



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

**ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN,
LAMINACIÓN Y *SLITTER* A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO
ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y
TECNOLOGÍA S.A.**

Karen Ivet Artica Tórrez

Asesorado por el Ing. Ángel Darío Meda Ruíz

Guatemala, agosto de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN,
LAMINACIÓN Y *SLITTER* A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO
ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y
TECNOLOGÍA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KAREN IVET ARTICA TÓRREZ

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL DARÍO MEDA RUÍZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

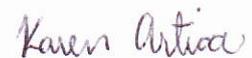
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN,
LAMINACIÓN Y *SLITTER* A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO
ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y
TECNOLOGÍA S.A.**

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



Karen Ivett Artica Tórrez

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad San Carlos de Guatemala

Señor Director,

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado "ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN, LAMINACIÓN Y *SLITTER* A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A." realizado por la estudiante Karen Ivet Artica Tórrez, con carnet No. 200680002.

Considerando que cumple con los requisitos necesarios, por lo que me permito recomendar su aprobación para efectos de graduación del autor.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, reading "Ing. Ángel Darío Meda Ruíz", is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text "Escuela Ingeniería Mecánica Industrial" and "Colegiado No. 4213".

Ing. Ángel Darío Meda Ruíz

Asesor

Colegiado No. 4213



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN, LAMINACIÓN Y SLITTER A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Karen Ivet Artica Tórrez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

*Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 8121*

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2011.



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 **ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN, LAMINACIÓN Y SLITTER A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Karen Ivet Artica Tórrez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2011.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS Y MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN, LAMINACIÓN Y SLITTER A TRAVÉS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA, S.A.** presentado por la estudiante universitaria Karen Ivet Artica Tórrez, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy ClAUDIO Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, agosto de 2011

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por ser mi guía.

Empresa Polytec

Por su colaboración y apoyo en la elaboración del presente trabajo de graduación.

Familia y amigos

Por su apoyo incondicional, sin el cual no podría haber culminado mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	V
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Reseña histórica.....	1
1.1.2. Actividad que realiza.....	2
1.1.3. Misión.....	2
1.1.4. Visión	2
1.1.5. Política de calidad.....	2
1.2. Organigrama de la empresa.....	3
1.3. Descripción del área de impresión laminación y <i>slitter</i>	4
1.3.1. Organigrama del área de impresión, laminación y <i>slitter</i>	4
1.3.2. Cantidad de personal	5
1.3.3. Descripción de puestos	5
1.3.4. Descripción del proceso	13
1.3.4.1. Impresión.....	13
1.3.4.2. Laminación	13
1.3.4.3. Refilado: <i>slitter</i>	14
1.3.5. Materias primas.....	14
1.3.5.1. Materiales o sustratos	14
1.3.5.2. Tintas.....	17

1.3.5.3.	Fotopolímeros	18
1.3.6.	Maquinaria.....	19
1.3.6.1.	Impresión.....	19
1.3.6.1.1.	Impresora tipo <i>stack</i>	20
1.3.6.1.2.	Impresora de tambor central	21
1.3.6.2.	Laminación.....	22
1.3.6.3.	Refilado: <i>slitter</i>	23
1.3.7.	Jornadas de trabajo	24
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN, LAMINACIÓN Y <i>SLITTER</i>	25
2.1.	Identificación de puntos a mejorar.....	25
2.1.1.	Diagrama de pareto (desperdicio)	25
2.1.2.	Diagrama causa-efecto.....	28
2.1.3.	Análisis de retrasos en proceso	29
2.2.	Distribución de maquinaria	31
2.3.	Diagramas del proceso actuales.....	31
2.3.1.	Diagramas de flujo	31
2.3.2.	Vaciado del diagrama de operaciones.....	35
2.3.3.	Diagramas de recorrido.....	41
2.4.	Análisis de operaciones.....	43
2.4.1.	Cambio de pedido.....	44
2.4.2.	Cambio de bobina.....	47
2.5.	Medición de la eficiencia actual.....	48
2.5.1.	Estudio de tiempos.....	48
2.5.1.1.	Toma de tiempos.....	48
2.5.1.2.	Cálculo de la muestra.....	51
2.5.1.3.	Análisis de datos.....	56

2.5.1.4.	Cálculo de tiempos estándar	58
2.5.2.	Determinación del promedio de cambios por mes	59
2.5.3.	Medición de velocidades	61
2.5.4.	Cálculo de desperdicio.....	62
2.5.5.	Cálculo de eficiencia actual.....	63
2.6.	Condiciones ambientales.....	67
2.6.1.	Ergonomía.....	67
2.6.2.	Equipo de seguridad industrial.....	68
2.6.3.	Ambiente laboral.....	69
3.	PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	71
3.1.	Incremento de eficiencia.....	71
3.1.1.	Eliminación de demoras.....	71
3.1.2.	Reducción de desperdicio.....	74
3.2.	Diagramas del proceso propuestos.....	76
3.2.1.	Diagrama de flujo.....	76
3.2.2.	Vaciado del diagrama de operaciones.....	77
3.2.3.	Diagrama de recorrido.....	77
3.3.	Condiciones ambientales.....	81
3.4.	Medición del desempeño.....	82
3.4.1.	Tiempos estándares.....	82
3.4.2.	Cálculo de la eficiencia.....	84
3.5.	Diseño de plan de incentivos.....	88
3.5.1.	Incentivos motivacionales.....	88
3.5.2.	Incentivos económicos.....	88
3.5.2.1.	Metodología.....	88
3.5.2.2.	Metas.....	88
3.5.2.3.	Porcentajes de incentivos.....	89
3.5.2.3.1.	Análisis de costos.....	89

	3.5.2.3.2. Bonos.....	92
	3.5.3. Aumento salariales	94
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	95
4.1.	Comité de mejora.....	95
4.2.	Recursos	96
4.2.1.	Personal.....	96
4.2.2.	Materiales.....	96
4.2.3.	Financieros	97
4.3.	Planificación de actividades	99
4.3.1.	Reducción de resistencia al cambio.....	99
4.3.2.	Reuniones informativas con el personal.....	99
4.3.3.	Capacitaciones	100
4.3.4.	Cronograma de actividades.....	101
4.4.	Manual de procedimientos.....	102
4.4.1.	Cambio de pedido.....	103
4.4.1.1.	Laminación.....	103
4.4.1.2.	<i>Slitter</i>	105
4.4.2.	Cambio de bobina.....	107
4.4.3.	Aprobación de pedidos.....	109
4.5.	Enlaces con otras áreas	112
4.5.1.	Área de extrusión.....	112
4.5.2.	Área de corte.....	112
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LA PROPUESTA... ..	113
5.1.	Seguimiento	113
5.1.1.	Elaboración de reportes.....	113
5.1.1.1.	Producción	113
5.1.1.2.	Calidad.....	114

5.1.1.3.	Eficiencia.....	114
5.1.1.4.	Rotación de personal.....	114
5.1.2.	Revisión de tiempos estándares.....	114
5.1.3.	Revisión de procedimientos	115
5.1.4.	Retroalimentación del personal	115
5.2.	Mejora continua	114
5.2.1.	Evaluación del desempeño.....	115
5.2.2.	Elaboración de equipos de mejora continua	115
5.2.3.	Propuesta de mejoras en el proceso.....	116
5.3.	Evaluación de resultados.....	116
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	117
6.1.	Evaluación de riesgos ambientales.....	117
6.1.1.	Inventario ambiental.....	117
6.1.2.	Manejo de desechos.....	119
6.1.3.	Almacenamiento de químicos.....	120
6.2.	Plan de mitigación del estudio de impacto ambiental	121
6.3.	Plan de manejo y disposición final de desechos.....	122
6.4.	Plan de seguimiento del estudio de impacto ambiental	123
	CONCLUSIONES	125
	RECOMENDACIONES	127
	BIBLIOGRAFÍA.....	129
	ANEXOS	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa Polytec	3
2.	Organigrama del área de impresión, laminación y <i>slitter</i>	4
3.	Impresora flexográfica tipo <i>stack</i>	20
4.	Proceso de impresión	21
5.	Impresora flexográfica de tambor central	21
6.	Proceso de impresión	22
7.	Proceso de laminación	23
8.	Proceso de refilado	24
9.	Diagrama causa-efecto	27
10.	Diagrama de pareto	28
11.	Distribución general del área de impresión, laminación y <i>slitter</i>	31
12.	Diagrama de flujo área de impresión	32
13.	Diagrama de flujo área de laminación	33
14.	Diagrama de flujo área de <i>slitter</i>	34
15.	Vaciado de diagrama de operaciones impresión	35
16.	Vaciado de diagrama de operaciones impresión	37
17.	Vaciado de diagrama de operaciones impresión	39
18.	Diagrama de recorrido área de impresión	41
19.	Diagrama de recorrido área de laminación	42
20.	Diagrama de recorrido área de <i>slitter</i>	43
21.	Diagrama de flujo propuesto	78
22.	Vaciado de diagrama de operaciones impresión propuesto	79
23.	Diagrama de recorrido propuesto	81

24. Cálculo de eficiencia	87
25. Cronograma de actividades	102

TABLAS

I. Descripción de puesto Jefe de impresión	6
II. Descripción de puesto Asesor técnico	7
III. Descripción de puesto Asistente de impresión	8
IV. Descripción de puesto Supervisor de impresión.....	9
V. Descripción de puesto Operador de impresión	10
VI. Descripción de puesto Ayudante de impresión	11
VII. Descripción de puesto Encargado de limpieza	12
VIII. Sustratos para empaques flexibles	16
IX. Desperdicio en área de impresión, primer trimestre	26
X. Actividades pre cambio.....	45
XI. Actividades de cambio y ajuste	46
XII. Actividades post cambio.....	47
XIII. Comparación entre tiempos de cambio de bobina.....	48
XIV. Cambio de pedido impresora tipo <i>stack</i>	49
XV. Cambio de pedido impresora tambor central	49
XVI. Cambio de pedido <i>slitter</i>	50
XVII. Cambio de pedido laminadora	50
XVIII. Cambio de bobina.....	51
XIX. Cambio de bobina impresora de tambor central.....	51
XX. Factor de calificación	57
XXI. Cálculo de tiempos normales	57
XXII. Porcentaje de concesiones.....	58
XXIII. Cálculo de tiempos estándares.....	59
XXIV. Promedio de cambios de pedido por mes	60

XXV.	Velocidades promedio.....	61
XXVI.	Desperdicio durante primer cuatrimestre.....	62
XXVII.	Cálculo de porcentajes de desperdicio.....	63
XXVIII.	Cálculo de la producción teórica del área de impresión.....	64
XXIX.	Cálculo de la eficiencia del área de impresión.....	65
XXX.	Cálculo de la eficiencia del área de laminación.....	65
XXXI.	Cálculo de la producción teórica del área de <i>slitter</i>	66
XXXII.	Cálculo de la eficiencia del área de <i>slitter</i>	67
XXXIII.	Propuesta de tiempos estándares.....	83
XXXIV.	Listado de paros	86
XXXV.	Rangos de incentivos	89
XXXVI.	Costos de producción por hora.....	90
XXXVII.	Costo de materiales.....	90
XXXVIII.	Porcentajes de incentivos.....	91
XXXIX.	Cálculo de incentivos.....	92
XL.	Metas planteadas.....	97
XLI.	Costo de la ejecución del plan de incentivos.....	98
XLII.	Ahorros esperados	98
XLIII.	Programa de capacitaciones.....	101
XLIV.	Listado de impactos	118
XLV.	Listado de riesgos potenciales	119

GLOSARIO

Adhesivo	Cualquier material que se aplica a una o dos superficies para formar una unión entre ellas.
Anilox	Rodillo de acero grabado mecánicamente y cubierto con cromo; compuesto de microceldas (contadas por número de celda por pulgada lineal), en el cual es depositada la tinta para transferirla al fotopolímero.
Arrugas	Estado en el cual el sustrato presenta ondulaciones visibles en la impresión.
Bobina	Rollo de material continuo que es utilizado en los diferentes procesos.
Calibre	Espesor de la película o sustrato.
Core	Soporte sobre los cuales se embobina el sustrato durante cada proceso.
Corrección color	Proceso de ajuste de una imagen dentro del proceso de impresión.
Cuchillas	Navajas muy afiladas utilizadas para dividir en pequeñas bobinas en el proceso de refilado.

Desbobinado	Sección en la cual las bobinas originales son utilizadas en el proceso.
Deslaminación	La separación parcial o completa de las capas de un laminado.
Embobinado	Sección en la que el material luego de ser procesado forma nuevamente una bobina.
Empalme	Unión de las bobinas de un sustrato de impresión, para que se conserve la continuidad en el proceso.
Flexografía	Proceso de impresión que utiliza planchas o fotopolímeros y tintas de secado rápido para imprimir en cualquier sustrato.
Fotopolímero	Polímero que al ser expuesto a la luz ultravioleta cambia sus propiedades físicas, endureciéndose.
Gramaje	Media empleada para determinar la aportación de adhesivo dada en gramos de adhesivo por metro cuadrado de sustrato.
Laminado	Proceso en el cual se unen dos o más sustratos mediante adhesivos para formar estructuras multicapas.

Manga	Cilindro utilizado para el montaje, sobre el cual se colocan los fotopolímeros
Montaje	Proceso de fijar las planchas sobre un cilindro en la posición adecuada para conservar el registro de colores.
Pegas	Utilizadas para señalar los empalmes realizados en una bobina.
Película	Material empleado para la elaboración de empaques flexibles.
Pin hole	Burbujas de aire atrapadas entre dos sustratos unidos por un adhesivo, visibles en forma de pequeños huecos.
Plancha	Pieza que lleva toda la información imprimible.
Prueba	Impresión previa que se realiza antes de imprimir el trabajo definitivo.
Racleta	Cuchilla metálica encargada de quitar el exceso de tinta del rodillo anilox.
Registro	Superposición exacta de las distintas planchas en el proceso de impresión, en la que cada plancha corresponde a un color.

Refilado	Proceso que consiste en cortar longitudinalmente una bobina principal en bobinas secundarias.
Rodillo	Cilindro que sostiene el sustrato impreso en el punto de impresión.
Slitter	Máquina cortadora empleadas para dividir bobinas en bandas que luego son rebobinadas para formar nuevos rollos.
Solvente	Líquidos que suelen combinarse con otros componentes para formar tintas y facilitar su aplicación.
Sustrato	Materiales utilizados para la elaboración de empaques flexibles.
Tinta	Fluido que se utiliza para imprimir sobre un sustrato.
Tiraje	Cantidad de metros impresos.
Toriflex	Software empleado para control y registro de la producción durante las jornadas de trabajo.
Viscosidad	Término que abarca las propiedades de tacto y flujo de tinta.

RESUMEN

Polímeros y Tecnología S.A., es una empresa dedicada a la fabricación de empaques flexibles para sectores específicos como alimentos, bebidas farmacéuticas, empaques de cultivo, toda clase de bolsas y empaques para comercio con o sin impresión. La planta de producción se encuentra distribuida por procesos, siendo estos: extrusión, impresión y sellado.

El estudio se realizó en el área de impresión, que incluye el proceso de impresión, laminación y *slitter* con el cual se pretende la mejora en el proceso productivo a través del aumento de la eficiencia, productividad y nivel de compromiso de los empleados con la empresa.

Los factores que se tomaron en consideración para el desarrollo de este proyecto son: el personal, que es el encargado de realizar cada una de las actividades y el método bajo el cual lo realizan, teniendo como objetivo mejorar el proceso por medio del análisis de las actividades, condiciones del lugar y la verificación de controles que actualmente se realizan a través de lo cual se identificaron las oportunidades de mejora.

Para la realización de este proyecto se emplearon herramientas para medición del trabajo, determinación de los factores que influyen en la eficiencia, el nivel de ocupación de los empleados y generación de desperdicio con el objetivo de establecer acciones de mejora que contribuyan al desarrollo sostenible de la empresa.

Se establecieron tiempos estándares para las actividades consideradas críticas dentro de cada proceso, una propuesta para la medición del desempeño y el diseño de un programa de incentivos.

OBJETIVOS

General

Incrementar la eficiencia el proceso productivo del área de impresión, laminación y *slitter* de una empresa dedicada a la elaboración de empaques flexibles.

Específicos

1. Establecer de factores que influyen en la eficiencia de los operadores y demoras en el proceso.
2. Determinar los tiempos estándar para la preparación y cambio en las máquinas del área de impresión, laminación y *slitter*.
3. Reducir los tiempos improductivos mediante el análisis y eliminación de actividades realizadas dentro del proceso que no agreguen valor.
4. Identificar las oportunidades de mejora en las condiciones ambientales en las áreas de trabajo y la reducción de porcentajes de desperdicio.
5. Diseñar un programa de incentivos para el área de impresión, laminación y *slitter* en base a desempeño de los operados.

6. Establecer la metodología de implementación de la propuesta para la mejora en el proceso productivo del área de impresión, laminación y *slitter*, y un sistema de evaluación y mejora continua.

7. Realizar un diagnóstico de los riesgos ambientales en el departamento de impresión y definir medidas para evitar o reducir los efectos negativos provocados por el proceso productivo.

INTRODUCCIÓN

La industria contribuye al crecimiento económico y al desarrollo sostenible de los países, actualmente las empresas debido a las exigencias del mercado y a la crisis económica buscan hacer más eficiente su proceso de producción, mejorar su competitividad y lograr mayores oportunidades de crecimiento, al mismo tiempo que ayudan al país a avanzar hacia el desarrollo sostenible, mediante el uso óptimo de los recursos, generación de mejores condiciones de trabajo y aumento de la calidad de los productos.

Uno de los principales objetivos de la empresa Polímeros y Tecnología S.A., es ser la empresa de referencia en empaques flexibles en Centroamérica, por lo cual es importante plantear acciones de mejora dentro de cada uno de los procesos que permitan aumentar los niveles de competitividad y la generación de oportunidades de desarrollo dentro de la industria.

Es por ello que al igual que todas las empresas busca la mejora continua de los procesos por medio del aumento de la eficiencia y productividad de la empresa, y de esta forma obtener beneficios económicos reflejados en la disminución de tiempos improductivos, aumento de la calidad de los productos, reducción de desperdicio y mejoras en desempeño de los empleados. Además de los beneficios económicos obtenidos por el aumento de los ingresos y utilidades derivados del incremento en la producción y disminución de desperdicio, se pretende aumentar el nivel de conocimiento del personal, simplificación del trabajo y creación de ambientes laborales que favorezcan el desarrollo de los empleados.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

1.1.1. Reseña histórica

Polímeros y Tecnología S.A. (Polytec) inició sus actividades en julio de 1989, con la idea de ofrecer al mercado guatemalteco una nueva alternativa en la fabricación de empaques plásticos flexibles. El concepto principal era, como aún lo es hoy, disponer de la tecnología más reciente, tanto en materiales como en maquinaria, y combinar estos recursos con una filosofía de profundo compromiso con el cliente, de manera que este sea, realmente, la razón de ser de la compañía; pasó de una capacidad de 40 toneladas por mes, hasta 1,000 toneladas actuales, este crecimiento se debe a que la empresa se rige por principios éticos que garantizan su seriedad y honestidad y que, aunados a una administración eficiente y flexible, le han permitido sobresalir en servicio, precio y calidad. Habiéndose enfocado inicialmente solo al mercado local, Polytec exporta en la actualidad a toda Centroamérica, Panamá, México, El Caribe y Estados Unidos de América.

1.1.2. Actividad que realiza

La empresa Polytec se dedica a la elaboración de empaques flexibles, atendiendo tres sectores de mercado:

- Industrial: especialidades en películas para sectores tan específicos como alimentos, bebidas farmacéuticos, tanto en bolsas como en películas para

empacadoras automáticas, monocapa, multicapa y laminadas, películas termoencogibles y estirables, con impresiones de hasta 8 colores.

- Agro-Industrial: con especialidades en películas para siembra, protección y empaque de cultivos como: banano, café, cardamomo, melón, flores y vegetales en general.
- Comercial: toda clase de bolsas, películas y materiales de empaque para el comercio, con y sin impresión.

1.1.3. Misión

Contribuir al éxito de nuestros clientes haciendo que sus productos lleguen a los consumidores de una manera segura, atractiva, cómoda, eficiente y económica. Entendemos sus necesidades y a través de la tecnología, la mejora continua y la dedicación a la calidad, encontrar soluciones integrales a precios razonables que satisfagan sus necesidades.

1.1.4. Visión

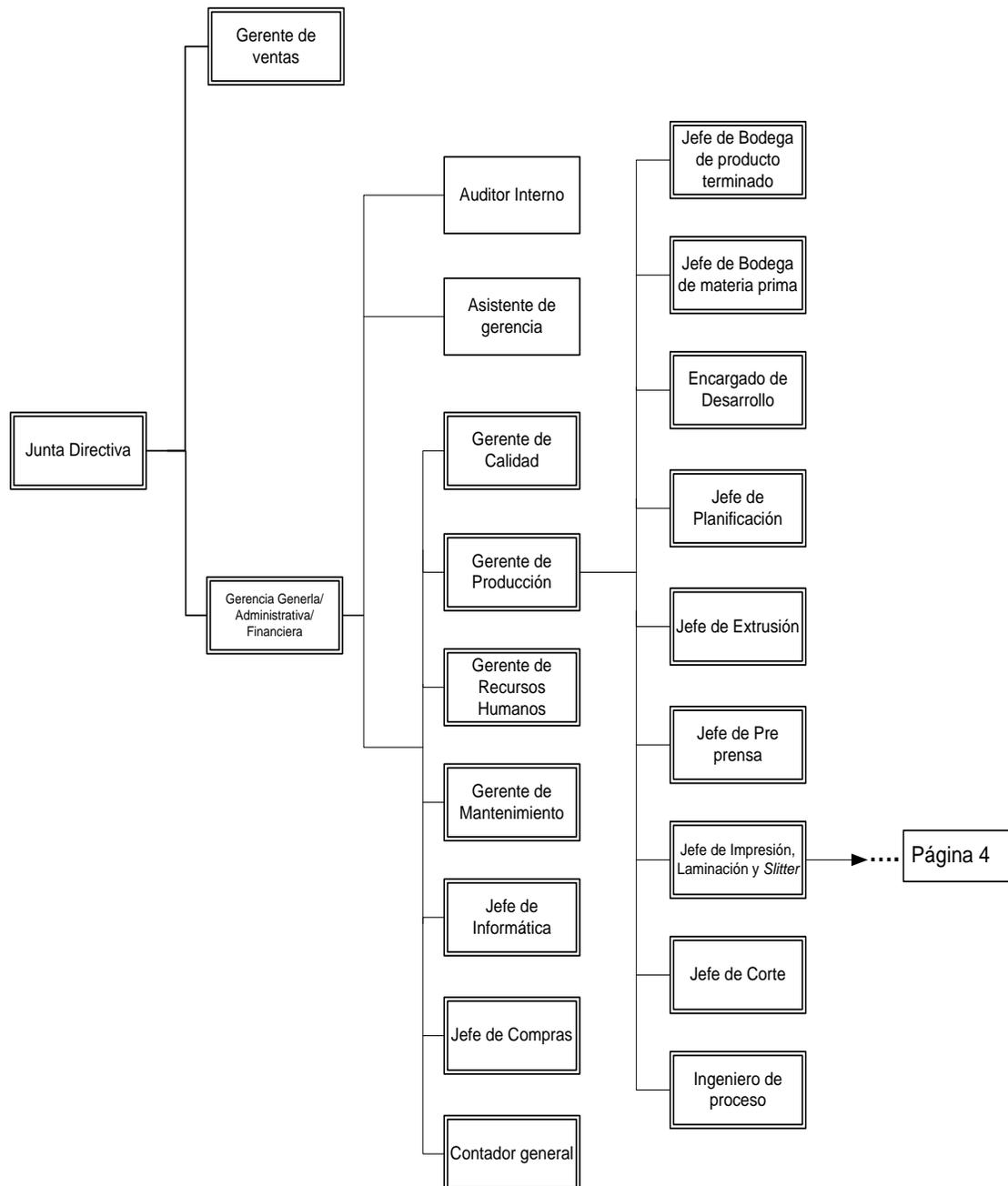
Ser la empresa de referencia en cuanto a empaques flexibles en Centroamérica, México y el Caribe, mediante la creación continua de valor.

1.1.5. Política de calidad

Estamos comprometidos en satisfacer las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, a través del mejoramiento continuo de nuestros productos, procesos y servicio. Valoramos y capacitamos a nuestro recurso humano y mantener un sistema de calidad certificado.

1.1.6. Organigrama de la empresa

Figura 1. Organigrama de la empresa Polytec

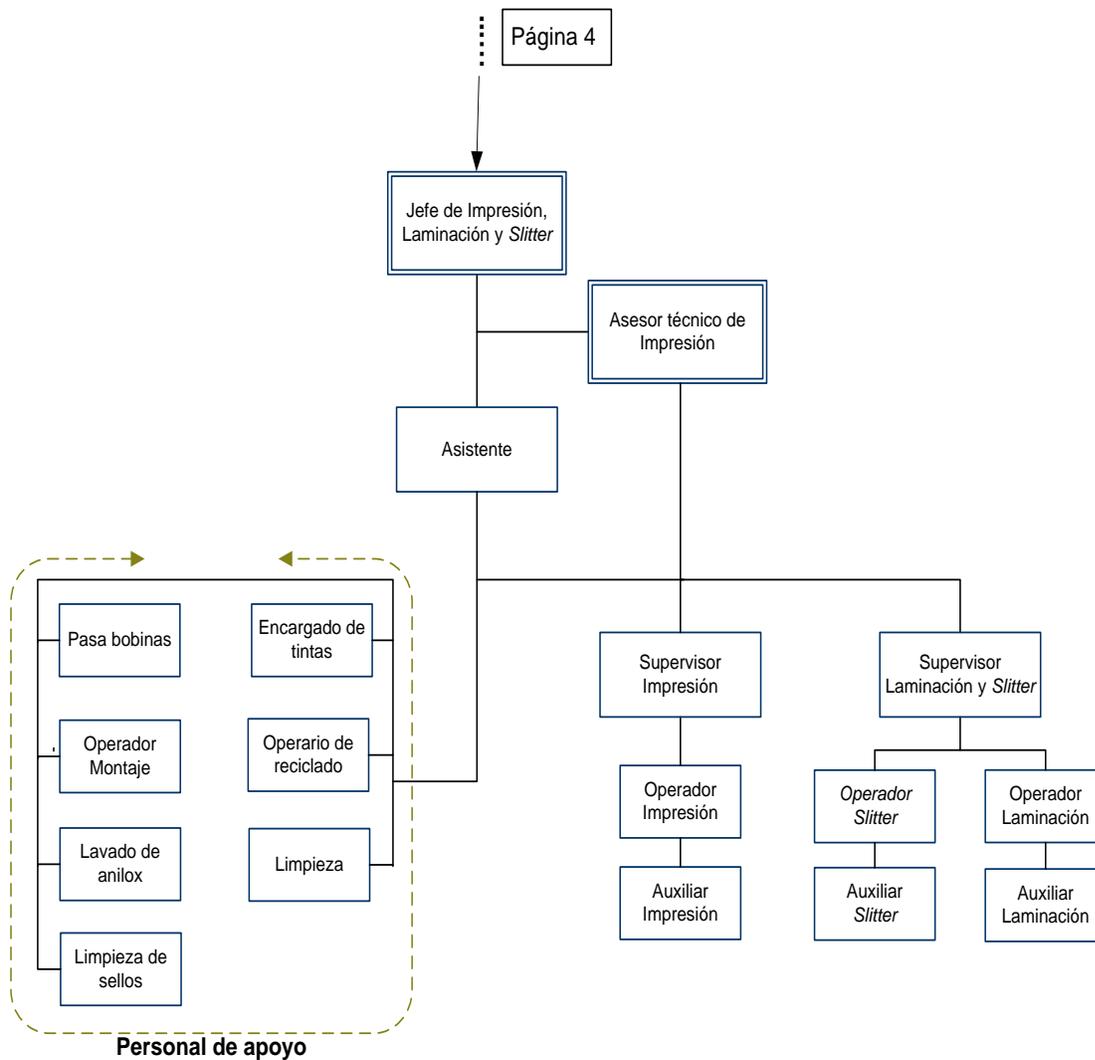


Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

1.2. Descripción del área de impresión laminación y *slitter*

1.2.1. Organigrama del área de impresión, laminación y *slitter*

Figura 2. Organigrama del área



Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

1.2.2. Cantidad de personal

En el área de impresión trabajan alrededor de 95 personas, distribuidas de la siguiente manera:

- Administrativo: 3 trabajadores que incluyen al jefe del área, un asistente y un asesor técnico.
- Operativo: 92 trabajadores de las cuales 58 personas pertenecen al área de impresión, 29 al área de *slitter* y en el área de laminación cuentan con 5 personas.

1.2.3. Descripción de puestos

Por medio de la descripción de puestos se determinan las responsabilidades y funciones que serán asignadas a cada empleado de acuerdo al cargo que éste posea. A continuación se presenta un perfil de cada puesto del departamento de impresión.

Tabla I. Descripción de puesto Jefe de área

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Jefe de impresión, laminación y <i>slitter</i> .
Jefe inmediato superior	Gerente de producción.
Subalternos inmediatos	Asesor técnico. Asistente de impresión, laminación y <i>slitter</i>
Funciones	
Proveer empaques impresos de clase mundial.	
Supervisar la producción del producto y el cumplimiento del programa.	
Vigilar la higiene de toda el área, así como el contar con el equipo y las herramientas necesarias para el trabajo.	
Monitorear y verificar que el personal del área de producción realice eficientemente sus labores.	
Realizar reportes sobre el proceso de producción, porcentajes de desperdicios y entrega de producto terminado a bodega.	
Coordinar la mano de obra, los materiales, herramientas y las instalaciones, para mejorar en lo mejor posible la producción.	
Conocimientos formales	
Ingeniero Industrial, Químico Industrial o Mecánico Industrial.	
Experiencia de tres a cinco años.	
Conocimientos de informática	
Windows y Microsoft Office.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

Tabla II. Descripción de puesto Asesor técnico

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Asesor técnico de impresión.
Jefe inmediato superior	Jefe de impresión, laminación y <i>slitter</i> .
Subalternos inmediatos	Supervisor de impresión. Supervisor de laminación y <i>slitter</i> .
Funciones	
Solucionar circunstancias especiales que surjan en la planta.	
Sustituir al jefe de área cuando este falte.	
Capacitar y asesorar al personal participando en la elaboración de los planes de capacitación.	
Actualizar de forma constante el nivel de conocimientos técnicos del personal en el manejo de maquinaria.	
Solucionar problemas técnicos que sucedan dentro de la planta.	
Formarse siguiendo la evolución de la tecnología en cuanto a la impresión de empaques flexibles.	
Conocimientos formales	
Ingeniero Mecánico.	
Experiencia de tres a cinco años.	
Conocimientos de informática	
Windows y Microsoft Office.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

Tabla III. Descripción de puesto Asistente de impresión

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Asistente de impresión.
Jefe inmediato superior	Jefe de impresión, laminación y <i>slitter</i> .
Subalternos inmediatos	Supervisor de impresión. Supervisor de laminación y <i>slitter</i> .
Funciones	
Reportar al Jefe de área sobre el cumplimiento del programa.	
Distribuir las órdenes de producción que deben realizarse diariamente de acuerdo al programa.	
Realizar reportes diarios sobre eficiencia, producción y porcentaje de desperdicio del área.	
Monitorear que el personal realice eficientemente sus labores.	
Supervisar que las entregas de producto terminado sean de acuerdo a las cantidades y calidad acordada.	
Vigilar la higiene de toda el área y el uso adecuado del equipo y herramientas.	
Realizar el cierre de órdenes de trabajo.	
Atender a proveedores y clientes.	
Sustituir al Jefe de área cuando este no se encuentre en la planta.	
Conocimientos formales	
Escolaridad mínimo diversificado.	
Experiencia mínima de un año.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

Tabla IV. Descripción de puesto Supervisor de impresión

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Supervisor de impresión.
Jefe inmediato superior	Jefe de impresión, laminación y <i>slitter</i> .
Subalternos inmediatos	Operador de impresión. Auxiliar de impresión.
Funciones	
Verificar el adecuado funcionamiento de las diferentes impresoras y el equipo asignado al personal.	
Cumplir con el programa de producción de acuerdo con el tiempo, cantidad y calidad establecida.	
Apoyar al departamento de calidad a prevenir y reparar fallas en el proceso de producción.	
Vigilar que los materiales empleados para la impresión sean los adecuados.	
Dar seguimiento a problemas mecánicos de las impresoras.	
Llevar el control del número de personas que trabajan diariamente en el área.	
Conocimientos formales	
Escolaridad mínima diversificado.	
Experiencia mínima de dos años.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

Tabla V. Descripción de puesto Operador de impresión

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Operador de impresión.
Jefe inmediato superior	Supervisor de impresión.
Subalternos inmediatos	Auxiliar de impresión. Encargado de limpieza.
Funciones	
Encargarse del encendido y apagado de las máquinas.	
Verificar que los materiales empleados sean los adecuados.	
Realizar los cambios mecánicos y ajustes en las impresoras de acuerdo al producto que se elabore.	
Cumplir con la impresión en el sustrato de acuerdo a las especificaciones del cliente e ingresar la producción diaria en el sistema toriflex.	
Limpiar y ordenar el área de trabajo.	
Sacar muestras de cada bobina para control de calidad.	
Comunicar a mecánicos a cerca de cualquier problema mecánico en la maquinaria.	
Informar a supervisores sobre los problemas que sucedan en el proceso de impresión.	
Uso adecuado de los equipos y herramientas.	
Conocimientos formales	
Escolaridad mínimo tercero básico.	
Experiencia mínima de un año.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

Tabla VI. Descripción de puesto Ayudante de impresión

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Auxiliar de impresión.
Jefe inmediato superior	Operador de impresión.
Subalternos inmediatos	
Funciones	
Asistir al operador de impresión en el cambio mecánico, cuadro y ajuste en cada pedido.	
Sustituir al operador de impresión cuando éste no esté presente en su puesto de trabajo.	
Empacar y pesar las bobinas impresas.	
Colocar en tarimas producto terminado.	
Mantener bobinas de materia prima lista para ser utilizadas.	
Limpiar y ordenar el área de trabajo.	
Sacar muestras de cada bobina para control de calidad.	
Usar el equipo de protección y herramientas.	
Conocimientos formales	
Escolaridad mínima primaria.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

Tabla VII. Descripción de puesto Encargado de limpieza

Información general	
Departamento	Impresión.
Cargo	Encargado de limpieza.
Jefe inmediato superior	Operador de impresión.
Subalternos inmediatos	
Funciones	
Mantener solvente reciclado garantizando la limpieza en máquinas.	
Limpiar bandejas de impresoras.	
Mantener los anilox limpios para su correcta aportación de tinta.	
Realizar la limpieza de sellos asegurando la correcta impresión.	
Informar a supervisores en caso de que se encuentren sellos o anilox con algún tipo de daño.	
Apoyar en cambios de pedido de impresoras.	
Hacer la limpieza en el área de trabajo.	
Velar porque se mantenga el orden.	
Conocimientos formales	
Escolaridad mínima primaria.	

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

1.2.4. Descripción del proceso

1.2.4.1. Impresión

El proceso de impresión es realizado en impresoras flexográficas de seis y ocho colores mediante planchas y tintas de base solvente sobre una amplia variedad de sustratos.

Inicia con el montaje de las planchas flexográficas y la preparación de la máquina, la cual consiste en colocar los fotopolímeros, el sustrato y tintas en la impresora, hacer ajuste de colores, registro y medidas según las especificaciones del plano mecánico del producto y finalmente poner en marcha la máquina.

1.2.4.2. Laminación

Es el proceso por el cual se unen dos o más sustratos mediante adhesivos disueltos en solvente para formar una estructura multicapa, se utiliza para obtener mejores propiedades del empaque según el requerimiento del cliente y del producto, como mayor resistencia al paso de gases y protección contra la humedad, prolongando la vida útil del producto.

Para iniciar el proceso de laminación se requiere que la impresión se realice como impresión retroverso, por lo que, la caída de colores parte de los colores más oscuros a los más claros, luego se prepara la máquina ajustando la tensión de los sustratos para evitar la formación de arrugas y dobleces, se procede a ajustar la temperatura y presión entre las dos películas, para asegurar que la estructura laminada presente buena apariencia y la aplicación

regular y uniforme del adhesivo, finalmente se define la velocidad de trabajo según el sustrato.

1.2.4.3. Refilado: *slitter*

Este proceso consiste en dividir bobinas impresas en bobinas de menor tamaño de acuerdo a las medidas requeridas por el cliente, el rollo principal es cortado longitudinalmente en las bandas correspondientes para embobinar en forma separada las bobinas.

El proceso inicia con la preparación de la máquina cortadora, que incluye el cambio de cuchillas, situadas a la distancia requerida según la orden de trabajo, se ajusta la velocidad y tensión del sustrato en el panel de control, luego se enhebra la película a través de todos los rodillos, colocando y adhiriendo el sustrato a los cores de recolección, sobre los cuales se rebobina el material ya cortado y finalmente se realiza el refilado.

1.2.5. Materias primas

1.2.5.1. Materiales o sustratos

Los sustratos utilizados para fabricar empaques flexibles se procesan por el sistema de extrusión o coextrusión. Son los siguientes:

- Polietileno de baja densidad: son fabricados a partir de la polimerización a altas presiones del gas etileno (50.000 PSI y 300°C), sus principales propiedades son: sellabilidad al calor, barrera a la humedad y buena adherencia.

- Polietileno de alta densidad: se utilizan para mejorar características de resistencia a la abrasión e impermeabilidad al vapor de agua; presenta mayor impermeabilidad al oxígeno, grasas y aceites con respecto a la ofrecida por el polietileno de baja densidad.
- Polipropileno: este polímero proviene del petróleo o del gas natural, de los cuales se puede obtener por refinación del propileno y polimerización catalítica. Tiene mayor nivel de tratamiento que las películas de polietileno de baja densidad para asegurar una buena adhesión de la tinta.
- Poliéster: es un material producido a partir de la polimerización del ácido tereftálico con etilenglicol, generando una película de excelente durabilidad, transparencia, resistencia mecánica, química y propiedades de barrera. El poliéster es utilizado en laminaciones donde se requiera alta protección a los gases.

Los sustratos mencionados anteriormente pueden ser:

- No orientados: el material una vez conformado no sufre ninguna clase de tratamiento térmico, o mecánico u otro que altere el orden molecular con que salió la película del respectivo molde.
- Mono-orientados: la orientación de estas películas es sólo en una dirección, la longitudinal. La película queda con una gran tenacidad y resistencia a romperse en sentido transversal.
- Biorientados: las moléculas fueron mecánicamente inducidas a seguir líneas de fuerza iguales tanto en sentido longitudinal como en sentido transversal, lo cual proporciona gran resistencia mecánica e impermeabilidad al sustrato.

Todas las clases de sustratos descritos anteriormente pueden subdividirse según el proceso que se les aplique en:

- **Transparentes:** la mayoría de estas películas se producen en forma transparente. Este polietileno, se produce sin pigmento blanco alguno.
- **Perlados:** esta clase de películas consiste en mezclar pequeñas partículas de diferente consistencia con la resina, las cuales crean microporos en la película haciendo que la luz se difunda y se refleje creando el efecto de opacidad, este sistema hace que la película presente mayor rendimiento.
- **Metalizados:** el sistema de metalizado, consiste en una máquina en donde se hace un alto vacío, el cual permite que se sublime aluminio al calentarse hasta 1250°C. Al pasar directamente al estado de vapor, el aluminio se condensa luego sobre la película, quedando así metalizada.

Tabla VIII. Sustratos para empaques flexibles

Material	Abreviatura	Calibre(mm)
Polietileno		Variado
Baja densidad	LD	
Alta densidad	HD	
Poliéster		12
Transparente	PET	
Metalizado	PETM	
Polipropileno		12,17,15,20,25,30
Transparente	PP TRA	
Metalizado	PP MET	
Biorientado	BOPP	
Perlado		

Fuente: existencia física empresa Polytec, abril de 2010.

1.2.5.2. Tintas

Las tintas flexográficas son tradicionalmente delgadas, altamente fluidas y de rápido secado, todas ellas son formuladas a partir de resinas reducibles en solvente. Una tinta es un fluido líquido, formado por pigmentos, resinas, solventes y aditivos.

- **Pigmentos:** los pigmentos son compuestos de color insolubles que pueden ser orgánicos e inorgánicos y son ampliamente utilizados para el recubrimiento de superficies; proveen brillo, opacidad, matiz o color, resistencia química y a la luz.
- **Vehículo o barniz:** son los fluidos que le dan protección y brillantez al material, además cubre la tinta que ya fue aplicada. Algunas de las propiedades que suministran a las tintas son: imprimabilidad, secado, brillo, anclaje, resistencias químicas y físicas.
- **Aditivos:** son compuestos químicos que mejoran propiedades de las tintas, contiene plasticantes que dan flexibilidad al sustrato impreso; ceras, éstas brindan resistencia al roce o fricción; silicones que evitan que el material impreso se enrolle y antiespumantes empleados en tintas base de agua.
- **Resinas:** éstas son sólidos coloreados con diferentes texturas y formas, responsables de ciertas propiedades de la tinta como: adhesión, brillo, flexibilidad, solubilidad, resistencia al calor, resistencia química. Las resinas utilizadas son la nitrocelulosa y poliamidas que está siendo sustituida por la nitrocelulosa.

- Solventes: son líquidos orgánicos capaces de disolver otra sustancia sin experimentar un cambio en su estado químico o propiedades físicas, el propósito de los solventes es el de disolver las resinas usadas en la tinta para permitir que esta fluya y salga de las celdas, para mejorar la imprimibilidad, proveer lubricación del cilindro y regular la velocidad de secado.

1.2.5.3. Fotopolímeros

Los fotopolímeros son materiales plásticos sensibles a los rayos UV (luz ultravioleta). Las planchas flexográficas de fotopolímeros se elaboran mediante un proceso fotodirecto, utilizan negativos fotográficos de alto contraste para la elaboración de planchas; éstas se preparan mecánicamente o mediante el uso de un láser computarizado.

Se coloca el negativo sobre una hoja de fotopolímero y se expone a rayos UV, la película negativa funciona como una máscara, permitiendo que dichos los rayos penetren sólo en las áreas de imagen. En las partes que fueron expuestas el fotopolímero se polimeriza, es decir, se endurece o se vuelve insoluble, mientras que el fotopolímero protegido de la luz UV, permanece sin curar. Después de la exposición, se lava la plancha de fotopolímero con cepillos y un solvente para retirar el material no expuesto. El material curado (polimerizado), queda como una imagen en alto relieve la cual forma la superficie de impresión de la plancha.

1.2.6. Maquinaria

1.2.6.1. Impresión

La máquina de impresión flexográfica tiene cuatro componentes principales: la sección de embobinado y alimentación del sustrato, la sección de impresión, el secador y la sección de rebobinado del producto.

Estas impresoras se usan generalmente para impresión de empaques flexible, al igual que para la impresión de rollos angostos, material corrugado y hojas o láminas. Independientemente del producto final, los principios de impresión son básicamente los mismos.

Los componentes principales de la unidad de impresión en una máquina impresora son:

- Fuente de tinta: o llamada bandeja, donde se deposita la tinta para ser tomada por el rodillo de caucho.
- Rodillo de la fuente: generalmente de caucho, toma la tinta para cargar el rodillo anilox.
- Rodillo anilox: superficie grabada con celdas alineadas en ángulos, dimensiones y volúmenes específicos, para controlar la cantidad de tinta que será entregada al fotopolímero.
- Rodillo porta plancha: rodillo que porta el fotopolímero
- Plancha: fotopolímero con grabación de la imagen invertida en alto relieve
- Racletas o lámina dosificadora: es un dispositivo para la eliminación del exceso de tinta de la superficie del rodillo anilox.
- Cámara cerrada: sistema que garantiza una dosificación de tinta

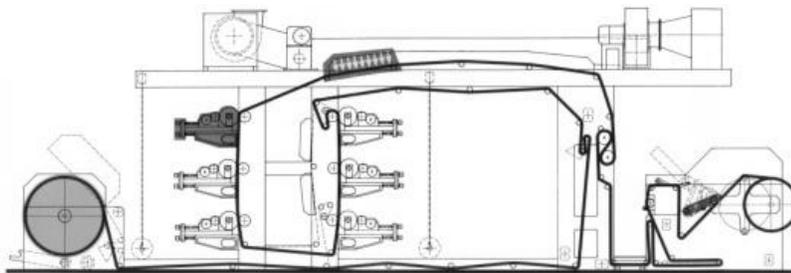
- Cilindro de impresión: por este cilindro pasa el material que se va imprimir, el cual hace presión entre el sustrato y el rodillo porta plancha.
- Tambor central: superficie sobre la cual pasa el material a imprimir

El área de impresión cuenta con siete impresoras, de las cuales 5 son impresoras de tambor central y las 3 restantes tipo *stack* con capacidad de imprimir hasta ocho colores.

1.2.6.1.1 Impresora tipo *stack*

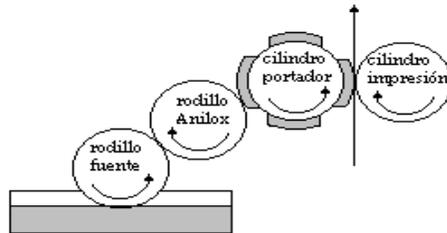
En la máquina de impresión tipo *stack* las estaciones de color individual están dispuestas o apiladas una encima de otra, a uno o ambos lados de la estructura principal de la máquina. Cada una de las estaciones de color es impulsada por una serie de engranajes soportados en la estructura de la máquina. Este tipo de impresora presentan tres ventajas principales: es posible invertir el material para permitir que ambos lados de ella sean impresos durante un paso por la máquina, la accesibilidad a las estaciones de color, lo cual facilita cambios y lavados, y la posibilidad de imprimir grandes tirajes.

Figura 3. Impresora flexográfica tipo *stack*



Fuente: <http://www.mafler.it/es/flexografica/stack/flexo.htm>, junio de 2010.

Figura 4. Proceso de impresión

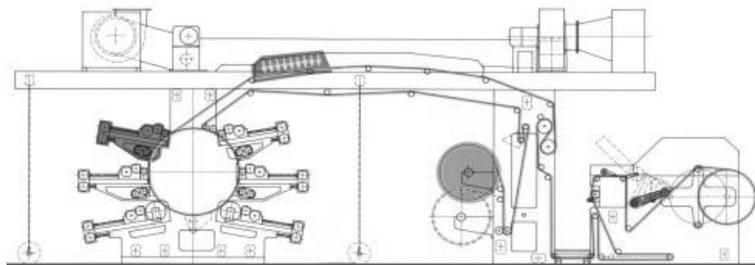


Fuente: http://www.digram.net/pagina4_terminals_F.htm, junio de 2010.

1.2.6.1.2 Impresora de tambor central

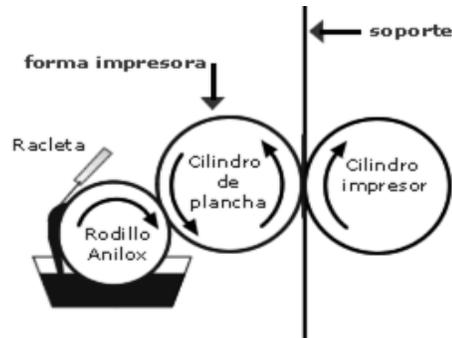
La impresora de tambor central soporta todas las estaciones de color alrededor de un solo cilindro de impresión de acero, montado en la estructura principal de la máquina. El material está sujeto por el cilindro impresor y es asegurada contra este cilindro a medida que pasa por las diferentes estaciones de color, esto evita el cambio en el registro de color a color. La máquina más común es la de seis colores, también se encuentran de hasta de ocho colores. La máquina de tambor central ha encontrado poco uso en aplicaciones donde es necesario imprimir ambos lados del rollo durante un solo paso a través de la máquina.

Figura 5. Impresora flexográfica de tambor central



Fuente: <http://www.maflex.it/es/flexografica/impresion/flexo.htm>, junio de 2010.

Figura 6. Proceso de impresión



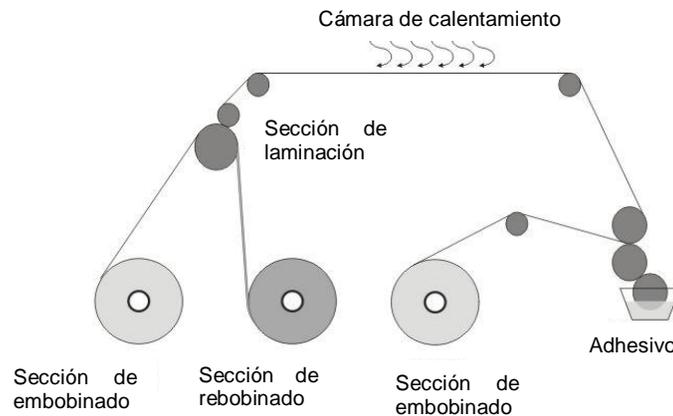
Fuente: http://variascositasvarias.blogspot.com/2008_08_01_archive.html, junio de 2010.

1.2.6.2. Laminación

La máquina para laminación se utiliza en un laminado de capas múltiples de los materiales, en rollos como polietileno, poliéster, polipropileno, etc. La laminadora tiene cinco secciones principales: dos secciones de embobinado, una sección de revestimiento, estación de laminación y una estación de rebobinado.

El sustrato pasa a través de rodillos ajustables desde las secciones de embobinado. En la sección de revestimiento el adhesivo es continuo y se filtra en cada ciclo de retorno al depósito por medio de un rodillo que realiza la aportación de adhesivo, luego la película recubierta de adhesivo se seca pasando por encima de una cámara de calentamiento y en la estación de laminado se unen las dos películas, el laminado acaba por la parte trasera de la laminadora, en la unidad de rebobinado. El material puede ser alimentado entre los rodillos de recubrimiento sin detener la máquina.

Figura 7. Proceso de laminación



Fuente: <http://www.packinges.com/9-laminating-machine.html>, junio de 2010.

1.2.6.3. Refilado: *slitter*

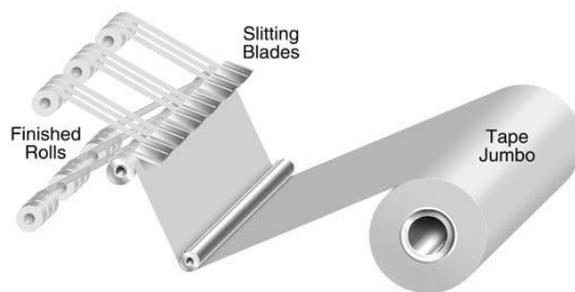
Esta cortadora rebobinadora es una máquina de estaciones elevadas, adecuada para trabajar sustratos impresos, no impresos, laminados y coextruidos. El sistema de corte puede ser por cuchillas oscilantes o bien por cuchillos giratorios, el número y distancia entre las cuchillas determina la longitud de las bobinas terminadas.

Los componentes principales de una *slitter* son:

- Embobinador: es incorporado en la parte posterior de la máquina y permite el uso de bobinas madres de hasta 800 mm de diámetro, presenta un sistema de elevación que consta de dos brazos que permite el desplazamiento lateral de la banda.
- Control de tensión: sistema de control que mantiene la tensión a través de la bobina de ejecución hasta el diámetro del núcleo.

- Sistema de orientación de la película: mantiene la alineación de la película, rigiéndose por el borde de la impresión. El sistema consta del sensor de línea de color y controla que la tensión de la banda se mantenga con precisión.
- Rebobinador: el sistema permite al operador que introduzca tensión y una velocidad superior a los valores de acuerdo a la naturaleza de los sustratos y el sistema deseado automáticamente.

Figura 8. Proceso de refilado



Fuente: <http://sellotape.ctisn-online.com/howTapeMade.php>, junio de 2010.

1.2.7. Jornadas de trabajo

En el área de producción de acuerdo a la demanda del producto se planifican turnos rotativos de 12 horas en dos jornadas de trabajo.

La jornada diurna inicia a las 7:00 hrs, la labor diurna normal semanal será de 44 horas de trabajo efectivo, equivalente a 48 horas para los efectos de pago de salario. El primer turno inicia a las 7:00 hrs y finaliza a las 19:00 hrs.

La jornada nocturna inicia a las 19:00hrs, esta jornada de trabajo es de 6 horas diarias, iniciando el segundo turno a las 19:00 hrs y finaliza a las 7:00 hrs.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL ÁREA DE IMPRESIÓN, LAMINACIÓN Y *SLITTER*

2.1. Identificación de puntos a mejorar

La identificación de puntos a mejorar en el proceso se realizó a través de un diagrama de pareto basado en datos históricos sobre las cantidades y causas que generan desperdicios en el área; la determinación de retrasos en el proceso y un diagrama causa efecto de los tiempos improductivos, que presenta información obtenida mediante de la observación de la forma en la que se realizan las diferentes operaciones en las áreas de trabajo y entrevistas informales con los encargados de área, supervisores y operadores de maquinaria.

2.1.1. Diagrama de pareto (desperdicio)

Las principales causas por las cuales se genera desperdicio:

- Mala impresión: manchas, desajuste de registro, tintas con variación de tonalidad, variación de medidas, arrugas de presión, limpieza y orden en área de trabajo.
- Cuadre de pedido: ajuste de presión, registro y tensión
- Calidad de material: ancho de película, errores en la orden de trabajo, mal montaje de planchas, diseño gráfico, estado de anilox y planchas,

materiales que presentan mala apariencia, variación de calibre, reventones, arrugas.

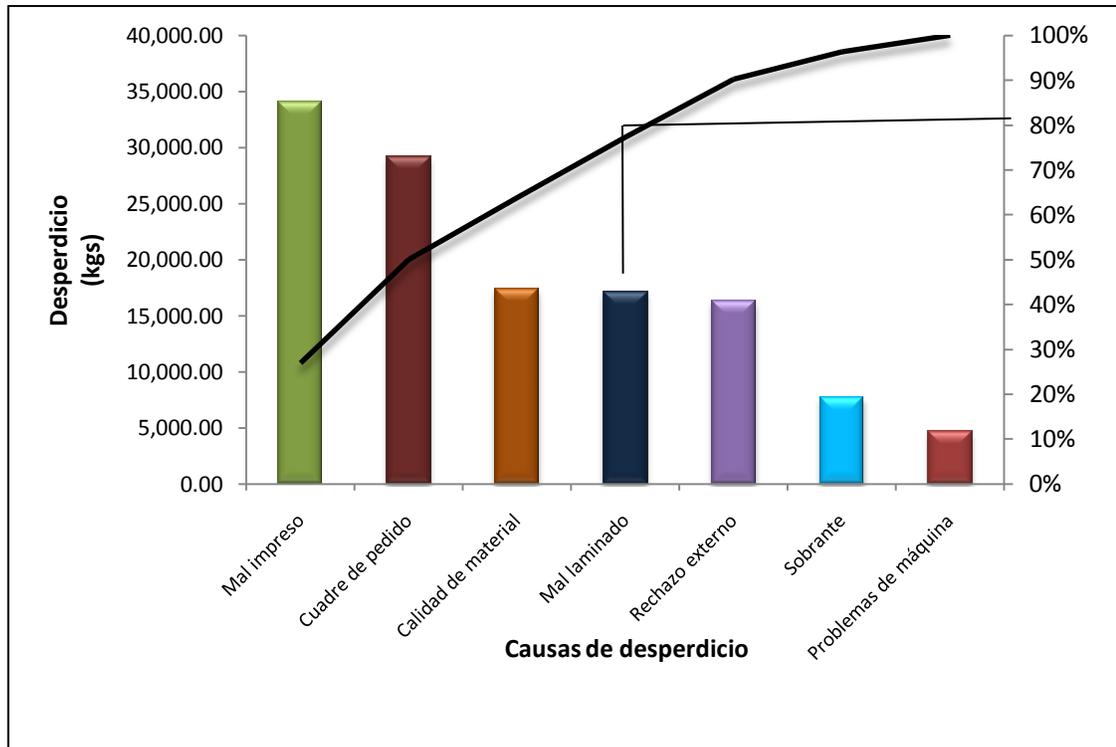
- Mal laminado: laminado sin aplicación de adhesivo, exceso o falta de presión, temperaturas incorrectas, almacenamiento inadecuado, limpieza y orden en área de trabajo.
- Sobrantes por variación de medidas y exceso de material
- Problemas de máquina: falla eléctricas, falta de limpieza y descuadre de máquina, partes y piezas en mal estado.

Tabla IX. Desperdicio en área de impresión. Primer trimestre 2010.

Causas de desperdicio	Desperdicio (kgs)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mala impresión	34 142,40	27%	27%
Cuadre de pedido	29 165,50	23%	50%
Calidad de material	17 429,70	14%	64%
Mal laminado	17 182,50	14%	77%
Rechazo externo	16 320,84	13%	90%
Sobrante	7 708,00	6%	96%
Problemas de máquina	4 669,50	4%	100%

Fuente: sistema Toriflex, abril de 2010.

Figura 9. Diagrama de Pareto

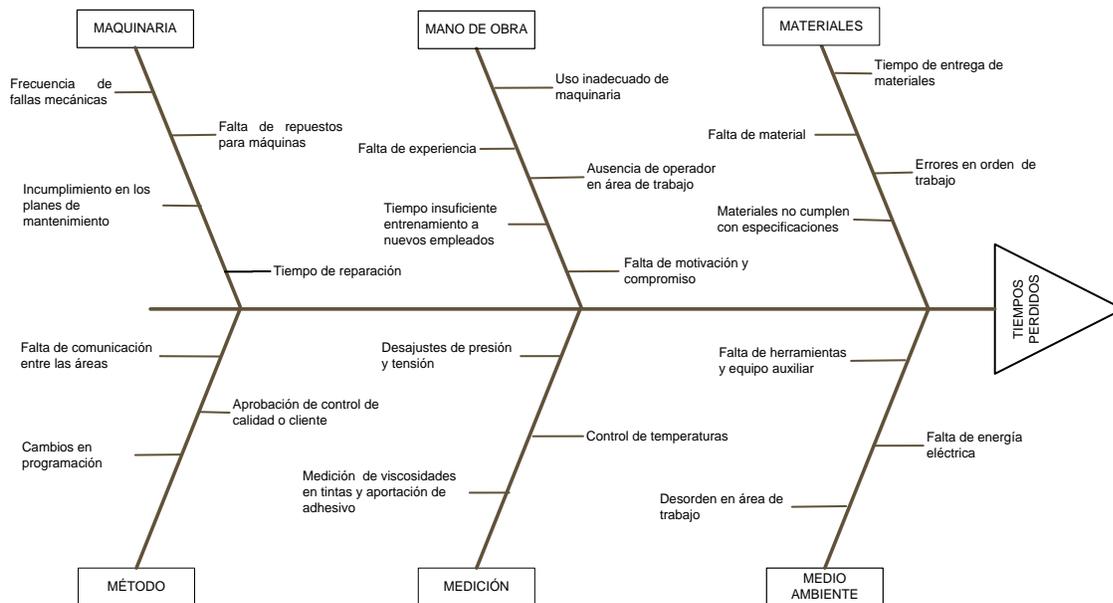


Fuente: elaboración propia, junio de 2010.

Las causas de desperdicio sobre las cuales se enfocará este estudio son: calidad de materiales, mala impresión y laminación.

2.1.2. Diagrama Causa-Efecto

Figura 10. Diagrama causa-efecto



Fuente: elaboración propia, junio de 2010.

2.1.3. Análisis de retrasos en proceso

En esta planta de producción existen tiempos improductivos provocados por diversas razones:

- Materiales
 - ✓ La falta de coordinación entre supervisores y operarios produce que en ocasiones el material no se encuentre en el área de trabajo en el momento en el cual será utilizado.

- ✓ Los materiales solicitados no cumplen con las especificaciones indicadas en la orden de trabajo.
- ✓ En ocasiones no se cuenta con el material indicado en las órdenes de trabajo para cumplir con los pedidos.
- ✓ Desorden en las áreas de trabajo provocado por la falta de espacio para ubicar materiales y producto terminado en cada proceso.

- Maquinaria

Las fallas mecánicas representan uno de los mayores problemas dentro de la planta de producción ya que conllevan a tiempos elevados en reparación, esto debido a la falta de cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo y en ocasiones a la poca experiencia de los operadores en el manejo de maquinaria.

- Mano de obra

Representa el área más problemática ya que el operario marca la diferencia entre un producto aceptable y uno defectuoso. Los tiempos muertos atribuidos a la mano de obra se deben principalmente a la ausencia injustificada en el área de trabajo de los operadores, tiempos elevados en preparación de maquinaria, cuadro y ajuste de pedidos. Además de la falta de preparación, experiencia y poco tiempo en entrenamiento a nuevos empleados.

- Método

En este aspecto los tiempos improductivos se registran debido a la falta de coordinación entre los departamentos, principalmente con el departamento de planificación debido los cambios en los programas de producción que generan tiempos perdidos por espera en asignación de pedidos y cumplimiento de pedidos urgentes, esto aumenta el número de cambios realizados por máquina; en el departamento de control de calidad los tiempos empleados para realizar la aprobación de los pedidos y falta de personal disponible elevan los tiempos de producción.

- Medio ambiente

Los altos niveles de producto en proceso provocan retrasos en el traslado de materiales y equipo, dificultando así las tareas de orden y limpieza.

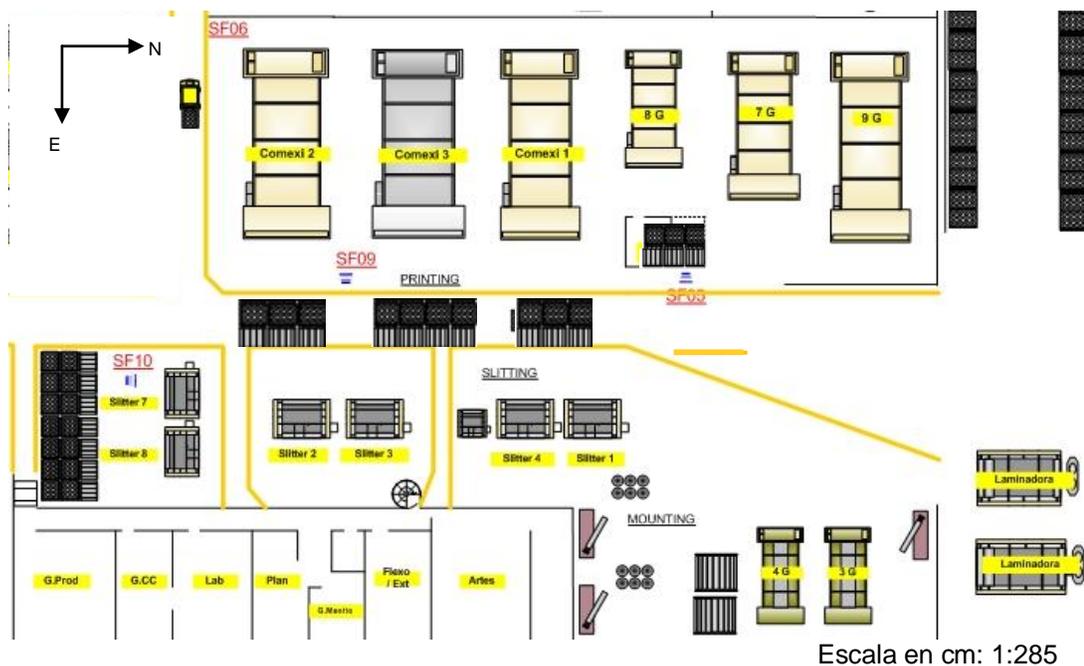
Otro factor importante es la falta de herramientas para cada operario y equipo para transporte y manejo de materiales asignado a cada máquina, ya que se incurren en mayores tiempos para realizar las actividades de traslado de materias primas y producto terminado.

Los retrasos que serán objeto de estudio son: falta de materiales, falta de herramientas y mano de obra.

2.2. Distribución de maquinaria

La maquinaria se encuentra distribuida por proceso y se observa un alto nivel de materiales en proceso debido a que el flujo de operaciones no es continuo.

Figura 11. Distribución general del área de impresión, laminación y *slitter*



Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.

2.3. Diagramas del proceso actuales

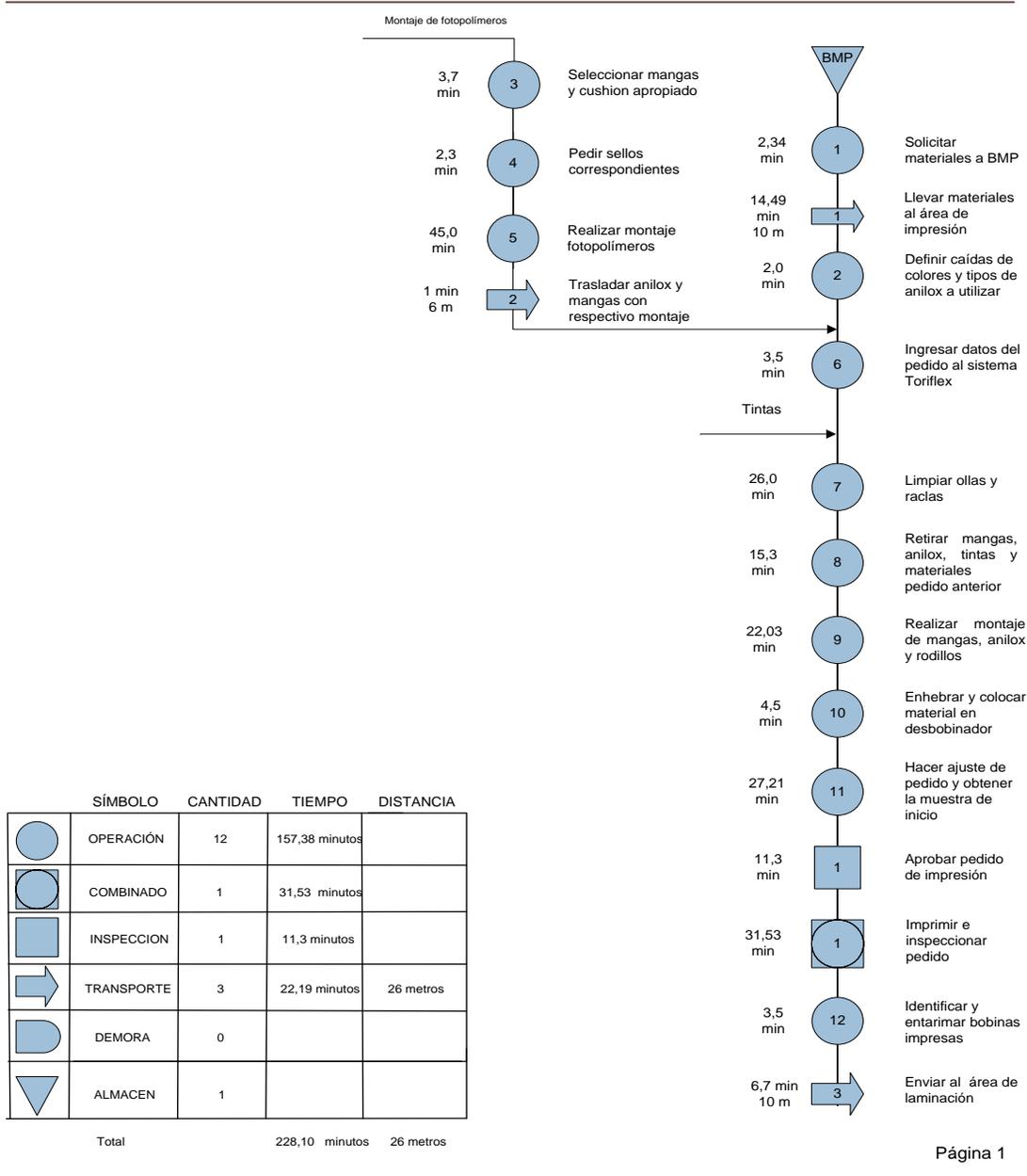
2.3.1. Diagramas de flujo de operaciones

Se elaboraron diagramas de flujo en cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el departamento, para cada proceso solo se toma en cuenta el tiempo de elaboración de una bobina de alrededor de 7 000 metros.

Figura 12. Diagrama flujo de operaciones impresión

Empresa: Polytec, S.A
 Departamento: Impresión
 Empieza: bodega de material extruido
 Termina: envío al área de laminación

Método: actual
 Diagrama: flujo de operaciones
 Fecha: julio de 2010
 Página: 1/1

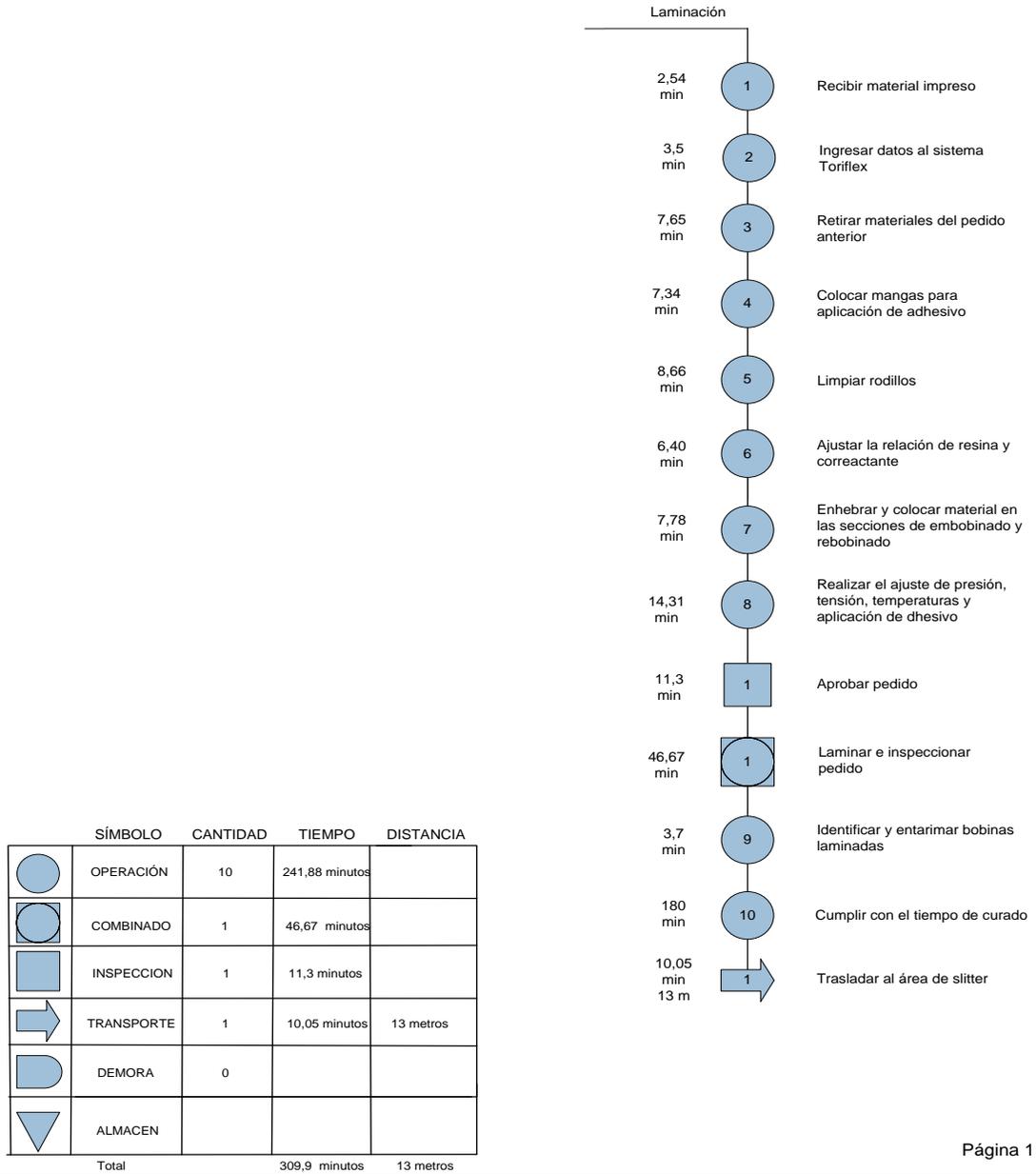


Fuente: elaboración propia, julio de 2010.

Figura 13. Diagrama de flujo de operaciones laminación

Empresa: Polytec, S.A
 Departamento: Impresión
 Empieza: recepción de material impreso
 Termina: envío al área de laminación

Método: actual
 Diagrama: flujo de operaciones
 Fecha: julio de 2010
 Página: 1/1

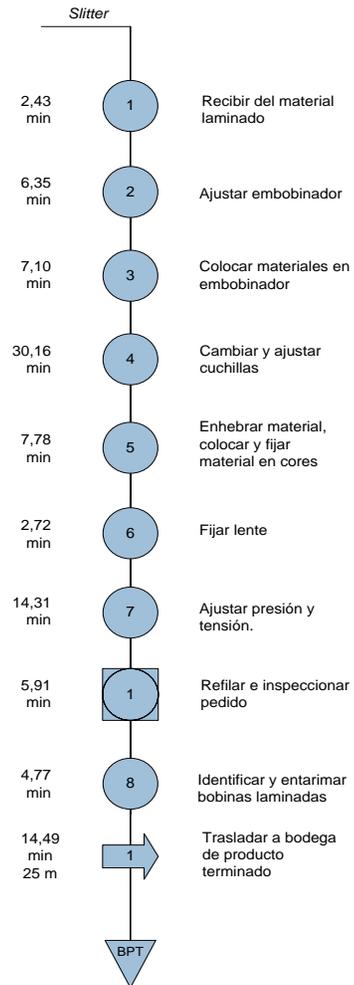


Fuente: elaboración propia, julio de 2010.

Figura 14. Diagrama de flujo de operaciones *slitter*

Empresa: Polytec, S.A
 Departamento: Impresión
 Empieza: recepción de material laminado
 Termina: bodega de producto terminado

Método: actual
 Diagrama: flujo de operaciones
 Fecha: julio de 2010
 Página: 1 / 1



SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
	OPERACIÓN	8	75.62 minutos
	COMBINADO	1	5.71 minutos
	INSPECCION	0	
	TRANSPORTE	1	14,49 minutos 25 metros
	DEMORA	0	
	ALMACEN	1	
Total			95,82 minutos 25 metros

2.3.2. Vaciado del diagrama de operaciones

Figura 15. Vaciado del diagrama de operaciones impresión

Empresa: Polytec S.A.		Diagrama: flujo del proceso					
Departamento: Impresión		Método: actual					
Empieza: bodega de material extruido		Fecha: julio de 2010					
Termina: envío al área de laminación		Página: 1/2					
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempo (min)
	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Solicitar materiales a BMP.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,34
Llevar materiales al área de impresión.	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	14,49
Definir caídas de colores y tipos de anilox a utilizar.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,00
Seleccionar mangas y cushion apropiado.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,70
Pedir sellos correspondientes.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,30
Realizar montaje de ftopolímeros.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		45,00
Trasladar, anilox y mangas con respectivo montaje.	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	1,00
Ingresar datos del pedido al sistema Toriflex.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,50
Limpiar ollas y raclas.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		26,00
Retirar mangas, anilox, tintas y materiales pedido anterior.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15,30
Realizar montaje de mangas, anilox y rodillos.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		22,03
Enhebrar y colocar material en desbobinador.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,50
Hacer ajuste de pedido y obtener la muestra de inicio.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		27,21

Continuación de figura 15

Empresa: Polytec S.A.		Diagrama: flujo del proceso					
Departamento: Impresión		Método: actual					
Empieza: bodega de material extruido		Fecha: julio de 2010					
Termina: envío al área de laminación		Página: 2/2					
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempo (min)
Aprobar pedido de impresión.	○	■	⇨	D	▽		11,30
Imprimir e inspeccionar pedido.	●	■	⇨	D	▽		31,53
Identificar y entarimar bobinas impresas.	●	□	⇨	D	▽		3,50
Enviar al área de laminación.	○	□	➡	D	▽	10	6,70
Resumen							
Símbolo	Cantidad						
○	13						
□	1						
⇨	3						
D	0						
▽	1						

Fuente: elaboración propia, julio de 2010.

Figura 16. Vaciado del diagrama de operaciones laminación

Empresa: Polytec S.A.		Diagrama: flujo del proceso					
Departamento: Impresión		Método: actual					
Empieza: recepción de material impreso		Fecha: julio de 2010					
Termina: envío al área de <i>slitter</i>		Página: 1/2					
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempo (min)
Recibir material impreso.	●	□	⇨	D	▽		2,54
Ingresar datos al sistema Toriflex.	●	□	⇨	D	▽		3,50
Retirar materiales del pedido anterior.	●	□	⇨	D	▽		7,65
Colocar mangas para aplicación de adhesivo.	●	□	⇨	D	▽		7,34
Limpiar rodillos.	●	□	⇨	D	▽		8,66
Ajustar la relación de resina y correactante.	●	□	⇨	D	▽		6,40
Enhebrar y colocar material.	●	□	⇨	D	▽		7,78
Realizar el ajuste de presión, tensión, temperaturas y aplicación de adhesivo.	●	□	⇨	D	▽		14,31
Aprobar pedido.	○	■	⇨	D	▽		11,30
Laminar e inspeccionar pedido.	●	■	⇨	D	▽		46,67
Identificar y entarimar bobinas laminadas.	●	□	⇨	D	▽		3,70
Cumplir con el tiempo de curado.	●	□	⇨	D	▽		180,00
Trasladar material al área de <i>Slitter</i> .	○	□	➡	D	▽	13	27,21

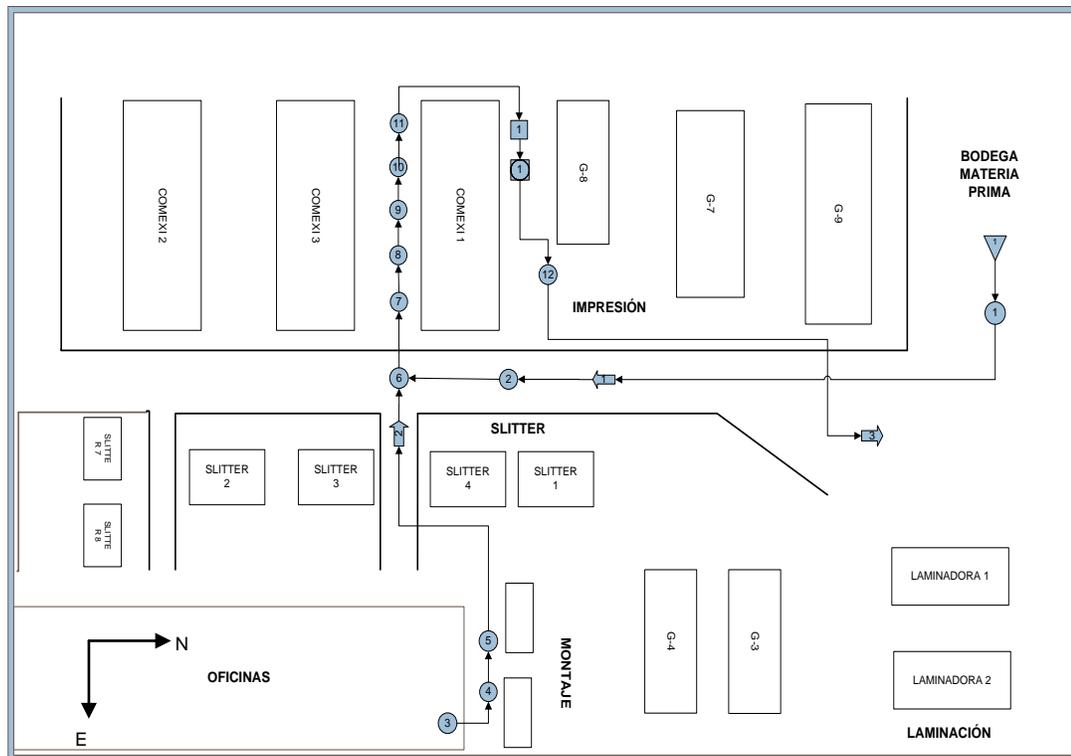
Figura 17. Vaciado del diagrama de operaciones *slitter*

Empresa: Polytec S.A.		Diagrama: flujo del proceso					
Departamento: Impresión		Método: actual					
Empieza: recepción de material laminado		Fecha: julio de 2010					
Termina: bodega de producto terminado		Página: 1/2					
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempo (min)
Recibir material laminado.	●	□	⇨	D	▽		2,43
Ajustar embobinador.	●	□	⇨	D	▽		6,35
Colocar materiales en embobinador.	●	□	⇨	D	▽		7,10
Cambiar y ajustar cuchillas.	●	□	⇨	D	▽		30,16
Enhebrar, colocar y fijar material en cores.	●	□	⇨	D	▽		7,78
Fijar lente.	●	□	⇨	D	▽		2,72
Ajustar presión y tensión.	●	□	⇨	D	▽		14,31
Refilar e inspeccionar pedido.	●	■	⇨	D	▽		5,91
Identificar y entarimar bobinas laminadas.	●	□	⇨	D	▽		4,77
Trasladar a bodega de producto terminado.	○	□	➡	D	▽	25	14,49
	○	□	⇨	D	▽		

2.3.3. Diagramas de recorrido

A continuación se muestra el diagrama de recorrido para cada proceso, las maquinarias y la ubicación de éstas en el departamento.

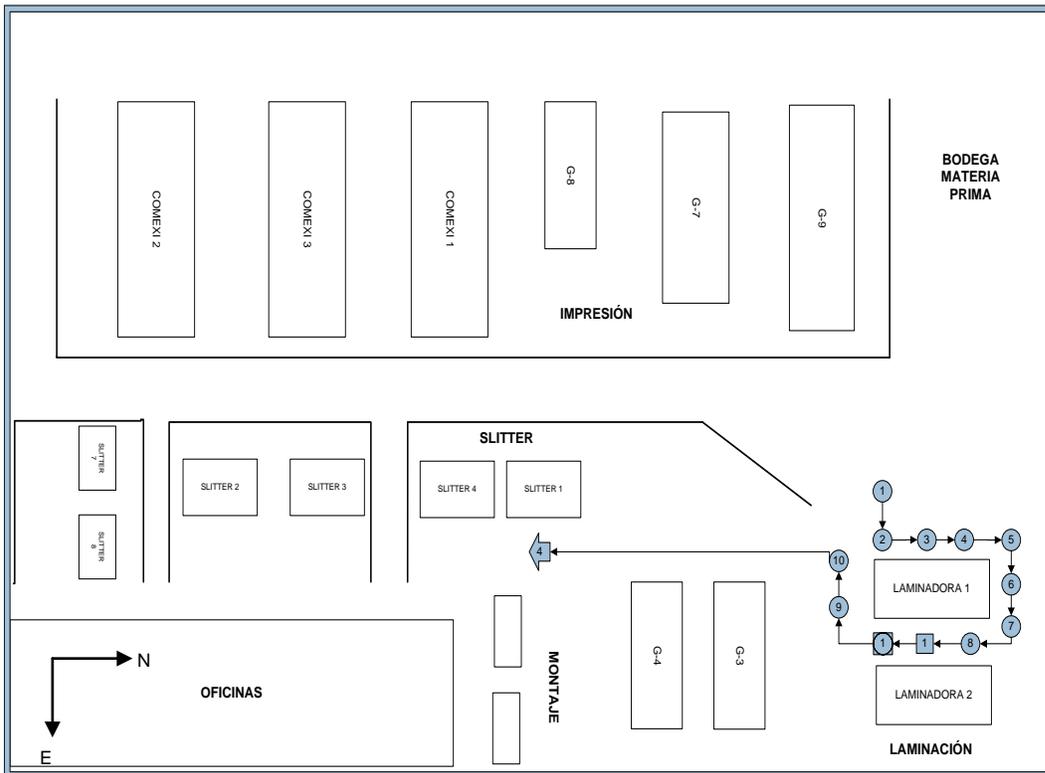
Figura 18. Diagrama de recorrido área de impresión



Escala en cm 1:221

Fuente: elaboración propia, julio de 2010.

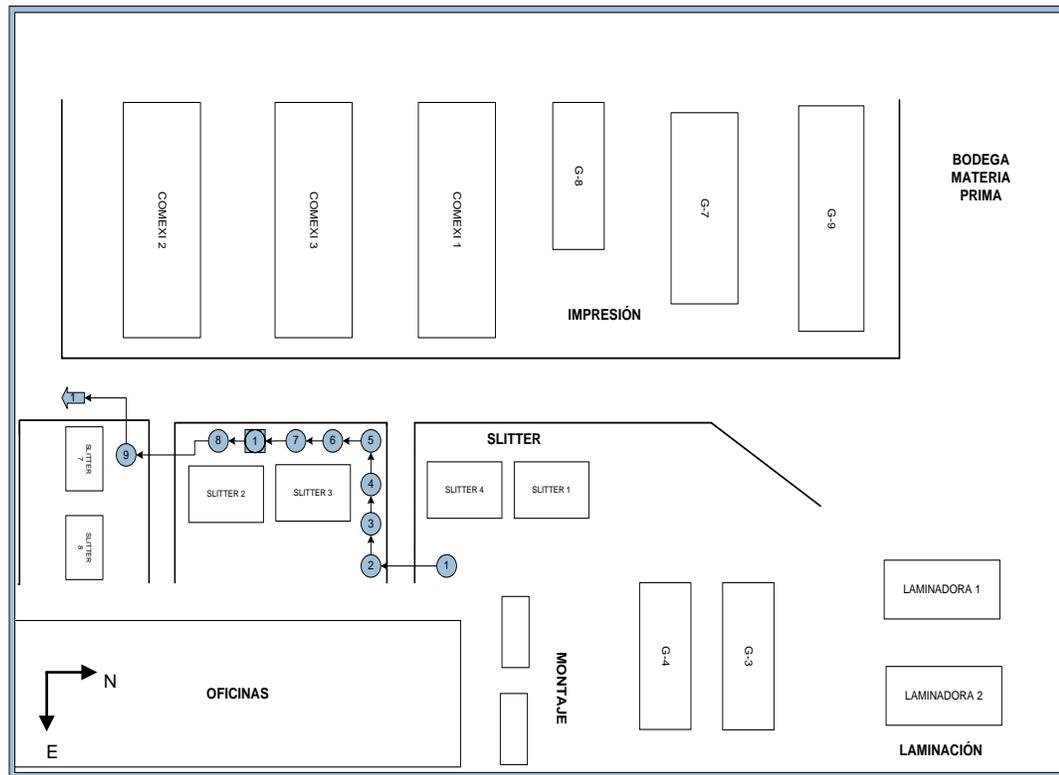
Figura 19. Diagrama de recorrido laminación



Escala 1:221

Fuente: elaboración propia, julio de 2010.

Figura 20. Diagrama de recorrido *slitter*



Escala 1:221

Fuente: elaboración propia, julio de 2010.

2.4. Análisis de operaciones

Las operaciones que serán objeto de análisis son: el cambio de pedido y cambio de bobina.

2.4.1. Cambio de pedido

Esta operación incluye el cambio mecánico, cuadro y ajuste; y autorización de pedido. Para realizar esta actividad intervienen además del operador un ayudante asignado a cada máquina y personal auxiliar según el área.

Actualmente los cambios de pedido representan una de las actividades críticas en las cuales se invierte gran parte del tiempo de la jornada de trabajo, según estimaciones de la administración se requiere cerca de tres horas para realizar cada cambio, esto sucede debido a la falta de coordinación y confianza entre el personal que interviene en el cambio y retrasos por la falta de materiales.

Luego de observar el proceso de cambio puede dividirse en tres tipos de actividades: actividades pre cambio, cambio y ajuste y actividades pos cambio: las actividades pre cambio y post cambio son actividades externas que no requieren detener la máquina para su ejecución y las actividades de cambio y ajuste son actividades internas en las cuales se requiere que la máquina parada.

Tabla X. Actividades pre cambio

	Encargado del turno	Operador	Ayudante	Limpieza de Anilox	Limpieza de accesorio y reciclado
Tener en máquina OT.	X	x			
Chequear plano mecánico.	X	x			
Definir caída de colores y anilox.	X	x			
Tener el material del pedido en su totalidad.		x	x		
Trasladar mangas con su respectivo montaje.			x		
Trasladar anilox al área de trabajo.			x		
Tener tintas adecuadas según orden.	x	x			
Limpieza de raclas.					x
Limpieza contenedores de tinta.					x
Trasladar engranajes.			x		
Colocar en desbobinador material para ajuste.		x			
Pedir carta de colores para el nuevo pedido.	x	x			

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XI. Actividades de cambio y ajuste

	Encargado del turno	Operador	Ayudante	Limpieza de Anilox	Limpieza de accesorio y reciclado
Cambiar mangas.	x	x			
Limpieza de mangueras y viscosímetros.			x		
Limpiar exceso de tinta del anilox.			x	x	
Cambio de anilox.	x	x			
Cambio de raclas.			x	x	
Retirar engranes.			x		
Cambio de bombas.			x	x	x
Cambiar tintas.			x	x	x
Hacer circular las tintas y medir viscosidades.		x	x		
Colocar engranes.	x	x			
Enhebrar material	x	x			
Ajustes de presiones.	x	x	x		
Ajuste de registro.	x	x			
Ajustes de tintas.		x			
Colocar material del pedido en desbobinador.	x	x			

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XII. Actividades post cambio

	Encargado del turno	Operador	Ayudante	Limpieza de Anilox	Limpieza de accesorio y reciclado
Retirar de máquina mangas del pedido anterior.				x	x
Retirar de máquina anilox del pedido anterior.				x	x
Retirar de maquinas tintas del pedido anterior.				x	x
Retirar raclas sucias o gastadas.				x	x
Retirar de máquinas ollas sucias.				x	x
Retirar engranajes.				x	x

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

2.4.2. Cambio de bobina

En cada pedido se imprimen alrededor de diez bobinas, los tiempos de cambios de bobinas se toman desde que se detiene la máquina hasta que se reanuda la actividad, actualmente estos tiempos son muy prolongados debido a diversos factores como:

- Falta de herramientas para cada uno de los operarios (tape, cuchillas)
- Falta de material en el área de trabajo
- Falta de espacio para ubicar cada tarima
- Falta de equipo para manejo de materiales

En la tabla XIII, se muestra una comparación entre tiempos cronometrados de cambio de bobina para cada tipo de maquinaria.

Tabla XIII. Comparación entre tiempos de cambios de bobina

Máquina	Tiempo máximo de cambio (min)	Tiempo mínimo de cambio (min)	Diferencia
Impresora tipo <i>stack</i> .	6,37	3,25	3,12
Impresora tambor central.	15,57	1,57	14,00
<i>slitter</i> .	7,17	3,17	4,00
Laminadora.	29,10	3,68	25,42

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

2.5. Medición de la eficiencia actual

2.5.1. Estudio de tiempos

Se realizó el estudio de tiempo para determinar el tiempo estándar de las operaciones del proceso de impresión, laminación y *slitter* en la elaboración de empaques flexibles.

2.5.1.1. Toma de tiempos

Para la toma de tiempos se empleó el método de regreso a cero. En cada uno de los procesos se cronometró los tiempos de dos operaciones principales: cambio de bobinas y cambio de pedido, para el área de impresión se

cronometró los tiempos para impresora tipo *stack* y de tambor central; para cada operación se realizaron 10 mediciones.

Tabla XIV. Cambio de pedido impresora tipo *stack*

No.	Duración (min)	No.	Duración (min)
1	151,50	6	141,56
2	153,50	7	149,01
3	168,80	8	143,70
4	148,79	9	144,68
5	152,09	10	141,21

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XV. Cambio de pedido impresora tambor central

No.	Duración (min)	No.	Duración (min)
1	110,40	6	96,00
2	102,60	7	94,80
3	103,30	8	97,20
4	94,20	9	107,40
5	94,00	10	94,50

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XVI. Cambio de pedido *slitter*

No.	Duración (min)	No.	Duración (min)
1	65,03	6	69,08
2	68,18	7	70,21
3	70,21	8	67,89
4	63,34	9	58,33
5	63,45	10	61,33

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XVII. Cambio de pedido laminadora

No.	Duración (min)	No.	Duración (min)
1	33,87	6	39,78
2	41,54	7	42,09
3	45,32	8	46,37
4	42,34	9	41,70
5	43,21	10	43,06

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XVIII. Cambio de bobina

No.	Duración (min)	No.	Duración (min)
1	3,60	6	3,75
2	3,25	7	2,85
3	3,60	8	3,17
4	3,88	9	3,33
5	3,68	10	2,95

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XIX. Cambio de bobina impresora de tambor central

No.	Duración (min)	No.	Duración (min)
1	1,57	6	1,40
2	1,60	7	1,32
3	1,62	8	1,47
4	1,67	9	1,58
5	1,57	10	1,57

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

2.5.1.2. Cálculo de la muestra

El número necesario de observaciones se determinó utilizando la fórmula estadística debido al tipo de operaciones que son objeto de estudio y el tiempo duración de las mismas.

Por medio de esta fórmula se determina el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo representativo con un error e%, riesgo fijado de R%, la desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias σ y una media aritmética de los tiempos cronometrados \bar{x} ¹.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Siendo K = el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K = 1 para un riesgo de error de 32 %.

K = 2 para un riesgo de error de 5 %.

K = 3 para un riesgo de error de 0,3%.

Para obtener la media aritmética \bar{x} y la desviación típica σ , se realizaron 10 mediciones a cada operación y se determinó que un riesgo aceptable de 5%, con un error de 4%. A continuación se presenta los resultados de las diez mediciones realizadas a cada operación del proceso.

Cambio de pedido impresora tipo *stack*

Con los datos de la tabla XIV, se obtienen los siguientes resultados:

$$\bar{x} = 149,48$$

$$\sigma = 7,67$$

¹ GARCÍA CRIOLLO, Roberto, *Estudio del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2000. pp. 205

El número total de mediciones necesarias:

$$N = \left(\frac{2 * 7,67}{0,04 * 149,48} \right)^2 + 1 = 7,59$$

$$N = 8$$

De acuerdo a los resultados se puede observar que solo son necesarias ocho lecturas para estar en los rangos propuestos. Por lo que no es necesario realizar observaciones complementarias.

Cambio de pedido impresora de tambor central

Con los datos de la tabla XIV, se obtienen los siguientes resultados:

$$x = 99,44$$

$$\sigma = 5,74$$

El número total de mediciones necesarias:

$$N = \left(\frac{2 * 5,74}{0,04 * 99,44} \right)^2 + 1 = 9,32$$

$$N = 10$$

Según los resultados se puede observar que solo son necesarias 10 lecturas para estar en los rangos propuestos. Por lo que no es necesario realizar observaciones complementarias.

Cambio de pedido *slitter*

Con los datos de la tabla XV, se obtienen los siguientes resultados:

$$x = 65,71$$

$$\sigma = 3,83$$

El número total de mediciones necesarias:

$$N = \left(\frac{2 * 3,83}{0,04 * 65,71} \right)^2 + 1 = 9,52$$

$$N = 10$$

De acuerdo a los resultados se puede observar que solo son necesarias 10 lecturas para estar en los rangos propuestos. Por lo que no es necesario realizar observaciones complementarias.

Cambio de pedido laminadora

Con los datos de la tabla XVI, se obtienen los siguientes resultados:

$$x = 41,93$$

$$\sigma = 3,23$$

El número total de mediciones necesarias:

$$N = \left(\frac{2 * 3,23}{0,04 * 41,93} \right)^2 + 1 = 4,70$$

$$N = 5$$

De acuerdo a los resultados se puede observar que solo son necesarias cinco lecturas para estar en los rangos propuestos. Por lo que no es necesario realizar observaciones complementarias.

Cambio de bobina impresora de tambor central

Con los datos de la tabla XVII, se obtienen los siguientes resultados:

$$x = 3,41$$

$$\sigma = 0,33$$

El número total de mediciones necesarias:

$$N = \left(\frac{2 * 0,33}{0,04 * 3,41} \right)^2 + 1 = 6,94$$

$$N = 7$$

No se requiere de mediciones adicionales ya que el número de mediciones realizadas es mayor que el necesario para cumplir con los rangos establecidos.

Cambio de bobina

Con los datos de la tabla XVIII, se obtienen los siguientes resultados:

$$x = 1,54$$

$$\sigma = 0,10$$

El número total de mediciones necesarias:

$$N = \left(\frac{2 * 0,10}{0,04 * 1,54} \right)^2 + 1 = 11,96$$

$$N = 12$$

De acuerdo a los resultados se puede observar que son necesarias doce lecturas para estar en los rangos propuestos. Por lo que se requiere dos observaciones adicionales.

2.5.1.3. Análisis de datos

El tiempo normal, es el tiempo cronometrado multiplicado por un porcentaje de calificación del operador para lo cual se utilizan las tablas de Westinghouse evaluando cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia.

$$T_N = \text{Tiempo Cronometrado} \times FC(\text{Factor de calificación})^*$$

*Tiempo promedio de cada operación multiplicado por el factor de valoración.

La determinación de este porcentaje, se realiza por medio de la observación, para cada uno de los procesos se obtiene el siguiente factor de calificación:

Tabla XX. Factor de calificación

Habilidad	Bueno	C	+0,05
Esfuerzo	Bueno	C	+0,05
Condiciones	Buenas	E	+0,02
Consistencia	Buena	D	+0,01

Fuente: calificación de la actuación ².

El factor de calificación es de: $100\% - 13\% = 87\%$

Los tiempos normales de cada una de las actividades que fueron objeto de estudio se observan en la tabla anterior.

Tabla XXI. Cálculo de tiempos normales

	Tc	Fc	Tn
Cambio pedido.			
Impresora tambor central.	149,48	0,87	130,05
Impresora tipo <i>stack</i> .	99,44	0,87	86,51
<i>Slitter</i> .	65,71	0,87	57,16
Laminación.	41,93	0,87	36,48
Cambio bobina.			
Laminación y <i>slitter</i> .	3,41	0,87	2,96
Impresora tambor central.	1,54	0,87	1,34

Fuente: elaboración propia, octubre 2010.

² GARCÍA CRIOLLO, Roberto, *Estudio del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2000. pp. 210

2.5.1.4. Cálculo de tiempos estándar

El tiempo estándar es el tiempo que se concede para efectuar una operación, a los tiempos normales se les agrega los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales.³

$$T_t = T_N * (1 + \text{tolerancias}) *$$

*Tiempo normal multiplicado por el porcentaje de suplementos.

Tabla XXII. Porcentaje de concesiones

Hombre.	9%
Trabajo de pie.	2%
Ruido continuo.	0%
Levantamiento de peso.	3%

Fuente: sistema suplementos⁴.

El porcentaje de suplementos es de 14%

En la tabla XX, se muestran los tiempos estándar de cada una de las actividades que fueron analizadas.

³ GARCÍA CRIOLLO, Roberto, *Estudio del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2000. pp. 240

⁴ GARCÍA CRIOLLO, Roberto, *Estudio del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2000. pp. 228

Tabla XXIII. Cálculo de tiempos estándares

	Tn	%Tol.	Tt
Cambio pedido.			
Impresora tambor central.	130,05	0,14	148,26
Impresora tipo <i>stack</i> .	86,51	0,14	98,62
<i>Slitter</i> .	57,16	0,14	65,17
Laminación.	36,48	0,14	41,58
Cambio bobina			
Laminación y <i>slitter</i> .	2.96	0,14	3,38
Impresora tambor central.	1.34	0,14	1,52

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

2.5.2. Determinación del promedio de cambios por mes

Para determinar la cantidad de cambios de pedido por mes se tomó el promedio de los últimos seis meses para cada una de las máquinas.

Tabla XXIV. Promedio de cambios de pedido por mes

Máquina	2009			2010			Promedio
	10	11	12	1	2	3	
Comexi 1	81,0	115,0	23,0	83,5	68,0	74,0	76,0
Comexi 2	76,0	92,7	80,0	71,0	65,5	90,0	74,0
Comexi 3	89,5	112,5	78,0	71,0	121,0	94,5	92,0
G3	34,0	47,0	31,5	42,5	39,5	42,0	42,0
G4	14,0	15,0	15,0	20,0	20,5	14,0	19,0
G7	21,0	41,0	7,0	25,0	14,5	5,0	22,0
G8	49,5	70,0	46,5	46,5	45,5	34,5	45,0
G9	80,0	82,0	59,0	54,0	65,0	67,0	70,0
<i>Slitter 1</i>	29,0	23,0	38,0	23,0	30,0	5,0	55,0
<i>Slitter 2</i>	92,0	92,0	98,0	87,0	71,0	70,0	94,0
<i>Slitter 3</i>	86,0	96,0	95,0	73,0	79,0	70,0	83,0
<i>Slitter 4</i>	128,0	127,0	125,0	109,0	101,0	113,0	127,0
<i>Slitter 6G</i>	88,0	86,0	87,0	63,0	62,0	67,0	78,0
<i>Slitter 7G</i>	63,0	83,0	82,0	76,0	40,0	69,0	78,0
<i>Slitter 1</i>	29,0	23,0	38,0	23,0	30,0	5,0	55,0
<i>Slitter 2</i>	92,0	92,0	98,0	87,0	71,0	70,0	94,0
Lam 1	150,0	149,0	153,0	115,0	120,0	145,0	142,0

Fuente: sistema toriflex, abril de 2010.

2.5.3. Medición de velocidades

Cada una de las máquinas funciona a diferentes velocidades dependiendo del tipo de material y la complejidad del diseño, para la determinación de las velocidades, el criterio que se utilizó fue tomar la velocidad más frecuente a la cual trabaja durante el período de observación.

Tabla XXV. Velocidades promedio

Máquina	Velocidad máxima (m/min)	Velocidad mínima (m/min)	Velocidad más frecuente (m/min)
Comexi 1	275,00	146,00	225,00
Comexi 2	250,00	195,00	225,00
Comexi 3	350,00	225,00	250,00
G3	48,00	100,00	80,00
G4	144,00	112,70	143,00
G7	145,60	73,00	140,00
G8	100,00	82,00	100,00
G9	275,00	150,00	225,00
<i>Slitter 1</i>			200,00
<i>Slitter 2</i>	330,00	97,00	200,00
<i>Slitter 3</i>	351,00	172,00	200,00
<i>Slitter 4</i>			200,00
<i>Slitter 6G</i>	309,00	129,00	150,00
<i>Slitter 7G</i>	194,00	136,00	150,00
Lam 1	110,00	250,00	200,00

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

2.5.4. Cálculo de desperdicio

La cantidad de desperdicio generado en cada una de las áreas se obtiene por medio de los reportes de los operadores en los que se especifica la cantidad de material no conforme o defectuoso por orden de trabajo y máquina en la que se realizó cada orden, todos los datos son ingresados por los operadores por lo cual no se puede corroborar la veracidad de los datos.

En el cálculo del desperdicio no se toma en consideración el rechazo externo y se calcula tomando como base la máquina en la cual se reporta el desperdicio, no en base a las causas que lo generan. A continuación se presenta el cálculo del porcentaje de desperdicio del departamento durante el primer cuatrimestre del presente año.

Tabla XXVI. Desperdicio durante primer cuatrimestre 2010

Proceso	Mes		
	1	2	3
Impresión	13 005,50	13 882,50	9 190,60
Laminación	5 528,50	4 421,00	3 335,00
<i>Slitter</i>	30 828,10	33 779,10	28 255,70
Total	49 362,10	52 082,60	4 078,30

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Tabla XXVII. Cálculo de porcentaje de desperdicio

Mes	Producción (Kgs)	Desperdicio (Kgs)	Rechazo externo	%
1	530 354,00	49 362,10	7 849,00	12%
2	584 777,00	52 082,60	7 226,00	11%
3	430 508,00	40 781,30	5 871,00	12%

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Para el cálculo del desperdicio se toma solo la producción del área de impresión debido a que es la etapa inicial del proceso y los mismos materiales son empleados en las siguientes estaciones.

2.5.5. Cálculo de eficiencia actual

Tomando los tiempos estándares del proceso se puede determinar la eficiencia de cada una de las áreas del departamento de producción.

Las fórmulas que se utilizarán son las siguientes:

$$\text{Tiempo disponible} = \text{días/mes} \times 2 \text{ turnos / día} \times 12 \text{ hr/turno} \times 60 \text{ min/hr}$$

$$\text{Tiempo por cambios} = \text{cambios/mes} \times \text{hr/cambio} \times 60 \text{ min/hr}$$

$$\text{Tiempo de operación} = \text{tiempo disponible} - \text{tiempo por cambios}$$

$$\text{Producción por mes} = \text{tiempo de operación} \times \text{velocidad}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{producción real}}{\text{producción teórica}} \times 100$$

Área de impresión

Considerando un promedio de la cantidad de cambios realizados durante los últimos seis meses según tabla XXIV, trabajando en dos turnos de 12 horas en un promedio de 30 días laborales y velocidades promedio por máquina de acuerdo a los datos de la tabla XXV.

Tabla XXVIII. Cálculo de la producción teórica del área de impresión

Máquina	Días	Cambios	Tc (horas)	Vel	Producción
Comexi 1	30	76	2,00	225	7 668 000
Comexi 2	30	74	2,00	225	7 722 000
Comexi 3	30	92	2,00	250	8 040 000
G3	30	42	2,50	80	2 952 000
G4	30	19	2,50	143	5 770 050
G7	30	22	2,50	140	5 586 000
G8	30	45	2,50	100	3 645 000
G9	30	70	2,50	225	7 357 500
					48 740 550

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

De acuerdo a los datos obtenidos la producción teórica del área es de 48 740 550 metros mensuales. La producción real promedio durante un mes es 1 941 365 metros lo que constituye una eficiencia 43,14%.

Tabla XXIX. Cálculo de la eficiencia del área de impresión

Máquina	Producción		Rendimiento	Porcentaje	Ponderado
	Teórica	Real			
Comexi 1	7 668 000	2 922 318	38,11%	15,73%	6,00%
Comexi 2	7 722 000	2 699 904	34,96%	13,91%	4,86%
Comexi 3	8 040 000	3 797 727	47,24%	19,56%	9,24%
G3	2 952 000	1 414 373	47,91%	7,29%	3,49%
G4	5 770 050	3 451 515	59,82%	17,78%	10,63%
G7	5 586 000	1 222 219	21,88%	6,30%	1,38%
G8	3 645 000	1 727 556	47,40%	8,90%	4,22%
G9	7 357 500	2 178 048	29,60%	11,22%	3,32%
	48 740 550	19 413 658	29,60%	100,00%	43,14%

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Área de laminación

De igual forma se realizó el cálculo de la eficiencia del área de laminación dando como resultado que la capacidad de producción teórica es de 6 960 000 metros laminados al mes.

Tabla XXX. Cálculo de la eficiencia del área de laminación

Maquina	Producción		Rendimiento
	Teórica	Real	
Lam 1	6 960 000.00	3 585 969,42	51,52%

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

La producción real promedio durante un mes es 3 585 969 metros lo que representa una eficiencia de 51,52%.

Área de *slitter*

Para el área de *slitter* se estableció que se puede llegar a refilar alrededor de 38 967 135 metros al mes.

Tabla XXXI. Cálculo de la producción teórica del área de *slitter*

Máquina	Días	Cambios	Vel	Tc	Producción
<i>Slitter 1</i>	30	55	200	1,50	7 656 545
<i>Slitter 2</i>	30	94	200	1,50	6 945 429
<i>Slitter 3</i>	30	83	200	1,50	7 140 857
<i>Slitter 4</i>	30	127	200	1,50	6 358 154
<i>Slitter 6G</i>	30	78	150	1,50	5 432 400
<i>Slitter 7G</i>	30	78	150	1,50	5 433 750
					38 967 135

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Durante un mes se refilan alrededor 13 042 841 metros, dando como resultado una eficiencia de 40,59%.

Tabla XXXII. Cálculo de la eficiencia del área de *slitter*

Máquina	Teórica	Real	Rendimiento	Porcentaje	Ponderado
<i>Slitter 1</i>	7 656 545	1 163 104	15,19%	8,92%	1,35%
<i>Slitter 2</i>	6 945 429	2 479 197	35,70%	19,01%	6,79%
<i>Slitter 3</i>	7 140 857	2 427 359	33,99%	18,61%	6,33%
<i>Slitter 4</i>	6 358 154	4 104 300	64,55%	31,47%	20,31%
<i>Slitter 6G</i>	5 432 400	1 447 297	26,64%	11,10%	2,96%
<i>Slitter 7G</i>	5 433 750	1 421 584	26,16%	10,90%	2,85%
	38 967 135	13 042 841		100,00%	40,59%

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Esta eficiencia refleja las pérdidas de tiempo y retrasos en cada uno de los procesos, las cuales son producidas por ajustes durante la corrida, reducción de velocidad, autorización, frecuencia en fallas mecánicas, tiempos elevados en cambios de bobinas y cambio de pedido.

2.6. Condiciones ambientales

2.6.1. Ergonomía

La aplicación de la ergonomía es importante en las estaciones de trabajo para evitar problemas de estrés y tensión nerviosa. Es importante también que el operario tome posturas cómodas al trabajar sentado para reducir el estrés sobre los pies y el gasto global de energía.

En el área de producción no se han implementado principios ergonómicos en las estaciones de trabajo. Los operarios permanecen de pie mientras

realizan su tarea, se asume que la altura de las mesas de trabajo es la adecuada para cada uno de los trabajadores. En relación al levantamiento de peso, no se cuenta con suficiente equipo auxiliar para manejo de materiales por lo que los operarios realizan mayor trabajo físico pesado, aumentando la fatiga y disminuyendo la productividad.

2.6.2. Equipo de seguridad industrial

La utilización de equipos de protección es una herramienta complementaria a los métodos de control para la prevención de las lesiones y enfermedades ocupacionales por lo cual la protección personal debe considerarse un último recurso de reducción del peligro en el lugar de trabajo.

Los dispositivos de protección que se utilizan son: guantes, lentes y mascarillas debido a la manipulación de solventes, tintas y adhesivo para evitar el contacto con los ojos, la piel y evitar daños en las vías respiratorias, además se usan tapones para los oídos debido al ruido constante producido por la máquinas, zapatos con punta de acero para proteger los dedos de la caída de grandes pesos y evitar algún tipo de lesión en ellos y cinturones de fuerza para levantar peso. Todo el equipo de protección personal es suministrado por la administración sin embargo no todos son utilizados correctamente por los empleados.

Actualmente no se cuenta con rutas de evacuación y salidas de emergencia. En toda el área se encuentran alrededor de 11 extinguidores para evitar el riesgo de incendios que puede ser ocasionado por los materiales utilizados que son altamente combustibles y en la mayoría de los casos se están ubicados en sitios de difícil acceso debido a la presencia de diversos materiales que obstruyen el paso y acceso a éstos.

2.6.3. Ambiente laboral

En el área de trabajo deben existir condiciones ambientales adecuadas que promuevan el buen desempeño, la motivación, compromiso, disciplina de los trabajadores para lo cual deben estar en un ambiente cómodo, limpio y ordenado. En cuanto a los factores físicos, la iluminación y ventilación son aceptables y el ruido es tolerable, en lo que respecta al orden y limpieza es un aspecto en el cual existen oportunidades de mejora ya actualmente las vías de circulación se encuentran obstruidas por la presencia de tarimas y bobinas ubicadas en toda la planta, recipientes de tintas, utensilios y herramientas dispersos por toda el área, falta de limpieza de paredes y pisos.

3. PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.1. Incremento de eficiencia

3.1.1. Eliminación de demoras

Las demoras repercuten directamente en la eficiencia y el cumplimiento de los planes de producción. En la figura 10, se plantean las principales causas de los tiempos improductivos.

- Falta de materiales: para reducir los tiempos perdidos por falta de materiales se plantea lo siguiente
 - ✓ Los operadores deben solicitar los materiales 30 minutos antes de iniciar el cambio de pedido ya que se determinó que es el tiempo requerido para trasladar los materiales desde bodega de materias primas al área de trabajo tomando en cuenta la disponibilidad de los montacargas.
 - ✓ Los supervisores deben verificar la existencia de materiales en el sistema en caso de que la orden requiera de material extruido antes de iniciar el cambio de pedido y de esta forma disponer del tiempo necesario para cambiar orden de trabajo en caso que el material no estuviera disponible.

- ✓ Verificar de acuerdo a la orden si se cumplió con el pedido y en caso de que por problemas de maquinaria u operación el consumo de materiales fuese mayor de lo planificado los operadores deben notificar antes de finalizar el pedido para solicitar materiales y evitar reprogramación en caso del área de impresión y durante el proceso de laminación o *slitter* en los cuales falte material impreso se debe reportar a los supervisores para que se tome en consideración para siguientes pedidos o si fuese necesario reprogramar pedido para cubrir faltantes.
 - ✓ Procurar que los fotopolímeros se encuentren disponibles 12 horas antes de ser utilizados en área de montaje, según el programa de impresión.
- Mano de obra
 - ✓ Los operadores deben cumplir con los planes de entrenamiento a nuevos empleados, se establece que el tiempo de inducción por política de la empresa es de dos meses durante los cuales deben contar con supervisión en cada una de las actividades que realizan.
 - ✓ Los supervisores deben verificar que se cumplan con el tiempo de entrenamiento.
 - ✓ Formar operadores multifuncionales que puedan operar cualquiera de las máquinas, mediante un programa diseñado por los supervisores con el apoyo del asesor técnico especificando el tiempo que se empleará en la preparación de los operadores.

- ✓ La formación de equipos de trabajo en los que se asignen funciones durante las operaciones. Cada equipo de trabajo estará conformado por un operador, un ayudante; y en caso que se requiera, personal auxiliar. Cuando alguna máquina no tenga asignado orden de trabajo los operadores de esta serán parte del equipo de apoyo en cambios mecánicos; en las tablas X, XI, XII; se muestra que actividades deben realizarse y quien es responsable de ejecutarlas, esto se sugiere para reducir los cambios de pedido.
- Falta de herramientas
 - ✓ Antes de iniciar el turno se deben solicitar las herramientas que requieren en caso de que sea necesario reemplazarlas; cada operador y ayudante debe contar con sus propias herramientas para realizar con mayor rapidez las actividades principalmente el cambio de bobina.
 - ✓ El equipo para transporte de materiales (pallets y troquets) debe asignarse a cada área para evitar retrasos por búsqueda de equipo dentro de la planta. En el área cuentan con 11 que pueden distribuirse de la siguiente manera: en el área de laminación solo se requiere un troquet debido a que generalmente solo se utiliza una de las laminadoras, para el área de *Slitter* se requieren como mínimo 4 asignando uno para *Slitter 7* y *8*, *Slitter 2*, *Slitter 3*, y el último para *Slitter 1* y *4*, en el área de impresión se necesitan 6 distribuidos de la siguiente manera, uno para G-4 y G-3, Comexi 3, Comexi 2, Comexi 1, G-9 y finalmente uno para las impresoras G-7 y G-8. El criterio que se utilizó para distribuirlos fue la ubicación producción, velocidad y tiempo de operación de cada una de las máquinas.

3.1.2. Reducción de desperdicio

Para reducir el desperdicio se requiere el compromiso de todos los empleados ya que representan el factor principal de producción, por lo cual es necesario:

- Ingreso adecuado al sistema Toriflex los datos de producción
- Empaque y entarimado conforme del producto
- Cumplir con lo descrito en las órdenes de trabajo principalmente en relación a los diámetros de las bobinas.
- Realizar adecuadamente los cambios mecánicos para evitar que se interrumpa el proceso de impresión por cualquier desajuste de máquina.
- Bobinas con la menor cantidad de pegas ya que por arranque de máquina se desperdicia alrededor de 52 metros de material.
- Control de viscosidades de tintas para evitar la variación de color. Las copas de viscosidad manual y sus orificios deben estar limpios y libres de daños para garantizar lecturas correctas, después de utilizar se deben colocar en un recipiente con solvente.
- Retirar recipientes vacíos y mangueras para evitar contaminación de color, y realizar tareas de limpieza constantemente.
- Colocar la tensión suficiente al material en las secciones de embobinado y desbobinado, evitando problemas de variación de tensión.
- Enhebrar correctamente el material para disminuir desajuste de registro por falta de tensión y arrugas.
- Cumplir con el tiempo de curado de adhesivo el cual es de 6 horas como mínimo.
- Reportar inmediatamente los problemas de calidad

Verificar que los materiales cumplan con las especificaciones dispuestas en la orden de trabajo antes de utilizarlos, concretamente:

- Bobinas sin cores colapsados
- Material sin rayas
- Material sin grumos
- Material sin muchas pegas
- Material con calibre adecuado y uniforme
- Material sin exceso de tensión
- Materiales con identificación
- Fotopolímeros en buen estado y en caso de que se encuentren en mal estado reportarlos a los supervisores para realizar solicitud de repetición de fotopolímeros.

El estado de la maquinaria es otro de los factores que genera desperdicio, las fallas inesperadas ocasionan que luego de las reparaciones se realice nuevamente el ajuste, por lo cual es importante que se cumplan con los planes de mantenimiento, que exista una mayor comunicación entre los departamentos ya que los planes de mantenimiento no se cumplen debido a los tiempos de entrega de pedidos.

Minimizar los cambios de pedido durante los turnos planificando corridas más largas y no aprobar cambios en el programa del área de impresión durante al menos 48 horas y en caso de emergencias estas se programen antes de las 12:00 horas para evitar retrasos por falta de materias primas.

Para minimizar el envío de producto defectuoso al cliente en el área de *slitter*, se necesita evaluar la adquisición de una luz estroboscópica esta

lámpara detecta problemas de impresión que durante el funcionamiento de las máquinas no se pueden observar debido a las altas velocidades a las cuales se operan de esta forma se reduciría el rechazo del producto impreso por el cliente el cual asciende según datos proporcionados por departamento de impresión a 13 671 kg.

Los desperdicios generados durante cada orden se depositan en una bolsa, luego se pesan y se registra en el sistema clasificándolo según sea las causas que lo generan mediante un estimado del peso total, por lo cual estos datos no son precisos.

Para determinar las principales causas que producen los desperdicios se sugiere clasificarlos en distintas categorías: cuadro de pedido, problemas de máquina, mala calidad de materiales, sobrantes, mala impresión, laminación o refilado según sea el proceso; colocarlos y pesarlos de forma individual. De esta forma diagnosticar las causas por medio de diagramas pareto, causa y efecto semanalmente para luego planificar y aplicar acciones correctivas.

3.2. Diagramas del proceso propuesto

3.2.1. Diagrama de flujo de operaciones

Las mejoras realizadas al diagrama de flujo están basadas en los cambios realizados en el diagrama de recorrido y en la reducción de los tiempos de las operaciones utilizando los tiempos estándares propuestos. Ver página 78.

- Reducción del tiempo de cambio de bobina en 2 min
- Menor tiempo en la operación de impresión en 3,97 min
- Disminución de tiempo en traslado de mangas y anilox en 0,50 min

3.2.2. Vaciado del diagrama de operaciones

Este esquema se encuentra basado en la diagrama de flujo de operaciones. Ver página 79.

3.2.3. Diagrama de recorrido

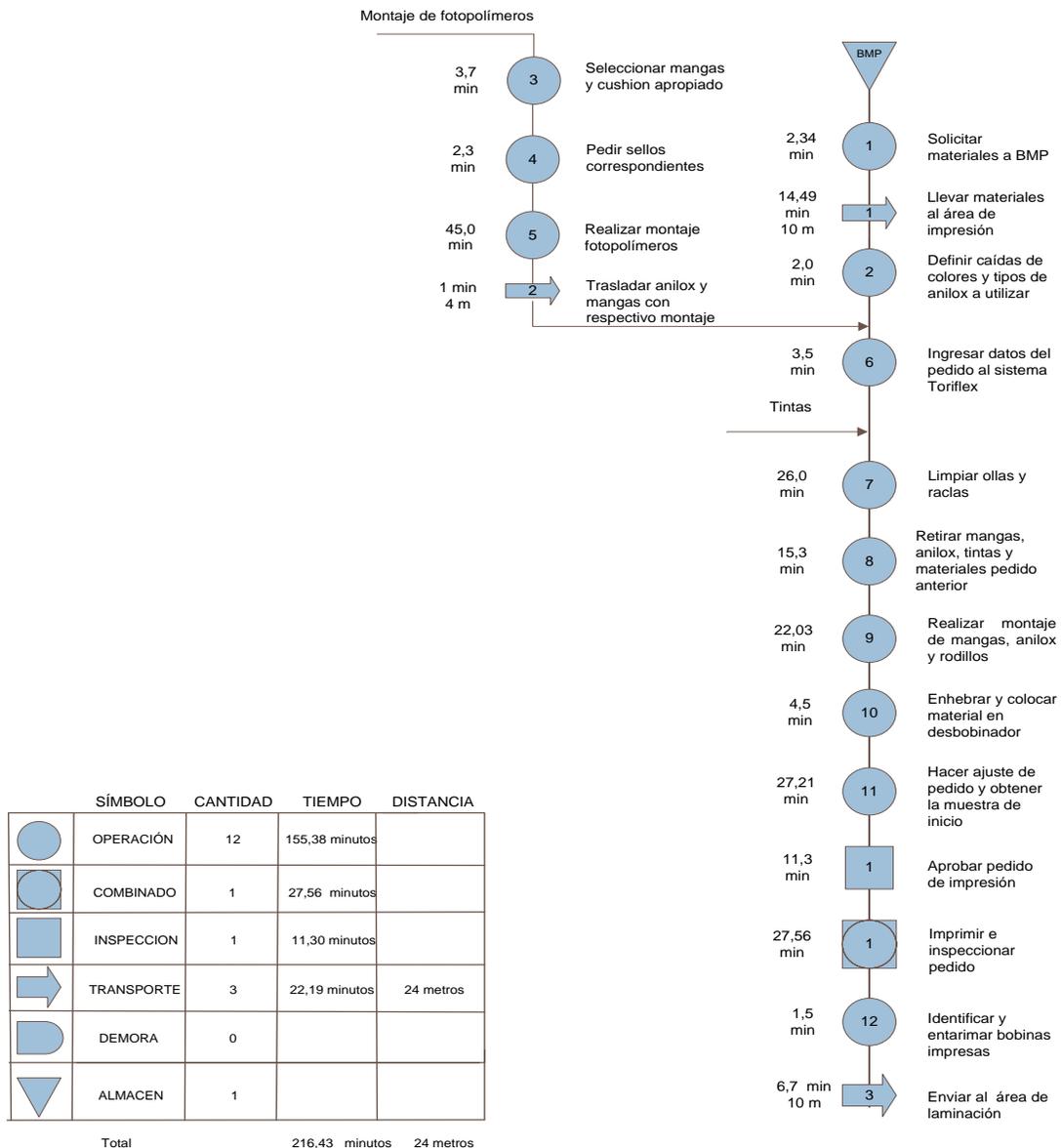
En base al diagrama de recorrido actual para el departamento de impresión se plantean las siguientes modificaciones:

- Reubicación de la maquinaria del área de montaje y *slitter* considerando la relación de dependencia entre los procesos
- Trasladar las impresoras G-3 y G-4 hacia un sitio más cercano al departamento de corte y sellado ya que estas máquinas son utilizadas para la elaboración de bolsas que no requieren de los procesos de laminación y *slitter*. Ver página 81.

Figura 21. Diagrama de flujo propuesto

Empresa: Polytec, S.A
 Departamento: Impresión
 Empieza: bodega de material extruido
 Termina: envío al área de laminación

Método: propuesto
 Diagrama: flujo de operaciones
 Fecha: octubre de 2010
 Página: 1/1



Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Figura 22. Vaciado del diagrama de operaciones impresión propuesto

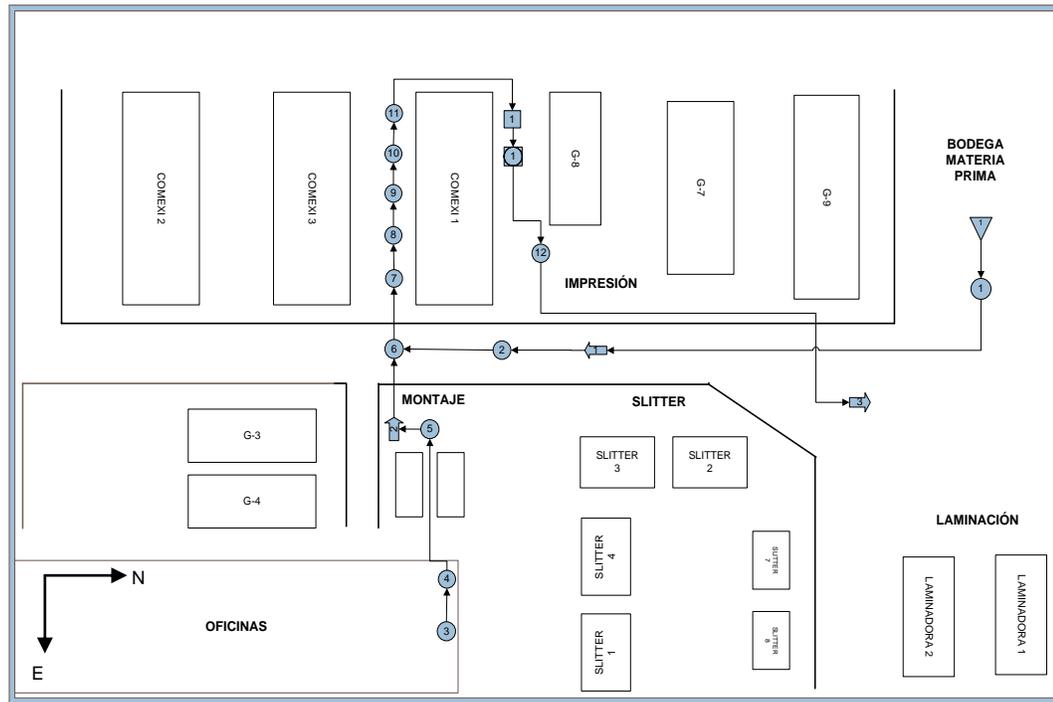
Empresa: Polytec S.A.	Diagrama: flujo del proceso						
Departamento: Impresión	Método: propuesto						
Empieza: bodega de material extruido	Fecha: octubre de 2010						
Termina: envío al área de laminación	Página: 1/2						
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempo (min)
	○	□	⇨	D	▼		
Solicitar materiales a BMP.	●	□	⇨	D	▽		2,34
Llevar materiales al área de impresión.	○	□	⇨	D	▽	10	14,49
Definir caídas de colores y tipos de anilox a utilizar.	●	□	⇨	D	▽		2,00
Seleccionar mangas y cushion apropiado.	●	□	⇨	D	▽		3,70
Pedir sellos correspondientes.	●	□	⇨	D	▽		2,30
Realizar montaje de fotopolímeros.	●	□	⇨	D	▽		45,00
Trasladar, anilox y mangas con respectivo montaje.	○	□	⇨	D	▽	4	1,00
Ingresar datos del pedido al sistema Toriflex.	●	□	⇨	D	▽		3,50
Limpiar ollas y raclas.	●	□	⇨	D	▽		26,00
Retirar mangas, anilox, tintas y materiales pedido anterior.	●	□	⇨	D	▽		15,30
Realizar montaje de mangas, anilox y rodillos.	●	□	⇨	D	▽		22,03
Enhebrar y colocar material en desbobinador.	●	□	⇨	D	▽		4,50
Hacer ajuste de pedido y obtener la muestra de inicio.	●	□	⇨	D	▽		27,21

Continuación figura 22

Empresa: Polytec S.A.				Diagrama: flujo del proceso			
Departamento: Impresión				Método: propuesto			
Empieza: bodega de material extruido				Fecha: octubre de 2010			
Termina: envío al área de laminación				Página: 2/2			
Descripción de la actividad	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Distancia (m)	Tiempo (min)
Aprobar pedido de impresión.	○	■	⇨	D	▽		11,30
Imprimir e inspeccionar pedido.	●	■	⇨	D	▽		27,56
Identificar y entarimar bobinas impresas.	●	□	⇨	D	▽		1,50
Enviar al área de laminación.	○	□	➡	D	▽	10	6,70
Resumen							
Símbolo	Cantidad						
○	13						
□	1						
⇨	3						
D	0						
▽	1						

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Figura 23. Diagrama de recorrido propuesto



Escala en cm 1:221

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

3.3. Condiciones ambientales

Las condiciones de trabajo cómodas y seguras ayudan a aumentar y mantener el nivel de desempeño de los trabajadores, también es importante el orden y limpieza en las estaciones de trabajo para evitar accidentes, retrasos y un ambiente más agradable.

Todos los trabajadores tienen la obligación de utilizar correctamente el equipo de protección personal y cada supervisor debe velar porque los operarios lo utilicen de acuerdo a la operación que realizan para evitar

accidentes o lesiones, además de que cumplan con las siguientes medidas mínimas de seguridad:

- Cada operario debe permanecer en su estación de trabajo
- No ingresar alimentos al área de trabajo
- Los extinguidores deben estar en un área de fácil acceso
- Los materiales de trabajo deben colocarse en forma ordenada
- No se debe colocar material en lugares donde obstaculice el paso

La aplicación de la ergonomía es importante en las estaciones de trabajo para evitar problemas de estrés y tensión nerviosa. La mayor parte de la jornada se realiza trabajo de pie y con un esfuerzo físico considerable debido a que las bobinas pesan cerca de 300 kg por lo que es importante utilizar equipo auxiliar para el manejo de materiales.

Además es importante emplear una técnica adecuada para levantar peso, apoyándose en el piso y teniendo los pies separados: con un pie cerca de la carga y el otro un poco más atrás, manteniendo recta la espalda y doblando las rodillas se levanta la carga, utilizando toda la mano para agarrar el objeto, luego se estira las piernas y mueve lentamente. No se suelta la carga sino cuando ya se encuentre sobre el piso.

3.4. Medición del desempeño

3.4.1. Tiempos estándares

Debido a las situaciones anteriormente mencionadas y con el objetivo de utilizar estos tiempos como base para la determinación de eficiencias tanto de

máquina como de cada uno de los operadores se propone que se tomen los tiempos para cambio de pedido y bobina descritos en la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. Propuesta de tiempos estándares

Maquina	Velocidad (m/min)	T. cambio pedido (hrs)	T. cambio bobina (min)
Comexi 1	225	1,70	1,50
Comexi 2	225	1,70	1,50
Comexi 3	250	1,70	1,50
G3	80	2,50	8,00
G4	143	2,50	3,50
G7	140	1,70	1,50
G8	100	1,70	3,50
G9	225	1,70	1,50
<i>Slitter 1</i>	200	1,00	3,50
<i>Slitter 2</i>	200	1,00	3,50
<i>Slitter 3</i>	200	1,00	3,50
<i>Slitter 4</i>	200	1,00	3,50
<i>Slitter 6G</i>	150	1,00	3,50
<i>Slitter 7G</i>	150	1,00	3,50
Lam 1	200	0,75	3,50

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

3.4.2. Cálculo de la eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se utilizará la EGP (eficiencia global por equipos), tomando en cuenta la disponibilidad, rendimiento y calidad, representado por la fórmula:

$$EGP = disponibilidad \times rendimiento \times calidad$$

Disponibilidad: Este factor indica del tiempo total disponible para la producción, la cantidad de tiempo que realmente se emplea para ello en forma de porcentaje.

$$Tiempo\ de\ operacion\ programada = t.\ disponible - paradas\ programadas$$

$$Tiempo\ de\ operacion = t.\ de\ operacion\ prog - t.\ de\ paradas\ no\ prog$$

$$Disponibilidad = \frac{tiempo\ de\ operaci3n}{tiempo\ de\ operaci3n\ programada}$$

Rendimiento: Indica las pérdidas de tiempo debido a reducción en la velocidad de la maquinaria, mostrando la relación entre la producción real y teórica. Las velocidades se tomarán de acuerdo a la tabla XXIX.

$$Rendimiento = \frac{unidades\ producidas}{velocidad \times tiempo\ de\ operaci3n}$$

Calidad: Establece de total de producción el porcentaje de unidades conformes, considerando el rechazo y el desperdicio generado en el área.

$$Calidad = \frac{producción - rechazo}{producción + desperdicio}$$

Para el cálculo de eficiencia se elaboró un listado con los diferentes paros que se reportan cada uno de los operadores clasificándolos en paros programados y no programados, los cuales se detallan en la tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. Listado de paros

No.	Programados	No.	No programados
Cambio de pedido		Calidad materiales	
1	Cambio de filtros.	26	Tubo colapso.
2	Cuadre de medidas.	27	Cushion equivocado.
3	Limpieza de piezas.	28	Error en orden.
4	Cambio de anilox.	29	Error en plano.
5	Cambio de mangas.	30	Mal montaje.
6	Cambio de rasqueta.	31	Fotopolímero malo.
7	Limpieza de bombas.	32	Mal montaje.
8	Limpieza de cámaras.	33	Cambio cushion.
9	Limpieza de tambor.	34	Cilindro con agujero.
10	Autorización de calidad.	35	Arte malo.
11	Ajuste de presión.	36	Calidad materia prima.
12	Ajuste de registro.	37	Reventones.
13	Igualación de color.	38	Mal embobinado.
14	Igualación de tintas.	39	Colocar pegas.
Fallas		Falta de materiales	
15	Falla eléctrica.	40	Falta de cartilla.
16	Falla mecánica.	41	Falta de material.
17	Falta de aire.	42	Falta de anilox.
18	Falta de energía.	43	Falta de montaje.
19	Falla de bomba.	44	Falta de plano.
Otros paros		45	Falta de tintas.
21	Alimentación.	46	Falta de orden.
22	Paro por reunión.	47	Falta de fotopolímero.
23	Sin pedido.	48	Falta de repuesto.
24	Cambio de bobina.	49	Falta del personal.
25	Mantenimiento.	50	Falta de mecánico.

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

Las eficiencias se calcularán diariamente para cada uno de los operadores, todos los datos serán tomados del sistema toriflex. En la siguiente figura un ejemplo de cómo se calcularán las eficiencias por operador área de impresión tomando como referencia el día 2 de febrero de 2010.

Figura 24. Cálculo de eficiencia

DIA	COD	MÁQUINA	PRODUCCION		TIEMPOS				Desp.	EGP			EFIC.	
			Metros	Kilogramo	Cambio	Bob	Prog	No Prog.		DISP.	REND.	CAL.		
01/02/10	627	G8	36 760	411	1,00	2	60	70	39	86,92%	79,05%	91,33%	62,76%	
01/02/10	692	G4	89 741	3 445	0,00	11		10	1	98,56%	91,95%	99,97%	90,60%	
01/02/10	1078	G8	31 988	612	1,00	4		30	19	94,92%	57,12%	96,99%	52,58%	
01/02/10	1120	G9	72 075	1 346	1,50	7		75	40	86,52%	66,53%	97,11%	55,90%	
01/02/10	1230	G4	30 135	1 186	0,50	4		60		90,77%	35,72%	100,00%	32,42%	
01/02/10	1309	G7	19 475	888	0,00	4	535			100,00%	79,49%	100,00%	79,49%	
01/02/10	1353	G3	20 310	862	1,00	14	20		23	100,00%	57,96%	97,40%	56,46%	
01/02/10	1424	Comexi 1	67 531	2 112	1,00	7		80		86,83%	51,21%	100,00%	44,46%	
01/02/10	1558	Comexi 3	84 304	3 652	3,00	11		40	144	89,94%	78,61%	96,21%	68,01%	
01/02/10	1636	Comexi 3	99 029	4 681	1,50	11	135	15	90	96,39%	82,42%	98,11%	77,95%	
01/02/10	1701	G9	45 905	827	2,50	8	75	130	57	65,61%	82,27%	93,55%	50,49%	
01/02/10	1732	G3	39 596	1 148	0,00	13	30			100,00%	84,46%	100,00%	84,46%	
02/02/10	627	G8	34 212	551	1,50	1				100,00%	63,65%	100,00%	63,65%	
02/02/10	692	G4	66 098	2 475	1,00	8	45	40	29	92,52%	93,38%	98,84%	85,40%	
02/02/10	1078	G8	19 969	528	0,50	4		30		95,38%	32,21%	100,00%	30,72%	
02/02/10	1120	G9	25 567	805	2,00	9	45	70		84,70%	29,32%	100,00%	24,84%	
02/02/10	1230	G4	74 400	2 845	0,00	10		75	43	89,21%	83,92%	98,51%	73,75%	
02/02/10	1353	G3	33 330	1 386	1,00	8	20	20	17	95,88%	89,40%	98,79%	84,69%	
02/02/10	1424	Comexi 1	116 666	5 549	0,00	12		130		81,48%	81,58%	100,00%	66,48%	
02/02/10	1558	Comexi 3	86 743	5 789	1,50	15	40	75	72	85,13%	67,32%	98,77%	56,61%	
02/02/10	1617	Comexi 1	62764	2 637	1,00	8	220	65	138	83,16%	78,21%	95,03%	61,81%	
02/02/10	1636	Comexi 3	39 518	2 005	2,50	7	120	130	68	61,14%	64,41%	96,72%	38,09%	
02/02/10	1701	G9	41 590	613	1,00	4	220	55	40	85,97%	54,85%	93,87%	44,27%	
													Promedio	60,26%
													Máximo	90,60%
													Mínimo	24,84%

Fuente: elaboración propia, octubre de 2010.

3.5. Diseño de plan de incentivos

3.5.1. Incentivos motivacionales

Los incentivos no solo pueden ser monetarios y en ocasiones pueden producir resultados más satisfactorios. Es importante reconocer el buen desempeño de los trabajadores, por lo que se plantea que se destine un área dentro de la planta en la cual se mencione a los tres operadores que logren el mejor desempeño durante cada mes.

3.5.2. Incentivos económicos

Con los incentivos económicos se pretende incrementar la eficiencia del grupo de trabajo y de esta manera los operarios estén conformes con sus sueldos. Con este plan se busca reducir los costos a través de la participación y esfuerzo de todo el personal utilizando una metodología adecuada.

3.5.2.1. Metodología

Partiendo de las eficiencias de cada operador se otorgará un incentivo a los trabajadores que tengan un buen desempeño durante cada mes.

3.5.2.2. Metas

Las eficiencias se medirán diariamente para posteriormente obtener un promedio mensual. En la siguiente tabla se muestra los rangos entre los cuales se otorgan incentivos partiendo de las eficiencias y el sueldo base.

Tabla XXXV. Rangos de incentivos

$80 > x \geq 70$
$90 > x \geq 80$
$100 > x \geq 90$

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

Estos rangos se proponen puesto que en la figura 15, se observa que las eficiencias se encuentran en alrededor del 60% por lo cual que a partir de eficiencias superiores al 70% se otorgarán incentivos a los operadores.

3.5.2.3. Porcentajes de incentivos

Los porcentajes de incentivos que se concederán a los operadores se calcularán en base a los costos de producción.

3.5.2.3.1. Análisis de costos

En las siguientes tablas se muestran los costos de materiales y de producción por hora para la máquina más utilizada en cada área, además se deben considerar los pasivos laborales al determinar los porcentajes de incentivos.

Tabla XXXVI. Costos producción por hora

Máquina	Mano de obra (día)	Costo de Máquina (día)	Total
COMEXI 2	Q 120,73	Q 270,13	Q 390,86
Laminadora 1	Q 59,35	Q 110,54	Q 169,89
Slitter 4	Q 70,42	Q 54,99	Q 125,41

Fuente: departamento de contabilidad Polytec, abril de 2010.

Tabla XXXVII. Costo de materiales

Materiales	Costo (kgs)
Polipropileno	Q 19,20
Tintas	Q 40,40
Solventes	Q 12,25

Fuente: departamento de contabilidad Polytec, abril de 2010.

Para el determinar los porcentajes de incentivos solo se tomarán en cuenta los costos de mano de obra y máquina, se calcularán las pérdidas ocasionas por eficiencias desde 60% hasta 90% de la siguiente forma en el área de impresión:

$$\text{Eficiencia 60\%} \longrightarrow Q. 390,86 \times 0,40 = Q. 156,34$$

$$\text{Eficiencia 70\%} \longrightarrow Q. 390,86 \times 0,30 = Q. 117,26$$

$$\text{Eficiencia 80\%} \longrightarrow Q. 390,86 \times 0,20 = Q. 78,17$$

$$\text{Eficiencia 90\%} \longrightarrow Q. 390,86 \times 0,10 = Q. 39,09$$

Estos datos muestran las pérdidas en un día por máquina. Al aumentar la eficiencia al 70% se tendría un ahorro de:

$$Q. 156,34 - 117,26 = Q. 39,09$$

Si se concede a los operadores un 15% del ahorro obtenido da como resultado:

$$Q. 39,09 \times 0,15 = Q 5,86$$

Finalmente para determinar el porcentaje de incentivo se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro} / \text{Costo MO} \times 100 = \frac{Q 5,86}{Q 120,73} \times 100 = 5\%$$

De igual forma se realiza para área de laminación y *slitter*, en la siguiente tabla se muestran los resultados luego de realizar los cálculos correspondientes.

Tabla XXXVIII. Porcentajes de incentivos

Eficiencia	Pérdida	Diferencia	15%	Porcentaje
60	Q 156,34	-		
70	Q 117,26	Q 39,09	Q 5,86	5%
80	Q 78,17	Q 78,17	Q 11,73	10%
90	Q 39,09	Q 117,26	Q 17,59	15%

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

3.5.2.3.2. Bonos

Los bonos o incentivos se darán cada mes a los operadores que tengan eficiencias que se encuentren entre los rangos mencionados. A continuación se muestra una simulación de los pagos que se efectuarían para los operadores de una de máquinas del área de impresión durante los meses de enero, febrero y marzo del 2010.

Tabla XXXIX. Cálculo de incentivos

Mes	Máquina	Operador	Eficiencia	%	Sueldo	Bono
1	Comexi 3	1 440	71%	5%	Q 3 150,00	Q 220,50
1	Comexi 3	1 441	42%	0%	Q 3 150,00	-
1	Comexi 3	1 558	67%	0%	Q 3 150,00	-
1	Comexi 3	1 636	61%	0%	Q 3 686,30	-
2	Comexi 3	1 440	44%	0%	Q 3 150,00	-
2	Comexi 3	1 441	46%	0%	Q 3 150,00	-
2	Comexi 3	1 558	86%	10%	Q 3 150,00	Q 441,00
2	Comexi 3	1 636	56%	0%	Q 3 686,30	-
3	Comexi 3	1 440	30%	0%	Q 3 150,00	-
3	Comexi 3	1 441	47%	0%	Q 3 150,00	-
3	Comexi 3	1 558	52%	0%	Q 3 150,00	-
3	Comexi 3	1 636	73%	5%	Q 3 686,30	Q 258,04

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

3.5.3. Aumento salariales

Los aumentos salariales se realizan cada inicio de año, tomando como criterio el tiempo que el trabajador tiene laborando en la empresa, por lo cual se propone tomar en consideración el desempeño tomando como referencia los reportes de eficiencias utilizados para cálculo de los incentivos.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Comité de mejora

Se formará un equipo de trabajo, este grupo debe representar a las partes involucradas en el proceso de mejora en el departamento, por ello estará conformado por:

- 6 personas pertenecientes al área de impresión (asesor técnico, un supervisor, dos operadores de impresora tipo *stack* y dos de impresora de tambor central).
- 3 personas por *slitter* (un supervisor y dos operadores)
- 1 un operador de laminación
- 1 inspector de control de calidad

Este equipo estará liderado por el Jefe del área de impresión, laminación y *slitter*. Se deben definir objetivos, asignar funciones y responsabilidades a cada integrante del equipo, establecer los recursos requeridos.

4.2. Recursos

4.2.1. Personal

El personal que se requerirá para la implementación de la propuesta son:

Comité de mejora, estos serán responsables de:

- Realizar reuniones pre mejora
- Coordinar las actividades previstas de acuerdo a los objetivos establecidos
- Planificar el desarrollo de las tareas y el cronograma de actividades, conjuntamente con el equipo de trabajo.

El personal restante de la planta, es indispensable su participación y colaboración en el cumplimiento de las actividades previstas y participación en las reuniones y capacitaciones planificadas.

También se requiere del apoyo de algunos proveedores para impartir conferencias acerca de las especificaciones, características y uso adecuado de materias primas, coordinadas por el departamento de personal.

4.2.2. Materiales

Los materiales que se necesitarán están relacionados con la disposición de un área para impartir charlas y capacitaciones, además de los utilizados para facilitar la distribución de procedimientos elaborados a todo el personal; estos estarán contemplados en un presupuesto que será presentado a la gerencia para su aprobación.

4.2.3. Financieros

Los objetivos planteados son aumentar la eficiencia del departamento en un 15% además de reducir el índice de desperdicio en un 2%, partiendo de esto, los recursos que se requerirán para desarrollar el plan de incentivos.

Tabla XL. Metas planteadas

Índice	Actual	Esperado
Eficiencia	60	75
Desperdicio	12%	10%

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

Considerando que el departamento cuenta con 31 operarios, que la eficiencia en el área se encuentra en un 60% como se observa en la figura 24 y los rangos de incentivos que se muestran en la tabla XXXV. Se muestra a continuación un ejemplo del cálculo del costo de incentivos durante un mes tomando un estimado de los sueldos mensuales de los operadores de cada área.

Tabla XLI. Costo de la ejecución de plan de incentivos

Área	Sueldo mensual	%	Bono	No. Oper	Total
Impresión	Q 3 500,00	10%	Q 350,00	17	Q 5 950,00
Laminación	Q 2 500,00	10%	Q 250,00	3	Q 750,00
<i>Slitter</i>	Q 3 000,00	10%	Q 300,00	13	Q 3 900,00
				Total	Q 10 600,00

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

Los datos que se presentan en la tabla anterior representan el monto total al por concepto incentivos que se otorgarán mensualmente a los operadores, en caso de que cumpla con la meta propuesta.

En la siguiente tabla se observa una estimación de la cantidad de capital que se ahorraría al elevar la eficiencia actual en un 15%.

Tabla XLII. Ahorro esperados

Área	Ahorro día/máquina	No. máquinas	Días/mes	Total
Impresión	Q 78,17	8	22	Q13 757,92
Laminación	Q 33,98	6	22	Q 4 485,36
<i>Slitter</i>	Q 25,08	2	22	Q 1 103,52
			Total	Q19 346,80

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

Finalmente se obtendría una disminución en los costos que asciende a Q 8 746,80.

4.3. Planificación de actividades

4.3.1. Reducción de resistencia al cambio

A continuación se señalan algunas acciones que deben tomarse para afrontar la resistencia al cambio y desarrollar el compromiso del personal con el logro de los objetivos trazados.

- La comunicación es primordial en un proceso de cambio por lo cual es importante enterar al personal sobre los cambios que se realizarán, explicar las ventajas y beneficios que proporcionarán los cambios. Informar acerca de las metas que se plantean y comunicar los logros obtenidos, reconocer los esfuerzos realizados y celebrar los resultados.
- Involucrar a todos los empleados, exhortándolos a expresar sus opiniones y brindar sugerencias durante las reuniones con el personal. Colocar bitácoras en las cuales los operadores anoten problemas y sugerencias.
- Mostrar una disposición a escuchar las sugerencias planteadas por los trabajadores y brindar un trato cordial y amable a todos los empleados.

4.3.2. Reuniones informativas con el personal

Se realizarán reuniones una vez por semana con todo el personal de cada turno con un tiempo de duración no mayor a 10 min los días martes. En estas reuniones se informará sobre problemas presentados durante la semana,

reportes de eficiencias y se mencionarán los logros obtenidos durante este tiempo.

De igual forma se planificarán reuniones semanales con los supervisores para tratar problemas generales presentados durante la semana de un máximo de 20 minutos. El equipo de trabajo debe reunirse una vez cada 15 días para dar seguimiento a las acciones ejecutadas, determinar los resultados obtenidos hasta el momento y establecer los nuevos objetivos o redefinir y preparar un plan de acción.

4.3.3. Capacitaciones

Para ejecutar con éxito la propuesta es indispensable desarrollar y cumplir un plan de capacitaciones considerando los temas presentados en la tabla XLIII.

Tabla XLIII. Programa de capacitaciones

Tema	Responsable
Sistema Toriflex. Principios básicos e ingreso de datos.	Departamento de sistemas.
Equipo de seguridad industrial. Importancia y uso adecuado del equipo.	Proveedores de equipo.
Variables de control del proceso. Para cada proceso.	Asesor técnico.
Ergonomía. Principalmente lo referente al levantamiento de peso.	Departamento de seguridad industrial.
Materias primas. (solventes, tintas, adhesivos, sustratos). Características, especificaciones y uso adecuado.	Proveedores.
Productividad.	Jefe de área.

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

Cada charla tendrá una duración máxima de una hora. También se requieren capacitaciones impartidas por el asesor técnico, directamente en el área de trabajo, específicamente en cada máquina con el objetivo de preparar operadores multifunciones.

4.3.4. Cronograma de actividades

En la figura 25, se muestran las actividades a realizarse al momento de iniciar con la implementación del proyecto y el tiempo de ejecución de estas.

Figura 25. Cronograma de actividades

Actividad	Tiempo (días)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Conformación de grupo de trabajo.	■	■	■	■	■										
Reordenamiento de maquinaria.						■									
1er. Reunión con supervisores.							■								
Distribución de procedimientos.								■							
1er. Reunión informativa con todo el personal. Puntos a tratar: Plan de incentivos. Plan para reducción de desperdicios. Tiempos de operaciones.								■							
Ubicación de carteles en planta con nuevas instrucciones.									■						
Capacitaciones (1 por semana en grupos de 10 personas).										■	■	■			
Capacitaciones en área de trabajo.													■	■	■

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

4.4. Manual de procedimientos

Como parte de la implementación se elaboraron procedimientos para aprobación de pedidos, cambio de bobina y cambio de pedidos; estos serán distribuidos a los empleados del departamento y posteriormente de ser revisados, serán utilizados para instruir a nuevos empleados.

4.4.1. Cambio de pedido

4.4.1.1. Laminación

- Objetivo: establecer los lineamientos que deben seguir los operadores al utilizar el equipo de laminación.
- Alcance: este documento aplica para a los operadores que manejan equipo de laminación.
- Responsabilidades
 - ✓ El Jefe de impresión, laminación y *slitter* debe verificar el cumplimiento de lo dispuesto en este documento.
 - ✓ El Jefe de impresión laminación y *slitter* será el responsable de actualizar el presente documento.
 - ✓ Es responsabilidad el Gerente de producción la aprobación del presente documento.
 - ✓ El operador de laminación es responsable de controlar las distintas variables dentro del proceso de laminación.
 - ✓ El operador de laminación debe revisar el estado de las partes de la máquina.

- Contenido

- ✓ Elementos de entrada

- Orden de producción de laminación
- Formato de reporte de producción
- Materiales a laminar

- ✓ Preparación de la máquina

- Encender la laminadora, el *chiller* y el dosificador de mezcla de adhesivos, dejarla calentar durante 60 minutos, cuando se arranca por primera vez en el día.
- Ajustar la temperatura de la mezcla y rodillo aplicador de adhesivo
- Ajustar la relación de la mezcla del correactante y resina, según lo recomendado por el proveedor.
- Colocar mangas para aplicación de adhesivo con base a la medida de la orden de producción y el aplicador de adhesivo.
- Colocar los materiales a laminar en las secciones de desbobinado
- Enhebrar el sustrato a través de los rodillos.
- Verificar la temperatura y presión de mangas y rodillos
- Ajustar la aplicación de adhesivo, la dosificación es según los sustratos. La aplicación se gradúa con el porcentaje de aplicación y la velocidad de trabajo.

- ✓ Descripción del proceso de laminación:
 - Ajustar el ancho de la aplicación de adhesivo según el plano mecánico, esto se realiza para cada bobina.
 - Regular la velocidad de trabajo según los materiales a laminar
 - Encender los tratadores
 - Verificar el *curling* de forma visual
 - Realizar prueba de curado acelerado
 - Revisar tensiones y temperaturas
 - Revisar la apariencia de laminación si esta presenta burbujas se debe realizar los ajustes para eliminarlas, aumentando la presión en los rodillos y la aplicación de adhesivo.

4.4.1.2. Slitter

- Objetivo: establecer los lineamientos que deben seguir los operadores al utilizar el equipo de *slitter*.
- Alcance: este documento está dirigido a los operadores que manejan equipo de *slitter*.
- Responsabilidades
 - ✓ El Jefe de impresión, laminación y *slitter* debe verificar el cumplimiento de lo dispuesto en este documento.
 - ✓ El Jefe de impresión laminación y *slitter* será el responsable de actualizar el presente documento.

- ✓ Es responsabilidad el Gerente de producción la aprobación del presente documento.
- ✓ El operador de *slitter* es responsable de realizar lo estipulado en este documento.
- ✓ El operador de *slitter* debe revisar el estado de las partes de la máquina.

- Contenido
 - ✓ Elementos de entrada
 - Orden de producción de *slitter*
 - Formato de reporte de producción
 - Materiales para refilado

 - ✓ Descripción del proceso de *slitter*
 - Preparar y encender la máquina cortadora *slitter*
 - Verificar requisitos del pedido (tipo embobinado requerido por el cliente, ancho de corte y diámetro de la bobina).
 - Trasladar el material de corte
 - Colocar la bobina en rodillo tensor de la sección de desbobinado
 - Enhebrar el material de corte en la máquina a través de todos los rodillos.
 - Cambiar las cuchillas de corte y colocarlas a la distancia requerida según orden de trabajo.
 - Posicionar el lente de corte en la guía de corte
 - Encender el equipo de succión de refil

- Colocar *cores* para las bobinas en la sección de rebobinado
- Adherir el material a los *cores* de recolección
- Ajustar velocidad y tensión del material en el panel de control
- Programar la cantidad de metros de bobinas refileadas
- Tomar una muestra de cada bobina e identificarlas

4.4.2. Cambio de bobina

- Objetivo: Instruir a los operadores del departamento de impresión acerca del manejo adecuado de los materiales al realizar los cambios de bobina.
- Alcance: este documento está dirigido a los operadores del departamento de impresión.
- Responsabilidades
 - ✓ El Jefe de impresión, laminación y *slitter* debe verificar el cumplimiento de lo dispuesto en este documento.
 - ✓ El Jefe de impresión laminación y *slitter* será el responsable de actualizar el presente documento.
 - ✓ Es responsabilidad el Gerente de producción la aprobación del presente documento.
 - ✓ Los operadores y ayudantes de los diferentes procesos son responsables de cumplir con lo establecido en este documento.

- Contenido

Esta operación consiste en el montaje y desmontaje del sustrato en las diferentes máquinas en cada proceso.

- ✓ El cambio inicia con el traslado de la bobina a la secciones de desbobinado y colocar un *core* en el rodillo tensor de la sección de rebobinado sobre lo cual se enrollará el material ya impreso.
- ✓ Se procede a colocar el sustrato en la sección, estando la máquina estacionada, se introduce la bobina en el rodillo tensor.
- ✓ Luego se asegura la bobina e introduce aire comprimido en el rodillo tensor para mantenerla en una posición fija.
- ✓ El material a imprimir se debe mantener bajo control proporcionando una tensión apropiada para prevenir arrugas y desregistro, en cambio si la tensión es demasiada pueden ocurrir rupturas.
- ✓ Se procede a desenrollar el material para introducirlo a través de los rodillos en la máquina.
- ✓ Mientras la sección de desbobinado es frenada para mantener la tensión en cada uno de los rodillos la sección de rebobinado debe ser engranada. En esta etapa la tensión debe ser controlada y mantenida.

- ✓ Cuando ya se tiene controlada todas las áreas de tensión se procede a enhebrar, esta actividad se realiza entre dos operadores, el primero debe controlar la velocidad de la máquina mientras el segundo pasa el sustrato por los rodillos.

- ✓ Por último se realiza el empalme, este consiste en unir el material al *core* que se encuentra en la sección de rebobinado con cinta adhesiva.

4.4.3. Aprobación de pedidos

- Objetivo: establecer los lineamientos que deben seguirse para la aprobación de pedido de impresión asegurando que se cumplan con los requerimientos de calidad.

- Alcance: este documento está dirigido a todo el personal del departamento de impresión que interviene en la aprobación de pedidos.

- Responsabilidades
 - ✓ El Jefe de impresión laminación y *slitter* será el responsable de actualizar el presente documento.

 - ✓ El Jefe de impresión, laminación y *slitter* asegurarse que el operador cuenta con todas las herramientas mencionadas en este procedimiento para aprobar el pedido.

 - ✓ Es responsabilidad el Gerente de producción la aprobación del presente documento.

- ✓ Es responsabilidad del operador realizar todas las actividades descritas en este documento antes de iniciar el proceso de impresión.
- ✓ El inspector de calidad debe verificar que se cumplan con lo determinado en la orden de trabajo, cartilla de color y sistema toriflex para aprobar el pedido.
- ✓ Los inspectores de calidad tienen la autoridad de detener el proceso de impresión, si el producto no cumple con los requisitos establecidos en la orden de trabajo de impresión, en el sistema toriflex y en la cartilla de color.

- Procedimiento

No	Actividad	Responsable
1	Contar con los siguientes elementos: Plano mecánico, orden de producción, cartilla de color, lector de código de barras.	Operador impresión.
2	Sacar la primera muestra y entregarla al inspector de calidad.	Operador impresión.
3	Corroborar que los textos coincidan con los existentes en el plano mecánico.	Inspector de calidad.
4	Trazar con un lapicero y regla todas las repeticiones del diseño presentes en desarrollo y ancho de la muestra.	Operador impresión.
5	Verificar que la muestra este trazada correctamente según las medidas establecidas en orden de trabajo (ancho, largo, fuelles, pestañas, distancia entre fotocelda, área sin impresión).	Inspector de calidad.
6	Comprobar que el código de barras puede leerse con lector del sistema toriflex y asegurarse de que se imprima el número de código corresponda al descrito en el plano mecánico.	Operador impresión.
7	Verificar en el laboratorio que el código de barras se lea correctamente.	Inspector de calidad.
8	Comparar los colores de la muestra con la cartilla de color.	Operador impresión. Inspector de calidad.
9	En caso de los pedidos nuevos con cambios en colores, los aprueba el cliente o el ejecutivo de ventas	Ejecutivo de ventas.
10	Firmar la muestra y hacer entrega al inspector de calidad o supervisor	Operador impresión.
11	El inspector de calidad o supervisor firma la muestra se cumple con los pasos anteriores.	Inspector de calidad.
12	El operador debe sacar muestras de cada bobina impresa y colocarlas en la cartelera.	Operador impresión.

4.5. Enlaces con otras áreas

4.5.1. Área de extrusión

El área de impresión, laminación y *slitter* es cliente interno del área de extrusión por lo cual es necesaria la interacción entre ambas áreas. Se debe reportar de inmediato algún rechazo especificando la cantidad de kilos y el motivo por el cual se produjo el rechazo e informar a las personas responsables de las áreas para analizarlo. De igual forma se deben comunicar al área de impresión cualquier cambio en los programas de producción que pueda afectar las actividades planificadas en el departamento, para tomar las medidas necesarias.

4.5.2. Área de corte

El área de corte es el cliente interno del área de impresión, laminación, *slitter*, siendo corte la última área dentro del proceso de elaboración de empaques flexibles se requiere monitorear todas las órdenes de impresión para determinar el porcentaje de cumplimiento de los pedidos, a través de reportes en los que se especifique la cantidad y causa del rechazo.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE LA PROPUESTA

5.1. Seguimiento

Para el seguimiento del proyecto se sugiere la elaboración de reportes a través de los cuales se podrá identificar los resultados y avances logrados en un lapso de tiempo determinado, y la revisión de procedimientos y tiempos estándares.

5.1.1. Elaboración de reportes

Los reportes representan un medio de control y evaluación donde se recopila información sobre un aspecto específico.

Estos reportes se elaborarán cada mes y serán utilizados para mostrar los resultados de cada área, en la toma de decisiones y diseño de propuestas de mejora.

5.1.1.1. Producción

Este reporte se utiliza conjuntamente con el de eficiencias, se muestra las cantidades producidas durante las jornadas por cada máquina y la cantidad de cambios realizados.

5.1.1.2. Calidad

A través de este reporte se mostrarán las cantidades de desperdicio generados en cada área, las causas que lo generan y el rechazo externo reportados por el área de corte y control de calidad, llevando estadísticas diarias, semanales y mensuales.

5.1.1.3. Eficiencia

El reporte de eficiencias indica los resultados de cada operador durante cada mes, mostrando el grado en que se están aprovechando los recursos y se emplea como base para otorgar incentivos a los operadores.

5.1.1.4. Rotación de personal

Los informes acerca de la rotación de personal muestran que tan frecuente es el ingreso de nuevos empleados al departamento, de esta forma se podrían determinar los recursos que deben destinarse para cumplir con los planes de inducción a nuevos empleados.

5.1.2. Revisión de tiempos estándares

Cada seis meses se debe realizar nuevamente un estudio de tiempos ya que es necesario ajustar los tiempos cada cierto tiempo, como parte de la mejora continua de los procesos.

5.1.3. Revisión de procedimientos

Al igual que los tiempos estándares los procedimientos deben revisarse y actualizarse de acuerdo a los cambios que se registren dentro de un lapso de tiempo determinado, nuevos equipos, maquinaria y mejoras en el proceso.

5.1.4. Retroalimentación del personal

La retroalimentación del personal es un medio para obtener información directamente del área de trabajo, recibir sugerencia y exponer problemas esto se realiza por medio de bitácoras para conseguir mayores detalles sobre los acontecimientos suscitados durante los turnos.

5.2. Mejora continua

5.2.1. Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño del personal se llevará a cabo por medio de un proceso técnico en el cual se evaluará diversos factores como puntualidad, seguridad, orden y limpieza, desperdicio, comportamiento laboral, cumplimiento de funciones y rendimiento, las evaluaciones serán realizadas por los jefes inmediatos.

5.2.2. Elaboración de equipos de mejora continua

Los equipos de mejora tienen como objetivo proponer y diseñar proyectos para mejorar las condiciones de trabajo, minimizar costos y optimizar recursos. Los equipos deben integrarse con individuos que se encuentren directamente relacionados con las áreas que serán objeto de análisis, los miembros deben

participar voluntariamente. Los grupos se organizarán a diferentes niveles jerárquicos: a nivel supervisores, jefaturas y en cada turno.

5.2.3. Propuesta de mejoras en el proceso

Es importante buscar nuevos métodos y técnicas para mejorar la situación de la institución aumentar la capacidad de producción, calidad de los productos y aprovechamiento de los recursos y la competitividad de la organización, para ello es necesario conocer y analizar constantemente el proceso de producción, áreas de trabajo, la organización, los controles que existen dentro del proceso y emplear herramientas para la medición del trabajo, elaboración de diagnóstico y por último la planificación de acciones de mejora. Los equipos de mejora continua serán los responsables de proponer y diseñar proyectos de mejora.

5.3. Evaluación de resultados

En esta etapa se medirá los resultados obtenidos y se comparan con los esperados para determinar si lo cumplió con objetivos propuestos, la evaluación de resultados se realizará por medio de los reportes donde se obtienen datos sobre cada área y el desempeño de cada operador, y a través de entrevistas informales con el personal para conocer qué opinan acerca de los cambios efectuados.

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Evaluación de riesgos ambientales

En el diagnóstico de riesgos ambientales se evalúan los impactos ambientales que se generan debido a la ubicación de la institución o como consecuencias del proceso productivo.

6.1.1. Inventario ambiental

Los recursos empleados en el departamento para el desarrollo de las actividades se describen a continuación:

- Instalaciones: almacenes, bodegas, oficinas, planta de producción
- Maquinarias y equipos: impresoras flexográficas, refiladoras, laminadoras, mesas de trabajo, troquets, montacargas, equipo para montaje de fotopolímeros, mangas, anilox, utensilios de limpieza.
- Materias primas: planchas flexográficas, sustratos, tintas, solventes, adhesivo, cinta adhesiva, papel, lápices, materiales de limpieza, cores

Para realizar una evaluación de impactos ambientales se deben determinar y clasificar los impactos y sus causas.

Tabla XLIV. Listado de impactos

▪ Atmósfera (por transporte, utilización de terrenos, emanaciones industriales, otros).	Negativo
▪ Agua superficial (por vertido de pesticidas, hidrocarburos, residuos orgánicos, aguas residuales domésticas e industriales, otros).	Negativo
▪ Agua subterránea (por vertido de pesticidas, hidrocarburos, residuos orgánicos, aguas residuales domésticas e industriales).	Negativo
▪ Aspectos de calidad de agua para la salud.	Negativo
▪ Ruido: por maquinaria.	Negativo
▪ Suelos: por utilización económica y de terrenos para cultivo, pastoreo, vertidos de hidrocarburos, vertido de basura, vertido de pesticidas, erosión hídrica, cólica, etc.	Negativo
▪ Biodiversidad: eliminación de especies nativas por introducción de cultivos exóticos, presencia del hombre, eliminación de hábitats, naturales, rompimiento de las relaciones ecológicas.	No aplica
▪ Económico: oportunidades de empleo(número de empleados totales), demanda para nuevos servicios, daño a recursos económicamente valiosos, remuneraciones , indemnizaciones, etc.	Positivo

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

Tabla XLV. Listado de riesgos potenciales

Inundación.	
Sismo.	x
Erosión hídrica o cólica.	
Derrumbes.	
Intensidad de pastoreo.	
Contaminación del suelo por vertidos de sustancias químicas y orgánicas.	x
Contaminación del agua por vertido de sustancias químicas y orgánicas.	x
Explosión por mal manejo de hidrocarburos.	
Incendio.	x

Fuente: elaboración propia, enero de 2011.

6.1.2. Manejo de desechos

Los desechos que se generan en el área se clasifican en:

- Residuos peligrosos: son residuos que necesitan una gestión especial, como tintas de impresión, solventes y adhesivos usados en las actividades de impresión y laminación.
- Sustratos: se generan en una cantidad considerable debido a las actividades de impresión, laminación y refilado.

- Otros residuos: son los residuos que se proceden de la propia actividad de los trabajadores, material para limpieza, cinta adhesiva, madera de tarimas, papel utilizado en las oficinas.
- Emisiones atmosféricas y vertidos: ruidos, vibraciones de las máquinas, aguas mezcladas con tintas de impresión y solventes.

Estos desechos son causas principalmente por:

- No usar papel no reciclado
- No reutilizar tintas
- No reciclar solventes
- No reutilizar, cuando sea posible, el material que se genera como desperdicio para pruebas de impresión.
- No aprovechar al máximo los sustratos, las tintas, adhesivos, solventes, etc.
- No realizar una buena gestión de almacenamiento, por lo que genera mayor cantidad de desperdicio.
- No realizar una buena gestión del consumo de energía eléctrica
- No utilizar sistemas de aislamiento del ruido

6.1.3. Almacenamiento de químicos

Las tintas y solventes se encuentran almacenados en un lugar cerrado, bajo techo, fresco y seco, tienen una vida útil de doce meses en su envase original, los recipientes permanecen cerrados para minimizar la formación de película y escape de los solventes, deben manipularse en ambientes ventilados, lejos de fuentes de calor, llama o chispa ya que es un producto altamente inflamable. Cuentan con un extintor cercano al almacén y fuera de él, con

características para combatir fuego tipo “ABC”, señalamientos y letreros alusivos a las especificaciones de los productos y medidas mínimas de seguridad.

6.2. Plan de mitigación del estudio de impacto ambiental

Para controlar las fuentes contaminantes y reducir los impactos ambientales a continuación se presentan algunas medidas que podrían ejecutarse para minimizar el impacto ambiental producido por el proceso productivo del departamento.

Residuos de tinta

Las tintas de impresión contienen compuestos que las hacen nocivas al medio ambiente, para minimizar los residuos de tinta reutilizarse los restantes de tinta o utilizar los servicios de reciclaje. Los residuos de tinta pueden clasificarse en dos tipos:

- Tinta en exceso no contaminada, tintas que no han sido utilizadas
- Tintas contaminada, se han utilizado y se encuentran contaminadas con solventes u otros colores de tinta.

Para reciclar las tintas se recogen los residuos, se filtran para remover impurezas y se mezcla con aceites y aditivos. La tinta reciclada puede utilizarse para productos en los cuales los diseños no sean complejos y no requieran de la combinación de muchos colores.

Para disminuir la cantidad de residuos de tintas se deben encontrar almacenados bajo condiciones adecuadas que garanticen evitar desechos por deterioro.

Recuperación de solventes

Los solventes son utilizados para el lavado de bandejas y depósitos de tinta de impresoras, así como para controlar la densidad de la tinta. Los residuos de solventes resultantes pueden reutilizarse como materias primas luego de pasar por un proceso de destilación.

Reducir el consumo de energía eléctrica

Para disminuir el consumo de energía se recomienda apagar los equipos de cómputo para períodos de inactividad mayores a una hora. Las máquinas funcionan a una velocidad adecuada y mantener en funcionamiento por el tiempo necesario para reducir la emisión de ruido.

6.3. Plan de manejo y disposición final de desechos

El plan de manejo de desechos sólidos tiene como objetivo clasificar adecuadamente los desechos, almacenar, correctamente, reutilizar y disponer los desechos sólidos generados por el proceso del departamento.

Inicialmente se debe clasificar los desechos de acuerdo a las características que presenten y su toxicidad, la frecuencia con la que se generan, cantidad y disposición final para determinar el tratamiento previo que deben recibir.

En este caso los principales desechos que se consideran son restos de tintas y solventes, que serán recolectados y almacenados adecuadamente por los tinteros y personal de limpieza para luego ser tratados optando por el de separación y aprovechamiento, reprocesándolos para ser utilizados nuevamente en el proceso.

6.4. Plan de seguimiento del estudio de impacto ambiental

Es necesario establecer procedimientos para monitoreo y la medición sobre los aspectos que generan impactos sobre el medio ambiente, contar con hojas de seguridad sobre las sustancias peligrosas que son utilizadas en el proceso, llevar registros sobre el manejo, tratamiento y disposición de residuos.

Se debe establecer las metas ambientales para evaluar los resultados conforme a la información registrada y determinar acciones correctivas encaminadas a mitigar los impactos causados.

CONCLUSIONES

1. Los principales retrasos son ocasionados por no disponer de los materiales y herramientas al iniciar las actividades productivas y como consecuencias directa del personal; en cuanto al desperdicio, las razones por las que se generan mayores cantidades de desperdicio son calidad de materiales y los problemas durante proceso de impresión y laminación, estos factores ocasionan bajas eficiencia en el departamento aunado a problemas en maquinaria y la falta de un adecuado sistema de medición de desempeño que refleje la situación actual.
2. En cada uno de los procesos que se desarrollan en el departamento las operaciones, que tienen mayor relevancia y se realizan con mayor frecuencia son los cambios de pedido y bobina, por lo que se realizó un estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de cada actividad según el proceso, éstos se emplearán para el cálculo de eficiencia en el área.
3. Los tiempos improductivos son resultado principalmente de los tiempos elevados durante los cambios de pedido por ello estos podrían reducirse al realizar las actividades de forma ordenada, clasificando las actividades en externas e internas y asignado responsabilidades durante los cambios.
4. Para la reducción de los desperdicios es indispensable la colaboración del personal, los trabajadores del departamento representan el principal factor de producción por lo cual es importante proporcionar condiciones

ambientales adecuadas, instalaciones seguras, proveer el equipo de seguridad industrial y aplicar los principios básicos de ergonomía.

5. Como parte de la propuesta se presenta un programa de incentivos en base al desempeño de los operadores otorgando incentivos a quienes presenten resultados aceptables durante cada mes, con esto se pretende aumentar los niveles de producción y disminuir los porcentajes de desperdicio en el departamento.
6. Para la implementación del sistema propuesto es necesario conformar un comité de mejora que sea el responsable de coordinar y ejecutar todas las actividades descritas en el proyecto y de la participación activa de todos los trabajadores, se requiere de una capacitación constante por lo que es indispensable desarrollar y cumplir con el programa de capacitaciones. Es importante dar seguimiento para evaluar los resultados al concluir el programa y contar con la información precisa para continuar con el proceso de mejora continua.
7. En el departamento se identificaron que existen riesgos ambientales relacionados con la contaminación del suelo y agua por vertido de sustancias químicas y orgánicas, por el empleo de tintas, solventes, adhesivos y la generación de grandes cantidades de desechos que proceden de las actividades realizadas en el departamento; para controlar las fuentes contaminantes y reducir los impactos ambientales se propone que se recicle solventes y reutilice las tintas y material que se genere como desperdicio para pruebas.

RECOMENDACIONES

1. Monitorear el cumplimiento de los procedimientos establecidos e involucrar a los operadores en la revisión y actualización de dichos procedimientos.
2. Colocar carteles en el área que muestre información referente al uso del equipo de protección personal, normas mínimas de seguridad y aumentar la señalización en la planta.
3. Disminuir la cantidad de causas asignables por desperdicio en el sistema toriflex y verificar que los operadores ingresen correctamente los tiempos de producción.
4. Realizar el estudio de tiempos de forma anual, al igual que la revisión y actualización de procedimientos.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2000. 451 p.
2. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11ª ed. México: Alfaomega, 2001. 719 p.
3. ORREGO CABALLEROS, Edwin Saúl. “Diseño de un sistema de control de calidad para el proceso de impresión de la industria flexográfica base solvente”. Director: Mercedes Cazali de Beeck. USAC, Biblioteca Central, 2007.
4. SICONOLFI, Frank, et al. *Flexografía, principios y prácticas*. 4ª ed. Estados Unidos: Foundation of Flexographic Technical Association, 1991. 516 p.

ANEXOS

Tabla XLVI. Rangos de aplicación sugeridos para adhesivos de laminación en gramos por m²

ESTRUCTURA (Exterior/ Interior)	Tipo de Producto a Empacar	Área de Impresión	Recomendación de Gramaje	Tolerancia	Uso del
		(%)	(gr/m ²)	(gr/m ²)	laminado
Poliétileno + Poliétileno	Líquidos agresivos	<70%	2,6	0,3	Resistencia química*
		>70%	2,4	0,3	Resistencia química*
	Sólidos, polvos	<70%	1,8	0,2	Uso general
		>70%	1,5	0,2	Uso general
PET + Poliétileno	Líquidos agresivos	<70%	2,6	0,3	Resistencia química*
		>70%	2,4	0,3	Resistencia química*
	Sólidos, polvos	<70%	1,8	0,2	Uso general
		>70%	1,5	0,2	Uso general
BOPP + BOPP	Sólidos, polvos	<70%	1,8	0,2	Uso general
		>70%	1,5	0,2	Uso general
BOPP + BOPP Metalizado	Sólidos, polvos	<70%	2,0	0,2	Uso general
		>70%	2,0	0,2	Uso general
PET + PET Metalizado	Sólidos, polvos	<70%	2,6	0,2	Uso general apariciencia sin defectos ni pecas
		>70%	2,3	0,2	Uso general apariciencia sin defectos ni pecas

Fuente: empresa Polytec, julio de 2009.

Tabla XLVII. Tiempo de secados de tintas poliamidas

Mezcla MEX/ SALV.	Tiempo (seg)
Amarillo PROC.G-174-210	18
Azul Victoria G-174-526	19
AzulL PROC.G-174-510	29
Magenta G-174-410	18
Amarillo ROJ. G-174-205	15
México	
Amarillo ROJ. G-174-201	20
Magenta G-174-420	45
Azul PROC. G-174-520	25

Fuente: empresa Polytec, abril de 2010.