad de vida	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	11
		16	Trabajo	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
	Cultural	17	Paisaje	5/1	1/1	1/1	1/1	1/1	5/5	1/1	1/1	15
		18	Recreación	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7
		19	Histórico	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	7

Suma Magnitud	48	31	19	19	23	19	27
---------------	----	----	----	----	----	----	----

Continuación tabla XV.

Suma Importancia	53	35	19	19	31	23	44
------------------	----	----	----	----	----	----	----

Pts.	Magnitud	Importancia
1	Menor	Poca
5	Intermedia	Intermedia
10	Mayor	Muy importante

Fuente: elaboración propia.

Mediante el análisis de la matriz se obtiene que el área más afectada en la adecuación de la mezcla es:

En las partículas del aire o atmosfera, causados por el desecho de solidos derivados por los solventes y tintas utilizadas en el proceso, sin embargo, el impacto que se genera no es tan representativo o en grandes magnitudes, como se ve en la matriz, y en comparación con el método anterior al de la mezcla de solventes se logra reducir la contaminación del ambiente al reutilizar los solventes y las tintas base solvente.

Utilizar materia prima reciclada en el proceso, sin duda causa un impacto positivo con el medio ambiente ya que se está evitando producir y exponer los solventes a la atmosfera en mayor proporción.

Por lo tanto, el beneficio obtenido de la adecuación de la mezcla en relación al medio ambiente es positivo, según el resultado de la matriz de Leopold.

5.3. Acciones de inspección

Surgen de la necesidad de garantizar un control y correcto manejo de los procesos, para identificar variables de no conformidad y lograr un producto de excelencia.

Existen diversas formas de realizar inspecciones. Dependerán de las necesidades que se presenten, llevando un control e historial de las variaciones presentadas para garantizar que no se repitan en el futuro.

Para la puesta en marcha de la propuesta presentada en el trabajo, es importante realizar inspecciones constantes en las acciones que tuvieron modificaciones, durante las pruebas de su implementación, como también después de estas, realizándolas con constancia según sea el avance del mismo, ya que esto impulsará y garantizará el éxito de la adecuación.

Las acciones de inspección dependerán del área o el proceso, que deben ser observadas durante la producción, estas serán detalladas indicando cuáles acciones deben de realizar para mantener una calidad aceptable.

5.3.1. Control de calidad en el solvente

Para asegurar que el solvente reciclado cumpla con las características encontradas, donde se determinó que es homogéneo con el solvente 40/40/20, se deberá realizar una inspección bimestral y un estudio de cromatografía

durante todo un año. Luego de este periodo, al corroborar que el solvente reciclado no cambia su composición, podrá hacerse como máximo una inspección de estas dos veces al año.

Este control asegurará que la calidad del solvente que se utiliza en el proceso de impresión cumplirá su función principal como solvente de corte, y por lo tanto garantiza la calidad en los productos.

5.3.1.1. Manejo de viscosidades

La inspección de las viscosidades en las tintas base solvente determina el tiempo de secado y adherencia de las tintas en los sustratos. Las tintas deben mantener una viscosidad constante, la cual es controlada por la misma impresora, al presentarse variaciones en su viscosidad y se requiera de agregarle solvente para mantenerla, el solvente que se usaba era el solvente virgen. Ahora con la determinación de los componentes del solvente reciclado, se utilizará este solvente y se compararán las viscosidades y la cantidad requerida para llegar a la viscosidad deseada al usar el solvente reciclado.

Mediante el uso de la copa din, se podrá determinar la viscosidad de la tinta para garantizar el cumplimiento de su función y verificar que utilizar el solvente reciclado no afecte el secado y adherencia de las tintas.

5.3.2. Producto final

Inspeccionar el producto que se entregará a los clientes contribuye a incrementar la confianza que depositan en la empresa, ya que estas acciones garantizan un producto de calidad, inocuo y sin variables no conformes. Desde errores en los tirajes impresos, colores fuera de los límites de la cartilla de

colores, presencia de agentes externos en las bobinas impresas, o faltantes del producto según orden de producción, son los detalles que deben examinarse y descartarse para entregar el mejor servicio al cliente.

El producto final es el elemento con el cual entrará en contacto el consumidor final, y detalles tan simples como su textura, su forma o diseño generarán una lealtad hacia la marca que ofrece el producto. Por lo tanto, aunque la planta de empaques no sea la principal responsable, por la preferencia del consumidor, debe asegurar que el producto esté en buenas condiciones, en este caso el empaque, ya que de no ser así los clientes buscarán otra fuente proveedora de empaques flexibles.

5.3.2.1. Departamento de producción

Este departamento debe garantizar la sinergia entre la gerencia general, el departamento de ventas, los clientes y el departamento de producción ya que estas otras dependencias forman parte de la creación y transformación del producto final. La sinergia entre distintas dependencias garantiza que todos tengan las mismas metas y objetivos para que el producto final cumpla con sus funciones, sin esta sinergia, se produciría un problema de falta de comunicación, pérdidas y altos costos en el proceso productivo. Por esto es importante que este departamento se asegure de que los colaboradores e involucrados en la impresión de empaques, tengan los objetivos claros.

5.4. Auditorías

Las auditorías dentro del área industrial se refieren al control e inspección de los procesos y requerimientos que deben cumplir los factores que están auditando. Estas auditorías aseguran la calidad en el proceso. Mediante una

auditoría se controlan aspectos, como el tipo de material que se está utilizando, el trato y manejo que se le da, las cantidades requeridas para obtener un producto. Este control garantiza la ausencia de irregularidades en los procesos, que afecten el producto final o su producción. Por ejemplo, materia prima de baja calidad utilizada como de primera o que el proceso requiera una cantidad menor de materiales de la que se utiliza.

Las auditorías se pueden dividir en internas y externas, las cuales tienen pleno derecho de solicitarlas, dependiendo de los intereses de los involucrados. Los responsables de la manipulación de cualquier proceso o transformación, tienen la obligación de permitir las auditorías para garantizar un proceso transparente.

5.4.1. Interna

La auditoría interna la desarrollan los mismos responsables de la actividad o proceso en observación. Para el seguimiento de la propuesta de la adecuación de solvente reciclado en el proceso de impresión flexográfica, deben realizar auditorías internas relacionadas con el manejo del solvente reciclado en la mezcla con el solvente virgen y en la utilización para el lavado de prensa. Esta auditoría debe verificar las cantidades utilizadas, principalmente en la adecuación de 20% solvente virgen y 80% de solvente reciclado, para garantizar que se están utilizando las cantidades adecuadas. Si se utiliza en mayor cantidad solvente reciclado se corre el riesgo de arriesgar el proceso y calidad del producto final.

También se debe auditar el manejo correcto de los sólidos dentro de la planta de producción para garantizar que se almacenen adecuadamente, que no se desperdicie material que pueda ser mandado a reciclaje y que la separación de estos sólidos sea la adecuada.

5.4.2. Externa

Las auditorías externas se realizan cuando los clientes desean inspeccionar la producción de su producto, ya que han solicitado los servicios de una empresa ajena para fabricar alguna parte de su producto y desean verificar si se cumplen los parámetros establecidos,

Para la producción de empaques flexibles, específicamente en el proceso de producción, se reciben visitas de externos, ajenos a la planta, consideradas estas como auditorías externas. Los clientes realizan estas visitas para garantizar que los productos estén cumpliendo con todos sus requerimientos, desde la inocuidad del producto con la que se está trabajando hasta el tipo y calidad del material que se utiliza para la obtención de su producto. Estas auditorías, por lo general, se realizan constantemente, según criterio del cliente, y pueden generar información importante para mejorar los productos. También las pueden llevar a cabo empresas que certifiquen el producto, como organizaciones privadas y de gobierno.

En el proceso de impresión y dada la adecuación del solvente reciclado, la auditoría podrá enfocarse en la calidad de la tinta sobre el sustrato, su adherencia al mismo, la gama de colores y el cumplimiento de los parámetros establecidos en la cartilla de color. Para estas auditorías, los clientes son previamente notificados de la adecuación que se presentará en la impresora flexográfica haciendo énfasis en que no existirá una variación o alteración en la calidad de sus productos. Se permite a los clientes que revisen constantemente los sustratos impresos, la calidad de adherencia de la tinta en el tiraje de impresión, el tiempo de secado, la tonalidad y brillo de las tintas, para asegurar su confiabilidad con la empresa.

5.5. Consideración de buenas prácticas de manufactura

Las buenas prácticas de manufactura establecen los procedimientos y cuidados que se deben tener al manipular cualquier producto que se esté realizando, para garantizar que el producto sea inocuo y no existan algún peligro, en el contacto con el producto y el consumidor final, que pueda afectar la salud de una persona.

Por esto, las buenas prácticas de manufactura deben realizarse en cualquier proceso productivo, sin importar su clase o magnitud. En la producción de empaques flexibles la inocuidad es de mucha importancia, porque estos productos están en contacto con alimentos, medicamentos y bebidas que, principalmente, son manipulados por personas o animales. La falta de buenas prácticas de manufactura podrían generar enfermedades, lesiones o posiblemente la muerte.

Figura 28. **Buenas prácticas de manufactura**



Fuente: <http://www.tenlife.co/wp-content/uploads/2015/05/BMP-04.jpg>. Consulta: marzo de 2017.

Los peligros por no contar BPM adecuadas podrían ser:

- Por afecciones químicas, especialmente en la flexografía que el empaque tiene contacto directo con el producto el cual está hecho a base de tintas y adhesivos.
- Por afecciones biológicas que pueden contener microorganismos peligrosos que causen daños a la salud de la persona, como virus, bacterias, moho o cualquier otro causante de daños por falta de higiene y uso de desinfectantes.
- Por afecciones físicas que puede generarse por cualquier material extraño presente en los productos como plástico y grapas.

Como se puede observar, las BPM no deben ser opcionales para los procesos productivos de una empresa, y debido a su importancia las debe practicar el personal operativo o mano de obra, la materia prima, las maquinas, los almacenes y la planta de producción. El personal debe estar capacitado e informado acerca de las medidas de prevención que deben tomar.

5.5.1. Capacitación de personal

Debido a la importancia que tienen las BPM en cualquier instalación, no está de más realizar capacitaciones periódicas para el recordatorio y reforzamiento del tema. Las personas suelen dar todo por hecho o en ocasiones la rutina puede limitar a no darse cuenta de detalles insignificantes pero de gran relevancia, que pudieran generar algún peligro para los consumidores por las malas prácticas o descuido de estas.

Para esta capacitación se debe hacer énfasis en los siguientes temas:

- Control de enfermedades

Se debe reportar alguna lesión o herida, granos, secreciones anormales, náuseas, vómitos, diarrea o fiebre. Deben consultar a un médico para controlar cualquier enfermedad y minimizar sus tareas hasta que se haya recuperado la salud.

- Higiene personal

Todas las personas que tengan contacto con materia prima, materiales de empaque, productos, maquinaria, equipo u otra herramienta deben ducharse diariamente, al iniciar sus labores, usar de desodorante, higiene bucal, manos limpias, uñas cortas y libres de esmalte, pelo y bigote cortos, no usar barba, lociones, maquillaje y cremas. Deben utilizar una redcilla en la cabeza para evitar la caída de cabello en el proceso de producción.

- Uniforme

Todo el personal que manipula el producto deberá realizar el cambio del uniforme en las instalaciones, debidamente limpio, utilizar el equipo de protección personal y la redcilla para el cabello. Se debe prohibir el uso de joyas, pinzas, aretes, anillos, pulseras, relojes, pulseras u otro objeto de este tipo que pueda contaminar el producto.

- Comportamiento

El personal debe mantener una actitud adecuada dentro de las instalaciones, no realizar juegos o cualquier actividad que ponga en peligro al personal o producto, el uso de teléfonos debe ser moderado, queda prohibido ingresar e ingerir alimentos dentro de la planta, beber únicamente en áreas

autorizadas, no fumar, prohibido tomar bebidas alcohólicas o llegar bajo efecto de estas u otra droga, empujones y malas expresiones.

- Edificio, instalaciones, maquinaria, equipo y áreas de trabajo

Estas áreas deben estar lo más limpias y ordenadas posibles, todo material debe estar identificado, los depósitos de basura o desperdicios deben estar almacenados y clasificados en un área especial, deben limpiarse diariamente y si algún producto se derrama, debe limpiarse inmediatamente, contar con un sistema de control de plagas, lavados, baños y vestidores, contar con suficiente iluminación y ventilación dentro de las instalaciones, toda área debe estar ordenada y libre de obstáculos.

El conocimiento de estos factores de todo el personal involucrado y la puesta en práctica de las BPM garantizarán las condiciones adecuadas de la planta de producción de empaques flexibles.

CONCLUSIONES

1. Por medio de la adecuación del solvente reciclado, los costos del proceso de impresión manifestaron una reducción del 16% en su producción mensual, ya que la mezcla dio lugar a implementar un 20% de solvente reciclado con un 80% de solvente virgen, generando una disminución del consumo de solvente virgen de 2 519 kilos al mes, el cual fue remplazado a un costo de Q2,80 el kilo del solvente reciclado.
2. Mediante el estudio de cromatografía del solvente reciclado se identificaron sus componentes, arrojando un 40% de etanol, 40% de propanol y un 20% de N Propil Acetato (NPA). Estos componentes y el porcentaje presente en el solvente muestran una similitud, únicamente con el solvente virgen 40/40/20, por lo cual estos dos solventes pueden ser mezclados sin ningún problema de alterar la función del solvente de corte.
3. El solvente virgen 40/40/20 es el más utilizado en el proceso de impresión por los requerimientos de los clientes. Este solvente presenta un consumo mensual de 12 595 kilos. Para la mezcla de este solvente con el reciclado, se establece la utilización de un 20% de solvente reciclado y un 80% del virgen, su volumen de consumo es de 2 519 kilos mensuales del solvente reciclado.
4. Para mejorar el proceso de impresión flexográfica y lograr que este sea eficiente, se debe llevar control del consumo de solventes mediante una hoja de control de materia prima utilizando los materiales requeridos y

evitando el desperdicio de estos, por medio de este control y la adecuación de la mezcla propuesta, el consumo de solventes será más moderado y junto al uso del solvente reciclado, se logrará tener una reducción en los costos de los solventes.

5. Para el lavado de prensa o limpieza de la impresora se estandariza el uso de solvente reciclado. El personal responsable deberá utilizar únicamente 5 litros del solvente reciclado para el proceso correspondiente y deberá reportar en las hojas de control de materia prima la cantidad utilizada, en el caso de exceder su uso deberá de justificar el exceso utilizado.
6. Por medio del estudio se encontró que los solventes, tanto el virgen como el reciclado, no presentan evidencia de sólidos en sus componentes, ya que los procesos por los que son sometidos son muy limpios. La presencia de sólidos, únicamente se generan en el proceso de impresión, los cuales se derivan de las tintas y el solvente utilizado, que posteriormente, son enviados a reciclar para su reutilización y todo aquel sobrante imposible de reciclar es destruido.
7. Con base a los costos del proceso actual y los costos generados por la implementación del solvente reciclado en el proceso de impresión, se generó el cuadro comparativo, así se obtuvo que el costo actual de producir mensualmente es de Q157 437,50 y el de la mezcla propuesta es de Q133 003,20, generando una reducción significativa de los costos en el proceso productivo de Q24 434,30 al mes.

RECOMENDACIONES

1. Mantener un control detallado en el porcentaje de utilización del solvente reciclado con la mezcla del virgen, para evitar que el producto o la materia prima sufra alguna variación que provoque inconformidades en el producto final.
2. Realizar un estudio de cromatografía semestral o anual al solvente reciclado para llevar un control de los componentes del mismo, y estar alerta a cualquier variación en sus componentes que pudieran afectar la calidad de los productos.
3. Se recomienda que durante el proceso de verter el solvente virgen en el contenedor de la impresora el depósito se llene un 80% de solvente virgen y un 20% de solvente reciclado.
4. Utilizar los formatos propuestos de control de consumo de solventes y actualizar el diagrama del proceso de impresión para garantizar el consumo del solvente reciclado en la proporción recomendada.
5. Se determinó que 5 litros es la cantidad suficiente que se debe utilizar para el lavado de prensa. Para esto, es importante que se implemente la hoja de control de consumo para llevar un historial de uso e identificar cuando se excede la utilización de este.

6. Implementar en las auditorías un control de la identificación de sólidos en el solvente virgen para garantizar que no se encuentren rastros de agentes externos a los solventes y afecten la producción.
7. Realizar el análisis correspondiente de la rentabilidad que le significaría a la empresa contar con su propia maquina recicladora de solvente, considerando que este incrementará su requerimiento, analizando su beneficio económico para continuar reduciendo sus costos.
8. Para el proceso de adecuación del solvente reciclado se recomienda que se realice por fases, iniciando con un 5% de solvente reciclado e ir incrementando un 5% hasta llegar a la mezcla propuesta de 80% de solvente virgen y 20% de reciclado, esto para ir realizando pruebas al producto del impacto que le generaría la adecuación.
9. Mantener una actualización constante de los nuevos procesos y tecnologías referentes a la flexografía, ya que estas innovaciones son herramientas que le dan un plus al proceso, por lo que, tanto el personal como las actividades realizadas, serán más eficiente y los involucrados, debidamente capacitados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALCALDE MARZAL, Jorge; DIEGO MÁS, José A.; ARTACHO RAMÍREZ, Miguel A. *Diseño de producto: Métodos y técnicas*. Alfaomega. 2004. 378 p.
2. COLOMO RUIZ, Nelson Rolando. *Ingeniería del reciclado en envases de tereftalato de polietileno (PET)*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 121 p.
3. FLORES MOTA, María Gabriela. *Aplicación del sistema kaizen en la industria de empaques flexibles*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 167 p.
4. *Historia impresión flexográfica*. [en línea]. <<http://www.catedratecno1.com.ar/apuntes/Flexografico.pdf>>. [Consulta: enero 2017].
5. *Máquina para flexografía*. [en línea]. <<http://www.wuh-lengerich.de/es/impresion/impresoras/maquinas-impresoras-flexograficas/miraflex-a/>>. [Consulta: febrero 2016].
6. *Mundo de la flexografía*. [en línea]. <<http://flexography.org/>>. [Consulta: enero 2017].

7. *Tintas para flexografía.* [en línea].
<<http://www.elempaque.com/temas/Estrategias-de-reduccion-de-tintas-en-la-produccion-de-empaques-flexibles+5080006>>.
[Consulta: enero 2017].
8. URRUTIA CAMBRANES, Byron Manuel. *Mejoramiento del proceso de producción en una planta de empaque flexible de polietileno para productos de limpieza.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 166 p.
9. VILLAMIZAR FIGUEROA, Ciro Alfonso; GOMEZ MARIN, Danilo. *Hablemos de empaques y envases para productos perecederos.* Sistema de bibliotecas SENA. [en línea].
<http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31471/web/cartilla_envases2.pdf>. [Consulta: enero de 2017].
10. VILLATORO VIELMAN, Miriam Karina. *Creación y estructuración de la documentación, basado en un sistema de gestión de calidad para una planta de empaques flexibles.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 95 p.

ANEXO

Anexo 1. Manual de operación para el proceso de impresión.

MANUAL OPERACIÓN IMPRESORA FLEXOGRÁFICA

PROPÓSITO

El objetivo principal de la impresora flexográfica es fabricar empaques de alto desempeño, utilizando elementos con características propias y adecuadas al proceso, basado en un sistema de gestión de calidad, mejora continua y actuar sustentablemente.

RESPONSABILIDADES

- El personal involucrado en el proceso de impresión debe regirse por la presente guía, tomando en cuenta la normativa de seguridad e higiene industrial y buenas prácticas de manufactura.
- El jefe de producción y los supervisores deben verificar, controlar y actuar sobre el cumplimiento del presente instructivo, de la misma forma de la actualización del mismo.

Continuación anexo 1.

DESARROLLO

Verificar sus recursos de entrada

Información. Hoja de planificación, cartilla de color, arte del producto, cuadernos, lisas de chequeo, montaje de trabajo, aprobación de muestras.

Materiales. Sustrato de prueba y materia prima, tinta base solvente, solvente virgen y reciclado, aditivos. La materia prima que ingrese a la maquinaria debe validarse que se encuentran en excelentes condiciones, como por ejemplo, falta de tratamiento, variaciones de calibre, etc. También las tintas que estén fuera del parámetro según lo certificado.

Elementos de la impresora. Anilox, juego de bobas, estado de cuchillas y troquel. No utilizar sellos reutilizados. El impresor debe revisar los elementos de impresión que estén en excelentes condiciones como los sellos.

Equipo de seguridad. Guantes, mascarilla, tapones, cinturón, lentes, reddecilla y uniforme.

Equipo de medición y verificación. Metro, pichel, recipientes para aplicación de solventes, cronómetro, copa din4, marcador tratado corona y cinta de adherencia.

Cartilla de color. Debe tener cartilla de color si el producto es repetición o contiene cambios, si fuera nuevo o con cambios en color y diseño, se deberá proceder según instructivo correspondiente.

Hojas o listas de chequeo. Se debe llevar un historial de los materiales y de los tirajes impresos, se debe de registrar todo cambio, variación o adecuación.

Continuación anexo 1.

Arrancar la impresora

- Encender la impresora y el regulador de temperatura. Dejar calentar por 15 minutos. Revisar que la bobina esté limpia sin contaminación.
- Los operadores deberán revisar los recursos de entrada, los sustratos revisarlos que tengan el tratado correcto con el marcador de tratado corona. Deben revisar la primera muestra a todo lo ancho y largo de la bobina para garantizar que no tenga ningún defecto de entrada, si es así eliminar antes de arrancar. Es obligación de los operadores velar por el cumplimiento de la calidad.

Imprimir

1. Inicio. Limpieza de la maquinaria y los elementos de impresión con solvente reciclado, según regulación, y *wipe*.
2. Ingresar los datos de producción en la computadora con base en la hoja de planificación.
3. Poner en marcha la impresora e imprimir una muestra.
4. Corregir, ajustar y controlar las variables críticas y volver a paso 3.
5. Bajar el sustrato de prueba y subir el sustrato final.
6. Imprimir muestra.
7. Validar la muestra según la aprobación requerida en la hoja de planificación. Con la cual se verifica la cantidad, color y distribución.
8. Si la muestra cumple con las especificaciones requeridas, continuar, de lo contrario volver al paso 5.
9. Imprimir tiraje requerido.

Continuación anexo 1.

10. Llenar los registros de las listas de chequeo del proceso. Registro de tintas y solventes.
11. Inspeccionar la producción, utilizando la cinta adhesiva. Revisar estado de materia prima que esté en buen estado.
12. Si se observa una no conformidad continuar, de lo contrario ir a paso 19.
13. Tomar una muestra.
14. Analizar la no conformidad.
15. Corregir, ajustar y controlar las variables críticas.
16. Poner en marcha la impresora e imprimir una muestra.
17. Si la calidad de la impresión cumple con lo establecido, continuar con el proceso, de lo contrario ir al paso 14.
18. Continuar con el tiraje hasta alcanzar el total según hoja de planificación.
19. Identificar el producto y colocar en el lugar correspondiente, árbol de secado.
20. Fin del proceso.

Fuente: manual de operaciones de impresión flexográfica.