



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

**CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN
DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**

Hairon Roberto Catalán Dávila

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN
DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HAIRON ROBERTO CATALÁN DÁVILA
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (a. i.)
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
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:

CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, 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 noviembre de 2016.



Hairon Roberto Catalán Dávila



Guatemala, 07 de febrero de 2018.
REF.EPS.DOC.128.02.18.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

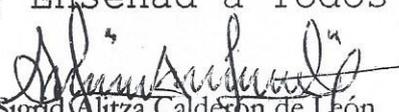
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Hairon Roberto Catalán Dávila**, Registro Académico No. **201020329** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigríd Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 07 de febrero de 2018.
REF.EPS.D.46.02.18

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

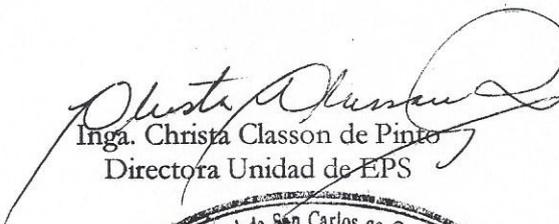
Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Hairon Roberto Catalán Dávila** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

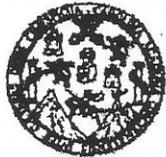
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLIMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Hairon Roberto Catalán Dávila**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.055.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Hairon Roberto Catalán Dávila**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizu Rodas
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2018.

/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: **CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Hairon Roberto Catalán Dávila**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2018



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Toda la honra y la gloria siempre sean para ti, por darme salud y la sabiduría necesaria para lograr mis objetivos.
- Mi mamá** Por ser mi todo, mi motivación, mi mayor ejemplo en la vida, por creer en mí siempre y por estar conmigo en todo momento.
- Mi hermana** Por demostrarme su amor siempre, estando conmigo en todo momento apoyándome y ayudándome a salir adelante.
- Mis amigos** Victoria Ralón, Kevin Monzón, Fernando Arévalo, Manuel Marroquín, Erick Palala y César García por su apoyo.
- Mis abuelitos** Fermelina Jiménez, Jorge Dávila (q.e.p.d) y Elvira Morales por su cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por la oportunidad de pertenecer a la mejor casa de estudios de Guatemala.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme todos los conocimientos necesarios para ser un excelente profesional.

Polytec S. A.

Por brindarme la oportunidad de iniciar mi experiencia laboral y realizar mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL DE POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S.A.	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.2. Reseña histórica	1
1.3. Visión del futuro	3
1.4. Visión	3
1.5. Misión	4
1.6. Valores.....	4
1.7. Estructura organizacional.....	5
1.8. Actividad que realiza	7
1.9. Descripción de puestos.....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.	11
2.1. Descripción del proceso de elaboración de empaques flexibles en la empresa Polytec S. A.	13

2.1.1.	Descripción del proceso de impresión	15
2.1.2.	Descripción del proceso de laminación	19
2.1.3.	Descripción del proceso de refilado	23
2.1.4.	Descripción del proceso de corte.....	25
2.2.	Descripción de situación actual	28
2.2.1.	Análisis de porcentajes de desperdicio y costos relacionados.....	32
2.2.2.	Análisis de defectos y rechazos de calidad.....	36
2.3.	Diagnóstico del problema central, causas y efectos	39
2.3.1.	Materia prima	40
2.3.2.	Mano de obra	44
2.3.3.	Métodos	47
2.3.4.	Maquinaria.....	55
2.3.5.	Medio ambiente	56
2.3.6.	Mediciones	57
2.4.	Propuesta del sistema de control de procesos	58
2.4.1.	Variables de entrada	59
2.4.1.1.	Materia prima	59
2.4.1.2.	Mano de obra	61
2.4.1.3.	Método de trabajo y mediciones.....	61
2.4.1.4.	Maquinaria	64
2.4.2.	Variables de proceso.....	65
2.4.2.1.	Impresión	65
2.4.2.2.	Laminación.....	69
2.4.2.3.	Refilado.....	72
2.4.2.4.	Corte	74
2.4.3.	Control de variables.....	75
2.4.3.1.	Gráficos de control	76
2.4.3.2.	Listas de chequeo	80

2.4.3.3. Registros para control.....	84
2.4.3.4. Fichas de proceso	89
2.4.3.5. Instructivos de trabajo.....	91
2.5. Control de calidad	95
2.6. Análisis de beneficio económico por implementar la propuesta	98
3. FASE DE INVESTIGACIÓN. OPCIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, ENFOCADA EN EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	101
3.1. Diagnóstico	101
3.1.1. Consumo de energía eléctrica actual	104
3.2. Propuesta técnica para el ahorro de energía eléctrica.	105
3.2.1. Beneficios de la implementación de la propuesta.	107
4. FASE DE DOCENCIA. DISEÑO DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN. ..	109
4.1. Detección de necesidades de capacitación	109
4.2. Resultados de la detección de necesidades de capacitación	115
4.3. Diseño del plan de capacitación.	117
4.4. Costos de implementar la propuesta.	119
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Polytec	6
2.	Orden del flujo de proceso de fabricación de un empaque flexible en Polytec.....	14
3.	Sistema de unidades de impresión convencionales.....	16
4.	Sistema de unidades de impresión con cámara de rasqueta	17
5.	Diagrama del flujo del proceso de Impresión	18
6.	Estructura común de un empaque flexible laminado	20
7.	Diagrama de flujo del proceso de laminación	21
8.	Diagrama de flujo del proceso de refilado.....	24
9.	Producto final del área de refilado	25
10.	Empaques flexibles.....	26
11.	Diagrama de flujo del proceso de corte.....	27
12.	Diagrama Ishikawa para la inconsistencia y variabilidad en los resultados del proceso productivo del empaque flexible.	40
13.	Control de evaluación de films.....	42
14.	Grumos de adhesivo.....	43
15.	Pegas en bobina.....	43
16.	Tramo con defecto no identificado	44
17.	Clima organizacional	47
18.	Control de producción diaria	48
19.	Obtención de relación de mezcla.....	49
20.	Elementos necesarios para el cambio mecánico	53
21.	Reparación temporal en maquinaria.....	55

22.	Olla de adhesivo con limpieza inadecuada y defecto generado en la laminación.....	56
23.	Defecto ocasionado por bajo aporte de tinta y adhesivo	58
24.	Gráficos de control para la relación de adhesivo en la laminadora 1.....	78
25.	Gráficos de control para la relación de adhesivo en la laminadora 2.....	79
26.	Lista de chequeo de montaje	81
27.	Registro de prelistamiento para el proceso de impresión.	83
28.	Reporte y control del proceso de impresión	86
29.	Reporte y control del proceso de laminación.	87
30.	Control del proceso de refilado.....	88
31.	Ficha de máquina impresora	90
32.	Instrucción de trabajo para condiciones de operación	91
33.	Instrucción de trabajo para liberación de films	92
34.	Plan de calidad de impresión	97
35.	Plan de calidad de laminación.....	98
36.	Diagrama Ishikawa para el elevado consumo de energía eléctrica	103
37.	Resultados de clima organizacional de los últimos cinco años.....	110
38.	Diagrama Ishikawa para el rendimiento del personal	112
39.	Formato de la encuesta para la detección de necesidades de capacitación.	113
40.	Resultados de la encuesta	115

TABLAS

I.	Detalle de desperdicio diario por área	28
II.	Desperdicio por cambio de pedido en el área de impresión.....	29
III.	Tiempos de cambio en el área de impresión	29
IV.	Número de paros por mes en el área de refilado	31
V.	Metas de desperdicio por área	32
VI.	Detalle de desperdicio generado en el área de impresión	33

VII.	Detalle de desperdicio generado en el área de laminación	34
VIII.	Detalle de desperdicio generado por el área de refilado	34
IX.	Detalle de desperdicio generado por el área de corte	35
X.	Resumen de desperdicio de todas las áreas.....	35
XI.	Rechazos internos de últimos 3 meses en impresión.....	36
XII.	Rechazos internos de los últimos 3 meses en laminación	37
XIII.	Rechazos internos de los últimos 3 meses en refilado	38
XIV.	Rechazos internos de los últimos 3 meses en corte	38
XV.	Porcentaje de llegadas tarde en áreas operativas.....	45
XVI.	Cumplimiento de capacitaciones en áreas operativas en el año 2016 ...	46
XVII.	Tiempos de cuadro de pedidos por operador y experiencia	50
XVIII.	Actividades en el precambio	51
XIX.	Actividades en el cambio mecánico	52
XX.	Actividades en el cuadro y ajuste	54
XXI.	Temperatura y humedad en el área de laminación	57
XXII.	Rangos de valores de variables críticas en el proceso de impresión.....	68
XXIII.	Aplicación de adhesivo según estructura	71
XXIV.	Rangos de valores de variables críticas en el proceso de laminación	72
XXV.	Rangos de valores de variables críticas en el proceso de refilado	73
XXVI.	Rangos de valores de variables críticas en el proceso de corte	75
XXVII.	Propiedades por incluir en el plan de calidad	96
XXVIII.	Ahorro económico por el cumplimiento de metas de desperdicio	99
XXIX.	Kwh consumidos actualmente.....	105
XXX.	Kwh consumidos al reducir temperatura	106
XXXI.	Kwh consumidos mensualmente con la reducción de temperaturas. ..	108
XXXII.	Ahorro económico mensual con la aplicación de la propuesta.	108
XXXIII.	Plan de capacitación.	118
XXXIV.	Costo para la capacitación	120

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
KWh	Consumo de energía eléctrica, en kilo-watts por hora
CO₂	Dióxido de carbono
Q.	Moneda guatemalteca
%	Porcentaje
W	Watts de potencia

GLOSARIO

Adhesivo	Sustancia que puede mantener unidos a dos o más cuerpos por contacto superficial.
Anilox	Rodillo regulador de tinta utilizado en impresión flexográfica.
Bicomponente	Compuesto por dos componentes.
Correactante	Componente agente de curado, en la mezcla del adhesivo para la laminación de empaques flexibles.
Dióxido de carbono	Gas inodoro e incoloro que se desprende en la respiración, en las combustiones y en algunas fermentaciones.
Eficiencia	La relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con este.
Empaque flexible	Material que, por su naturaleza, se puede manejar en máquinas de envoltura, llenado y sellado, constituido por uno o más materiales básicos, como: papel, celofán, aluminio o plástico y que puede presentarse en rollos, bolsas, hojas, impresos o no.
Estandarización	Adaptación o adecuación a un patrón definido.

Extrusión	Por medio de este proceso se fabrican las láminas, a partir de las resinas termoplásticas, como materia prima.
Flexografía	Es el sistema de impresión característico, por ejemplo, del cartón ondulado y de los soportes plásticos.
Impresión	En este proceso, se aplican tintas al sustrato deseado utilizando diseños y patrones a través de procesos controlados.
Laminación	Proceso por el que dos sustratos se unen y se forma una sola lámina, mediante la aplicación de adhesivo.
Polímeros	Macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.
Poliéster	Resina plástica que se obtiene mediante una reacción química y se utiliza por sus excepcionales características mecánicas y dimensionales a alta temperatura, además de ofrecer alto brillo.
Polietileno	Polímero preparado a partir de etileno.
Polipropileno	Fibra sintética obtenida por polimerización del propileno.

Rasqueta	Es una herramienta en forma de plancha metálica con los cantos afilados y sirve para rascar superficies.
Resina	Sustancia pastosa o sólida que se obtiene de manera natural a partir de una secreción orgánica de ciertas plantas.
Tiempo muerto	Es el tiempo en el cual no se está realizando un trabajo útil o que agregue valor a la operación.
Tri-laminación	Unión de tres sustratos formándose una sola lámina, mediante la aplicación de adhesivos.
Watt	Unidad de potencia del Sistema Internacional, de símbolo <i>W</i> , que equivale a la potencia capaz de conseguir una producción de energía igual a 1 julio por segundo.

RESUMEN

El mercado de empaques flexibles evoluciona con rapidez y el cliente es más exigente con los productos que adquiere. Por lo tanto, es de suma importancia mantener la compañía en el rumbo correcto, actualizándose y superando las expectativas de sus clientes actuales y buscando nuevos.

Actualmente, en la empresa Polytec S.A. no existe un control sobre los procesos productivos que asegure la calidad de sus productos y reduzca la cantidad de desperdicio por errores en operación, generados por falta de control y estandarización en los procesos (impresión, laminación, refilado y corte) que conforman el ciclo de la elaboración de los empaques flexibles.

El control del proceso actual ocasiona una variabilidad en distintos factores en el producto final. La implementación de un sistema de control de procesos permitirá un incremento en la productividad, calidad y reducción de desperdicio.

Un sistema de control significará estandarización y mejora continua. Dichas características son de vital importancia para lograr diferentes certificaciones que los clientes actuales de la empresa solicitan para obtener mayor utilidad. Las certificaciones sirven para que la empresa se posicione mejor dentro del mercado nacional e internacional.

Un sistema está conformado por partes organizadas y relacionadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Los elementos que conformarían el sistema para control del proceso son todas las variables involucradas, como la

tensión, presión, temperatura, velocidad y otras más. Estos elementos ordenados y establecidos correctamente darán como resultado del sistema, un proceso productivo estable con productos conforme a la calidad que se requiere.

Al contar con un sistema que se alimente de información correcta y precisa para arrancar un trabajo, se sabrá dónde mejorar el proceso productivo y, a la vez, reducir los costos generados por actividades que no dan valor al producto. Este sistema adecuado de control debe integrar todas las variables que influyen en el proceso, desde la recepción de materia prima hasta las condiciones de operación en máquina. El 80% de la materia prima, como los solventes, tintas y adhesivos, actualmente, no son validados por el personal de calidad. Con frecuencia, se validan hasta que se utilizan en la máquina y generan un problema. Esto genera que, posteriormente, se rechace el lote completo, el resultado es una elevada cantidad de desperdicios de materia prima por mala calidad.

La incorporación de un método de muestreo al sistema de control de proceso permitirá que el encargado de materiales tenga una base para determinar qué cantidad de la materia prima que ingresa se validará. Las especificaciones de calidad para la materia prima que ingresa deben ser definidas de acuerdo con información técnica y el historial de defectos más frecuentes que se han encontrado en operación. Toda validación debe ser registrada para contar con la información necesaria para la toma de decisiones, tratando de evitar el ingreso a operación de material defectuoso.

OBJETIVOS

General

Crear un sistema de control de procesos para garantizar calidad en las áreas que conforman el proceso de elaboración de empaques flexibles.

Específicos

1. Estudiar y analizar información histórica de problemas presentados en las diferentes áreas que conforman el proceso de elaboración de empaques flexibles.
2. Recopilar información de defectos y desperdicio de cada área y priorizar según el impacto que tengan en los indicadores de resultados.
3. Definir variables que deben ser validadas en las entradas de cada proceso y durante la producción, para garantizar resultados adecuados partiendo de las materias primas que se utilizan.
4. Establecer un sistema de control, empleando gráficos de control y documentos de apoyo para reducir la variación y problemas durante el proceso y en el producto que se entregará a las siguientes etapas.

5. Realizar fichas para cada etapa del proceso de la elaboración de empaques flexibles donde se establezcan todos los controles necesarios para asegurar los resultados satisfactorios de producción. Esto se debe acompañar de documentos para apoyo y control durante el proceso.
6. Proponer una opción de producción más limpia, enfocándose en el ahorro de energía eléctrica.
7. Diseñar un plan de capacitación que satisfaga las necesidades a nivel gerencial, de jefatura y operativo.

INTRODUCCIÓN

La empresa Polytec S.A., actualmente, se propone crecer en el mercado donde se presentan nuevos retos de calidad. Por ello, cada uno de sus procesos debe estar controlado totalmente, de esta manera creará un sistema de fidelidad tanto para sus clientes como para los colaboradores.

Dentro del proceso de elaboración de empaques flexibles existen variables, como las tensiones, presiones, temperaturas y velocidades de trabajo que, en la actualidad, no están bajo control. Cada uno de los operadores de máquina utilizan las condiciones que ellos creen convenientes, de acuerdo con su experiencia para producir un trabajo, por ello, no siempre tienen la conciencia del resultado final. La estandarización de dichas variables se debe realizar, primordialmente, para que el producto final cumpla con los requerimientos necesarios.

El área de producción cuenta, en la actualidad, con diferentes formatos para el registro de las condiciones necesarias para iniciar un trabajo, sin embargo, esa información se pierde cuando el pedido termina, ya que no queda registrado en alguna base de datos o ficha de producción que los operadores puedan consultar cuando el pedido entre a máquina, nuevamente, solo queda en un documento en papel que se almacena por 3 meses en las oficinas de producción.

Debido a la falta de control del proceso, existe una variabilidad de distintos factores en el producto final, por lo que la implementación de un

sistema de control de proceso permitirá un incremento en la productividad, calidad y rendimiento de este.

Un sistema de control significará estandarización y mejora continua. Dichas características son de vital importancia para lograr diferentes certificaciones que los clientes actuales de la empresa solicitan.

El análisis profundo de las condiciones del proceso y el desarrollo de los instructivos y ayudas de trabajo pertinentes, deben aclarar las condiciones que deben utilizarse en cada una de las estructuras de materiales empleados dentro de la empresa. Lo anterior servirá para guiar al personal operativo en la estandarización de las variables, brindándole estabilidad al proceso de flexografía y un mejor control de proceso, en general.

Durante el proceso de estudio de los factores se pueden presentar ciertas limitantes al recopilar o levantar datos. Estos pueden ser paros de máquina por desperfectos relacionados con el mantenimiento, falta de carga de trabajo en la maquinaria, diferencias de trabajo en los turnos conformados en la empresa, disponibilidad y compromiso del personal operativo.

1. INFORMACIÓN GENERAL DE POLYTEC S.A.

1.1. Descripción de la empresa

La empresa Polímeros y Tecnología, POLYTEC S.A. es una institución privada, dedicada a la elaboración de empaques flexibles para el sector industrial y agrícola. Cuenta con la colaboración de 700 empleados.

Polytec está ubicado en la 1a. calle 2-68, zona 2 colonia San José Villa Nueva, Guatemala.

1.2. Reseña histórica

Polímeros y Tecnología S.A., inició sus actividades en julio de 1989, con la idea de ofrecer al mercado una nueva alternativa en la fabricación de empaques plásticos flexibles. La idea principal era, como todavía 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 éste sea, en realidad, la razón de ser de la compañía.

El 15 de enero del año 2008 se fundó una empresa hermana, Polytec Internacional para encargarse del mercado internacional y el 1 de diciembre de ese mismo año, se adquirieron las empresas Geoplast, una empresa dedicada también a la producción de toda clase de empaques plásticos flexibles y Lacoplast, una de las empresas con más prestigio y capacidad (600 MT mensuales) dedicada a producir envases de plástico soplado. Estas empresas comprenden el Grupo Polytec.

Desde su fundación, El Grupo POLYTEC pasó de una capacidad de 40 toneladas (cuando solo existía POLYTEC) por mes a 1 850 actualmente (Polytec, Polytec Internacional y Geoplast), 750 de ellas impresas, que les permite alcanzar la nueva maquinaria en sus instalaciones. Este crecimiento se debe a que El Grupo Polytec se rige por sólidos principios éticos, que garantizan su seriedad y honestidad, y que, de la mano de una administración eficiente y flexible, le han permitido sobresalir en servicio, precio y calidad. De cubrir originalmente solo el mercado guatemalteco, se ha pasado a exportar a toda Centroamérica, Panamá, México, el Caribe y Estados Unidos de América.

Dada su calidad, versatilidad, flexibilidad y experiencia Polytec cuenta hoy con clientes, como Grupo Alza, Alimentos Regia, Pepsi Cola, Procter & Gamble, Frito-Lay, Coca Cola, Colgate Palmolive, Café Quetzal, GuatemalanCandies, Del Monte Fresh Produce Co., Bimbo, Walmart, La Barata, Malher, Máquinas Exactas y Alimentos Kern's, entre muchos otros.

Grupo POLYTEC fabrica empaques flexibles para el área industrial, agroindustrial y comercial. En el área industrial se especializan en la producción de laminaciones de 2 y 3 capas, utilizando adhesivos sin solvente para empaques de alto desempeño en llenadoras automáticas, coextrusiones de 3 capas, impresiones de hasta 8 colores, termoencogibles impresos y sin impresión, bolsas tipo doypack, flowpack y pouches, así como empaques secundarios. Para el área agroindustrial se fabrican películas para invernaderos, túneles, macrotúneles, mulch o acolchados plásticos, bolsas de protección y empaque para frutas y verduras en general, embalaje para manejo y transporte de cualquier cultivo, tuberías de riego y accesorios. Finalmente, dentro del área comercial, se encuentra toda clase de bolsas, películas y materiales de empaque para el comercio, con impresión o sin ella, como bolsas

para boutique, empaque para regalos y una línea de bolsas de basura en rollo, con sello tipo estrella.

1.3. Visión del futuro

“El Grupo POLYTEC y su gente creen que la globalización y la competencia mundial son fenómenos inevitables, que los obligan a ser cada vez mejores. Poseen una mentalidad competitiva, dispuesta al cambio y abierta a nuevas tecnologías y a nuevos productos. Van de la mano con las grandes tendencias de nuestro tiempo, para mejorar productos, servicio al cliente y sistemas de producción.

Así como El Grupo Polytec cuenta con la confianza de sus clientes actuales, porque saben que se trata de una empresa sólida que responde a sus necesidades con seriedad, puntualidad y calidad, así también, tal como se definió desde el primer día, sus puertas permanecen abiertas para que los clientes potenciales conozcan la compañía, sus instalaciones y su personal, y a partir de ahí pueda iniciarse una relación comercial de beneficio mutuo. La flexibilidad nos hace diferentes.”¹

1.4. Visión

“Ser la empresa de referencia en empaques y materiales flexibles en Centro América, México y El Caribe”².

¹ Fuente: <http://www.polytec.com.gt/nuestra-empresa/vision-del-futuro/index.html>. Consulta: septiembre 2017.

² Fuente: <http://www.polytec.com.gt/nuestra-empresa/vision/index.html>. Consulta: septiembre 2017.

1.5. Misión

“Generar valor para nuestros clientes, trabajadores y accionistas a través de la creación de soluciones competitivas en empaque”¹

1.6. Valores

- “Estamos centrados en el cliente: Nos comprometemos con su éxito, mediante una atención personalizada, tanto en la definición de necesidades como en la innovación en la propuesta de soluciones y en el seguimiento completo de nuestro desempeño.
- Siempre damos la cara: Siempre asumiremos nuestra responsabilidad, plantaremos con certeza nuestros pensamientos y tomaremos la acción que garantice el beneficio mutuo. Además de hacerlo internamente, rendiremos cuentas de nuestras acciones ante los clientes, empleados, proveedores, la comunidad, el país y los accionistas.
- Nunca nos damos por satisfechos: Estamos comprometidos con la excelencia. No debemos ni queremos conformarnos con el éxito actual. Apenas alcanzamos una meta, ya estamos buscando un reto nuevo.
- Nos preocupamos genuinamente por nuestra gente: Las personas son antes que todo. Nos sentimos valorados y respetados en nuestro trabajo y generamos un ambiente que nos permite desempeñarlo con pasión”.

¹ Fuente: <http://www.polytec.com.gt/nuestra-empresa/mision/index.html>. Consulta: septiembre 2017

- Lo que hacemos lo hacemos con integridad: Somos consecuentes en el cumplimiento de estos valores: nuestra actitud de vida y nuestra forma de ser implican el compromiso, la honradez y el apego a la verdad”¹.

1.7. Estructura organizacional

La organización está conformada por un equipo de trabajo amplio y multidisciplinario. Lo encabeza la Dirección General, apoyada por las gerencias de los departamentos, cada uno con la cantidad de jefaturas de acuerdo con las necesidades y tamaño de cada departamento. En los últimos niveles se encuentran los supervisores, analistas y personal operativo de cada área. Se trata de una estructura organizacional lineal basada autoridad lineal en la que los subalternos obedecen y reportan a sus superiores.

Las ventajas de este tipo que es que se trata de una estructura simple donde la toma de decisiones es centralizada y la comunicación es formal entre los mandos medios y los niveles operativos. Los jefes tienen la autoridad y la toma de decisiones. La desventaja de esta estructura es que la organización puede ser rígida e inflexible y se puede caer en la ralentización del trabajo debido a la falta de tiempo de los jefes o propietarios para tomar cada una de las decisiones para hacer un trabajo de manera eficiente.

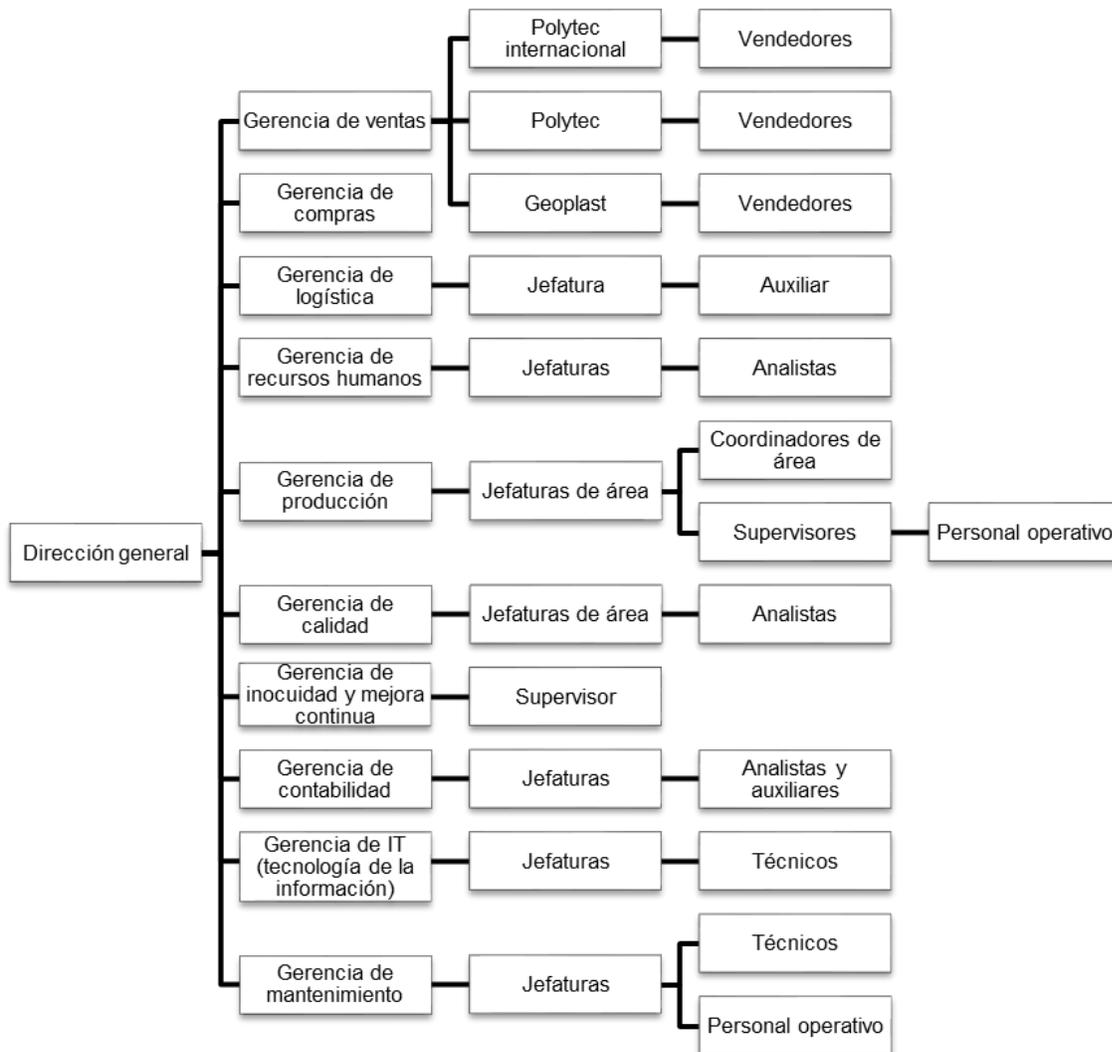
La figura 1, muestra la estructura, jerarquía e interrelación de las áreas que componen la organización.

Se presenta un organigrama de tipo micro administrativo por tratarse de una sola organización, de ámbito general ya que representa y relaciona la organización en su totalidad y, por último, se indica que se trata de un

¹ Fuente: <http://www.polytec.com.gt/nuestra-empresa/valores-en-el-grupo-polytec/index.html>. Consulta: septiembre 2017.

organigrama de finalidad informativa, debido a que es accesible para toda persona y su información no detalla características de cada puesto o nivel presentado.

Figura 1. **Organigrama de Polytec**



Fuente: Polytec.

1.8 Actividad que realiza

Actualmente, Polytec abarca 3 tipos de mercado:

- Industrial. Se especializa en la producción de bolsas tipo doypack, flowpack y pouches, laminaciones de 2 y 3 capas, coextrusiones de 3 capas, impresiones de 8 colores y termoencogibles que pueden ser impresos y sin impresión.
- Agroindustrial. Su especialidad son las películas para invernaderos, tuberías de riego, accesorios de riego, embalaje para transporte y manejo de cualquier cultivo, bolsas de protección y empaque para frutas y verduras, mulch o acolchados plásticos, túneles y macrotúneles.
- Comercial. Se especializa en bolsas para boutique, empaque para regalos, bolsas con sello tipo estrella y bolsas de basura en rollo.

1.9 Descripción de puestos

- Jefe de área

Función básica. Toma decisiones relacionadas con las estrategias para el máximo desarrollo de las actividades de producción, toman decisiones en el inicio y final de un proyecto. Conoce a cabalidad los objetivos, metas, propuestas y evaluaciones que se realizan en el área para ejecutar modificaciones actualizaciones y beneficiar el crecimiento positivo del área de impresión y laminación.

Deberes y responsabilidades primordiales:

- Estandarizar la calidad de los productos impresos y laminados.
- Velar porque el reglamento de producción y el cronograma se cumplan adecuadamente.
- Asegurar que el área de trabajo se encuentra limpia y ordenada.

- Velar por que el personal cuente con las herramientas e instrumentos de trabajo necesarios para la producción.
 - Supervisar que cada uno de los trabajadores cumplan con sus obligaciones.
 - Entregar reportes acerca del trabajo realizado, metas y objetivos cumplidos.
- Gerente de producción

Función básica. Es el encargado de gestionar los materiales y los trabajadores, asegurándose de que la producción sea eficiente y todos los procesos se ejecuten de la manera adecuada.

Deberes y responsabilidades primordiales:

- Organizar la ejecución de todo el trabajo de producción para garantizar que se cumplan con las especificaciones establecidas.
 - Velar por el cumplimiento de los objetivos y políticas establecidas.
 - Velar por la optimización y planificación de los recursos productivos para el crecimiento de la productividad y especificaciones de calidad.
 - Promover el sistema de calidad en toda el área para mejorar los niveles de producción.
 - Planeación de actividades a corto, medio y largo plazo para obtener progresos en el área productiva.
- Supervisor de producción

Función básica. Programa y planifica el trabajo por realizar de acuerdo con la prioridad y orden correspondientes, también delega funciones y toma decisiones. Esto implica que brinde instrucciones claras y específicas de lo que quiere lograr de sus colaboradores. Entre sus responsabilidades está propiciar la mejora del personal mediante el desarrollo de aptitudes. Para ello, debe

analizar nuevos métodos de trabajo y elaborar planes novedosos que logren la eficiencia y motivación del personal para un resultado satisfactorio y un trabajo de alta calidad.

Deberes y responsabilidades primordiales:

- Velar por el funcionamiento adecuado del equipo e instrumentos de trabajo.
- Velar por el cumplimiento del programa de producción de acuerdo con lo establecido.
- Asegurar que los operarios cuenten con el material necesario para trabajar.
- Velar por la resolución de cualquier problema con la maquinaria.

- Operador de producción o de máquina

Función básica. Se encarga de controlar, manejar y mantener la maquinaria para generar la producción.

Deberes y responsabilidades primordiales:

- Utilizar de manera adecuada las máquinas y las herramientas.
- Encendido y apagado de máquinas.
- Verificar que la maquinaria tenga un funcionamiento óptimo y así mismo informar de cualquier inconveniente que se tenga.
- Sacar muestras de cada una de las bobinas para un adecuado control de calidad.
- Cumplimiento de cada una de las impresiones siguiendo las especificaciones de cada cliente.
- Realizar cambios mecánicos y ajustes en cada una de las impresoras de acuerdo con cada producto.

- Ayudante de producción o de máquina

Función básica: Es el encargado de realizar las actividades de ayuda y asistencia en tareas de coordinación, preparación y control necesarias para la producción bajo la supervisión del operario.

Deberes y responsabilidades primordiales:

- Colaborar con el operario en la elaboración del producto y la elaboración y ejecución del plan de trabajo.
- En caso de ausencia del operario, sustituirlo y realizar las actividades de acuerdo con el plan de trabajo.
- Encargarse de empacar y pesar bobinas impresas y colocar el producto terminado en las tarimas.
- Alistamiento de las bobinas de materia prima para su utilización.
- Limpieza y orden del área de trabajo.
- Para el adecuado control de calidad, sacar muestras de cada una de las bobinas.

- Analista de calidad

Función básica. Es el encargado de coordinar el cumplimiento de los estándares de calidad, elaborar, supervisar y controlar el desarrollo de los procesos de la planta de producción de acuerdo a las políticas de calidad de la empresa.

Deberes y responsabilidades primordiales:

- Establecer controles de calidad a seguir en cada sección asignada.
- Elaboración de normas y procedimientos para el control de calidad.
- Dar especificaciones de calidad antes de realizar una nueva producción
- Aprobación de materia prima.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. CREACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA FABRICACIÓN DE UN EMPAQUE FLEXIBLE, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.

La primera aplicación de un material flexible, en la industria del empaque nace con la invención del papel, el cual se ha aplicado a la envoltura de diversos productos. Este material se usó por varios años hasta que nacieron empresas convertidoras que, a partir de otras películas a granel en bobinas, comenzaron a aplicarlo sobre otros sustratos para combinar las aplicaciones y propiedades de dos o más materiales en uno solo (laminación). Nació, entonces una creciente industria con una tecnología también en desarrollo.

Un empaque flexible es un material que, por su naturaleza, se puede manejar en máquinas de envolturas o de formado, llenado y sellado, y que está constituido por uno o más de los siguientes materiales básicos: papel, celofán, aluminio o plástico. Puede presentarse para el usuario en rollos, bolsas, hojas o etiquetas, ya sea en forma impresa o sin impresión.

Los polímeros más importantes utilizados para fabricar laminados flexibles se procesan por el sistema de extrusión (o extrusión) directa, ya sea para recubrimientos o para laminación. Son los siguientes:

- Polietileno de baja densidad: el más utilizado para fabricar laminados flexibles por extrusión (recubrimientos y laminaciones) es el polietileno de baja densidad.

Las propiedades del polietileno de baja densidad, como materia prima básica para la fabricación de laminados flexibles, son buena sellabilidad al calor, buena barrera a la humedad, y buena adherencia, en especial a papeles.

- Polietileno de media y alta densidad: Se utilizan para extrusión directa sobre papeles o películas como celofán, poliéster, etc... Para mejorar características de resistencia a la abrasión e impermeabilidad al vapor de agua. En el caso del polietileno de alta densidad, se aumenta considerablemente la impermeabilidad al oxígeno y a grasas y aceites con respecto a la ofrecida por el polietileno de baja densidad, la cual es muy baja.
- Polietileno lineal: Este es un tipo relativamente nuevo de polietileno de baja densidad. Los costos de su producción (al no tener altas presiones) son considerablemente menores que los del polietileno tradicional de baja densidad, y así se está imponiendo en el mercado mundial, dadas sus excelentes propiedades mecánicas y de alta sellabilidad a un amplio rango de temperatura mayor que el polietileno de baja densidad.
- Polipropileno: Este polímero proviene del petróleo o del gas natural, de los cuales se puede obtener por cracking y refinación del propileno y polimerización catalítica. El mayor uso del polipropileno es para la fabricación de diversas películas, el uso para recubrimientos se ha extendido.

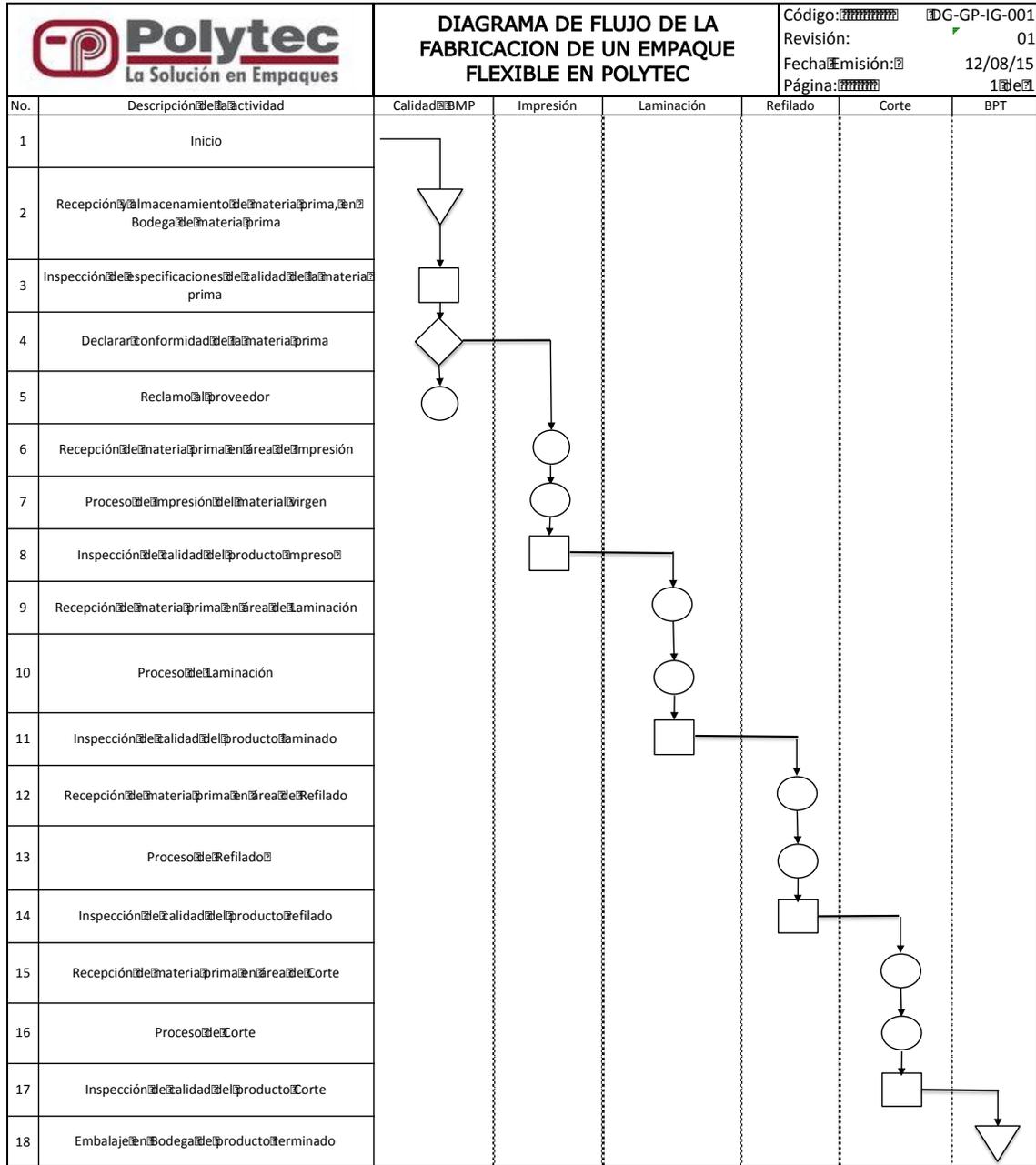
2.1 Descripción del proceso de elaboración de empaques flexibles en la empresa Polytec S. A.

La conversión inicia con el proceso de flexografía o impresión, seguido del laminado de 2 o 3 estructuras, dependiendo del producto que requiera el cliente y, finalmente, se refila el producto y se elabora la bolsa que se entregará como producto final.

Se trabaja con bobinas o rollos de material de hasta 350 kg de peso, como materia prima, en unos casos, al cliente externo se entregan bobinas de 30 kg según los requerimientos y necesidades de cada uno, a otros clientes se les entregan las bolsas elaboradas en su totalidad, listas únicamente para ser llenadas con sus productos.

El proceso de fabricación, en general, de un empaque flexible sigue el orden que se muestran en el diagrama de flujo de la figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de un empaque flexible en Polytec



Fuente: Polytec.

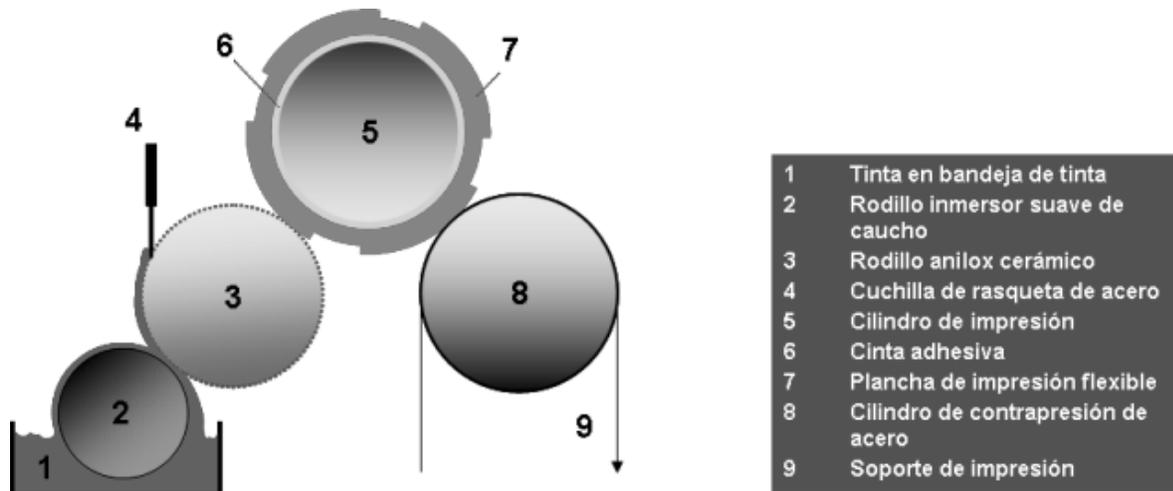
2.1.1 Descripción del proceso de impresión

En Polytec, el proceso de impresión es flexográfico, se cuenta con 8 impresoras de las cuales 5 son de 8 colores y 3 de 6 colores, la mayoría de las impresoras son de tambor central de última tecnología.

La flexografía se imprime por medio de una imagen en alto relieve. Las planchas para impresión son, generalmente, hechas de materiales fotopolímeros, flexibles. La parte del alto relieve, que lleva la tinta, se obtiene por remoción de las áreas de no impresión por corte, moldeo, grabado, disolución o lavado posterior. Las tintas flexográficas son tradicionalmente delgadas, altamente fluidas y de rápido secado. Todas se formulan a partir de resinas reducibles en agua o solvente.

Las prensas se fabrican con unidades para impresión tipo convencional y con cámaras de rasquetas. La unidad de impresión flexográfica convencional por rodillo de inmersión se compone de cuatro cilindros. La tinta de impresión flexográfica líquida se transfiere mediante un rodillo inmersor de caucho a las finas celdas del rodillo anilox, donde se elimina la tinta de impresión sobrante del rodillo anilox mediante una cuchilla de rasqueta de acero. En la figura 3 se ilustra el sistema de unidades de impresión convencionales.

Figura 3. Sistema de unidades de impresión convencionales

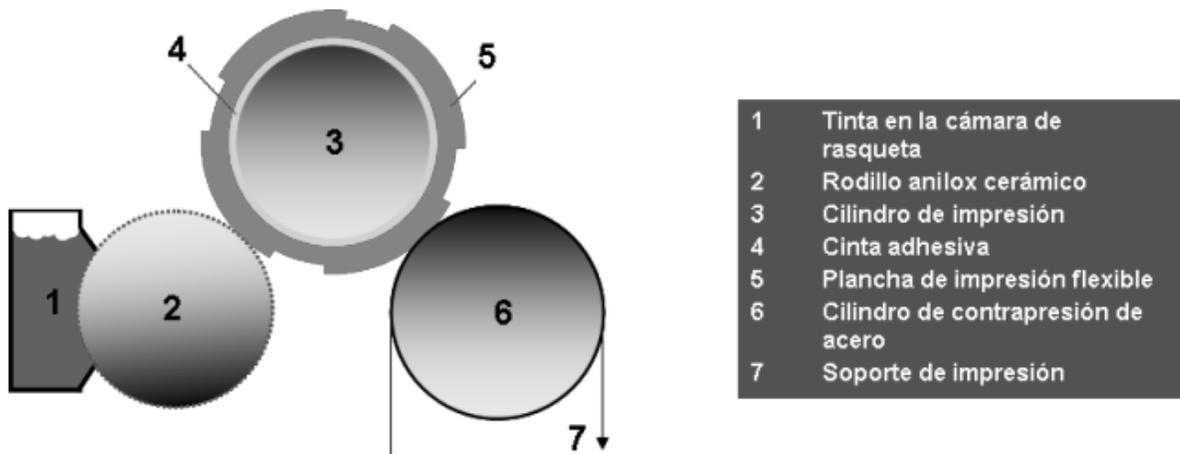


Fuente: http://www.gallus-group.com/archiv/es/desktopdefault.aspx/tabid-366/547_read-1417/index.html. Consulta: julio 2017

La unidad de impresión flexográfica con cámara de rasqueta se compone solo de tres cilindros y, por ello, todo el proceso es sencillo y, relativamente, fácil de usar. En comparación con la unidad de impresión flexográfica con rodillo inmersor, tanto el rodillo inmersor como la bandeja de tinta se han sustituido completamente por la cámara de rasqueta. Esto permite unas velocidades de impresión mucho más altas, sin salpicaduras de tinta.

En la figura 4 se ilustra el sistema de unidades de impresión con cámara de rasqueta.

Figura 4. **Sistema de unidades de impresión con cámara de rasqueta**



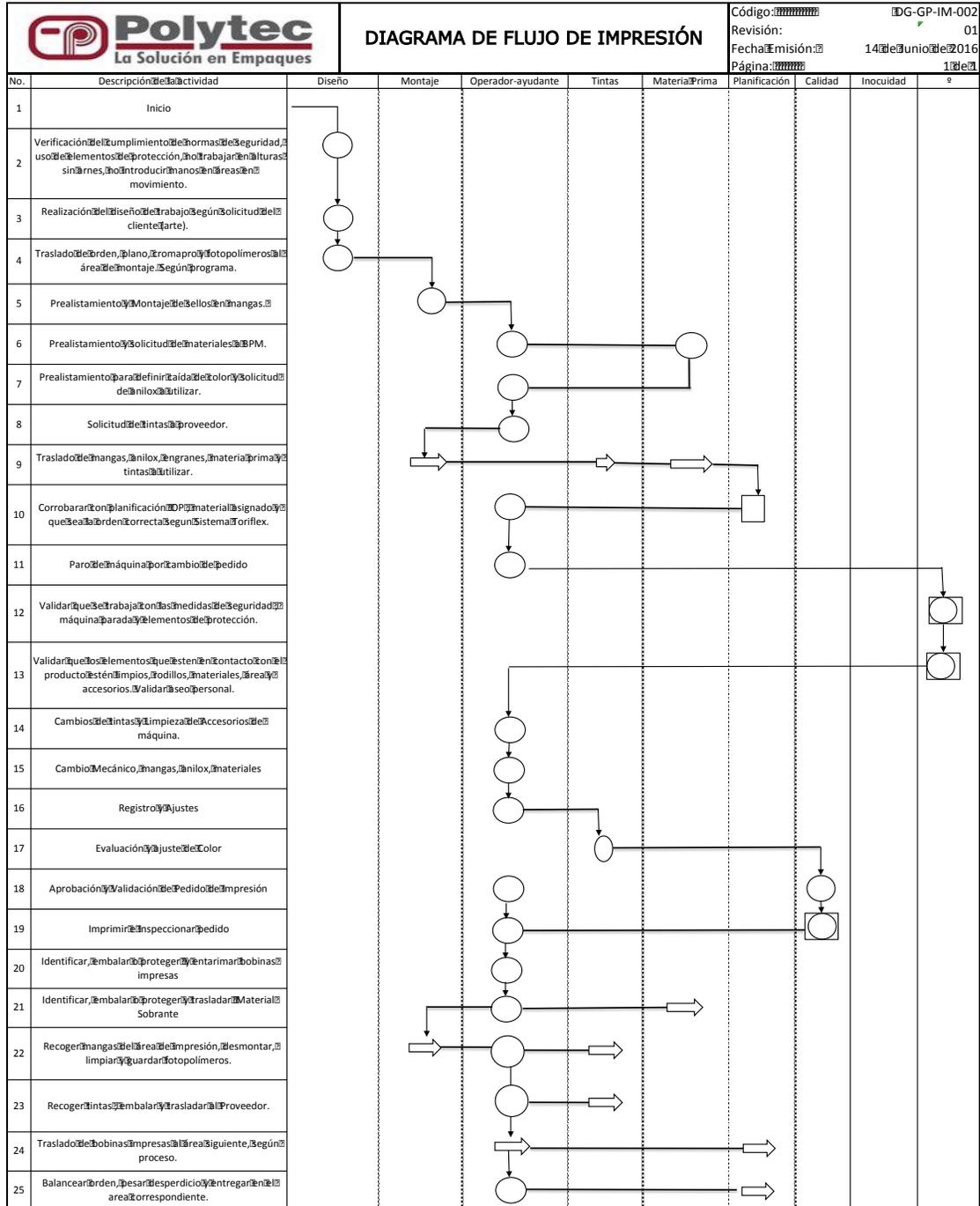
Fuente:http://www.gallus-group.com/archiv/es/desktopdefault.aspx/tabid-366/547_read-1417/index.html. Consulta: junio 2017

Polytec cuenta con impresoras de los dos tipos descritos anteriormente. El sistema flexográfico es único en el sentido que fue diseñado para la impresión de materiales de empaque. Puesto que los materiales de empaque en su mayoría requieren estar en forma de rollo para el llenado, envoltura, fabricación de bolsas o cualquier otro proceso continuo, por lo cual se deduce que la impresión flexográfica se hace, generalmente, de rollo a rollo.

El proceso de impresión inicia con la solicitud de los materiales, accesorios de máquina y los insumos que se necesitarán en el trabajo específico que se imprimirá. Luego de una validación visual de los elementos se realiza el cambio mecánico, que consiste en quitar todos los elementos del trabajo que recién terminó para ser sustituidos por los nuevos. Con los ajustes de máquina listos se produce el pedido requerido. Finalmente, se empaican las bobinas impresas y se llevan al área de destino.

En la figura 5 se muestra un esquema del proceso de impresión.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de impresión



Fuente: Polytec.

2.1.2 Descripción del proceso de laminación

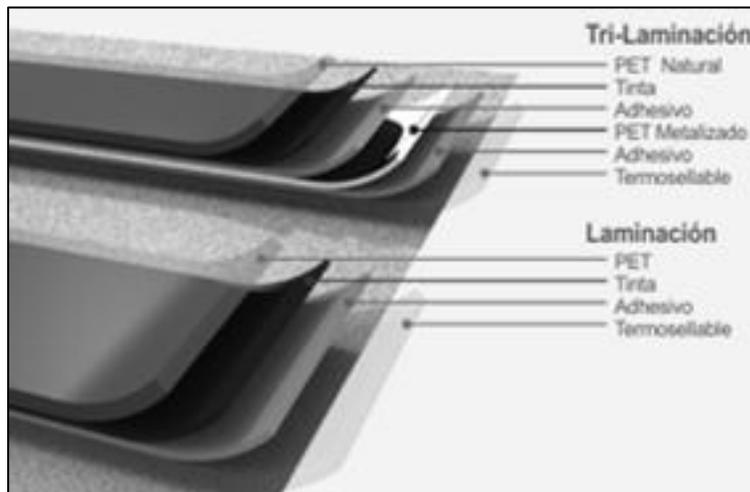
La evolución de la industria del empaque flexible ha estado muy ligada al desarrollo de los nuevos materiales para la fabricación de adhesivos, y de los avances en los procesos de producción. Estas tendencias han conducido a estructuras de alta calidad y técnicamente exigentes por parte del consumidor.

Para muchas aplicaciones de empaques flexibles, el uso de un solo material puede no satisfacer todas las propiedades exigidas por un producto. En estos casos, una estructura compleja de dos o más capas de material puede suministrar el desempeño esperado. Una forma común de crear esta situación compleja es laminar varias películas poliméricas a otras películas, aluminio, papel, etcétera, con un adhesivo polimérico.

Esta solución es, normalmente, empleada en la industria del empaque donde el producto final requiere propiedades multifuncionales, como un alto esfuerzo de tensión y alta permeabilidad a los gases. Estas son llamadas generalmente películas de barrera. La construcción del laminado puede ser complicada debido a la naturaleza de la aplicación específica.

La laminación es el proceso por el cual se adhieren 2 películas plásticas por medio de un adhesivo bicomponente sin solvente para lograr combinaciones de propiedades de materiales como sellabilidad, barreras al oxígeno, agua o protección al producto o a tintas utilizadas. En otras palabras, es la unión de láminas de diferentes propiedades por interposición de un adhesivo. En la figura 6, se ilustra una estructura común de un empaque flexible laminado.

Figura 6. Estructura común de un empaque flexible laminado



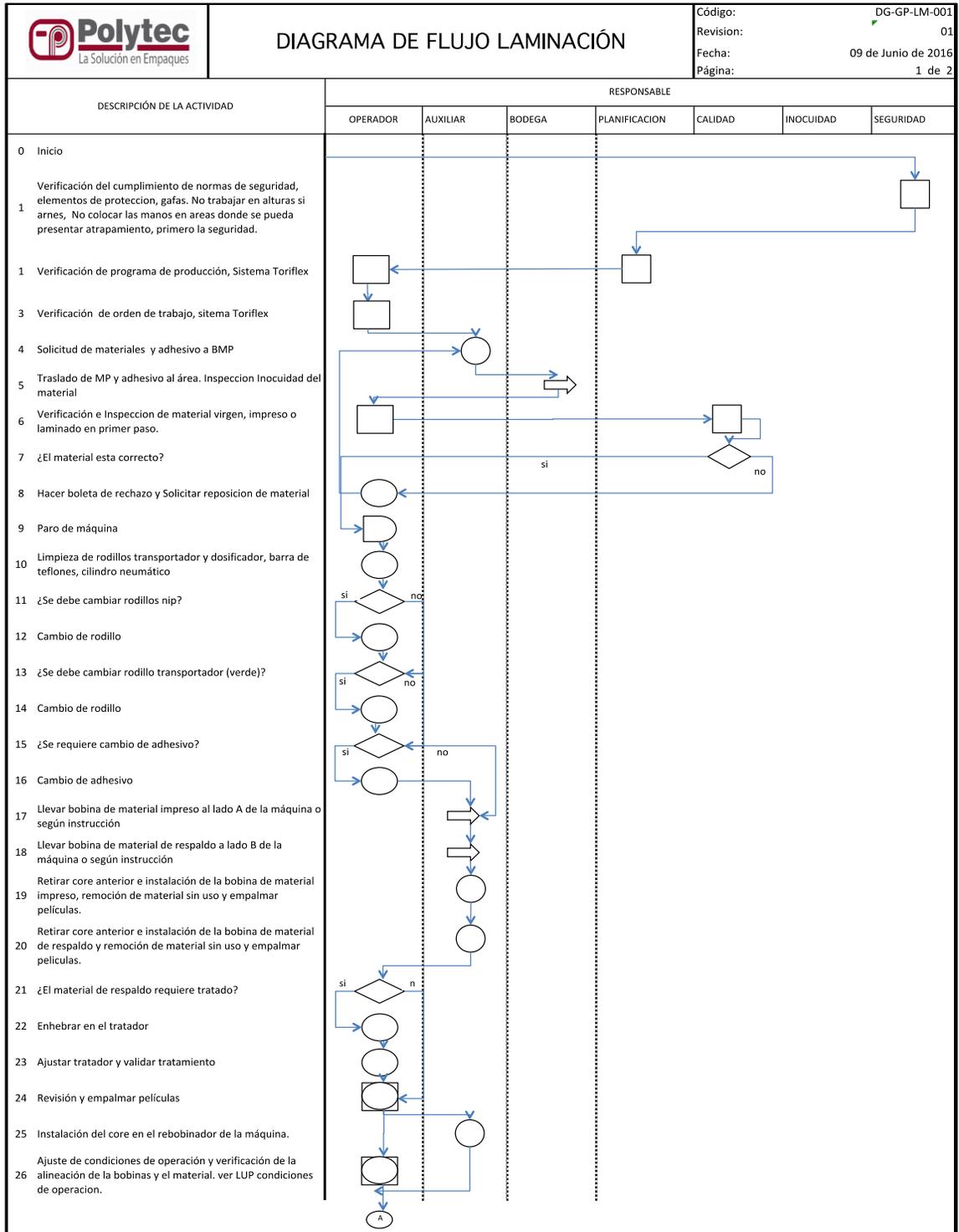
Fuente: PO empaques flexibles, estructuras de laminación

<http://www.poempaquesflexibles.com/porta/index.php/es/productos/laminaciones-y-trilaminaciones>. Consulta: junio 2017.

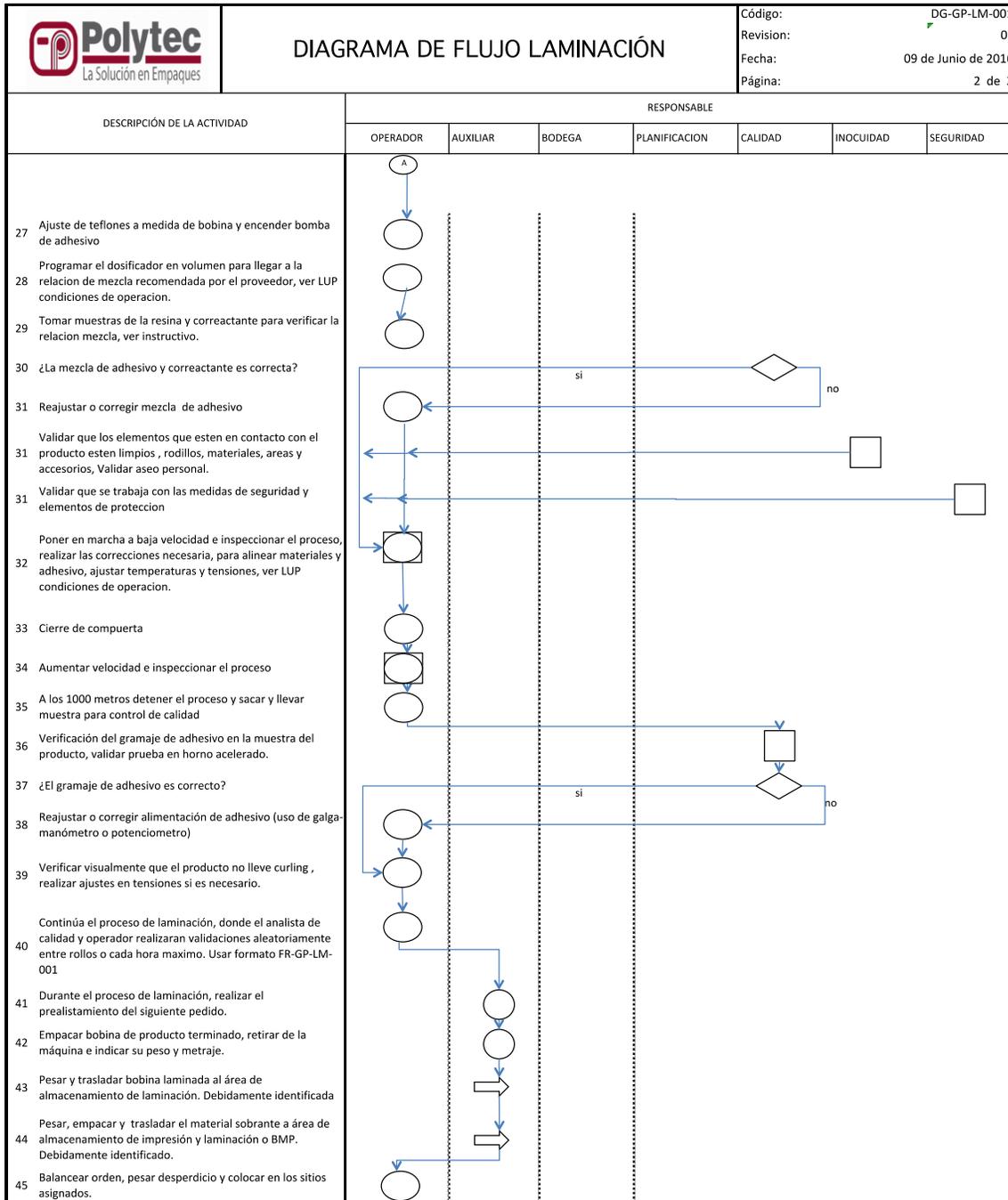
En Polytec, el área de laminación del departamento de producción cuenta con el menor número de empleados y maquinaria. Tiene 2 máquinas laminadoras y 9 colaboradores. Recibe material del área de impresión y de bodega de materia prima. Luego, inicia el cambio mecánico en el que se ajustan los parámetros para fabricar el nuevo producto. El producto laminado se empaqueta y se deja 12 horas aproximadamente para que el adhesivo cure y se traslade al siguiente proceso. En la figura 7 se presenta un esquema de los pasos que se siguen en el área de laminación.

La laminación agrega un importante valor al producto final por las propiedades y características que agrega a los empaques. Los errores y defectos de materia prima, maquinaria o del proceso generan grandes pérdidas económicas pues en este punto del proceso de fabricación, el empaque recibe el mayor valor económico.

Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de laminación



Continuación figura 7.



Fuente: Polytec.

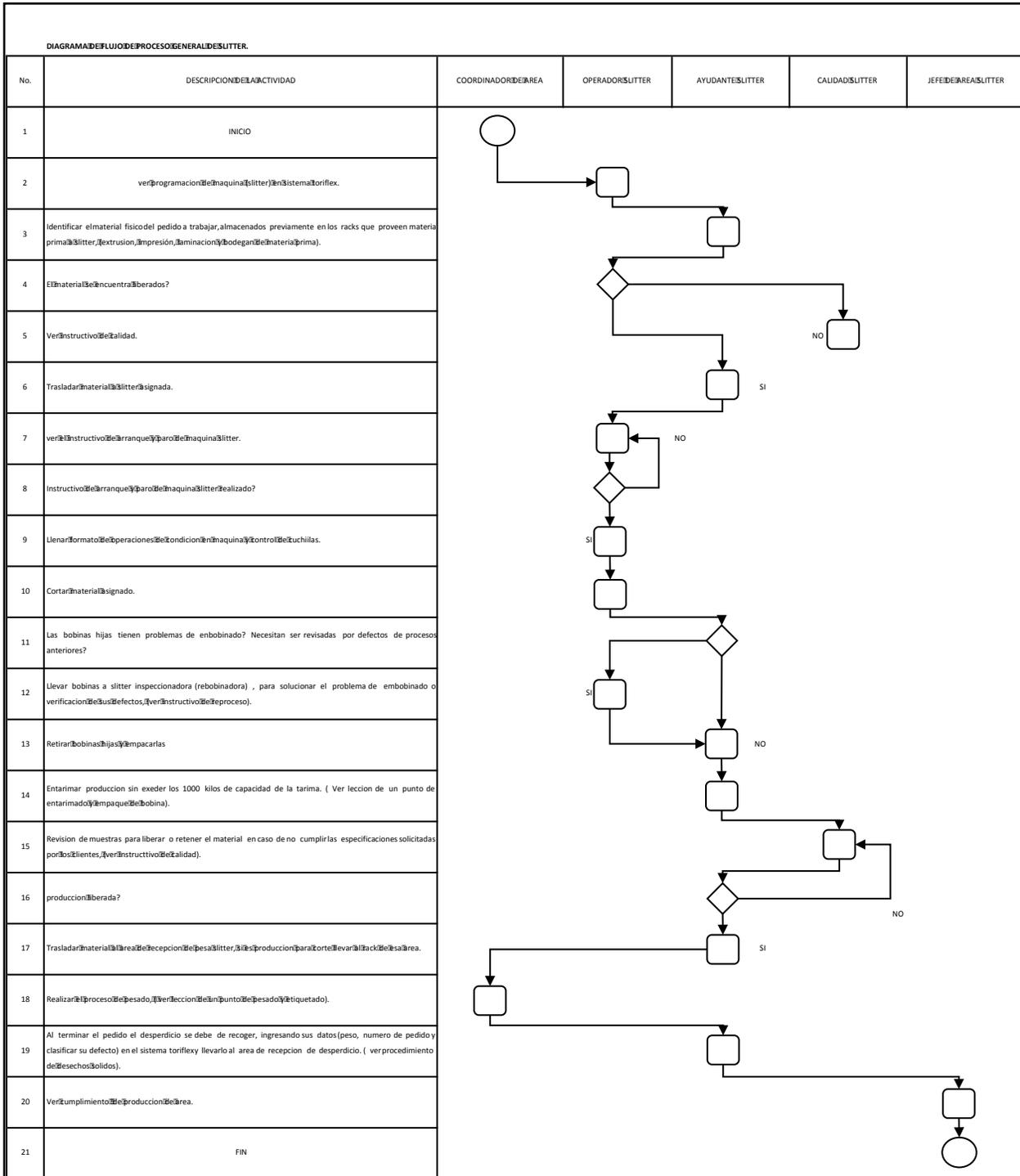
2.1.3 Descripción del proceso de refilado

Este proceso consiste en dividir bobinas impresas en bobinas de menor tamaño de acuerdo con las medidas requeridas por el cliente. El rollo principal se corta 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.

Hay productos para los que el proceso de refilado es el último dentro de Polytec, por lo que las bobinas son empacada y entregadas directamente a Bodega de producto terminado, otros productos son llevados al área de corte en donde se elaboran las bolsas que luego irán como producto terminado a la bodega.

En la figura 8 se muestra el esquema del diagrama de flujo propio existente del área de refilado. Luego en la figura 9 se ilustra el producto final después de que las bobinas son procesadas en el área de refilado.

Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de refilado



Fuente: Polytec.

Figura 9. **Producto final del área de refilado**



Fuente: <http://plasticosun.com/procesos/refilado>. Consulta: junio 2017.

2.1.4 Descripción del proceso de corte

En este proceso se elaboran las bolsas que se entregaran al cliente final. En la actualidad, los empaques de materiales plásticos han sustituido casi por completo a los empaques usados tradicionalmente, como las bolsas de papel y las cajas de cartón. La bolsa de plástico es sin duda, el empaque más usado en la actualidad debido a su versatilidad y economía. Existen varios métodos o procedimientos para la elaboración de bolsas, el más usado y conocido es el de sellado en el fondo de película tubular. Existe otro tipo de bolsa usada con frecuencia y que difiere de la anterior porque el sello queda lateralmente. Su elaboración puede hacerse partiendo de la película plana, la cual es doblada por la mitad y sellada transversalmente, al mismo tiempo que es cortada y separada. En cualquiera de los procesos descritos, la impresión se realizará previamente al corte del rollo.

Una bolsa debe cumplir con varias características, según la función que desempeñará, como el material, el espesor de la película, las dimensiones, la calidad del sello, el color etc. En la siguiente figura se muestran ejemplos del producto final obtenido en el proceso de corte o bolseado.

Figura 10. **Empaques flexibles**



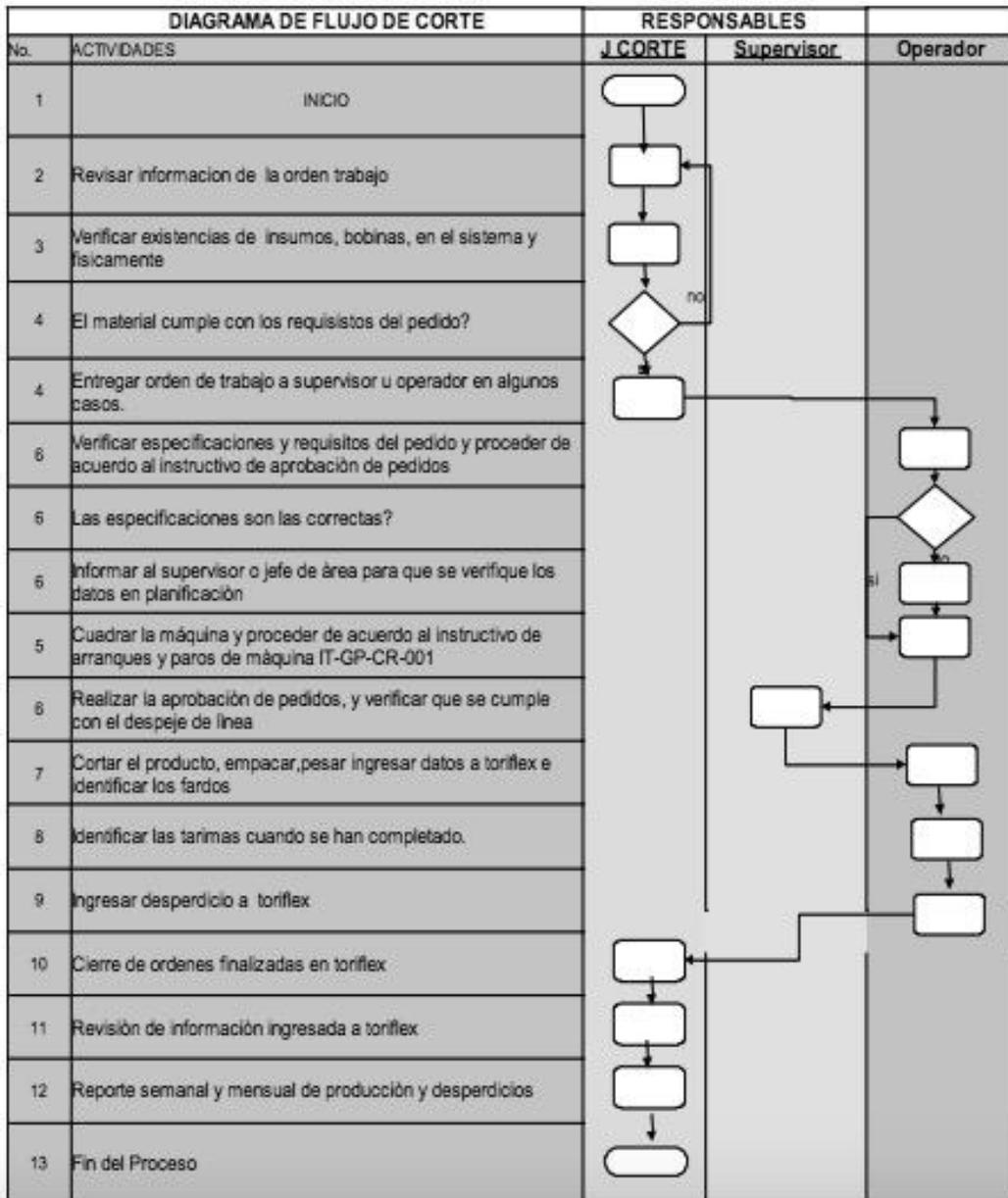
Fuente: <http://polytec.com.gt/productos/industrial/>. Consulta: junio 2017.

El área de corte recibe material proveniente de Impresión, refilado y de Bodega de materia prima. Esto depende del tipo de bolsa que se elaborará, puede ser una bolsa con material transparente, con material solamente impreso o con materiales laminados. Luego de la recepción del material se dispone la máquina en el cambio mecánico para el ajuste de los parámetros (temperaturas de selle, dimensiones, velocidad, presión, etc.) según el tipo de bolsa y de material que se montara en la máquina. Finalmente, las bolsas terminadas se empacan y se entregan a Bodega de producto terminado. En esta etapa, los defectos de impresión o laminación se ven con mayor facilidad, ya que en la bolsa terminada los desperfectos son obvios y el desperdicio en este punto es de mayor valor para cualquier área.

En la figura 11 se muestra el diagrama de flujo que sigue el proceso de corte.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de corte

	DIAGRAMA DE FLUJO CORTE	Código: DG-GP-CR-002
		Revisión: 03
		Fecha: 11 de Marzo de 2016
		Pág.: 1 de 1



Fuente: Polytec.

2.2 Descripción de situación actual

La carencia de control en el proceso de producción en la fabricación de empaque flexible dentro de la empresa Polímeros y Tecnología S.A. se refleja en el indicador más importante para la compañía, según la gerencia de producción. El porcentaje general de desperdicio en los últimos seis meses es del 11,51%. La meta es reducirla al 10%. Este dato se obtuvo del archivo de productividad histórica, el cual puede ser consultado cada día ya que se actualiza a las 9 de la mañana con los resultados del día anterior y brinda información sobre las causas que ocasionaron dicho porcentaje de desperdicio.

Las razones más críticas se encuentran en el desperdicio que es detectado en el proceso siguiente al que generó el problema. Esto se detalla en la tabla I.

Tabla I. **Detalle de desperdicio diario por área**

Proceso Inicial	Proceso Siguiente	Kg de desperdicio diario reportado por el proceso siguiente
Impresión	Laminación	500
Laminación	Refilado	400
Refilado	Corte	90

Fuente: elaboración propia.

El dato diario de desperdicio se obtuvo de un promedio de lo registrado diariamente durante 3 días, por los operadores.

El proceso de impresión se caracteriza por tener un elevado número de pedidos cortos, en los que existen diferencias muy marcadas entre uno y otro pedido. Esto provoca que los kilos generados de *scrap* en cada cambio de pedido sean elevados y se refleja en los kilos promedio de desperdicio

generado por mes en cada cambio de pedido que se pueden visualizar en la tabla anterior. Según informaron los supervisores en turno, en el área de impresión, no existe una estandarización en las condiciones de operación de máquina por lo que, en cada cambio de pedido, los operadores utilizan las condiciones que ellos creen correctas. En algunas ocasiones aciertan y otras se equivocan, según la experiencia del supervisor. No están definidas las actividades al realizar un cambio de pedido. También se carece de un responsable, de tal manera que el operador y el ayudante se arreglan como pueden para realizar las actividades, cuando la máquina se encuentra parada y lista para procesar el otro pedido. Esto genera tiempos de cambio afuera de la meta establecida.

Tabla II. Desperdicio por cambio de pedido en el área de impresión

Mes	No. de Cambios Impresión	Kilos promedio de desperdicio generados en cambio de pedido	Kilos totales de desperdicio generados en cambio de pedido
Abril	545	21	11,445
Mayo	574	23	13,202
Junio	658	19	12,502
Julio	525	24	12,600
Agosto	643	21	13,503
Septiembre	605	26	15,730

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Tiempos de cambio en el área de impresión

Impresora	Tiempo de cambio actual (Horas)	Meta (Horas)
G-3	3,6	2,5
G-4	3,8	2,5
C-5	3,4	2
C-6	3,1	2

Continuación tabla III.

C-7	2,6	2
G-8	3,9	2,5
G-9	3	2
C-12	1,9	1,5

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos de cambio que se tienen afectan directamente a la cantidad de kilos de desperdicio que se generan en cada cuadro en el área de impresión, ya que cuando realizan un cambio que se encuentra dentro de la meta establecida, también reducen el porcentaje de desperdicio en cada pedido, según observaciones que se han realizado en el departamento.

En el departamento de laminación únicamente realizan mediciones en base a con base en la experiencia que tenga el operador, como la relación de mezcla de adhesivo para la cual verifican el dato que les indica el panel de control, sin comprobarlo físicamente y los operadores no tienen rangos establecidos en los que puedan basarse para la toma de decisiones. La relación de mezcla equivocada en el departamento de laminación genera grumos dentro de las ollas de adhesivo lo cual circula por todo el sistema dosificador hasta llegar a los rodillos que aplican el adhesivo sobre el producto final, dichos grumos se reflejan como rayones en el producto, lo que provoca rechazos por parte del cliente.

En el reporte de producción se incluyen los metros y kilos producidos por orden, sin dejar constancia de las condiciones que utilizaron para laminar el pedido por lo que al siguiente pedido el operador por experiencia ingresa las condiciones con las que trabajará.

El proceso de refilado utiliza 3 variables para realizar un cuadro de proceso, la tensión con la que se embobinará, según el tipo de material que se estén produciendo, la medida a la que colocarán la cuchilla dependiendo de lo que dice la orden de trabajo, de la cantidad de pistas que tenga la bobina y la velocidad a la que girarán el trabajo. Actualmente, las tres condiciones no quedan registradas en ningún formato o base de datos del departamento por lo que, en cada cuadro de pedido, el operador lo realiza según la experiencia.

Principalmente, los resultados de este proceso son condicionados por la calidad del producto que las áreas de impresión y laminación entregan, ya que las tres principales causas de paro por mes en el departamento de refilado, según el reporte de productividad histórica, son responsabilidad de dichas áreas. En la siguiente tabla se detallan las principales razones de paro y el número de eventos de cada una en el área de refilado.

Tabla IV. Número de paros por mes en el área de refilado

Causa de Paro	Área Responsable	Núm. de eventos por mes
Manchas	Impresión	36
Deslaminación	Laminación	24
Mal Embobinado	Impresión	22

Fuente: elaboración propia.

Las temperaturas a las que se les coloca el zíper a las bolsas es la variable principal en el proceso de corte. Al presenciar un cuadro se puede observar cómo el operador realiza movimientos de temperaturas hasta encontrar la adecuada, es decir cuando una bolsa ya no se deslaminada. Según los cuadros observados en el departamento de corte se tiran 50 bolsas en promedio por cada cambio de pedido, lo que equivale a 25 kg aproximadamente de desperdicio.

2.2.1 Análisis de porcentajes de desperdicio y costos relacionados

La empresa Polímeros y Tecnología S.A. según Gerencia de Producción, tiene como indicador principal el porcentaje de desperdicio generado en cada una de las áreas del proceso productivo, la fórmula que se utiliza para calcular los porcentajes de desperdicio es la siguiente:

$$\% \text{ Desperdicio} = \frac{(\text{Kg Desperdicio Interno} + \text{Kg Desperdicio Externo} + \text{Kg Desperdicio Boletas})}{\text{Desperdicio Interno} + \text{Producción Total}}$$

Desperdicio interno: kg de desperdicio reportados por el propio departamento.

Desperdicio externo: kg de desperdicio reportados por las otras áreas.

Desperdicio boletas: kg de desperdicio por devoluciones de clientes.

Producción total: kg producidos por el área.

Las metas de desperdicio son establecidas al inicio de cada año por la Gerencia de Producción y los jefes de cada área, basándose en los resultados que se obtienen del año anterior. Las metas establecidas para el año 2016 son las siguientes:

Tabla V. **Metas de desperdicio por área**

Área	Meta de desperdicio
Impresión	5,5%
Laminación	3%
Refilado	2%
Corte	1,2%

Fuente: elaboración propia.

Los porcentajes actuales de desperdicio se encuentran por encima de la meta establecida por departamento, como se muestra en las siguientes tablas por departamento.

A continuación, se presenta la tabla VI en la que se detalla la cantidad de desperdicio generado por el área de impresión en los últimos seis meses, en comparación con la meta establecida al inicio de año.

Tabla VI. **Detalle de desperdicio generado en el área de impresión**

Mes	Kg Producción	Kg de Scrap Interno	Kg de Scrap Externo	% de Desperdicio	Meta de Desperdicio	Diferencia
Abril	604,798	17,166	18,349	5,71%	5,50%	0,21%
Mayo	554,867	18,345	18,966	6,51%	5,50%	1,01%
Junio	511,799	14,348	17,077	5,97%	5,50%	0,47%
Julio	475,140	18,118	14,622	6,64%	5,50%	1,14%
Agosto	504,314	14,436	15,361	5,74%	5,50%	0,24%
Septiembre	413,151	13,980	13,465	6,43%	5,50%	0,93%
Promedio	510,678	16,066	16,307	6,17%	5,50%	0,93%

Fuente: elaboración propia.

El departamento de impresión ha generado un desperdicio promedio del 6,17% en los últimos 6 meses y se encuentra 0,67% por arriba de la meta establecida de 5,5%.

En la tabla VII se detalla la cantidad de desperdicio generado por el área de laminación en los últimos seis meses en comparación con la meta establecida al inicio de año.

Tabla VII. **Detalle de desperdicio generado en el área de laminación**

Mes	Kg Producción	Kg de Scrap Interno	Kg de Scrap Externo	% de Desperdicio	Meta de Desperdicio	Diferencia
Abril	248,114	1,554	7,211	3,51%	3,00%	0,51%
Mayo	146,075	1,516	7,219	5,92%	3,00%	2,92%
Junio	248,232	2,999	7,450	4,16%	3,00%	1,16%
Julio	243,382	3,276	7,818	4,50%	3,00%	1,50%
Agosto	333,077	3,931	8,805	3,78%	3,00%	0,78%
Septiembre	276,101	896	8,081	3,24%	3,00%	0,24%
Promedio	249,164	2,362	7,764	4,18%	3,00%	1,18%

Fuente: elaboración propia.

El departamento de laminación ha generado un desperdicio promedio del 4,18% en los últimos 6 meses y se encuentra 1,18% por arriba de la meta establecida de 3%.

En la tabla VIII se detalla la cantidad de desperdicio generado por el área de refilado en los últimos seis meses en comparación con la meta establecida al inicio de año.

Tabla VIII. Detalle de desperdicio generado por el área de refilado

Mes	Kg Producción	Kg de Scrap Interno	Kg de Scrap Externo	% de Desperdicio	Meta de Desperdicio	Diferencia
Abril	456,435	10,325	750	2,37%	2,0%	0,37%
Mayo	473,352	10,150	597	2,22%	2,0%	0,22%
Junio	453,176	8,450	1,129	2,08%	2,0%	0,08%
Julio	401,815	9,945	911	2,64%	2,0%	0,64%
Agosto	465,062	7,850	853	2,03%	2,0%	0,03%
Septiembre	414,488	9,080	680	2,30%	2,0%	0,30%
Promedio	444,055	9,300	820	2,30%	2,0%	0,27%

Fuente: elaboración propia.

El departamento de refilado ha generado un desperdicio promedio del 2,24% en los últimos 6 meses y se encuentra 0,24% por arriba de la meta establecida de 2%.

En la tabla IX se detalla la cantidad de desperdicio generado por el área de Corte en los últimos seis meses en comparación con la meta establecida al inicio de año.

Tabla IX. **Detalle de desperdicio generado por el área de corte**

Mes	Kg Producción	Kg de Scrap Interno	Kg de Scrap Externo	% de Desperdicio	Meta de Desperdicio	Diferencia
Abril	750,249	10,774	0	1,42%	1,20%	0,22%
Mayo	747,932	12,142	0	1,60%	1,20%	0,40%
Junio	725,535	10,626	0	1,44%	1,20%	0,24%
Julio	786,112	11,503	0	1,44%	1,20%	0,24%
Agosto	740,387	10,705	0	1,43%	1,20%	0,23%
Septiembre	767,917	12,065	0	1,55%	1,20%	0,35%
Promedio	753,022	11,303	0	1,55%	1,20%	0,35

Fuente: elaboración propia.

El departamento de corte ha generado un desperdicio promedio de 1,48% en los últimos 6 meses y se encuentra 0,28% por arriba de la meta establecida de 1,2%

En la tabla X se muestra el promedio de los desperdicios generados en cada área y el costo por los kilos desperdiciados. El costo por cada kg de desperdicio en el área de impresión, refilado y corte es en promedio de Q 24,00, mientras que para el área de laminación es de Q32,00 según el departamento de costos de la empresa.

Tabla X. **Resumen de desperdicio de todas las áreas**

Departamento	Kg promedio desperdiciados al mes	Costo por Kilo (Q.)	Costo Total (Q.)
Impresión	32,372	24	776,928
Laminación	10,126	32	324,032
Refilado	10,120	24	242,880
Corte	11,303	24	271,272

Fuente: elaboración propia.

2.2.2 Análisis de defectos y rechazos de calidad

Como se ha detallado, los rechazos internos por temas de calidad en el producto son frecuentes y representan importantes costos para Polytec. El objetivo de mejorar y controlar los procesos es reducir los rechazos internos por mala calidad y asegurar que el cliente recibirá un producto sin defectos para evitar la negociación o la devolución. De esta manera, también se evitan los efectos económicos negativos y el deterioro de la imagen de la empresa por la pérdida de confianza. Para pensar en soluciones para el control de los procesos es necesario analizar los problemas más frecuentes que generan mala calidad y pérdidas al proceso productivo. A continuación, se presentan los rechazos más comunes en las áreas.

Tabla XI. **Rechazos internos de los últimos 3 meses en impresión**

Rechazos Internos Marzo-Agosto 2016					
Área Responsable	Razón	Causa	Posible Solución	Kg Reportados	Kg Acumulados
Impresión	Manchas	*Desajuste de estaciones *Bandejas en mal estado *Mal armado de rasquetas	*Calibración de estaciones *Estandarización de condiciones de operación	6,785	6,785
	Desregistro	*Desgaste de máquina	*Ajuste de máquina	5,985	12,770
	Fantasma	*Variación de viscosidad de la tinta	*Implementar formato de control para las viscosidades de las tintas	5,125	17,895
	Repinte	*Secuencia errónea de colores	*Implementar formato de control sobre producciones anteriores en el cual se registre la secuencia que funcionó	4,984	22,879
	Error en Medida	*Exceso de tensión	*Estandarizar rango de tensiones adecuadas	3,820	26,699

Fuente: elaboración propia.

En el área de impresión se genera la mayor cantidad de kilogramos de desperdicio mensualmente. Existen rechazos realizados en la misma área, pero hay otro porcentaje que es detectado en los siguientes procesos (laminación, refileado o corte). La complejidad para detectar los defectos durante el proceso de impresión hace que el producto con mala calidad continúe su proceso de manufactura y sea detectado cuando ha adquirido más valor y genera pérdidas más abundantes para la empresa.

Tabla XII. **Rechazos internos de los últimos 3 meses en laminación**

Rechazos Internos Marzo-Agosto 2016					
Área Responsable	Razón	Causa	Posible Solución	Kg Reportados	Kg Acumulados
Laminación	Remoción de tinta	*Compatibilidad tinta y adhesivo *Exceso de aplicación de adhesivo	*Estandarizar ficha de trabajo por producto	6,896	6,896
	Deslaminación	*Mala relación de mezcla de adhesivo	*Implementar gráficos de control	4,458	11,354
	Pin Hole	*Exceso de tensión de embobinado *Baja presión en el rodillo laminador	*Estandarizar rangos de tensión y presión adecuados	3,489	14,843
	Bloqueo	*Exceso de tensión en los desembobinadores y embobinado	*Estandarizar rangos de tensión	3,325	18,168
	Curling	*Exceso de tensión en el puente de la máquina laminadora	*Estandarizar rangos de tensión	2,985	21,153

Fuente: elaboración propia.

Los rechazos internos dentro del departamento de laminación generan una mayor pérdida para la compañía, debido a que se está desperdiciando un material virgen y un material impreso, dependiendo de las cantidades de laminaciones que requiera el producto final. La estandarización de condiciones, según la estructura que se esté laminando, es necesaria igual que en el departamento de impresión y el control sobre la relación de mezcla la cual no se controla debidamente.

Tabla XIII. **Rechazos internos de los últimos 3 meses en refilado**

Rechazos Internos Marzo-Agosto 2016					
Área Responsable	Razón	Causa	Posible Solución	Kg Reportados	Kg Acumulados
Refilado	Mal embobinado	*Mal ajuste de tensión de embobinado	*Estandarizar rangos de tensión	6,589	6,589
	Descuadre de máquina	*Desgaste de cuchillas en máquina	*Definir vida útil de cuchillas	1,123	7,712
	Error en Medida	*Interpretación errónea del plano mecánico	*Capacitación a operador de refilado sobre la correcta interpretación del plano mecánico	990	8,702

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Rechazos internos de los últimos 3 meses en corte**

Rechazos Internos Marzo-Agosto 2016					
Área Responsable	Razón	Causa	Posible Solución	Kg Reportados	Kg Acumulados
Corte	Sellabilidad	*Temperatura y presión equivocadas	*Estandarizar rangos de temperatura y presión	3,456	3,456
	Error en Medida	*Mal cuadro de máquina	*Capacitación a operador sobre interpretación de planos del producto	2,678	6,134
	Falla en Zipper	*Zipper de mala calidad *Temperatura y presión equivocadas	*Definir proveedor con la mejor calidad del zipper *Estandarizar rangos de temperatura y presión	2,345	8,479

Fuente: elaboración propia.

Los rechazos internos para el área de corte y refilado, según la tabla X presentada anteriormente, son menores comparados con el área de impresión y laminación.

Control de calidad

El departamento de control de calidad en el área de impresión y laminación identifica los defectos cuando el material se encuentra impreso o laminado. En raras ocasiones realiza mediciones preventivas que ayuden a

disminuir el desperdicio. Este desperdicio que se detalló anteriormente se trata de defectos que pudieron ser prevenidos si se hubieran detectado a tiempo. El objetivo de controlar la calidad es aumentar productos que cumplan con los requerimientos del cliente generando el menor desperdicio posible. Para lograrlo se deben tener claras las propiedades que deben medirse, el método y la razón de hacerlo.

2.3 Diagnóstico del problema central, causas y efectos

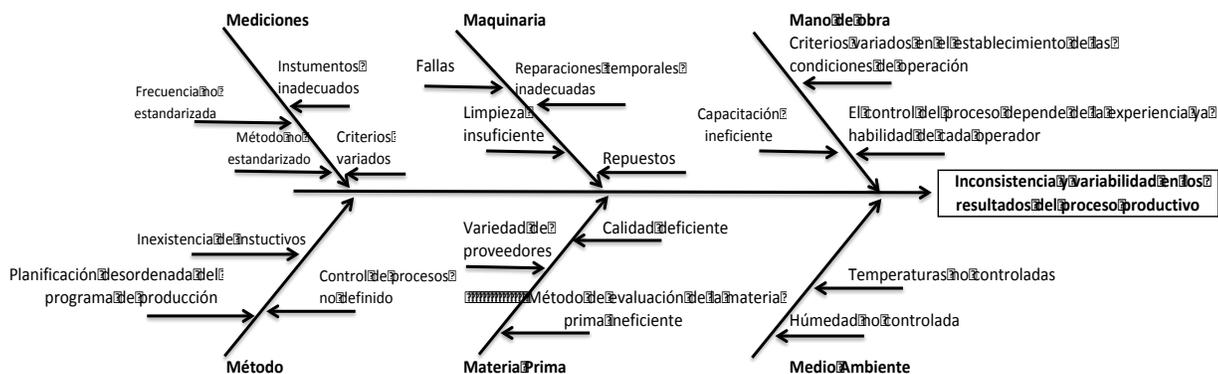
Dentro del proceso de elaboración de empaques flexibles, en cada una de sus áreas existen diferentes variables como son la calidad de materia prima, tensiones, presiones, temperaturas y velocidades de trabajo las cuales no se encuentran en su totalidad bajo control. Cada uno de los operadores de máquina utiliza las condiciones que cree convenientes para desarrollar su trabajo. No es consciente, completamente, del resultado final que se obtenga en ciertos productos. Esto ocasiona rechazos internos, externos y desperdicio, lo cual afecta los indicadores de los resultados del departamento de producción. La estandarización de dichas variables es necesaria, primordialmente, para que los resultados en el producto final no se vean alterados. Para que algo pueda mejorar debe ser controlado y medido inicialmente.

Desde el proceso de impresión hasta el proceso de corte se presentan distintos tipos de rechazos por productos que no están conforme los requerimientos de los clientes internos o externos. Variaciones en medidas, propiedades, apariencia o atrasos son algunos de los problemas que se han presentado durante este proceso, muchos de ellos generados por inexistencia de un sistema de control o alguno mal implementado.

Para comprender mejor el problema central y buscar sus causas, se emplea la inspección y análisis visual de la operación. Además, se recopila información de los registros y bases de datos del área de producción y calidad. Las razones más comunes de paros de maquinaria, principales rechazos por calidad del producto y materia prima son algunos de los puntos que sobresalen al investigar en los registros de cada área. Con esta información, se elabora un diagrama de causa y efecto, para visualizar de manera sintetizada y práctica el efecto o problema central que se quiere atacar y sus causas relacionadas.

El diagrama presentado en la figura 12, contiene las 6M, que encierran y ordenan toda la información recabada como se indica anteriormente.

Figura 12. Diagrama Ishikawa para la inconsistencia y variabilidad en los resultados del proceso productivo del empaque flexible



Fuente: elaboración propia.

2.3.1 Materia prima

Impresión. La materia prima es uno de los elementos más delicados y de mayor incidencia en los resultados del proceso productivo del empaque flexible. Existe una variedad de proveedores de sustratos, tintas, solventes, y demás insumos en Polytec, seleccionados de acuerdo con costos y servicio. Cada

material e insumo es recibido en el área de Bodega de materia prima. El personal de calidad realiza algunas evaluaciones aleatorias generales y básicas a los materiales, para luego ser liberados y trasladados a la planta de producción. La variedad de proveedores y escasa evaluación de todos los aspectos genera dificultades en los procesos, pues cada proveedor maneja especificaciones propias para sus materiales las cuales no se prevén y controlan, en su totalidad, durante el proceso.

Laminación. La criticidad en este punto del proceso de producción del empaque obliga a que el control de calidad de la materia prima que ingresa al área sea exigente. Actualmente, la evaluación no está definida en su totalidad. Sustratos de diferentes proveedores, con variación en sus propiedades, propician la variación de los resultados. El material proveniente del área de impresión no siempre cumple con los requerimientos de calidad aceptables. Aunque los problemas se detecten, se decide utilizar el material para aprovechar un porcentaje de la producción y no desechar el material impreso en su totalidad. En la figura 13 se puede observar el control actual que manejan los analistas de calidad. En él no están definidas las propiedades que se den evaluar en los sustratos, únicamente, en un cuaderno, se lleva el registro a mano, de la liberación de los sustratos en cada pedido.

Figura 13. Control de evaluación de films

DEPARTAMENTO	FECHA	TIPO	Proveedor	ESTADO	ANALISTA
104312 IMPRESIÓN	23/10/16	Transparente	OPP FILM	Bobina P1215 Rechazo	Julio
108103 LAMINACIÓN	23/10/16	METAL	Polo	OK Sin Problema	Simón
105412 LAMINACIÓN	23/10/16	METAL	Polo	OK Sin Problema	Simón
104312 IMPRESIÓN	23/10/16	Transparente	TaghleeF	OK Sin Problema	Julio
10538 Laminación	24/10/16	Metal	Polo	OK Sin Problema	Dionisa
10610 Laminación	24/10/16	Transp.	OPP FILM	OK sin problema	Dionisa
10605 Impresión	24/10/16	Transp	TaghleeF	OK sin problema	Ruth
10600 Impresión	24/10/16	Transp	TaghleeF	OK sin problema	Ruth

Fuente: Polytec.

La evaluación de distintos proveedores de adhesivos también genera problemas de calidad, tiempos muertos, y desperdicio. Esto sucede porque el proceso debe adecuarse a cada una de las especificaciones de este insumo. Actualmente, se trabaja con tres proveedores de adhesivo ya que no se ha logrado estandarizar a ninguno. Al realizar cambios de adhesivo, la máquina se llena de grumos, como se muestra en la figura 14.

Figura 14. **Grumos de adhesivo**



Fuente: Polytec.

Refilado. Material proveniente de impresión y laminación, con problemas de calidad, con gran cantidad de pegas o tramos defectuosos, genera abundante desperdicio, ineficiencia y tiempos muertos, en esta etapa del proceso productivo. Por ejemplo, en cada pega que tenga la bobina el operador del departamento de refilado debe parar en cada una de ellas, como se muestra en la figura 15 una bobina con varias pegas en un tramo corto.

Figura 15. **Pegas en bobinas**



Fuente: Polytec.

Corte. Bobinas desalineadas, bobinas con tramos con defectos que no debieron llegar hasta este punto, son ejemplo de las situaciones que afectan el proceso de corte y bolseado, proveniente de los procesos anteriores.

Defectos en el producto en proceso dentro de la empresa genera desperdicio, atrasos, reprocesos y otro tipo de eventos no deseables. En ocasiones, los defectos no son identificados en el área que los genera y este producto avanza al siguiente proceso, lo cual incrementa el costo de la pérdida. En la figura 16 se muestra un tramo sin impresión el cual no fue identificado correctamente en el área de impresión.

Figura 16. **Tramo con defecto no identificado**



Fuente: Poytec.

La recepción, almacenamiento y manipulación de la materia prima virgen o en proceso es importante en cada área. La negligencia del personal puede ocasionar daños irreversibles que generarán problemas en el empaque u obligarán a destruirlo.

2.3.2 Mano de obra

La intervención humana es, sin duda, la más impredecible, por lo tanto, es complicado reconocer y controlar problemas generados por esta. La rotación de

personal, diferencia de niveles de educación, habilidades, actitudes y aptitudes, son comunes inconvenientes en los que se trabaja para alcanzar un estado controlado y que afecte en la menor medida posible la producción.

Más de 200 empleados trabajan en las áreas de producción. Su jornada laboral consiste en 6 turnos semanales de 12 horas, diurno y nocturno, rotativamente. El agotamiento físico y mental del personal es otro factor importante.

Por medio de la observación y entrevistas no estructuradas se define que es común encontrar actitudes negativas, o de resistencia ante cambios. Generalmente, las personas alegan estar agotadas y saturadas de trabajo, por lo que su ánimo e interés decae para llevar a cabo las actividades para mejorar resultados y control, o mantener sistemas en implementación. Esas actitudes negativas se reflejan en el informe del porcentaje de llegadas tarde que publica mensualmente el departamento de Recursos Humanos. Dichos porcentajes se pueden ver en la tabla XV, que se encuentra a continuación.

Tabla XV. **Porcentaje de llegadas tarde en áreas operativas**

Porcentaje de llegadas tarde en áreas operativas	
Departamento	% de llegadas tarde
Impresión	34%
Laminación	11%
Refilado	26%
Corte	30%

Fuente: elaboración propia.

Las capacitaciones para el personal también son motivo de descontento ya que se aborda una temática general, como buenas prácticas de manufactura, seguridad industrial, manejo de desechos, entre otras. No existen

entrenamientos específicos para cada puesto de trabajo. El personal de nuevo ingreso aprende de la práctica y el ejemplo de las personas que trabajan en la empresa. El cumplimiento de las capacitaciones que se ofrecen actualmente se detalla en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Cumplimiento de capacitaciones en áreas operativas en el año 2016**

Cumplimiento de capacitaciones en áreas operativas año 2016				
Departamento	Buenas Prácticas de Manufactura	Seguridad Industrial	Manejo de Desechos	Cultura de Calidad
Impresión	73%	95%	42%	89%
Laminación	69%	65%	41%	78%
Refilado	89%	67%	37%	72%
Corte	43%	100%	51%	49%

Fuente: elaboración propia.

Según los datos brindados por el departamento de recursos humanos, la evaluación del clima organizacional del último año refleja que el tema de liderazgo, que obtuvo 74,2% es el campo de menor puntuación. Además, el personal operativo y administrativo expresó comentarios negativos sobre el liderazgo que ejercen los jefes de cada área. El trabajo en equipo obtuvo 74.3%, por lo que se encuentra en la penúltima posición. El personal expresó que en el ámbito interno de cada área existe trabajo en equipo, pero no así entre áreas. El detalle de los resultados de las evaluaciones de clima laboral en la organización se muestra en la figura 17.

Figura 17. **Clima organizacional**

Clima Organizacional – por Empresa

		GRUPO POLYTEC											2010	64.98%
EMPRESA	AÑO	LIDERAZGO	PROGRAMA DE CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO	OPORTUNIDAD DE DESARROLLO EN LA EMPRESA	COMUNICACIÓN	TRABAJO EN EQUIPO	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	RECONOCIMIENTO Y MOTIVACION PERSONAL	SATISFACCION EN EL PUESTO DE TRABAJO	REMUNERACIONES E INCENTIVOS	SENTIMIENTO DE IDENTIFICACION CON LA EMPRESA	IMAGEN DE LA EMPRESA	CALIFICACION	
GRUPO POLYTEC	2012	74.8%	74.9%	77.2%	70.0%	72.5%	72.6%	72.2%	82.5%	77.8%	85.2%	88.8%	76.7%	
	2013	79.4%	79.5%	82.2%	73.9%	75.0%	77.7%	72.3%	89.6%	83.0%	91.0%	94.2%	81.2%	
	2014	79.5%	76.5%	84.7%	77.4%	76.8%	81.8%	74.6%	81.0%	85.5%	92.3%	93.8%	82.1%	
	2015	74.2%	75.3%	86.6%	77.2%	74.3%	80.2%	76.5%	84.2%	87.0%	94.3%	95.0%	82.2%	

ROJO	0%	70%
AMARILLO	70%	85%
VERDE	85%	100%

Fuente: Polytec.

2.3.3 Método

En cada una de las áreas del proceso de producción, en Polytec existen procesos específicos que requieren un control especial por su criticidad y repercusión en el producto final. Actualmente, dichos procesos carecen de un método de trabajo definido y todo depende de la experiencia y memoria que tenga el operador para recordar una condición de máquina utilizada o en un valor que se necesite.

En los departamentos de producción se llena un formato llamado Control de producción diaria en el que se registran los metros, kilos, rollos producidos, número de pedido, departamento de producción y nombre del producto. El

supervisor de cada área los revisa y archiva dentro de un folder que no se revisa nuevamente. El formato no contiene información sobre condiciones de trabajo, valores de variables críticas, tiempos perdidos y requerimientos especiales por producto. El formato actual se muestra en la figura 18

Figura 18. **Control de producción diaria**

 Control de producción diaria	
Departamento de producción	
Número de pedido	
Rollos producidos	
Metros producidos	
Kilos producidos	
Producto	

Fuente: Polytec.

En el área de laminación se realiza la medición de mezcla que se tiene entre los dos componentes que forman el adhesivo. El operador realiza la operación matemática y verifica que se encuentre cerca de un valor con el que siempre ha trabajado, según experiencia de trabajos anteriores. No se cuenta con algún rango establecido de variación ni con herramientas visuales que ayuden al operador a tomar una decisión ya que se pesan ambos valores en un vaso de *duoport* que inmediatamente se tira a la basura. El método actual de obtener la mezcla se muestra en la figura 19.

Figura 19. **Obtención de relación de mezcla**



Fuente: Polytec.

Los métodos de trabajo definen los procedimientos, técnicas y criterios que se utilizarán para producir. Aunque el factor humano varíe en habilidades y pensamientos, un proceso bien definido, guiado y controlado aumentará en gran medida la posibilidad de obtener resultados satisfactorios, y guiará en caso de desviaciones, en situaciones específicas.

En cada una de las áreas del proceso de producción en Polytec, existen procesos específicos que requieren un control especial por su criticidad y repercusión en el producto final. Dichos procesos, inicialmente, se deben identificar, analizar y plasmar métodos controlados que guíen al personal para asegurar los resultados finales.

Los métodos de trabajo deben estar definidos y acompañados de herramientas que permitan su control y validación. El proceso de impresión está condicionado por variables, como temperaturas, tensiones, presiones, viscosidades, velocidades, diseños, etc. Las variables que dependen de cada trabajo deben ser controladas, validadas y almacenadas para el futuro.

Actualmente, el personal con experiencia puede cuadrar un trabajo repetitivo, si las variables del proceso están en las mismas condiciones. Cuando alguna variable presenta desviación surgen los problemas y no existen registros con información que ayude a corregir los problemas o para apoyar al personal inexperto.

La tabla XVII muestra un detalle de los tiempos de cuadro de pedidos por operador y el tiempo en el que han desempeñado sus puestos de trabajo. Es notorio que las personas experimentadas demoran menos tiempo en cuadrar un pedido. Esta prueba que, la inexistencia de guías para realizar las actividades y unificar criterios, afecta los tiempos productivos del área.

Tabla XVII. **Tiempos de cuadro de pedidos por operador y experiencia**

Tiempo de cuadro de pedidos por operador		
Operador	Tiempo en el puesto (años)	Tiempo total (min)
Operador 1	4	133
Operador 2	3.5	120
Operador 3	1.5	137
Operador 4	2	131
Operador 5	8	90
Operador 6	0.5	168

Fuente: elaboración propia.

En el área de Impresión, principalmente el tiempo de cambio mecánico entre un pedido y otro, es de lo más complejo del proceso. Por esta razón se prestará especial atención al estudio de los tiempos actuales y una manera de reducirlos para aumentar el tiempo productivo de las máquinas.

Entre los tiempos actuales que han sido reportados en el sistema interno que utiliza la empresa, se obtiene, en promedio, un rango que oscila entre dos horas y media y 3 horas y media utilizados para realizar los cambios entre pedidos. Dichos cambios se dividen en dos principales grupos de actividades. El tiempo queda distribuido de la siguiente manera:

Cambio mecánico	60 - 80 minutos
Ajustes y cuadro	90 – 130 minutos

Adicional a el cambio entre pedidos, se conoce una actividad preliminar llamada precambio, la cual es clave para el éxito y rapidez en el cambio en sí.

- Precambio: son consideradas como actividades externas, en las cuales no es necesario que la máquina se encuentre parada. Es de vital importancia que el operario verifique que todas las actividades que se incluyen en el precambio se hayan realizado antes de parar la máquina. El objetivo de realizar todas las actividades concernientes a esta etapa es que el cambio pueda iniciarse sin ningún inconveniente e instantáneamente, al momento de haber finalizado la producción de un pedido. De esta manera se logra un tiempo=0 en el total de actividades que influyen dentro del siguiente cambio de pedido.

Actualmente, los tiempos que suman en el total del cambio entre pedidos, pero son actividades involucradas directamente en el precambio, se detallan en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Actividades en el precambio**

Actividad	Tiempo (min)	Responsable
Revisión de orden de trabajo	2	Operario
Definir colores y anilox a utilizar	5	Operario
Solicitar mangas, anilox y engranes a montajes	7	Operario + Ayudante

Continuación tabla XVIII.

Solicitar ollas, bandejas y rasquetas a limpieza.	6	Operario + Ayudante
Solicitar tintas a proveedor	4	Supervisor + Operario
Balancear orden de pedido actual	5	Operario
Montar Rollo para Cuadre	13	Operario + Ayudante
Preparar Material para despeje de línea	10	Operario + Ayudante

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos relacionados con el precambio, se obtienen de un promedio de mediciones cronometradas al pie de la máquina. Estas actividades se realizan dentro del cambio entre pedidos. Estas actividades pueden ser ejecutadas mientras la máquina aún está produciendo el trabajo anterior.

- Cambio mecánico: son consideradas como actividades internas. Inician cuando la máquina para como consecuencia de haber terminado el pedido anterior. El tiempo en el que se culmine dicha etapa depende en gran medida de las actividades de precambio que se hayan realizado con anterioridad, ya que, si se tiene todo el equipo listo, se podrá culminar en un tiempo menor. Se toma en cuenta que los cambios no son iguales ya que no en todos se realiza el mismo tipo de limpieza, cambio total de los colores en las estaciones, cambio de anilox o la limpieza exterior que requiera la máquina. Los tiempos de cada actividad involucrada en el cambio mecánico, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla XIX. **Actividades en el cambio mecánico**

Actividad	Tiempo	Responsable
Paro de máquina	2 minutos	Operario
Cambio de mangas	8 minutos	Operario
Cambio de anilox	6 minutos	Operario
Despeje de línea	8 minutos	Ayudante
Retirar tintas	12 minutos	Ayudante
Cambio de engranes	12 minutos	Ayudante

Continuación tabla XIX.

Llenar ficha	2 minutos	Operario
Cambio de rasquetas	16 minutos	Ayudante
Limpieza y cambio de equipo	10 minutos	Limpieza
Cargar tintas y hacerlas circular	9 minutos	Ayudante
Calibrar	12 minutos	Operario
Engranar	4 minutos	Operario

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos fueron cronometrados al pie de la máquina. Elementos, insumos y accesorios, como tintas, rasquetas, engranes, etcétera, no son entregados a máquina con anticipación. No existe un responsable cuya tarea sea el control de los elementos que se necesitan preparar con anterioridad y que asegure su calidad, para que el inicio del cambio mecánico no sufra atrasos por falta o falla de alguno de los elementos.

En la figura 20 se muestran algunos elementos que se buscan y preparan en las áreas respectivas, al ser necesitados en máquina, con lo cual se pierden minutos valiosos por no hacerlo anticipadamente.

Figura 20. **Elementos necesarios para el cambio mecánico**



Fuente: elaboración propia.

- Cuadre y ajuste: de igual manera que en el cambio mecánico en esta etapa la máquina no se encuentra produciendo, da inicio con las pruebas de medidas, tonos, textos y algún fallo que se pueda dar en la impresión. Esta etapa del cambio se realiza inmediatamente después de haber culminado con el cambio mecánico, el operario debe ajustar registros y presiones, para luego imprimir una muestra y que el encargado de tintas realice la evaluación de color con respecto al estándar de color, para posteriormente, hacer los ajustes a las tintas.

Los tiempos detallados de cada actividad que compone el cuadro y ajuste se muestran en la tabla XX.

Tabla XX. **Actividades en el cuadro y ajuste**

Actividad	Tiempo	Responsable
Prensado	4 minutos	Operario
Registro	24 minutos	Operario
Medición de viscosidad	12 minutos	Ayudante
Montaje rollo de materia prima	10 minutos	Ayudante
Evaluación de color	30 minutos	Matizador
Almacenamiento de desperdicio y preparación de core	10 minutos	Ayudante
Ajustes, limpieza y brindar muestras a encargados	34 minutos	Operario + ayudante
Aprobación de muestra	4 minutos	Encargado de calidad
Trazado de líneas	6 minutos	Operario

Fuente: elaboración propia.

Cuanto más tiempo se destine al cambio entre pedidos, menor será el tiempo productivo. Se observa que existen actividades que pueden ser reducidas con una preparación anticipada de los elementos necesarios. Actualmente, todas las actividades son destinadas únicamente a operadores y

ayudantes, no se incluyen supervisores y demás personal que puede apoyar en este proceso.

2.3.4 Maquinaria

Actualmente, no existe un plan de mantenimiento preventivo o alguna herramienta que ayude al operador y al departamento de mantenimiento a disminuir los constantes paros de máquina por desperfectos en las mismas. Es común que las reparaciones y correcciones por desperfectos en la maquinaria se hagan de manera temporal, como se muestra en la figura 21 donde se observa un trapo que se colocó por varios meses en lugar de un rodillo dañado. Es decir que la reparación que debería ser provisional se vuelve permanente, sin encontrar la verdadera causa raíz que origina el problema y los paros por la misma razón se vuelven recurrentes. La falta de repuestos, tiempo, supervisión o la presión de cumplir con las tareas asignadas son las principales razones de realizar las reparaciones de manera temporal.

Figura 21. **Reparación temporal en maquinaria**



Fuente: Polytec.

Las limpiezas a la maquinaria y accesorios no se realizan adecuadamente, en el área de Laminación se encuentra un problema con las ollas de adhesivo. La falta de limpieza y mantenimiento a este elemento de la máquina genera defectos que se convierten en desperdicio, por lo tanto, pérdidas económicas. La relación de mezcla de adhesivo se ve afectada y los grumos generados se van dentro de la laminación. En la figura 22, se muestra una olla de adhesivo con problemas de limpieza deficiente y uno de los defectos que esto genera, en el que se puede observar una línea punteada sobre el empaque generada por un grumo que no se limpió dentro de la olla.

Figura 22. **Olla de adhesivo con limpieza inadecuada y defecto generado en la laminación**



Fuente: elaboración propia.

2.3.5 Medio ambiente

Las temperaturas variantes y la humedad son factores que afectan directa y visiblemente el proceso productivo de impresión y laminación ya que se

utilizan tintas y adhesivos que deben mantener viscosidades especificadas en las fichas técnicas. Las altas temperaturas que se percibe en horarios determinados afectan las viscosidades ya que bajan por la evaporación de solventes en las tintas y adhesivos. Actualmente, la planta de producción en su totalidad no cuenta con sistemas de ventilación o controles de temperaturas que ayuden a mantener estables las viscosidades. Se realizaron mediciones en diferentes horas del día, dentro del departamento de laminación e impresión para corroborar la variación. Los datos obtenidos se presentan en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Temperatura y Humedad en el área de laminación**

Hora	Temperatura	Humedad
6:30	23°C	42%
10:30	26°C	39%
14:30	33°C	32%
18:30	25°C	38%
22:30	23°C	43%
2:30	21°C	48%

Fuente: elaboración propia.

2.3.6 Mediciones

Las mediciones en el proceso productivo de Polytec son realizadas por los operadores y analistas de calidad. Según experiencia del jefe de área las dos variables que influyen directamente en la calidad del producto y en el desperdicio generado por cada área son las mediciones en el aporte de tinta en el área de impresión y la medición de aporte de adhesivo en el área de laminación, como se mostraron en la tabla VI y VII de rechazos internos en impresión y laminación. Actualmente, ambas mediciones se realizan cuando se ha completado un 50% del pedido, sin tomar en cuenta que un aporte de tinta o

adhesivo, según los analistas de calidad, que se encuentre por debajo de 2 gramos sobre metro cuadrado, generará un defecto de apariencia en el producto. Los defectos ocasionados por bajo aporte de tinta y adhesivo se muestran en la figura 23. En el lado izquierdo se observa una mancha en la que, por bajo aporte de tinta color azul, el color blanco no logró esparcirse y, del lado derecho, se muestra una acumulación de puntos en el color blanco los cuales son el resultado de un bajo aporte de adhesivo.

Figura 23. Defecto ocasionado por bajo aporte de tinta y adhesivo



Fuente: elaboración propia.

2.4 Propuesta del sistema de control de procesos

El sistema de control debe integrar todas las variantes que influyen en cada etapa del proceso de producción y, por lo tanto, en los resultados del producto final. El control de las variables, como tensiones, presiones, temperaturas y velocidades en cada uno de los procesos de la elaboración de un empaque flexible permite obtener un sistema controlado dentro de los estándares permitidos. Por medio de la elaboración de documentos y brindar herramientas para el registro y análisis de información se logrará el

conocimiento y se controlarán los procesos, sus debilidades, fortalezas y puntos de mejora. Se elaborarán formatos de control los que dejarán evidencia de las condiciones utilizadas dentro del proceso para controlar que dichas condiciones se encuentren dentro de los rangos establecidos en los manuales de la máquina y fichas técnicas de la materia prima. También se incluirán listas de chequeo que se implementarán para verificar el cumplimiento de ciertos requisitos de las actividades por realizar en las áreas. El objetivo es asegurarse que el trabajador no olvide aspectos importantes. Las instrucciones de trabajo y fichas de máquina permiten que el trabajador cuente con una ayuda al iniciar el trabajo ya que se tendrán documentados el procedimiento y las condiciones que han funcionado con anterioridad. Dicha información será abastecida por el personal mismo en la operación y administración.

2.4.1 Variables de entrada

Para garantizar resultados satisfactorios, productos que cumplan con la calidad requerida y cumplir con metas de producción es necesario controlar cada proceso y sus variables. Se debe iniciar por las variables de entrada, este es el primer paso, asegurar la conformidad de cada elemento externo que al final se unen en el proceso y así facilitar, agilizar y garantizar los resultados. Las variables de entrada del proceso son la materia prima, la mano de obra, la maquinaria, los métodos y mediciones. A continuación, se detallan las propuestas y aporte respectivo de cada variable de entrada.

2.4.1.1 Materia prima

La inspección del material cuando ingresa a la planta debe ser correcta y oportuna. El primer filtro para evitar daños, desperdicios y tiempos muertos es la evaluación inicial de producto en la entrada a la bodega de materia prima.

Dimensiones y propiedades químicas son los tipos de evaluaciones que se deben tomar en cuenta. Este es el material que pasará directamente al área de impresión y laminación.

En el área de refilado y corte, los proveedores de material son el área de impresión y laminación. El control de calidad en estas áreas es muy importante. Un daño generado en estos puntos ya le ha agregado un valor alto al desperdicio, y dejarlo pasar a los siguientes procesos significaría incrementar aún más el costo y tiempo perdido.

La propuesta es la creación de la instrucción de trabajo llamada instrucción de trabajo para liberación de films. En ella, se establece el procedimiento para validar, evaluar y liberar los materiales vírgenes antes de su llegada a los procesos de impresión y laminación donde se determinen los parámetros necesarios para evitar inconvenientes cuando el film se encuentre en la máquina. De esta manera, se evitan tiempos muertos prolongados y desperdicio por los defectos en el film.

Las variables que serán evaluadas se definen de acuerdo con las especificaciones de los proveedores de materia prima y los requerimientos según el uso del cliente final.

Esta instrucción de trabajo se presenta en la figura 33, página 95 de este documento, se incluyen los aspectos más importantes que deben controlarse, dimensiones, apariencia, flexibilidad, nivel de tratamiento químico, sellabilidad. Se indica, finalmente, que deben registrarse los resultados y liberar el material con la seguridad de que no se tendrán problemas en producción que puedan ocasionar rechazos.

El uso adecuado de este instructivo reducirá los porcentajes de desperdicio indicados en la tabla X, ya que los defectos que presente la materia prima serán identificados antes de que llegue a máquina, principalmente, en el área de impresión y laminación, tomando en cuenta que en ambas áreas se reciben materias primas vírgenes sin ser revisadas por un analista de calidad.

2.4.1.2 Mano de obra

Se propone la creación de una instrucción de trabajo en las cuales se detallan los rangos generales en las máquinas impresoras. Dichos rangos se utilizarán cuando se prepare una máquina para producir. De esta forma se tendrá un documento que guíe a cualquier operador de impresión para que no se encuentre fuera de rango en ninguno de los parámetros que se deben programar en máquina. Los rangos de tensiones, presiones, temperaturas y velocidades se encontrarán establecidas en el documento. Esta información se ha sido validada por el jefe de área, manuales de máquina y fichas técnicas de la materia prima. El objetivo es instruir a los nuevos integrantes del equipo de trabajo y enfocar correctamente a los de más experiencia, por posibles desviaciones en los métodos de ejecución de sus tareas. El fin es homologar criterios a la manera más acertada y beneficiosa para todo el personal operativo de impresión. La instrucción de trabajo propuesta se encuentra en la figura 31, página 93.

2.4.1.3 Método de trabajo y mediciones

Los métodos de trabajo, más que definidos, deben ser homologados y controlados. Se necesitan herramientas de apoyo para el registro de variables del proceso, de manera que quede evidencia e información valiosa para controles, mejoras y análisis futuros. Herramientas como gráficos de control,

listas de chequeo y fichas de proceso, ayudarán a que el operador sea consciente de lo que hace, además cuando exista alguna variación, sea detectada e investigada para su corrección.

Se inicia con la implementación de gráficos de control para la relación de adhesivo en laminación. Este documento se presenta en la figura 24, página 81. El objetivo principal de estos gráficos es que, de manera visual e interactiva, el operador sea consciente del adhesivo que aplica y que cumple con la condición especificada por el proveedor de adhesivos. Directamente, contribuirá a la reducción de desperdicio generado por deslaminaciones ocasionado por mala relación de mezcla de adhesivos, mostrado en la tabla XII. Adicionalmente, los gráficos servirán como detectores de problemas con la maquinaria y los dispositivos que se encargan de realizar y mantener la dosificación de la mezcla.

Se crea la lista de chequeo de montaje presentada en la figura 26, página 84, para asegurar la calidad de la impresión, con anterioridad. Defectos en dimensiones, brincos, repintes, entre otros, que se detallan en la tabla XI, son ocasionados por situaciones no previstas desde la etapa del montaje de los sellos. El uso de mangan adecuadas y en buen estado, *cushion* y sellos correctos ayudan a asegurar la calidad del producto y que no existirán demoras ni desperdicio en el proceso de impresión. Aunque estas actividades son del conocimiento de los operadores, se crea la lista de chequeo para asegurar que ninguno de los aspectos se ignorará y guardar el registro de la conformidad del montaje.

En la figura 28, página 89, se presenta el registro de prelistamiento para el proceso de impresión. Este se propone como una herramienta para uso de los supervisores o personas ajenas a la maquinaria que tiene como objetivo

principal, asegurarse de que las actividades que pueden realizar antes del cambio mecánico y se realicen correctamente agiliza el cambio entre los pedidos. En el proceso de llenado de esta lista de chequeo, se confirma que todos los elementos necesarios para un nuevo trabajo están en máquina y no tienen ningún desperfecto. Si surge algún problema, se contará con tiempo suficiente para corregirlo y estar listos para el cambio mecánico. Las actividades colocadas en esta lista de chequeo se toman de las actividades del precambio presentado en la tabla XVIII. El objetivo es que el precambio no aporte tiempo extra al cambio mecánico y ajuste.

Es importante que se guarde información de las producciones para tener la posibilidad de dar trazabilidad a situaciones que se puedan presentar en el futuro y analizar datos o tendencias para mejoras al proceso y estandarización de métodos de trabajo. Se crea el documento llamado reporte de control de proceso para cada área productiva, presentados en las figuras 28, y 29, página 89 y 90 respectivamente. En estos se incluye toda la información de cada orden de producción. Estos formatos solicitarán al personal operativo que se indique parámetros de la maquinaria, evaluación de materia prima e insumo y las evaluaciones hechas durante la producción. El aporte principal será el control de las variables y la conciencia de la operación y supervisión de las condiciones reales con las que se trabajan, en un futuro también funcionarán como fuente de consulta y guía para personal nuevo.

Por último, se propone el uso de la ficha de máquina impresora, en esta se detallarán los parámetros programados para cada tipo de producto, la diferencia con el reporte de control de proceso es que éste es diseñado para utilizarse en cada pedido, en cambio la ficha será creada con cada producto diferente. De esta manera, será más fácil su consulta cada vez que un producto se repita. El aporte principal es la reducción de tiempos en cuadro y ajustes dentro de los

cambios entre pedidos. Mientras el operador tenga una ficha de proceso del producto que cuadrará, en la que se detalle las condiciones de maquinaria y material, el ajuste será de manera más automática, los tiempos de producción crecerán y el desperdicio disminuirá. Esta ficha de máquina impresora se presenta en la figura 31, página 93.

2.4.1.4 Maquinaria

El departamento de mantenimiento contará con la ayuda de los operadores de las áreas del proceso productivo ya que se propone la implementación de un reporte y control de proceso en las áreas de impresión, laminación y refilado en las cuales se reportará cualquier tiempo perdido por alguna falla mecánica, eléctrica, falta de energía y falta de aire, que son las razones expresadas por el jefe de mantenimiento, pudieran presentarse a lo largo de la producción de un pedido. Al reportar dichos tiempos se podrá medir el departamento de mantenimiento en los procesos y se tendrá un panorama de cada falla presentada. También se dejará evidencia de tiempos perdidos o desperdicios generados por causa de problemas en la máquina, para crear la conciencia mediante un historial que aporte valor en los análisis futuros. Los reportes de control y proceso de las tres áreas se encuentran en las figuras 28, 29 y 30, página 89.

El estado de la maquinaria es sumamente importante para la eficiencia y calidad del producto fabricado. La disponibilidad de los elementos de cada máquina debe garantizarse. Se debe involucrar al personal de mantenimiento en los planes de producción. La comunicación y compromiso de ambas partes es vital para el correcto funcionamiento de las máquinas, por lo que se propone la implementación de un registro de prelistamiento en el área de impresión que permita adelantarse a cualquier inconveniente con un accesorio de la máquina,

Dicho documento permitirá al supervisor, operador y ayudante de máquina adelantarse a cualquier falta o desperfecto, ya que si falta algún accesorio se podrá solicitar al departamento de mantenimiento antes que inicie el cambio de pedido. El registro de prelistamiento para el proceso de impresión se encuentra en la figura 27, página 86.

2.4.2 Variables de proceso

Las variables de proceso se deben controlar durante la producción. Una vez validados los elementos de entrada dentro de las listas de chequeo y registros de prelistamiento que se elaborarán para que llene el operador de máquina asegurándose de tener los elementos y la información necesaria, antes de iniciar los cambios de pedido. Sin embargo, aunque en la entrada todo esté controlado, un proceso que no cuenta con las herramientas útiles para control y que aporten valor, los resultados serán insatisfactorios. Cada área tiene sus variables por controlar, algunas más críticas que otras, las cuales se detallan a continuación.

2.4.2.1 Impresión

Las impresoras se dividen según los productos que cada una produce tomando en cuenta sus características, las variables críticas que se controlarán en el proceso de impresión son:

- Tensiones: se controlarán en máquina para garantizar medida de impresión y embobinado adecuado del rollo producido. Existen 6 tipos de tensiones para las cuales se establece un rango de trabajo por máquina:

- Tensión calandria: ayudará a determinar la medida que la impresión tendrá, luego de que la tinta seque sobre el material (rango establecido en el manual de la máquina de 4 a 5 kilos).
 - Tensión rebobinador: es la variable que determinará la fuerza con la que el rollo será enrollado (rango establecido en el manual de la máquina de 4.5 a 5 kilos).
 - Tensión decreciente rebobinador: es la tensión que permitirá una reducción en la tensión de embobinado, conforme el rollo suba de diámetro gradualmente (rango establecido en el manual de la máquina de 20% a 25%).
 - Tensión desbobinador: es la tensión con la que el material virgen saldrá para pasar por todos los rodillos con que cuenta la máquina, ayudando a que el material salga plano desde el inicio. (rango establecido en el manual de la máquina de 3.5 a 4.5 kilos).
 - Tensión prensadora delantero: tensión generada por un rodillo prensador en la parte delantera de la máquina, el cual permitirá modificar la medida con la que el material pasará por el tambor central de la máquina impresora. (rango establecido en el manual de la máquina de 3 a 4 kilos).
 - Tensión prensadora trasero: tensión generada por un rodillo prensador en la parte trasera de la máquina, el cuál modificará la medida final del material con la que este se embobinará (rango establecido en el manual de la máquina de 2 a 3 kilos).
- Temperaturas: deben ser controladas en máquina para garantizar el adecuado secado de tintas, medida de impresión según el material que se utilice, el rendimiento de las tintas y la evaporación de solventes del producto. Las cinco temperaturas que se establecen en un rango de trabajo y se registrarán para el control del proceso son las siguientes:

- Temperatura túnel: la temperatura del túnel de secado permite que los solventes que se encuentran en las tintas al realizar la impresión se evaporen, garantizando un producto libre de cualquier tipo de contaminación que haga daño al ser humano (rango establecido en el manual de la máquina de 30 a 40 grados centígrados)
 - Temperatura calandria: la temperatura del rodillo calandria es capaz de realizar un cambio en la medida del material con el que se esté trabajando, principalmente si es un polietileno el cual no resiste altas temperaturas (rango establecido en el manual de la máquina de de 24 a 30 grados centígrados).
 - Temperatura tinteros: la temperatura de las tintas debe ser la recomendada en la ficha técnica por cada uno de los proveedores, la adecuada temperatura de las tintas permite que las viscosidades de las tintas se mantengan, por lo que el trabajo para el ayudante de máquina disminuye (rango establecido en el manual de la máquina de 22 a 24 grados centígrados)
 - Temperatura tambor central: debido a que el tambor central es el alma de una impresora, debe encontrarse en una temperatura ideal, por lo cual dicha temperatura debe ser monitoreada cada vez que se realiza un cambio de pedido en cada una de las máquinas impresoras (rango establecido en el manual de la máquina de 26 a 27 grados centígrados)
- Presiones: las presiones en impresión son las que permiten uniformidad a lo largo de todo el paso de material y un correcto aporte de la tinta sobre el material.
 - Presión balancín: la presión del balancín que se ubica en una impresora flexográfica es la que permite mantener una tensión uniforme a lo largo del paso de material por todos los rodillos de la

máquina (rango establecido en el manual de la máquina de 5 a 6 bares).

- Presión tambor central: la presión del tambor define la calidad de impresión en las ocho estaciones que conforman una impresora flexográfica, ya que si se tiene una presión ya sea menor o mayor la impresión no tendrá la definición adecuada (rango establecido en el manual de la máquina de 4 a 4.5 bares).

Las variables definidas anteriormente se controlarán en los registros y documentos que se crean. El objetivo es que exista conciencia en los operadores de máquinas sobre las condiciones con las que trabajan y los problemas que se presentan si no se utilizan las recomendadas por la experiencia de los jefes, técnicos y manuales de operación de las máquinas que es donde se obtuvieron dichos valores. Estos valores se presentan resumidos en la tabla XXII

Tabla XXII. **Rangos de valores de variables críticas en el proceso de impresión**

IMPRESIÓN	Variable	Rango adecuado
Tensiones	Calandria	4 – 5 bares
	Rebobinador	4.5 – 5 bares
	Decreciente rebobinador	25%
	Desbobinador	3.5 – 4.5 bares
	Prensador delantero	4 bares
	Prensador trasero	3 bares
Temperaturas	Túnel	30 grados centígrados
	Calandria	24 grados centígrados
	Tinteros	22 – 24 grados centígrados
	Tambor central	26 – 27 grados centígrados
Presiones	Balancín	5 – 6 bares
	Tambor central	4 – 4.5 bares

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.2 Laminación

Las condiciones en una máquina laminadora varían en torno a los 2 materiales con los que se esté realizando la laminación. Las variables críticas que deben ser controladas por el operador de laminación son:

- Temperaturas: las temperaturas que deben ser controladas en laminación dependerá del proveedor de adhesivo con que se esté trabajando ya que unos son más viscosos que otros y permiten una mejor humectabilidad entre los materiales.
 - Temperatura de rodillos: la temperatura de los rodillos dosificadores, aplicador y laminador determinan la viscosidad con la que llegará el adhesivo a la máquina, la temperatura con la que se aplicará el adhesivo sobre el sustrato y la temperatura a la que ambos sustratos se laminarán (rango establecido en el manual de la máquina de 30 a 35 grados centígrados).
 - Temperatura de ollas de adhesivo: la temperatura en las ollas determina el calentamiento que tendrá el adhesivo antes de llegar a máquina y aplicarse en los sustratos, dicha temperatura debe ser utilizada según lo indicado en la ficha técnica del proveedor de adhesivo (rango establecido en el manual de la máquina de 35 a 38 grados centígrados).
- Presiones: las presiones en laminación son las variables que permiten tener una apariencia libre de defectos.
 - Presión del rodillo laminador: la presión del rodillo laminador depende del desgaste que tenga dicho rodillo y la dureza de este. La correcta presión que el rodillo laminador aplique sobre la estructura laminada permitirá tener una apariencia sin ningún defecto (rango establecido en el manual de la máquina de 3.5 a 4.5 bares).

- Presión del rodillo aplicador: la presión del rodillo aplicador al igual que la del laminador depende del desgaste y la dureza de este. La presión de dicho rodillo permitirá una correcta humectación de adhesivo sobre el sustrato a laminar. El rodillo aplicador debe estar libre de cualquier tipo de grumo o raya ya que ambos se reflejarían sobre la laminación de forma negativa (rango establecido en el manual de la máquina de 3.5 a 4 bares).
- Presión del rodillo presor: es el rodillo que libera el aire de la laminación, permitiendo tener una laminación plana y sin defectos de apariencia (rango establecido en el manual de la máquina de 3.5 a 4 bares).
- Tensiones: el control de las tensiones permite tener un producto final libre de arrugas, apariencia perfecta y un correcto embobinado del rollo.
 - Tensión de embobinador: la tensión de embobinado es la fuerza con la que los sustratos laminados se enrollarán sobre un core de cartón, la correcta tensión permite tener una apariencia libre de defectos y un alineado aceptable (rango establecido en el manual de la máquina de 4.5 a 5 kilos).
 - Tensión del desbobinador A y B: la tensión de los desbobinadores dependerá completamente del tipo de sustrato con el que se esté trabajando y del ancho de este, dicha tensión es la fuerza con la que los rollos a laminar saldrán de su embobinado (rango establecido en el manual de la máquina de 3.5 a 4 kilos)
- Aplicación de adhesivo: la aplicación de adhesivo depende directamente de la estructura con que se esté trabajando y el uso final que el producto tenga, ya que no se puede aplicar lo mismo para un *snack* que para una salsa que se llena en caliente. La baja aplicación de adhesivo puede

generar problemas de separación de las capas de material o una apariencia deficiente llena de puntos y la alta aplicación puede generar un lavado de la tinta o un chorreo de los rollos ya terminados (La aplicación de adhesivo según fichas técnicas de adhesivo y manuales de máquina debe encontrarse en un rango entre 2-3 gr/m² como se muestra en la siguiente tabla).

Tabla XXIII. Aplicación de adhesivo según estructura

ESTRUCTURA	APLICACIÓN	VELOCIDAD PROMEDIO	APLICACIÓN DE ADHESIVO
PP TRA + PP MET	2.2 - 2.6 GR/M2	250 MTS/MIN	IMPRESO / METAL
PP TRA + PP TRA	1.8 - 2.2 GR/M2	300 MTS/MIN	TRANSPARENTE
LD +LD	1.6 - 2 GR/M2	275 MTS/MIN	IMPRESO
PET TRA + PET MET	2.4 - 2.8 GR/M2	200 MTS/MIN	METAL
PET TRA + BOPP MET	2.4 - 2.8 GR/M2	200 MTS/MIN	METAL
PP TRA + PET MET	2.2 - 2.4 GR/M2	150 MTS/MIN	METAL
PP PERLADO + PP TRA	1.6 - 1.9 GR/M2	300 MTS/MIN	TRANSPARENTE
PP TRA + PP PERLADO	1.6 - 1.9 GR/M2	300 MTS/MIN	TRANSPARENTE
PP TRA + PP CAST	1.8 - 2.2 GR/M2	300 MTS/MIN	TRANSPARENTE
PET TRA + ALU	3.5 - 4 GR/M2	150 MTS/MIN	IMPRESO
ALU+BOPA	3.5 - 4 GR/M2	150 MTS/MIN	ALUMINIO
BOPA + PP CAST	3.5 - 4 GR/M2	150 MTS/MIN	BOPA

Fuente: elaboración propia.

- Relación de mezcla: la relación de mezcla de adhesivo permite que la reacción química entre los 2 componentes del adhesivo cure y se tenga una laminación exitosa. Dicho dato se encuentra dentro de la ficha técnica de cada uno de los diferentes proveedores de adhesivo con los que se trabaja en planta. La relación indicada en la ficha puede variar en un rango de 5% según las recomendaciones de los proveedores. Debido a que existen varias causas que puedan generar una mala relación de mezcla dentro de la máquina, se recomienda la implementación de gráficos de control, los cuales permitirán tener una mejor visibilidad de la variación que se tiene a lo largo del día.

Las variables definidas anteriormente se controlarán en los registros y documentos que se crean, el objetivo es que exista conciencia en los

operadores de máquinas sobre las condiciones a las que trabajan y los problemas que se presentan, si no se utilizan las recomendadas por la experiencia del personal y los manuales de las dos laminadoras que es de donde se obtienen dichos valores que se presentan en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Rangos de valores de variables críticas en el proceso de laminación**

LAMINACIÓN	Variable	Rango adecuado
Tensiones	Embobinador	4 - 5.5 bares
	Desbobinadores	3.5 - 4.5 bares
Temperaturas	Rodillos	30 grados centígrados
	Ollas de adhesivo	35 - 38 grados centígrados
Presiones	Rodillo laminador	3.5 - 4.5 grados centígrados
	Rodillo presor	3.5 bares
	Rodillo aplicador	4 bares

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.3 Refilado

En el área de refilado únicamente deben definirse tres variables críticas que afectan el producto final, el control de dichas variables depende directamente del tipo de estructura con la que se esté trabajando y del diseño del producto que el cliente haya solicitado. Establecer los rangos en dichas variables permitirá identificar problemas por el mal manejo de estas

- Tensiones: la variable más crítica que debe controlarse en el área de refilado son las tensiones, ya que permitirán un embobinado y alineado de material por cada una de las pistas que deban refilarse por producto y evitar el reproceso al 100%. Se estandarizan las tensiones permitidas

según manual de operaciones de la máquina para evitar problemas por el mal manejo de estas.

- Tensión de embobinador: es la tensión que permitirá que el producto que se entregue al cliente se encuentre libre de arrugas y alineado (rango establecido en el manual de la máquina de 4 a 5 kilos).
- Tensión de desbobinador: es la tensión que permitirá que el material salga tensionado antes de pasar por las cuchillas de corte, momento en el cual no puede existir arrugas ni movimiento longitudinal del material (rango establecido en el manual de la máquina de 3.5 a 4.5 kilos).
- Medida de refilado: define la medida final que tendrá cada una de las pistas que tiene la bobina madre, por lo que debe ajustarse cada una de las cuchillas según lo que indique el plano mecánico de cada producto.

Las variables definidas anteriormente se controlarán en el reporte y control de proceso de refilado que se encuentra en la figura 30 en la página 91, el objetivo es que exista conciencia en los operadores de máquinas sobre las condiciones a las que trabajan y los problemas que se presentan si no se utilizan las recomendadas por la experiencia de los operadores y manuales de operación de las máquinas, de donde fueron obtenidos dichos valores que se presentan en la tabla XXV.

Tabla XXV. Rangos de valores de variables críticas en el proceso de refilado

REFILADO	Variable	Rango adecuado
Tensiones	Embobinador	4 - 5 bares
	Desbobinadores	3.5 - 4.5 bares

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.4 Corte

En el área de corte se definen las variables de medidas y temperaturas al sellar el material, el departamento de corte es el proceso final antes de enviar el producto al cliente por lo que es el departamento en el que se encuentran la mayoría de los defectos de impresión y laminación. Al momento de utilizar la temperatura que se encuentra en las fichas técnicas y manuales de operación permitirá encontrar que los defectos no pertenecen al área de corte, retroalimentando al área anterior a validar sus condiciones utilizadas.

- Medida de corte: la medida de corte es definida por el diseño inicial del producto, únicamente se guiará por el plano mecánico del producto el cual se le entregará al operador en cada cambio que debe realizar asegurando así que sea revisado.
- Temperaturas: las temperaturas en el área de corte ayudarán a formar los sellos en la bolsa y la colocación de un zipper si así se requiere.
 - Temperatura de sello lateral: temperatura aplicada sobre los laterales de la bolsa, es la primera que se aplica en el área de corte.
 - Temperatura de sello fondo: temperatura que será utilizada para realizar el fondo de una bolsa, se definirá por el diseño inicial que tenga el producto.
 - Temperatura de zipper: temperatura que aplica para toda bolsa que se necesite colocarle zipper, la temperatura dependerá de la calidad del zipper y de la estructura del material, ya que es la última temperatura que se aplica no debe excederse ya que puede ocasionar una separación entre los materiales.

El objetivo de definir dichas variables es que exista conciencia en los operadores de máquinas sobre las condiciones a las que trabajan y los

problemas que se presentan si no se utilizan las recomendadas por la experiencia de los técnicos y manuales de operación de las máquinas de donde se obtuvieron dichos valores que se presentan en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Rangos de valores de variables críticas en el proceso de corte**

CORTE	Variable	Rango adecuado
Temperaturas	Sello lateral	26 - 30 grados centígrados
	Sello fondo	26 - 30 grados centígrados
	Zipper	27 - 30 grados centígrados

Fuente: elaboración propia.

2.4.3 Control de variables

Luego del análisis de las variables en cada etapa del proceso productivo, se inicia con la elaboración de documentos que aporten valor, guíen y respalden criterios de decisión, brinden confianza y garantía de los resultados que se obtendrán en cada una de las áreas. Se busca el control de variables, así como de parámetros relacionados con materiales, insumos, estructuras y maquinaria dentro del proceso de elaboración de un empaque flexible. Los siguientes documentos presentados cumplirán el papel de evidencia y registro para el futuro análisis y mejoras a los procesos, guardarán información valiosa para que los procesos sean, reduciendo tiempos de cambio, tiempos muertos y reducción del desperdicio ocasionado en gran parte por la variabilidad, imprecisión e imprevisibilidad de los procesos.

El personal operativo tendrá acceso anterior, para consulta y referencia en nuevas producciones. Así mismo, al llenar los registros de trabajos en el momento de su elaboración serán conscientes de lo que hacen, el estado de la

maquinaria y predecir si la producción no presentará problemas de calidad. Por lo tanto, se tendrá un proceso controlado, reduciendo el desperdicio y aumentando por consiguiente la eficiencia de cada área.

Para el control de variables se elaboran listas de chequeo y formatos de registro. Estos son validados en contenido y facilidad de uso, por el jefe de área y personal operativo. Es indispensable que cada documento que se agrega al proceso de fabricación no complique la operación, al contrario, que su aporte y ayuda sea percibida y bien recibida por las personas para recibir los beneficios esperados.

2.4.3.1 Gráficos de control

La propuesta para la implementación de gráficos de control y evitar el desperdicio causado por la deslaminación que es una de las causas principales de rechazos internos, como se muestra en la tabla XII, es iniciar controlando la relación de mezcla. Esta herramienta sirve para que los operadores tengan la conciencia de la relación de mezcla que están utilizando y para que exista un registro que detecte problemas puntuales con el sistema dosificador de la máquina, y así pueda ser corregido. En la figura 24 se presentan los gráficos creados con la información obtenida en el proceso de introducción de esta herramienta a la operación.

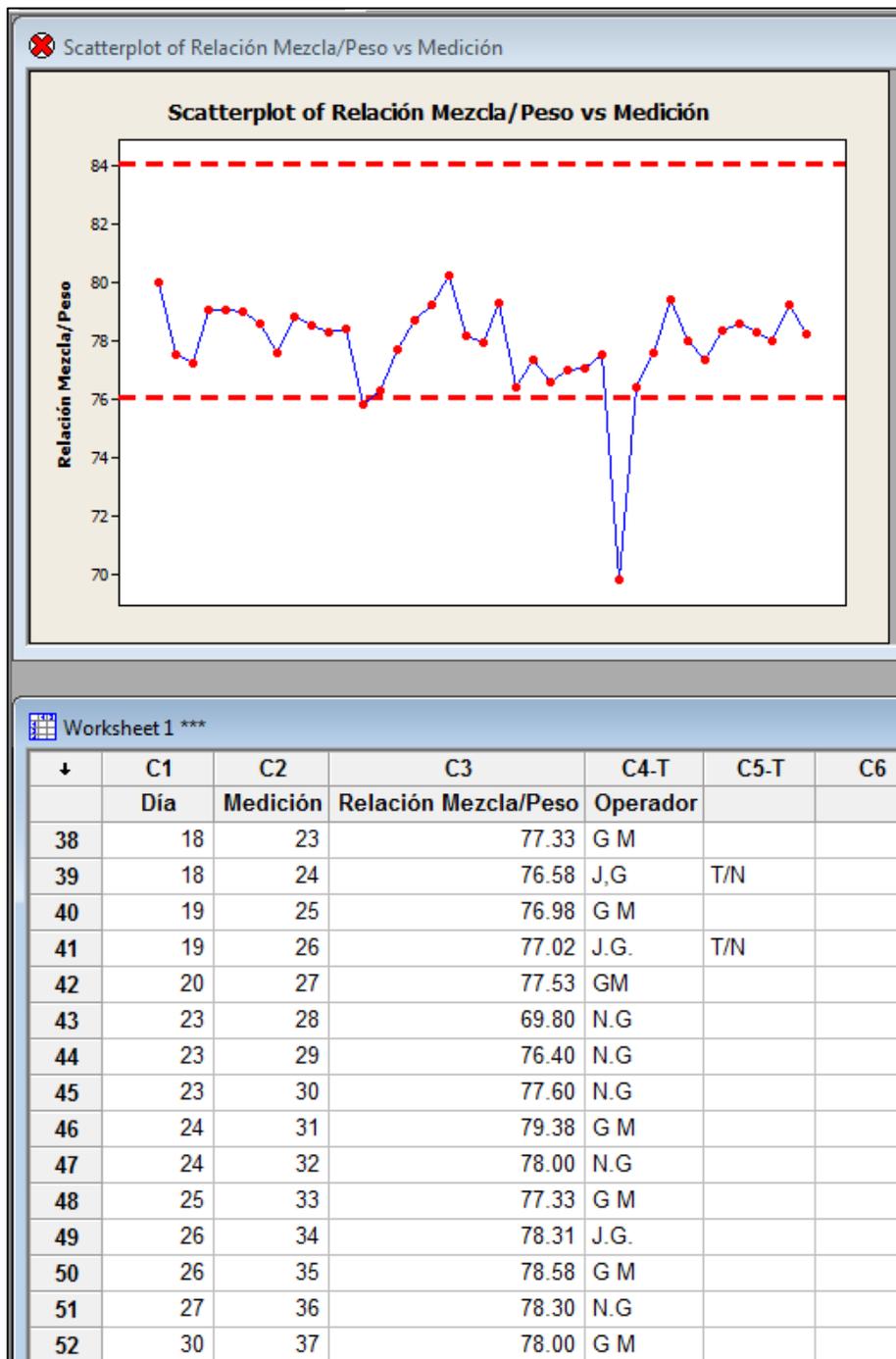
Los gráficos de control son una de las herramientas visuales y de análisis más importantes por el aporte a la facilidad para visualizar el comportamiento del dispositivo que elabora la mezcla de adhesivo. La importancia de mantener la relación de mezcla de los dos componentes que forman el adhesivo, como se explica anteriormente, es sumamente importante y difícil de prevenir o corregir defectos. Estos defectos se podrán detectar hasta que el producto laminado se

vea afectado, por lo tanto, el desperdicio ya esté generado y no haya solución para rescatarlo.

Se toma el tiempo necesario para explicar el funcionamiento de la manera más sencilla al personal para obtener los resultados beneficiosos que se esperan y el aporte real de esta herramienta, y no se convierta en una carga o actividad extra innecesaria.

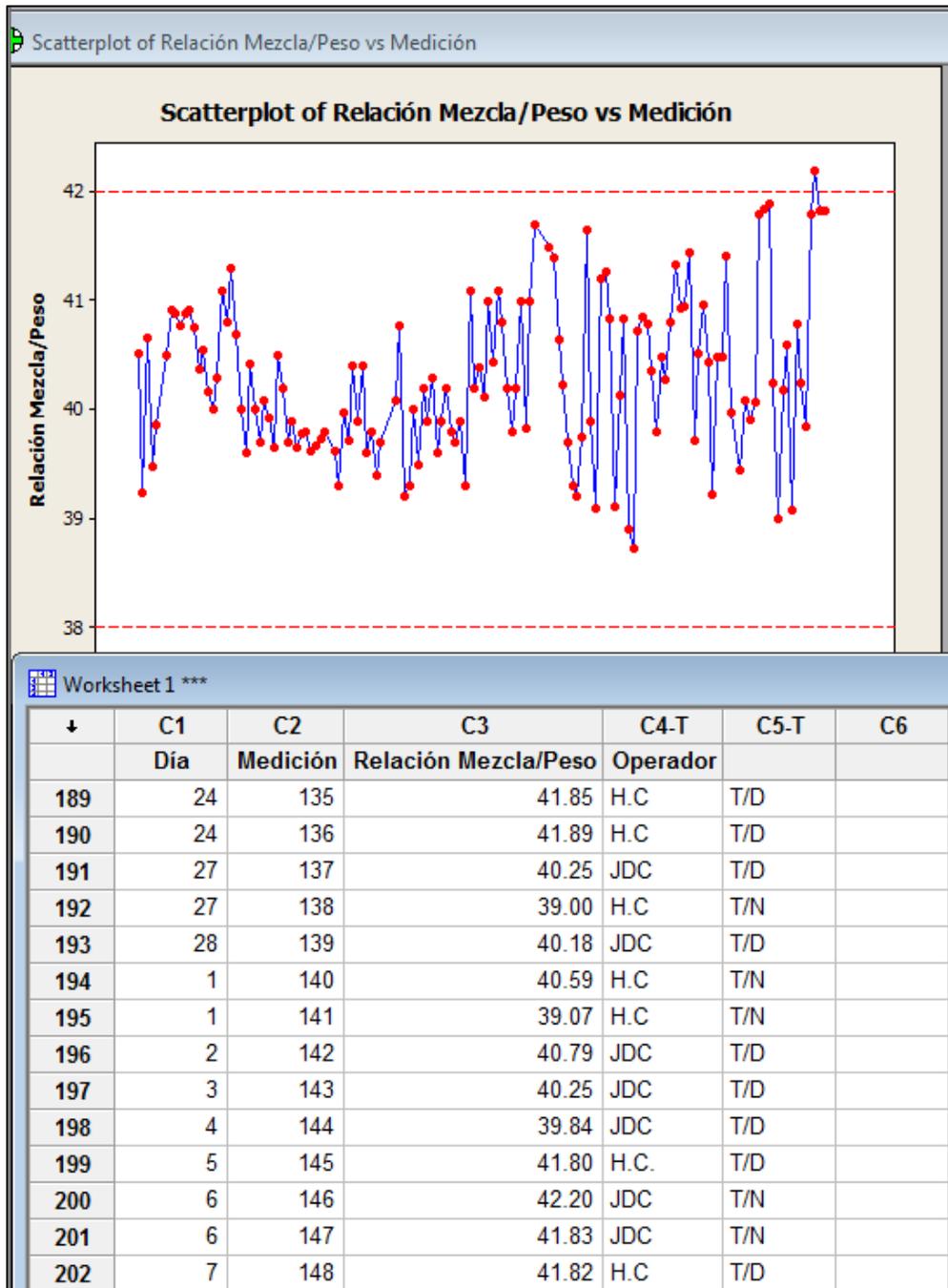
La propuesta es la utilización de esta herramienta para controlar la relación de adhesivo y detectar problemas puntuales con el sistema de dosificación, la información debe ser analizada por todo el personal, jefe, operadores y técnicos.

Figura 24. Gráficos de control para la relación de adhesivo en la laminadora 1



Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Gráficos de control para la relación de adhesivo en la laminadora 2



Fuente: elaboración propia.

2.4.3.2 Listas de chequeo

La mejora en los resultados de desperdicio y otros en impresión depende en gran porcentaje de los errores detectados hasta que el producto se está imprimiendo. La verificación de cada elemento de los montajes de sellos debe hacerse antes de la producción, pero esto no debería significar atrasos en los tiempos de cambio. Se deben conseguir tiempos de cambio menores posibles logrando que actividades como las de verificación se realicen de manera externa.

Algunos de los defectos presentados en el diagnóstico pueden ser previstos desde el proceso de montaje, sin siquiera llegar a máquina y ocasionar atrasos o material rechazado. Por esta razón, es importante que cada situación que se puede asegurar externamente y con anticipación se haga correctamente. El estudio de tiempos señala que los tiempos, durante el cuadro de pedidos son extensos. Una de las formas de reducir este tiempo es anticiparse y alistar todos los elementos antes de que inicie el cambio mecánico, asegurándose que todo cumple con los requerimientos. Entre estos elementos se encuentra el montaje de sellos.

El aporte de la lista de chequeo de montaje consiste en una serie de puntos que se deben verificar y validar para asegurar un montaje de fotopolímeros correcto, previendo cualquier situación desfavorable o defectuosa que pueda atrasar el proceso en el cambio mecánico. Idealmente, se espera que todo error sea detectado y corregido antes de que los elementos sean requeridos en máquina y dejar la evidencia necesaria, como guía para optimizar el tiempo y recursos en un futuro.

Figura 26. Lista de chequeo montaje

 Polytec La Solución en Empaques		LISTA DE CHEQUEO MONTAJE			
		CLIENTE:	PRODUCTO:		
		CÓDIGO:			
PEDIDO					
FECHA:					
ORDEN DE TRABAJO					
1 ¿Se le entregó el cromapro?					
2 ¿Se le entregó el arte?					
3 ¿Se le entregó la orden de trabajo?					
4 ¿Verificó que las planchas no se estén golpeadas o dobladas?					
5 ¿Los micropuntos se encuentran correctos?					
7 ¿Se encuentra la cartilla con la información completa?					
8 ¿La medida al desarrollo es la correcta con la manga necesitada?					
9 Las mangas se encuentran: Ovaladas <input type="checkbox"/> Hueco <input type="checkbox"/> Raya <input type="checkbox"/>					
Color a recomendar y ¿Por que?:					
10 ¿Las mangas cuenta con sus pines?					
11 ¿Tiene la cantidad de colores que indica el plano mecánico?					
12 ¿El montaje incluidas guías es igual que el ancho de la manga?					
13 ¿El ancho del material coincide con el ancho del montaje mas guías?					
14 ¿El número de embobinado es el adecuado?					
15 ¿Centro la impresión en la manga segun el plano mecánico?					
16 ¿La medida del ancho de cada pista es el correcto?					
17 ¿Utilizó las cintas según la ficha?					
18 ¿Desfasó correctamente cada pista?					
19 ¿Valido la impresión contra el plano mecanico?					
20 ¿Cual es el número del código de barras?					
20 ¿Registró los micropuntos longitudinal y horizontalmente?					
21 ¿Se colocó guía de refile oscura y fuera de área de trabajo con calce?					
22 ¿Se colocó guía de color?					
23 ¿Se colocó bordes de rodadura con calce?					
OBSERVACIONES:		COLORES	1-	CINTAS CUSHION	
			2-		
			3-		
			4-		
			5-		
			6-		
			7-		
			8-		
ENTREGA A MAQUINA	MONTADOR QUE ENTREGA				
	Cartilla				
	Cromapro				
	Ficha de Impresión				
	Orden de trabajo				
	Máquina que recibe				
OPERADOR QUE RECIBE					

Fuente: elaboración propia.

Registro de prelistamiento para el proceso de impresión

La reducción de tiempos de cambio mecánico es la más amplia opción para mejorar y optimizar el proceso. Con el objetivo de que la mayor cantidad de actividades involucradas en el cambio mecánico sean externas y anticipadas, se crea la lista de chequeo en el registro de prelistamiento para el proceso de impresión.

Es registro consiste en una lista de elementos que deben ser validados antes de que inicie un cambio mecánico. El supervisor de producción debe asegurar, anticipadamente, que cada uno de los puntos del formato estén conformes a lo requerido. De esta manera, el personal operativo hará con más confianza y rapidez sus actividades, se evitarán errores que puedan ocasionar pérdidas de tiempo y desperdicios por mala calidad.

Dicho formato se debe utilizar para cada trabajo que ingrese a las máquinas, y administrado por supervisores y jefes de producción. En la figura 27 se presenta el formato creado.

Figura 27. Registro de prelistamiento para el proceso de impresión

		REGISTRO DE PRELISTAMIENTO PARA EL PROCESO DE IMPRESIÓN			
PRODUCTO:		CÓDIGO:			
META DE CAMBIO 1 HORA DESDE ULTIMO METRO IMPRESO DE LA OP QUE TERMINA AL PRIMER METRO APROBADO DE LA OP NUEVA	MAQUINA:				
	SUPERVISOR:				
	FECHA:				
	HORA DE INICIO				
PRELISTAR 1 MINIMO 1 HORA ANTES DE TERMINAR LA OP	COMO	OP	OP	OP	OP
Ver programa de producción y notas	En toriflex				
Leer paquete de información Cartilla de color - Orden de producción Arte - Cromo pro	En montajes, el montaje ya debe estar listo y validado.				
Definir secuencia de color	Según ficha o instrucción, usar tablero				
Ubicar cada elemento en su sitio	Ubicar según mapa				
Solicitar y llevar la materia prima	Verificar orden en toriflex				
Solicitar y llevar los montajes y lista de verificación	Instrucción				
Solicitar y llevar tintas y su certificado	Instrucción In plant				
Solicitar y llevar anilox y/o engranes	Solicitarlos a area de anilox y/o engranes				
Solicitar accesorios (Bandejas, camaras, ollas, tapas, bombas, filtros, imanes)	Instrucción en el tablero				
Definir con calidad si se requiere Tríptico	Instrucción en orden y aviso de calidad				
Mantener o solicitar solventes (Para viscosidad, para limpieza)	Instrucción				
Colocar material de cuadro para el siguiente producto, durante la producción del ultimo rollo	Instrucción				
PRELISTAMIENTO META 20 MIN	HORA QUE TERMINA				
DESPEJE DE LINEA	SUPERVISOR				
Retiro de materiales sobrantes (Virgen, impreso, desperdicio, tintas)	Identificados y embalados según la necesidad.				
Limpieza de area de trabajo	Inocuidad alimentaria				

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.3 Registros para control

El proceso de impresión cuenta con muchos parámetros y variables que dependen de los proveedores, la máquina impresora, el diseño, entre otras. Es importante acumular y estudiar la mayor cantidad de información de cada trabajo impreso, para evitar rechazos y desperdicio en el futuro cuando se presente algún trabajo igual o parecido. Durante el proceso, también es importante controlar parámetros críticos, cambios en la temperatura, viscosidades de tinta, presiones, son algunas de las variables que generan problemas invisibles, a la velocidad que la máquina trabaja, esto significa que los defectos se apreciarán hasta el final del tiraje. Por esta razón, se mejora el documento de reporte de control de impresión, eliminando y agregando puntos importantes.

El proceso de laminación es, sin duda, la etapa más crítica dentro de todo el proceso de fabricación del empaque flexible. Los resultados son impredecibles, por lo tanto, los esfuerzos para reducir la variabilidad deben ser importantes. La diversidad de estructuras, material, tinta en la impresión, dimensiones, etc., condicionan los parámetros a los que se debe ajustar la máquina. De aquí la importancia de lograr definir y controlar la mayor cantidad de variantes de estructuras que existan. Para esto, se crea el formato para el reporte y control del proceso de laminación. Este consiste en reportar y evidenciar una serie de parámetros y demás información importante acerca de la estructura e insumos utilizados, debe ser llenado y validado por los operadores en cada uno de los trabajos, anotando también cualquier especificación, recomendación, o inconveniente presentado durante la corrida. Finalmente, toda la información deberá ser recopilada y ordenada para su estudio.

En el área de refilado los controles de variables son menores, principalmente, las tensiones y velocidades son los factores que condicionan el proceso. Otra información importante que debe ser registrada en este punto del proceso son las condiciones y eventos que se presentan en las bobinas que llegan provenientes del área de impresión y laminación, para crear historial de registros y retroalimentar a dichas áreas, colaborando con la mejora de todo el proceso en conjunto. Adicionalmente, es importante en el refilado, controlar los metales, en este caso las cuchillas que se utilizan para el corte, por temas de seguridad del personal y seguridad alimentaria es un punto crítico que debe ser incluido en los reportes de control del proceso.

Figura 28. Reporte y control proceso de impresión

 REPORTE Y CONTROL PROCESO DE IMPRESIÓN											
CLIENTE:	CODIGO PRODUCTO:				REFERENCIA:				FECHA:		
PEDIDO/CORRIDA:		KILOS PEDIDOS:			METROS PEDIDOS:				LINEA DE TINTAS:		
NUMERO EMOBINADO:		DIAMETRO MANGAS:			MATERIAL:						
TIPO DE CAMBIO:	D-D	D-C	C-C	C-D	ANCHO				CALIBRE		
despeje de línea		no existen metales				CUMPLI CON EL PROGRAMA DE LIMPIEZA:					
	ROLLO-1	ROLLO-2	ROLLO-3	ROLLO-4	ROLLO-5	ROLLO-6	ROLLO-7	ROLLO-8	ROLLO-9	ROLLO-10	ROLLO-11
OPERADOR:											
ANALISTA:											
KILOS MATERIA PRIMA:											
MATERIA PRIMA ACUMULADA:											
MATERIA PRIMA DEVUELTA:											
DESPERDICIO REUTILIZADO PICADO:											
DESPERDICIO PICADO VIRGEN:											
DESPERDICIO COLA PARA REUTILIZAR:											
METROS IMPRESOS:											
METROS ACUMULADOS:											
KILOS IMPRESOS:											
KILOS ACUMULADOS:											
VELOCIDAD:											
TENSION DESEMOBINADOR:		TENSION EMOBINADOR:				PRESION PRESOR:				TEMPERATURA CAMARAS:	
TENSION PRESOR:		TENSION DECRECIENTE:				PRESION RESQUETA MAX:				TEMPERATURA TUNEL:	
TENSION CALANDRIA:		PRESION CALANDRIA:				PRESION RASQUETA MIN:				TAMBOR TEMPERATURA:	
MATERIAL SEGUN ORDEN:											
ANCHO DEL MATERIAL:											
CALIBRE DEL MATERIAL:											
TENSION SUPERFICIAL:											
DISTANCIA FOTOCELDA:											
ANCHO BOBINA:											
CENTRADO DE IMPRESIÓN:											
ADHERENCIA DE TINTA:											
APORTE DE LACA:											
REGISTRO LACA:											
DELTA:											
LECTURA CODIGO BARRAS:											
REVISIÓN DE TEXTOS:											
TONOS DENTRO DE ESTANDAR:											
TONOS SOBRE MATERIAL QUE SE LAMINA:											
APORTE BLANCO:											
OPACIDAD DEL BLANCO:											
L DEL BLANCO:	ELABORA BOLSA:		TRAZO DE MUESTRA:		ELABORACIÓN DE ESCALERILLA:		GUIA CORTE FUERA DE IMPRESION Y EN COLOR:		VALIDACION DE DENSIDADES Y COLOR:		

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Reporte y control proceso de laminación

 Polytec <small>La Solución en Empaques</small>		REPORTE Y CONTROL PROCESO DE LAMINACIÓN											
FECHA:	PEDIDO:	CLIENTE:	REFERENCIA:										
NUMERO EMBOBINADO:	KILOS PEDIDOS:	METROS PEDIDOS:	TIPO DE ADHESIVO:										
LAMINACION PASO:	MATERIAL 1:	ANCHO	CALIBRE										
VALIDAR RELACION DE MEZCLA CADA 6 HORAS	MATERIAL 2:	ANCHO	CALIBRE										
ANCHO ROD APLICADOR:	ESTADO RODILLO VERDE:	ESTADO RODILLO ROJO (A):	ESTADO RODILLO ROJO (B):										
COMPONENTE A	COMPONENTE B:	RELACION DE MEZCLA VOLUMEN:	TEMPERATURA:										
RELACIÓN A:	RELACIÓN B:	RELACION DE MEZCLA PESO:	HUMEDAD:										
LOTE:	LOTE:	PROVEEDOR:	VELOCIDAD:										
CONFIRMO QUE HICE EL DESPEJE DEL PEDIDO ANTERIOR :					CONFIRMO QUE NO EXISTEN METALES EN ZONA DE IMPRESIÓN :								
	APROB R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	R-6	R-7	R-8	R-9	R-10	R-11	R-12	
OPERADOR:													
ANALISTA:													
MAT. PRIMA <u>A</u> KILOS:													
MAT. PRIMA DEVOL <u>A</u>													
ACUMULADO MP <u>A</u>													
MAT. PRIMA <u>B</u> KILOS:													
MAT. PRIMA DEVOL <u>B</u>													
ACUMULADO MP <u>B</u>													
DESP. PICADO IMPRESO													
DESP. PICADO VIRGEN													
DESP. PICADO LAMINADO:													
METROS LAMINADOS:													
ACUMULADO MTS													
KILOS LAMINADOS													
ACUMULADO KILOS													
TIEMPOS MUERTOS (CODIGO -TOTAL EN MINUTOS)													
TIEMPOS CAMBIO MECANICO	OPER:	OPER:	DURANTE LA CORRIDA		OPER:	OPER:	CALIDAD	OPER:	OPER:	FALLA MECANICA			OPER:
CUADRE DE PEDIDO			CAMBIO DE ROLLO				MP PINHOL			FALTA DE ENERGIA			
APROBACION DE PEDIDO			AJUSTE DE ADHESIVO				DESCUELQUE			FALLA MECANICA			
CAMBIO RODILLO			AJUSTE DE TRATADOR				ARRUGAS			FALLA ELECTRICA			
CAMBIO ADHESIVO			AJUSTE DE TEMPERATUR				TRATAMIENT			FALTA DE AIRE			
SIN CARGA			AJUSTE DE PRESIONES										
			ESPERA DE MATERIAL										
OBSERVACIONES:													

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Control del proceso de refilado

 Polytec <small>La Solución en Empaques</small>		CONTROL DEL PROCESO DE REFILADO								
GENERAL				MÁQUINA						
Fecha				Máquina	SLT					
Orden				Funcionamiento barra antiestática	Si		No			
Corrida				Rodillos / Brazos						
Código				Cantidad de cuchillas						
Ancho OT				Cores						
Refile (Teorico vrs. Real)				Diámetro	3"		6"			
Pistas OT				Calibre	11 mm		8 mm			
Calibre OT										
CONDICIONES DE OPERACIÓN										
Inocuidad										
	Turno 1		Turno 2		Turno 1		Turno 2		Turno 1	
Recibi el equipo libre de metales	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Recibi el equipo inocuo para la	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Operación										
Responsable de Cuadre:										
Tiempo de Cuadre de Maquina:										
Responsable de Revisión y Validación del Cuadre:										
Velocidad aplicada (m/min):										
Tensión aplicada										
Cant. de pegas en bobinas madre:										
Calidad										
Responsable de Operación:										
Cant. Bobinas procesadas:										
Cant. Bobinas en buen estado:										
Cant. Bobinas a reproceso:										
Responsable RMD:										
CONTROL DE CUCHILLAS										
Razón	Entregado	Firma OP	Recibido	Firma RV	Observaciones					
Ajuste de Máquina										
Cambio										
Cambio										
Cambio										
Cambio										
Cambio										
Cambio										
Total										
Comentarios del pedido										
Operador Final del pedido			Recepción y revisión de documento				Orden cerrada			
Nombre: _____			Nombre: _____				Nombre: _____			
Firma: _____			Firma: _____				Firma: _____			

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.4 Fichas de proceso

Para controlar el proceso de impresión y evitar variaciones y problemas en la calidad del producto que generan los altos desperdicios detallados en el diagnóstico y otros retrasos en el proceso ocasionados por la falta de control de los parámetros, se crea un documento en el que se pueda dejar evidencia de cada trabajo impreso, con especificaciones puntuales y parámetros bien definidos. Se pretende agilizar el proceso de ajustes a la máquina y que personal nuevo o suplente posea una guía en la que pueda consultar parámetros y recomendaciones específicas para asegurar la calidad y el control en el proceso. Esta propuesta ayudará a reducir los porcentajes de desperdicios del área.

Figura 31. Ficha de máquina impresora

		FICHA DE MÁQUINA IMPRESORA		Código: _____ Revisión: _____ Fecha: _____ Página: _____
FECHA:	CLIENTE:	MAQUINA:		
LINEA DE TINTA:	PRODUCTO:	COD:		
MATERIAL A IMPRIMIR:	ANCHO:	CALIBRE:		
TIPO DE TRATADO:	DORSO/CARA:	DESTINO :		
CODIGO DE BARRAS:	ANCHO BOBINA O PISTA:	DIST. FOTOCELDA:		
RODILLO:	PISTAS 	REPETICIONES 		
NUM DE COLORES:	LACA-MANGA CON PIN:	EMBOBINADO IMPRESORA :		
INSTRUCCIONES DE MONTAJES:				
PROCESO DE IMPRESIÓN				
DELTA APROBADO:	EMBOBINADO:	VELOCIDAD--:		
APORTE DE BLANCO:	BLANCO OPACIDAD:	BLANCO L :		
APORTE DE LACA:	PRESION TAMBOR:	PRESION CAMARAS:		
TENSION DESEMBOBINADOR	TEMPERATURA TAMBOR:	PRESION DESEMBOBINADOR:		
TENSION DECRECIENTE:	TEMPERATURA TUNEL:	PRESION PRESOR TAMBOR:		
TENSION CALANDRIA:	TEMPERATURA TINTEROS:	PRESION CALANDRIA:		
TENSION EMBOBINADO:	% DE EXTRACCION :	PRESION PRESOR EMBOBINADOR:		
TENSION DECRECIENTE:	% DE MEDIDA:			
INSTRUCCIONES DE IMPRESION: REALICE PREALISTAMIENTO, REALICE DESPEJE DE LINEA, GARANTIZAR LIMPIEZA DE UNIDADES PARA EVITAR CONTAMINACION DE TINTAS SOBRE TODO LAS CLARAS, PASTEL O LACAS, LAVAR FILTROS E IMANES. REALIZAR UN CORRECTO PREALISTAMIENTO QUE COINCIDA CON LA CAIDA ESTABLECIDA, SI REALIZA UN CAMBIO DE SECUENCIA DEBE HACERLO CON AUTORIZACION DEL SUPERVISOR Y DOCUMENTARLO. LLENAR LOS REGISTROS CORRECTAMENTE. CONTROLAR LAS VISCOSIDADES CADA MEDIA HORA, ADICIONAR TINTAS GRADUALMENTE, USAR LAS BOMBAS CORRECTAMENTE, BAJO FLUJO Y PRESION. CONTROLAR EL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LAS CUCHILLAS EN LAS CAMARAS, BALANCEAR LA ORDEN DE PRODUCCION Y RODAR A ALTA VELOCIDAD GARANTIZANDO BUENA CALIDAD. VALIDAR EL LADO TRATADO DE TODOS LOS ROLLOS Y EN LOS PEGUES, CUMPLIR CON TODOS LOS REQUISITOS DE CALIDAD ANTES DE INICIAR A RODAR Y DURANTE TODO EL PROCESO. HACER ESCALERILLA Y MEDIR COLOR.				

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.5 Instructivos de trabajo

Como información general, para ampliar conocimientos técnicos de todo personal operativo y homologar criterios, se crea la instrucción de trabajo para condiciones de operación. Esta contiene los parámetros que se deben controlar en las máquinas impresoras. Se incluye una tabla que contiene los valores de acuerdo con cada máquina, según sus condiciones actuales, y otra donde se definen los tipos de materiales utilizados. Este documento se crea y valida en conjunto personal operativo de experiencia y jefe de área. Idealmente, se debe propagar en reuniones programadas con todo el equipo operativo.

Figura 32. Instrucción de trabajo para condiciones de operación

		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA PPR CONDICIONES DE OPERACION						Revisión:				
Tarea:		Rangos de operación.						Fecha Emisión:				
Cuando se realiza la tarea:		Al preparar una máquina para producir.						Página:				
Materiales:		Máquina, materiales, tintas, ficha de producto.										
Equipo de Protección Personal:		Zapatos de seguridad protección auditiva , gafas y guantes .										
Frecuencia para realizar la tarea:		Cuando se inicie, durante y al terminar la producción.										
Responsable de realizar la tarea:		Operador, ayudante y/o supervisor de área.										
RANGOS GENERALES DE MÁQUINAS (Guías generales para el cuadro)												
Parámetro	Comexi 5 y 6		Comexi 7		Comexi 12		Bielloni 8		Bielloni 9		Stack 4	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Tensión Calandria	2 kg	50 kg	2 kg	50 kg	2 kg	50 kg			1 kg	13.75 kg	manual	manual
Tensión Rebobinador	2 kg	35 kg	2 kg	35 kg	2 kg	35 kg	1 kg	15 kg	1 kg	13.75 kg	manual	manual
Tensión Decreciente Rebobinador	0	50%	0	50%	0	50%	0%	50%	0%	50%	NA	NA
Tensión Desbobinador	2 kg	50 kg	2 kg	50 kg	2 kg	39 kg			1 kg	13.75 kg	manual	manual
Temperatura Tunel	30 ° c	120 ° C	30 ° c	120 ° C	30 ° C	110 ° C	30 ° C	120 ° C	30 ° C	100 ° C	Apagado	Encendido
Temperatura Tinteros	30 ° c	100 ° C	30 ° c	150 ° C	30 ° C	110 ° C	30 ° C	120 ° C	30 ° C	100 ° C	Apagado	Encendido
Temperatura Calandria	10 ° c	30 ° C	10 ° c	30 ° C	10 ° c	30 ° C	Abiert	Cerrado	10 ° c	30 ° C	Abierto	Cerrado
Tensión Prensador Delantero	2 kg	42 kg	2 kg	42 kg	2 kg	42 kg			2 kg	42 kg		
Tensión Prensador Trasero	30 kg	170 kg	30 kg	170 kg	30 kg	170 kg			30 kg	170 kg		
Presión Balancin											0 psi	140 psi
Temperatura tintas °c (kte)	NA	NA	NA	NA	11	30	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Temperatura TC °c (kte)	28	32	28	32	28	32	28	32	28	32	NA	NA
Presion TC bar (kte)	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1	NA	NA
% correccion de medida	NA	NA	-	3	-	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
% Inyección aire	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90	50	90
% Extracción aire	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100	80	100
Velocidad mts/min	5	300	5	350	5	300	5	185	5	300	5	200
PARÁMETROS GENERALES SEGÚN TIPO DE PRODUCTO												
	TENSION					TENSION PRENSADOR		PRESSION	% correccion medida			
	DE REBOBINADOR	% DECREC	CALANDRIA	REBOBINADO	DECREC	DELANTE	TRASERO	BALANCIN				
PAPEL	2-50	0-10	2-50	2-50	0-10	2-40	2-40	2-40	0			
LAMINADO S	2-40	0-10	2-40	2-40	0-10	2-40	2-40	2-40	0			
POLIPROPILENO S	2-20	0-15	2-20	2-20	0-15	2-40	2-40	2-40	0-2%			
POLIESTER	2-20	0-15	2-20	2-20	0-15	2-40	2-40	2-40	0-2%			
POLIETILENO S HASTA 30 MICRAS	2-10	0-20	2-10	2-10	0-20	2-40	2-40	2-40	0-3%			

Fuente: elaboración propia.

Como parte del control de variables de entrada, la materia prima, específicamente los films para impresión y laminación, es el primer elemento a controlar en la recepción, para esto se crea una herramienta que indique claramente los parámetros a evaluar y el método correcto.

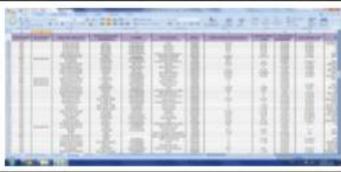
Figura 33. Instrucción de trabajo para liberación de films

		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA LIBERACIÓN DE FILMS		Código: Revisión: Fecha Emisión: Página:
Tarea: Cuando se realiza la tarea:		Liberación de Polipropileno (Transparente, Perlado, Cast, PvdC y Metalizado), Poliéster(Transparente y Metalizado). Cada vez que se recibe o ingresan lotes nuevos de films a Polytec.		
Materiales: Documentos complementarios: Equipo de Protección Personal:		Cuchilla, cinta métrica, calibrador, selladora manual, marcador permanente, solución de dinas, regla metálica, encendedor. Certificado de calidad Zapatos de seguridad y cofia .		
Frecuencia Responsable de realizar la tarea:		Cada vez que ingresa un nuevo pedido de films de los proveedores. Analista de Materiales iniciales.		
Materiales y herramientas		Cuchilla, cinta métrica, calibrador, selladora manual, marcador permanente, solución de dinas, regla metálica, encendedor y probeta de 5*5		
PASO	ACTIVIDAD	GRÁFICO		
1	Se revisa correo enviado por Bodega de materia prima a analista de materia prima con los siguientes datos: Número de factura Cantidad Medidas del material con recibo del sistema Orden de Compra			
2	Muestreo de Bobina Se procede a cortar el stretch que protege la tarima.			
3	Identificación de tratado Se revisa por medio de la realización de una línea a lo ancho de la bobina con el marcador de tratado.			
4	Medición de ancho Utilizar cinta métrica para medir ancho de la bobina de material.			

Continuación figura 33.

6	Se retira las capas de material del resto de la bobina cuidando de no dañarla.	
7	<p style="text-align: center;">Medición de calibre por micrometro</p> <p>Revisar que el micrómetro se encuentre encendido y a cero; realizar 5 mediciones a una de las capas de material en sentido transversal y anotar los valores de las mediciones. (Consultar IT-GC-CC-005 Instructivo para determinar el calibre)</p>	
8	Se procede a cortar la muestra requerida.	
9	Se cubre la bobina con las dos capas que se retiraron en el paso 5.	
10	Se cubre la tarima con la capa de stretch retirada en el paso 2.	
11	Se identifica la muestra con medida, proveedor y número de recibo.	

Continuación figura 33.

15	<p>Verificación de la existencia de tratado Químico</p> <p>Asegurarse que la muestra se encuentre en una superficie plana y limpia. Aplicar una gota de acetato sobre la superficie y esperar a que éste realice la reacción química y muestre una coloración blanca.</p>	
16	<p>Análisis de sellabilidad</p> <p>Verificar que la selladora manual se encuentre encendida y programada con 0.6 segundos de sellado. Unir capas del material, luego colocarlas en la mordaza de la selladora manual, después hacer presión por 0.6 segundos y por último verificar sellabilidad con un golpe firme sobre el sello.</p>	
17	<p>Análisis de Apariencia</p> <p>Colocar la muestra sobre la cámara de luz, verificando que no exista ningún defecto.</p>	
18	<p>Análisis de Flamabilidad para material con recubrimiento PVDC</p> <p>Tomar una muestra. Colocar la muestra sobre la llama de un encendedor. Verificar el color de la silueta de la llama, ya que debe presentar una tonalidad azul.</p>	
19	<p>Ingresar a la base de datos los valores obtenidos en cada uno de los análisis realizados.</p>	
20	<p>Liberación de materiales en el sistema y notificar a bodega de materia prima, el status del material via correo electrónico.</p>	

Fuente: elaboración propia.

2.5 Control de calidad

Para reducir los porcentajes de material rechazado y tiempo improductivo se crea un listado dentro del plan de calidad existente en el área de impresión y laminación que contendrá cada propiedad que debe medirse y razón por la que dichas propiedades son relevantes, este listado se muestra en la tabla XXVII. El objetivo es que cada persona encargada de validar la producción tenga la claridad de las propiedades que se deben controlar y la conciencia de la razón por la que se hará.

También se crea una tabla que indica cada variable que será controlada, el requerimiento o especificación que deba tomarse como base para evaluar, la clase ya sea si es una variable o un atributo, la unidad determinada en que debe medirse, el equipo o instrumento que se utilizará para realizar una medición, la frecuencia con la que debe realizarse y el encargado de realizarla, que en este caso, es únicamente el auditor de calidad conjuntamente con el operador de impresión o laminación. Todo esto se propone que se agregue al plan de calidad y se difunda al personal operativo de producción y calidad para que estén claros de los métodos y puntos claves que se deben controlar para asegurar resultados satisfactorios.

Una parte de las especificaciones incluidas en el cuadro para el plan de calidad, son dadas por fichas técnicas de las materias primas de tintas, adhesivos y sustratos, otras pueden variar según las especificaciones de los clientes, como lo son las dimensiones de cada producto.

Si se cumple con la validación de cada una de las variables detalladas, se logrará asegurar la conformidad de los productos y cumplimiento de

requerimientos de los clientes. El principal aporte al proceso será la reducción del desperdicio, que se ha detallado en el diagnóstico.

En la figura 34 y 35 se muestran los listados con las variables y los puntos mencionados anteriormente para el área de impresión y laminación.

Tabla XXVII. Propiedades por incluir en el plan de calidad

Impresión		Laminación	
Propiedad	Razón	Propiedad	Razón
Calibre	Medición de calibre de los materiales, el cliente realiza mediciones antes de recibir el producto.	Calibre	Medición de calibre de los materiales, el cliente realiza mediciones antes de recibir el producto.
Ancho	El ancho debe medirse principalmente en polietileno el cual presenta variaciones en el 10% de los materiales, una variación de más del 1% generaría problemas en la impresión y laminación	Ancho	El ancho debe medirse principalmente en polietileno el cual presenta variaciones en el 10% de los materiales, una variación de más del 1% generaría problemas en la impresión y laminación
Tratado	Un material sin tratado provocaría que la tinta se desprenda con el paso del tiempo	Tratado	Un material sin tratado provocaría que el adhesivo no pegue los dos materiales
Apariencia	Los materiales deben encontrarse libres de impurezas por cuestiones de diseño del producto	Apariencia	Los materiales deben encontrarse libres de impurezas por cuestiones de diseño del producto
COF (cuando aplique)	Un coeficiente de fricción fuera de rango podría provocar rechazos por materiales muy lisos o frenados en las máquinas de los clientes	COF (cuando aplique)	Un coeficiente de fricción fuera de rango podría provocar rechazos por materiales muy lisos o frenados en las máquinas de los clientes
Distancia de fotocelda	La incorrecta distancia entre fotoceldas generará errores al momento de realizar el corte de la bolsa	Rayones de metalizado (cuando aplique)	Los rayones en el metal provocan deficiencias en el producto que se empaque
Centrado de impresión	Una impresión descentrada genera problemas al refilar el material	Aporte de adhesivo	El aporte de adhesivo fuera de rango puede provocar apariencias deficientes o deslaminaciones entre los materiales
Adherencia de tinta	Una tinta defectuosa puede generar desprendimiento con el paso del tiempo	Curado acelerado	El curado acelerado puede ayudar a preveer posibles malas relaciones de mezclas
Aporte de laca	Un aporte excesivo puede generar un costo alto por gusto.		
Registro de laca	Una laca desregistrada genera problemas al refilar		
Delta de color	El color no debe variar en comparación con las muestras anteriores		
Lectura de código de barras	Un código ilegible es motivo de rechazo de cliente		
Revisión de textos	Los textos deben coincidir con los del plano mecánico		
Aporte de blanco	Un aporte deficiente de blanco genera problemas de apariencia en el área de laminación		
Prueba del roce	La tinta debe ser resistente al roce o se desprenderá muy fácil		

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Plan de calidad de impresión

		PLAN DE CALIDAD IMPRESIÓN				
Propiedades	Requerimiento ó Especificación	Clase	Unidad	Equipo o instrumento	Frecuencia	Responsable
MATERIA PRIMA						
Calibre	Orden de trabajo	Variable	Micron	Micrómetro	Antes de arranque	Auditor de Calidad
Ancho	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Tratado	≥ a 38 días	Variable	Dina	Marcador de Tratado		
Apariencia	Sin geles, arrugas, rayones	Atributo	NA	NA		
COF (cuando aplique)	Orden de trabajo	Variable	NA	Equipo SNC		
ARRANQUE DE PEDIDOS						
Calibre	Orden de trabajo	Variable	Micron	Calibre por peso	Cuadre de máquinas	Auditor de Calidad
Ancho	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Tratado	≥ a 38 días	Variable	Dina	Marcador de Tratado		
Distancia de fotocelda	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Centrado de impresión	Plano mecánico	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Adherencia de tinta	Sin desprendimiento de tinta	Atributo	NA	NA		
Aporte de laca	<0.8g/m ²	Variable	g/m ²	Balanza		
Registro de laca	≥2mm	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Delta	<1	Variable	NA	Espectrofotometro		
Lectura de código de barra	Legible	Atributo	NA	Lector de código de barras		
Revisión de textos	Plano mecánico	Atributo	NA	NA		
Aporte de blanco	Tabla especificaciones aporte blanco	Variable	g/m ²	Balanza		
Opacidad del blanco	Tabla especificaciones aporte blanco	Variable	%	Espectrofotometro		
L del blanco	Tabla especificaciones aporte blanco	Variable	NA	Espectrofotometro		
COF (cuando aplique)	Orden de trabajo	Variable	NA	Equipo SNC		
Prueba del roce	Sin desprendimiento de tinta	Atributo	NA	NA		
LIBERACIÓN EN LÍNEA						
Calibre	Orden de trabajo	Variable	Micron	Calibre por peso	Cada rollo	Auditor de Calidad/ Operador de impresión
Ancho	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Tratado	≥ a 38 días	Variable	Dina	Marcador de Tratado		
Distancia de fotocelda	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Centrado de impresión	Plano mecánico	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Adherencia de tinta	Sin desprendimiento de tinta	Atributo	NA	NA		
Registro de laca	≥2mm	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Delta	<1	Variable	NA	Espectrofotometro		
COF (cuando aplique)	Orden de trabajo	Variable	NA	Equipo SNC		
Prueba del roce	Sin desprendimiento de tinta	Atributo	NA	NA		

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Plan de calidad de laminación

		PLAN DE CALIDAD LAMINACIÓN				
PROPIEDADES	REQUERIMIENTO O ESPECIFICACIÓN	CLASE	UNIDAD	EQUIPO O INSTRUMENTO	FRECUENCIA	RESPONSABLE
ANTES DEL ARRANQUE (BOBINA IMPRESA)						
Tratado	≥ a 38 días	Variable	Día	Marcador de Tratado	Antes de arranque	Auditor Calidad
COF (cuando aplique)	Orden de trabajo	Variable	NA	Equipo SNC		
Ancho	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Calibre	Orden de trabajo	Variable	Micron	Micrómetro		
ANTES DEL ARRANQUE (BOBINA RESPALDO)						
Calibre	Orden de trabajo	Variable	Micron	Micrómetro	Antes de arranque	Auditor Calidad
Ancho	Orden de trabajo	Variable	Milímetro	Flexómetro		
Tratado	≥ a 38 días	Variable	Día	Marcador de Tratado		
COF (cuando aplique)	Orden de trabajo	Variable	NA	Equipo SNC		
Rayones de metalizado	Sin rayones	Atributo	NA	NA		
ARRANQUE DE PEDIDOS						
Aporte de adhesivo	Según tabla de aplicación de adhesivo	Variable	g/m ²	Balanza	Cuadre de máquina	Auditor Calidad
Curado acelerado	Adherencia de laminación	Atributo	NA	Horno		
DURANTE LA PRODUCCIÓN						
Aporte de adhesivo	Según tabla de aplicación de adhesivo	Variable	g/m ²	Balanza	Cada rollo	Auditor Calidad
Curado acelerado	Adherencia de laminación	Atributo	NA	Horno		

Fuente: elaboración propia.

2.6 Análisis de beneficio económico por implementar la propuesta

Si la implementación y el seguimiento de los documentos y herramientas creadas para el control de los diferentes procesos se hacen de manera satisfactoria con la disciplina y atención necesaria. Directamente, se verán afectados los porcentajes de desperdicio de las áreas, porque manteniendo un control adecuado de los parámetros más relevantes, se asegura en mayor medida la calidad de la producción y que ésta no se transforme en rechazo o desperdicio. Primeramente, todos los involucrados deben estar conscientes de las variables críticas en el proceso, sus estándares y la manera en que se controlaran, luego este control debe quedar registrado para evidencia y concientizar el control y, por último, los jefes o encargados deben dar el

seguimiento y apoyo necesario para que las herramientas creadas cumplan su función en la operación.

En el diagnóstico se muestra el detalle de porcentajes, desperdicios y costos de cada área. Ahora en la tabla XXVIII se observa el beneficio económico que representa el cumplimiento de las metas establecidas por la gerencia de producción, las cuales se cumplirán con el apoyo de las herramientas y documentos creados para el control del proceso.

Los valores de desperdicio y costo asociado en cada área productiva se toman de la parte del diagnóstico del presente documento en la página 31 tabla X. Estos valores fueron obtenidos inicialmente de los datos históricos del departamento de calidad y producción de la empresa.

Tabla XXVIII. **Ahorro económico por el cumplimiento de metas de desperdicio**

Departamento	Actualidad		Metas		Ahorro
	Porcentaje de desperdicio	Costo (Q)	Porcentaje de desperdicio	Costo (Q)	Costo (Q)
Impresión	6,7%	3 976 282	5,5%	3 264 112	712 170
Laminación	4,1%	2 114 496	2,5%	1 276 870	837 626
Refilado	5,3%	1 479 984	4,5%	1 268 558	211 426
Corte	2,1%	1 147 024	1,8%	997 412	149 612
Total		8 717 786		6 806 952	1 910 834

Fuente: elaboración propia.

La implementación de la propuesta planteada no representa costos especiales extras, ya que consiste únicamente en la aplicación y el seguimiento

disciplinadamente de los documentos y herramientas creadas, para obtener el mayor provecho de la información brindada. Para el estudio y análisis de los elementos creados se necesitará la intervención del coordinador de producción de cada área, cuyo perfil de puesto tiene contemplado este tipo de actividades, siempre bajo supervisión de cada jefe de área.

3 FASE DE INVESTIGACIÓN. OPCIÓN DE PRODUCCIÓN MÁSLIMPIA, ENFOCÁDA EN EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1 Diagnóstico

En la actualidad, para ser una empresa más rentable y competitiva, es necesario practicar todo tipo de ahorros y mejor aprovechamiento de los bienes, entre ellos el ahorro generado por el uso eficiente de los recursos y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos. La Producción Más Limpia -P+L- es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y la competitividad, logrando con ello reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.

La energía eléctrica en Polytec, como en cualquier empresa, representa un gasto relevante e inevitable, aunque existe una posibilidad de ahorro y mejor aprovechamiento, para cumplir con una producción más limpia. Ahorrar y usar eficientemente la energía eléctrica, así como cuidar el medio ambiente, no son sinónimo de sacrificar o reducir el grado de satisfacción de las necesidades como industria manufacturera, por el contrario, un cambio de hábitos y equipo más adecuado pueden favorecer una mayor eficiencia en el uso de la electricidad, el empleo racional de los recursos energéticos y la preservación del entorno natural.

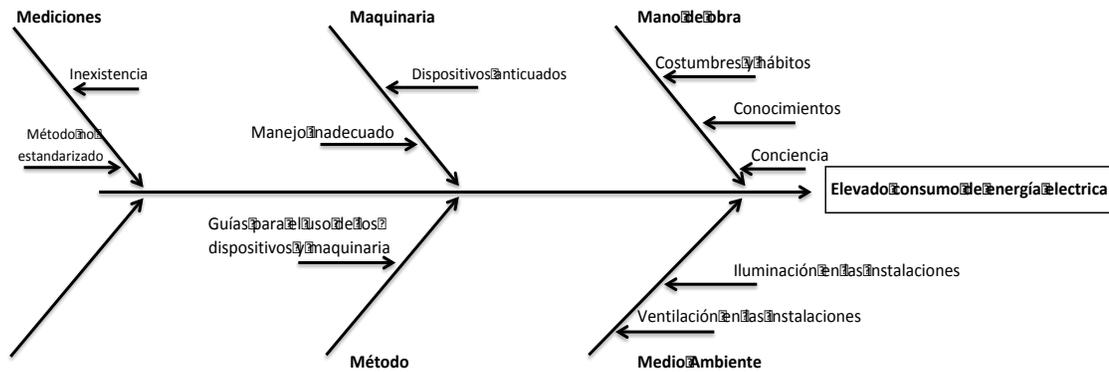
La investigación se delimita en el área de impresión, en general es el área que más costos representa para la compañía, entre ellos está la energía

eléctrica. Para que esa etapa de producción sea más rentable se decide centralizar los esfuerzos para la propuesta de un ahorro en el consumo de energía eléctrica.

En la figura 36 se presenta un diagrama Ishikawa, que señala y clasifica los puntos que influyen en el consumo de energía eléctrica. El conjunto enfocado en la maquinaria, mediciones y mano de obra están relacionados directamente en un punto crítico en el proceso de impresión, las máquinas utilizan un sistema de resistencia para mantener la temperatura necesaria para el proceso de secado del producto, como se sabe, las resistencias de cualquier tipo generan gran cantidad de consumo energético, a cualquier nivel, en el hogar por ejemplo los aparatos que utilizan resistencia para alcanzar temperaturas altas son los que más energía consumen.

En la rama de maquinaria se pueden incluir los dispositivos anticuados que se utilizan en el área, como computadoras y luminarias de tecnologías anteriores que no aportan nada para mejorar el consumo de energía. El método también está ligado a la mano de obra, pues no existen guías que den a conocer el impacto y las situaciones en las que es posible reducir el consumo de energía eléctrica con hábitos y usos de artefactos de manera correcta y consiente.

Figura 36. Diagrama Ishikawa para el elevado consumo de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia.

Basándose en la teoría de la flexografía y las máquinas impresoras, personal técnico del departamento de mantenimiento y los operadores, se conoce que las temperaturas a las que están programadas las máquinas en el sistema de secado no necesariamente deben ser una misma permanentemente. Esto puede variar dependiendo de la temperatura ambiente, por ejemplo. Actualmente se maneja entre 70 y 75 grados centígrados. En el turno diurno, cuando la temperatura ambiente es favorable es posible alcanzar un consumo energético disminuyendo la temperatura a la que se programan las resistencias.

A continuación, se realiza un detalle del consumo de energía eléctrica actual, como parte del diagnóstico de la situación y para visualizar la posible mejora luego de realizar pruebas y comprobar la hipótesis de la opción de reducción de temperaturas sin que afecte la calidad y propiedades de los productos.

3.1.1 Consumo de energía eléctrica actual

Para el presente estudio se analiza el área de Impresión, Esta cuenta con 8 máquinas impresoras que utilizan aire comprimido, resistencias para subir temperaturas y sistemas de enfriamiento para disminuirla en algunas áreas, estos son algunos de los dispositivos de la máquina, que consumen energía en gran cantidad.

El sistema de secado de las máquinas impresoras es un punto crítico del proceso que involucra la calidad del producto y la seguridad alimentaria. El sistema de calefacción tiene como objetivo secar la tinta impresa sobre el sustrato y evaporar el solvente de la tinta sobre el sustrato. Es peligroso para la salud de los consumidores finales, que una cantidad de solvente quede retenido en el empaque terminado. Por eso es importante contar con un sistema de calefacción adecuado. Actualmente, las temperaturas se manejan entre 70 y 75 grados centígrados. Estos parámetros no varían de un trabajo a otro o de un horario o clima a otro, porque no se ha evaluado la posibilidad de trabajar a menor temperatura, en algunas ocasiones. Teóricamente, un grado más en la temperatura supone un 6%¹ más de gasto de energía. Este dato debe ser comprobado en la práctica.

Se toman en cuenta las 8 impresoras existentes, divididas en dos clases, según su tamaño. Estas máquinas funcionan 6 días a la semana las 24 horas. A continuación, el detalle del consumo de Kwh consumido en una semana completa.

¹ <https://www.xatakaciencia.com/energia>. Consulta septiembre 2017.

Tabla XXIX. **Kwh consumidos actualmente**

Número de máquinas	Kwh consumidos en una semana por máquina	Kwh mensuales	Costo mensual
5	10,825.9	216,518.0	Q. 238,148.15
3	8,560.31	102,723.72	Q. 112,985.82

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el costo económico se toma en cuenta la tarifa no Social de Q.1,0999/Kwh, indicada en el ajuste tarifario para el trimestre noviembre a enero de 2017 publicado por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

3.2 Propuesta técnica para el ahorro de energía eléctrica

Es importante resaltar que las soluciones o propuestas de mejoramiento serán satisfactorias y reflejarán buenos resultados, solamente si se cuenta con una cultura energética que permita que el recurso humano comprenda y se comprometa con el uso de la energía en la industria.

Se puede reducir el consumo de energía utilizándola de forma más eficiente, invirtiendo en equipamiento energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, así como adoptando un estilo más sostenible con respecto al uso de la energía, es decir, cambiando nuestro comportamiento.

La propuesta para reducir el consumo de energía eléctrica en el área de impresión consiste en manejar la temperatura de los sistemas de secado de las máquinas impresoras con uno o dos grados debajo de lo que se programa actualmente. Es decir, manejar la temperatura entre 68 y 73 grados

centígrados, (procurando que sea el mínimo), durante los turnos diurnos para aprovechar la temperatura natural del ambiente.

Para corroborar que, como dice la teoría de los dispositivos que generan la temperatura en las máquinas, al aumentar 1 grado de temperatura se incrementa en 6% el consumo de energía, y validando que la posible reducción de temperatura no afectará la calidad y seguridad del producto, principalmente, se evaluó una máquina impresora durante una semana. Para ello, se redujo la temperatura entre 1 y 2 grados centígrados durante el turno diurno, con resultados satisfactorios en la calidad del producto. Solamente se realizó durante 1 turno aprovechando el calor natural que se mantiene en la planta.

Se tomó en cuenta la calidad del producto para realizar esta prueba, principalmente fue la calidad del producto. Al modificar las temperaturas de secado es posible observar problemas en los secados de la tinta impresa, lo que generaría problemas en el proceso y rechazo del producto por mala apariencia. Este fue el factor por controlar y el parámetro de decisión para dar la prueba por satisfactoria.

En la tabla XXX, se muestra el detalle de la reducción de consumo de energía en una máquina y lo que representa económicamente si se prolonga a un mes.

Tabla XXX. Kwh consumidos al reducir temperatura

Número de máquinas	Kwh consumidos en una semana con la reducción de temperatura	Kwh mensuales	Costo mensual
1	10,554.8	42,219.2	Q. 49,436.9

Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos del ejercicio de reducción de temperatura y consumos de energía durante una semana nos demuestran que, efectivamente, la propuesta planteada es apropiada y no afectará alguna propiedad del producto.

A continuación, se presentará la evaluación económica del beneficio que se obtendrá si se cumple con la reducción de temperatura en los sistemas de secado de las máquinas impresoras, como lo indica la propuesta descrita anteriormente.

3.2.1 Beneficios de la implementación de la propuesta

El ahorro económico que conlleva la reducción del consumo energético es uno de los factores de mayor peso, entre los múltiples que se pueden nombrar. Entre los beneficios intangibles al alcance de esta propuesta se puede mencionar la disminución de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), lo cual contribuye con la lucha contra el cambio climático. Mejora de la competitividad. Potencia la incorporación de la innovación tecnológica. Promoción de la sostenibilidad económica, empresarial y ambiental. Nueva cultura del ahorro en la empresa.

Con los datos del ejercicio llevado a cabo en una de las máquinas impresoras se presenta teóricamente el análisis general del área de impresión. Se toma en cuenta la posible reducción entre dos y tres grados centígrados al sistema de calefacción, solamente durante el turno de día, aprovechando la temperatura natural del ambiente. A continuación, se presentan los datos con los resultados esperados. Todo plan de mejora debe ir acompañado del compromiso y apoyo tanto del personal operativo como de la dirección para llevar de la mano el proyecto y solucionar cualquier obstáculo o dificultad que se pueda presentar.

Tabla XXXI. **Kwh consumidos mensualmente con la reducción de temperaturas**

Número de máquinas	Kwh consumidos en una semana por máquina con reducción de 1 a 2°C	Kwh mensuales	Costo mensual
5	10,554.8	211,096.0	Q. 232,184.49
3	8,346,31	100,155.72	Q. 110,161.28

Fuente: elaboración propia.

Con la reducción de temperatura se disminuye en 5% el consumo de energía, sin afectar la calidad del producto se obtienen los beneficios económicos que se muestran en la siguiente tabla. Es importante recordar que este es el inicio para una posible evaluación posterior de otras opciones disminuyendo la temperatura en algunas otras situaciones, trabajos, épocas del año, entre otros.

Tabla XXXII. **Ahorro económico mensual con la aplicación de la propuesta**

Máquinas	Kwh consumidos actual	Kwh consumidos con reducción de 1 a 2°C	Kwh ahorrados semanalmente	Kwh ahorrados mensualmente	Ahorro económico mensual
5	10,825.9	10,554.8	271,1	5,422	Q. 5,963.66
3	8,560.31	8,346,31	214	2,568	Q. 2,824.54

Fuente: elaboración propia

En total, el monto económico de ahorro mensual es de Q. 8 788,20

La implementación de la propuesta no requiere adquisición de equipo o dispositivos adicionales a los que posee la compañía, el ejercicio es únicamente cambiar modificación de un parámetro en la máquina impresora.

4. FASE DE DOCENCIA. DISEÑO DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1 Detección de necesidades de capacitación

La detección de necesidades de capacitación o DNC es el proceso orientado a la estructuración y desarrollo, de planes y programas para el establecimiento y fortalecimientos de conocimientos, habilidades o actitudes en los participantes de una organización, con la finalidad de contribuir en el logro de los objetivos corporativos y personales.

La DNC o detección de necesidades de capacitación permite conocer los déficits de conocimientos, aptitudes o habilidades para dar pie a la capacitación continua y solucionar dichos problemas.

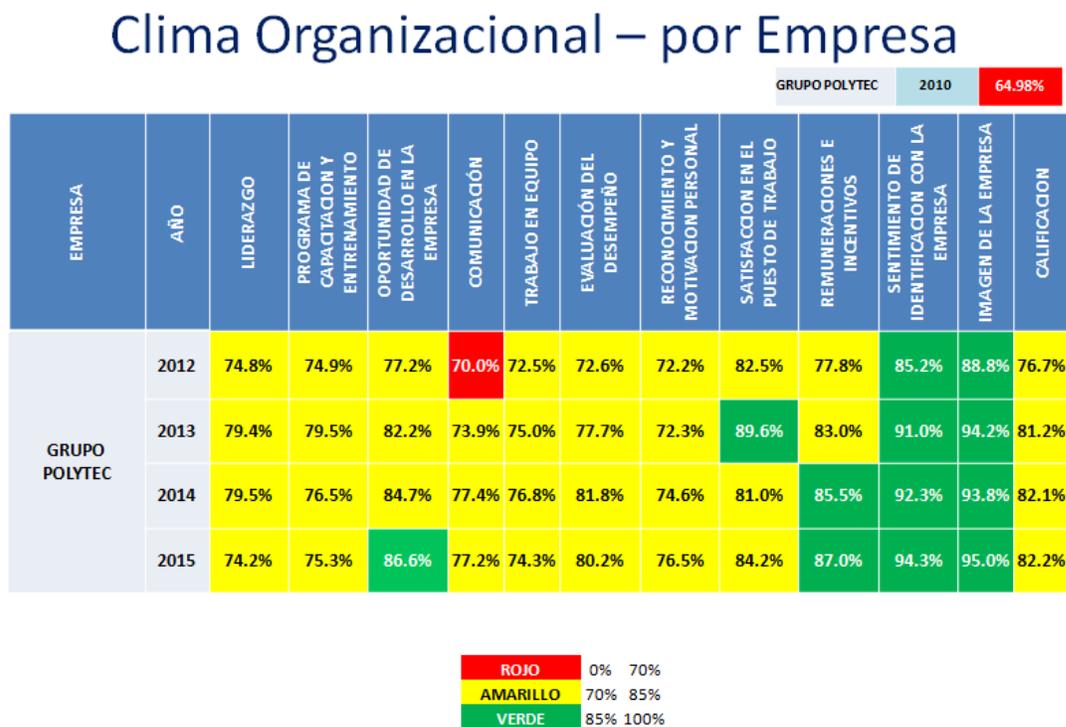
La capacitación incluye la enseñanza de los aspectos técnicos de la empresa y cómo desarrollar los métodos y procedimientos. También se refiere a aspectos culturales y sociales como la integración a la política de la empresa, el trabajo en equipo, el desarrollo personal, las habilidades en comunicación, liderazgo, etc.

Parte de los problemas o dificultades en el departamento de producción de la empresa son relacionados con factores humanos o de mano de obra. La falta de comunicación efectiva, por ejemplo, es la causante de confusiones y mala ejecución de tareas importantes. El personal poco motivado indirectamente, afecta los resultados productivos del área, la mejora y el progreso.

Según los resultados de la evaluación de clima laboral de la empresa en los años anteriores, se puede ver de manera general los puntos deficientes del personal. Luego, se realizó una encuesta más específica y definir los puntos principales para proponer un plan de capacitación en las áreas más importantes.

En la figura 37 se muestran los resultados del clima laboral hasta el año 2015.

Figura 37. **Resultados de clima organizacional de los últimos cinco años**



Fuente: Polytec

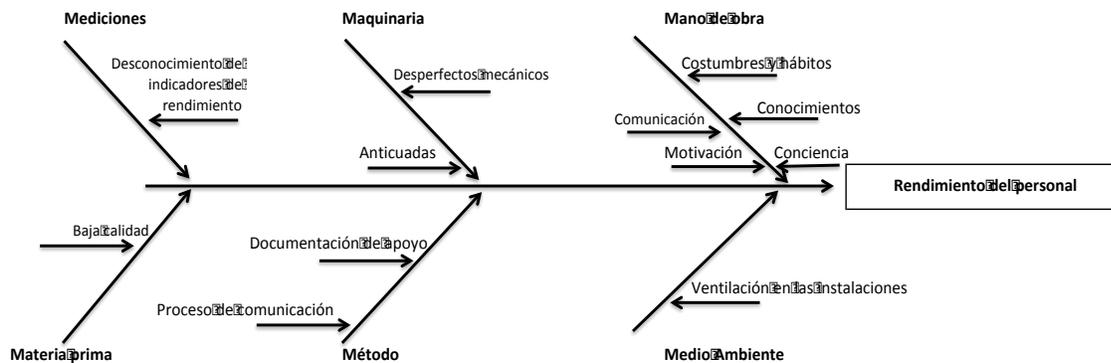
El cuadro anterior de los resultados del clima laboral de los últimos años se recopiló con la información de las evaluaciones anuales que se extienden a

todo el personal de la empresa. Estas evaluaciones son realizadas por el personal de recursos humanos sin distinción de áreas o departamentos. Estas evaluaciones se ponderan sobre 100 puntos que se distribuyen en todas las áreas indicadas en la figura 27. Luego, se califican para obtener un punteo de cada evaluación. La puntuación se promedia y se clasifica en tres rangos, “rojo” entre 0 y 70%, “amarillo” entre 70 y 85% y “verde” entre 85 y 100%. El color rojo significa que hay un tema fuera de control que debe ser corregido inmediatamente, color amarillo genera una alerta para tomar en cuenta e iniciar el desarrollo de planes para aumentar la puntuación, y el color verde indica que es una fortaleza y puede ser tomado como ejemplo para mejorar las otras áreas.

Inicialmente, se identifican las necesidades de capacitación, mediante la observación de la conducta en el trabajo y las deficiencias que indican la necesidad de capacitar. La observación se acompaña con entrevistas no estructuradas al personal. El objetivo es involucrarse en el ambiente de trabajo y conocer las situaciones que, a su criterio, afectan los resultados del área, y que podrían mejorar mediante capacitaciones.

Se elabora un diagrama Ishikawa para conocer las principales causas que afectan los bajos porcentajes en las puntuaciones obtenidas en las evaluaciones de clima organizacional en la empresa. El rendimiento del personal puede ser afectado por diversos motivos, tanto externos como internos. Esta herramienta ayuda a ordenar y visualizar cada uno de manera que puedan ser atacados individual y constantemente.

Figura 38. Diagrama Ishikawa para el rendimiento del personal



Fuente: elaboración propia.

El diagrama muestra que los aspectos humanos afectan en mayor proporción el rendimiento del personal. Si bien todas las ramas son importantes y deben obtener la atención y medidas necesarias, se debe priorizar para definir un punto de partida.

Se propone y elabora un cuestionario para recoger la información que respalde la selección de las necesidades de capacitación. El cuestionario diseñado se presenta en la figura 39. El personal operativo y administrativo de las distintas áreas del departamento de producción respondieron el cuestionario por escrito.

Figura 39. **Formato de la encuesta para la detección de necesidades de capacitación**

DETECCION DE NECESIDADES DE CAPACITACION (D.N.C)

El objetivo de este cuestionario es conocer su opinión en relación a su trabajo y determinar las necesidades de capacitación. De la exactitud y veracidad de sus respuestas dependerá la utilidad del estudio.

EMPRESA: POLYTEC
AREA:
FECHA:

1. Experiencia de trabajo

1.1 Tiempo en el puesto de trabajo: Años _____ Meses _____

1.2 Puesto que desempeña actualmente: _____

1.3 Mencione, a su juicio, cuáles son las 3 responsabilidades o actividades más importantes de su puesto.

1.4 ¿Cree que en la actualidad su desempeño es tan adecuado como lo desearía usted mismo?
SI _____ A medias _____ No _____

¿Por qué?

2. Conocimientos técnicos

2.1 ¿Considera que tiene los conocimientos para cumplir adecuadamente con las funciones de su puesto?
SI _____ A medias _____ No _____

2.2 ¿Qué conocimientos técnicos necesita aprender o profundizar, para cumplir adecuadamente con el desempeño de su puesto?

Continuación figura 39.

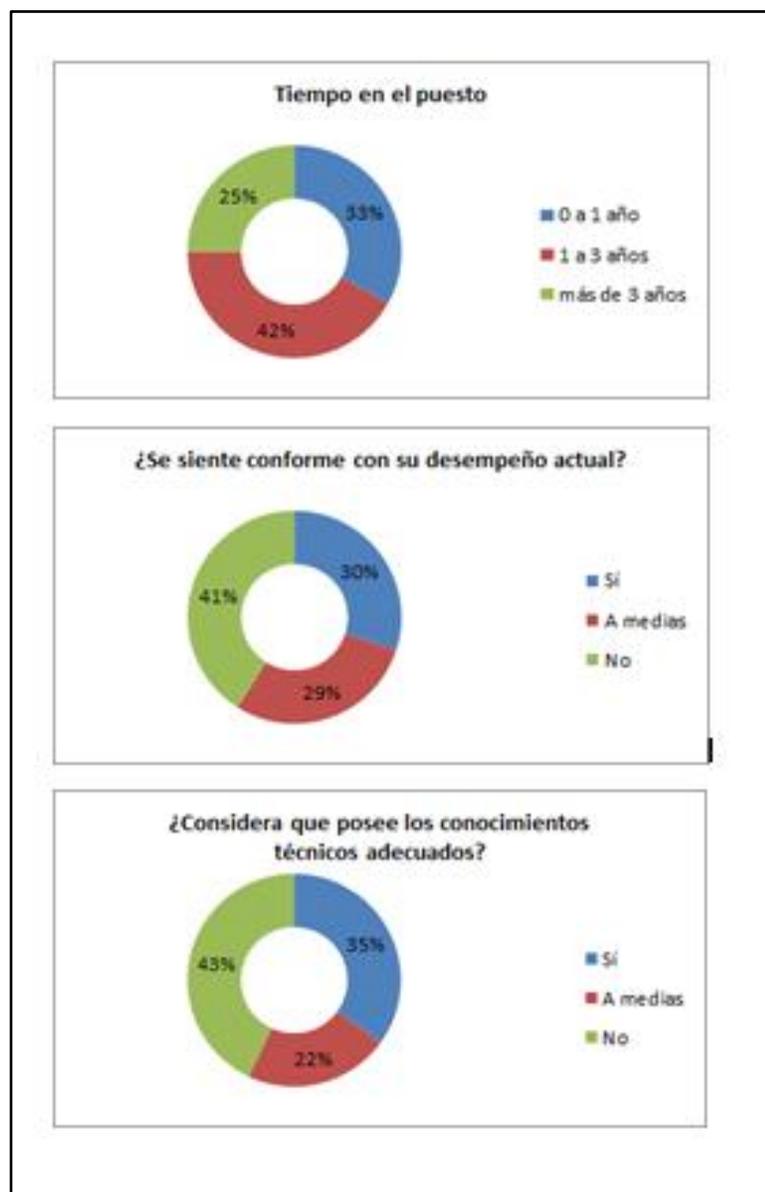
<p>3. Relaciones interpersonales</p> <p>3.1 ¿Considera que la relación y comunicación del personal (incluyendo jefes), afecta en alguna medida el rendimiento del área? Si _____ No _____</p> <p>3.1 ¿Mantiene una relación agradable con sus compañeros de trabajo? Si _____ Algunas veces _____ No _____</p> <p>3.2 ¿Se presentan discusiones entre compañeros de trabajo? Si, siempre _____ Algunas veces _____ No _____ ¿Cual es el motivo más común? _____ _____</p> <p>3.3 ¿La relación, en general, que tiene con su jefe inmediato es buena? Si _____ Algunas veces _____ No _____ ¿Por qué? _____ _____ _____</p> <p>4. Capacitación</p> <p>4.1 ¿Ha recibido cursos de capacitación? Si _____ No _____</p> <p>4.2 ¿Considera adecuadas las capacitaciones que ha recibido? Si _____ Algunas _____ No _____ ¿Por qué? _____ _____ _____</p> <p>4.3 ¿Qué conocimientos generales necesitaría para su buen desempeño laboral? (Marque con X todos los que usted crea pertinentes)</p> <table><tr><td>() Relaciones humanas en el trabajo</td><td>() Seguridad e higiene</td></tr><tr><td>() Conocimientos Técnicos</td><td>() Cultura de calidad</td></tr></table> <p>Otros (especifique) _____</p>	() Relaciones humanas en el trabajo	() Seguridad e higiene	() Conocimientos Técnicos	() Cultura de calidad
() Relaciones humanas en el trabajo	() Seguridad e higiene			
() Conocimientos Técnicos	() Cultura de calidad			

Fuente: elaboración propia.

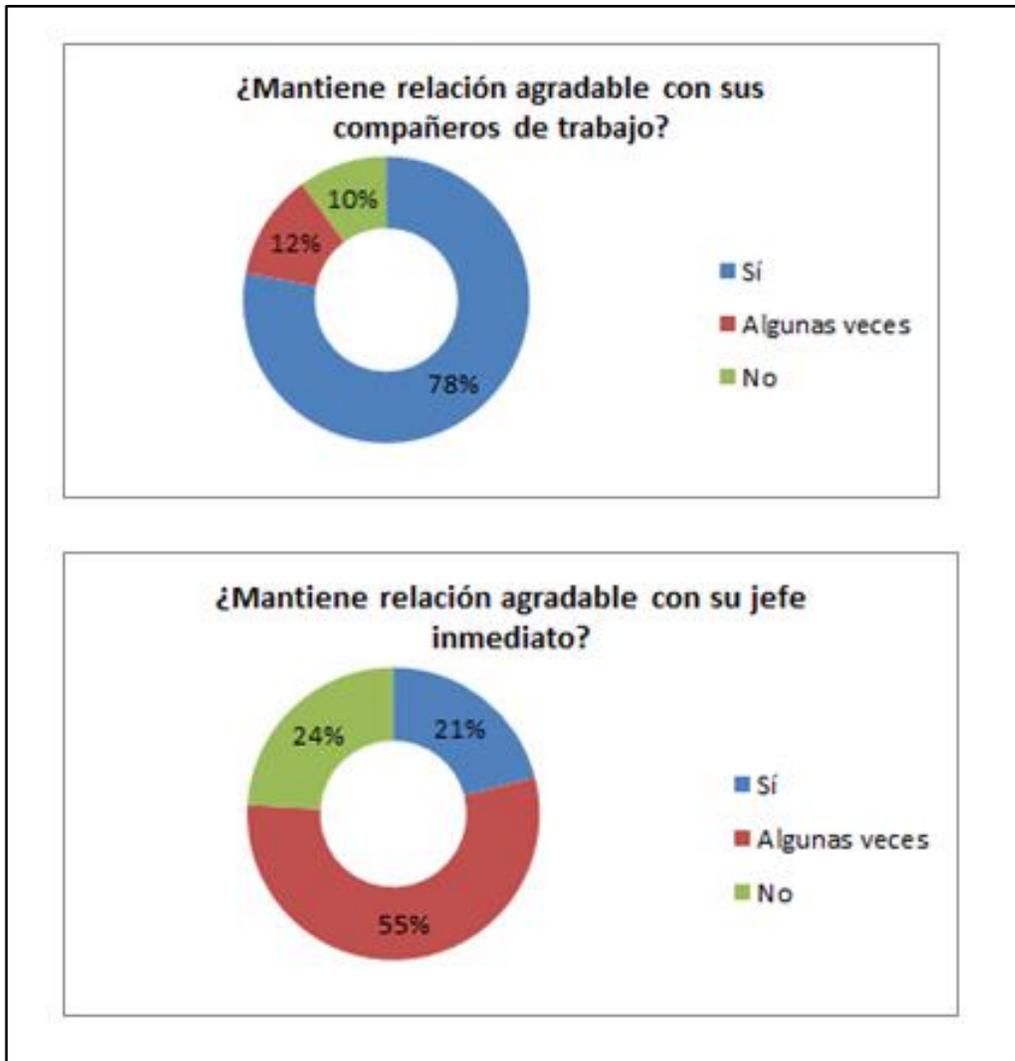
4.2. Resultados de la detección de necesidades de capacitación

La siguiente figura representa los resultados de la encuesta realizada a las 100 personas del departamento de producción, que constituye tanto personal operativo como administrativo.

Figura 40. Resultados de la encuesta



Continuación figura 40.



Fuente: elaboración propia.

Las encuestas realizadas, acompañadas de la observación y los cuestionamientos no estructurados, generan conclusiones acerca de las necesidades de capacitación de los empleados de las distintas áreas de producción. Puesto que la mayor parte de empleados tienen entre 0 y 3 años en sus puestos de trabajo, es lógico que más del 50% no se sienta conforme con su desempeño actual en sus puestos de trabajo. Esto se debe a los rechazos y complicaciones que se les presentan durante la producción. Por lo tanto, se

infiere que se necesita la intervención de un capacitador técnico para nivelar conocimientos. La principal deficiencia en las relaciones interpersonales es la comunicación poco efectiva, el mensaje que cada miembro emite no se comprende a cabalidad. Evidencian individualismo y tanto el personal operativo como el administrativo manifiestan descontento porque sus puntos de vista y decisiones importantes no coinciden. Por este motivo, es necesario invertir tiempo y esfuerzos en el trabajo en equipo y comunicación efectiva en todos los niveles jerárquicos.

4.3. Diseño del plan de capacitación

Las relaciones personales es un punto débil en la actualidad. La comunicación inadecuada ocasiona que los mensajes transmitidos no sean comprendidos por el receptor, la manera y técnicas que se utilizan para comunicarse no son las adecuadas, y el trabajo en equipo es deficiente.

Se propone que participen en una capacitación cuyo tema sea “trabajo en equipo y comunicación efectiva” para todo el personal del área, personal operativo, administrativo y jefatura.

La capacitación propuesta se justifica porque el personal es el recurso más importante en cualquier organización. El éxito depende, en gran medida, de la compenetración, comunicación y compromiso que pueda existir entre sus empleados. Cuando estos trabajan en equipo, las actividades fluyen de manera más rápida y eficiente. La esencia de una fuerza laboral motivada está en la calidad del trato que recibe en sus relaciones individuales que tiene con el jefe, en la confianza, respeto y consideración que les prodiguen. Los administradores y dirigentes requieren de la comunicación para coordinar el trabajo de sus subalternos.

Se propone también la elaboración de documentación de apoyo técnico, para las áreas de producción, dicha documentación debe ser elaborada y validada por los jefes de área y personal con mayor experiencia. Luego debe ser difundida a todo el personal en reuniones programadas.

La tabla XXXIII, muestra el plan de capacitación propuesto para el área de laminación.

Tabla XXXIII. **Plan de capacitación**

Plan de capacitación	
Tema	Trabajo en equipo y comunicación efectiva
Contenido	Comunicación efectiva al interior de las organizaciones
Objetivos	Identificar y comprender los elementos del lenguaje hablado y no hablado para tener una mejor comunicación en el entorno laboral
Beneficios esperados	Comunicación mejorada entre superiores y subalternos, contando con las herramientas para una correcta interpretación
Recursos	Humano, material y económico
Participantes	Operadores, auxiliares, coordinador y jefe de área
Duración	8 horas, dispuestas según la planificación de la producción del área
Frecuencia	Cada 6 meses

Continuación tabla XXXIII.

Plan de capacitación	
Tema	Escuela técnica
Contenido	Información técnica sobre maquinaria y su uso. Tipos de sustratos, estructuras, insumos y su manejo.
Objetivos	Nivelar conocimientos y homologar criterios.
Beneficios esperados	Reducción de desperdicio, tiempos muertos. Y mejora en los índices de producción
Recursos	Humano, material y económico.
Participantes	Operadores, auxiliares, coordinador y jefe de área.
Duración	16 horas, dispuestas según la planificación de la producción del área.
Frecuencia	Cada 6 meses.

Fuente: elaboración propia.

El momento para la ejecución de la capacitación es definido por el departamento de recursos humanos y la jefatura de producción y planificación del área de laminación, de acuerdo con la conveniencia de la empresa y los empleados.

4.4 Costos de implementar la propuesta

Los recursos necesarios para implementar la propuesta de capacitaciones para el personal se determinan de acuerdo con la metodología existente en Polytec, para manejar cualquier tipo de capacitaciones internas y externas. En la tabla XXXIV, se detalla el costo para llevar a cabo la capacitación sobre trabajo en equipo y comunicación efectiva y la escuela técnica.

Tabla XXXIV. **Costo para la capacitación**

Recurso	Descripción	Costo unitario (Q.)	Costo por área (Q.)	Costo total anual (Q.)
Humano	Expositor experto	370/hora	5 900	23 680
Papelería y útiles	Hojas, lapiceros, material de apoyo	5	50	200
Infraestructura	Salón de capacitaciones equipado	-	-	-
Equipo audiovisual	Cañonera, equipo de cómputo	-	-	-
Total				24 680

Fuente: elaboración propia.

El costo del expositor se toma del promedio de los datos del historial de capacitaciones externas de la empresa. Polytec cuenta con un salón de capacitación equipado totalmente.

CONCLUSIONES

1. La falta de control en los procesos genera desperdicios y pérdidas de tiempo productivo en las áreas productivas. Para fortalecer este punto, se crean documentos y herramientas que ayuden y faciliten el control durante la producción, tomando en cuentas las variables críticas en cada parte del proceso productivo.
2. Según los datos estudiados en cuanto a porcentajes de desperdicio y el costo relacionado, se evidenció que las áreas de impresión y laminación generan mayor desperdicio debido a la complejidad del proceso y a la dificultad en su control. Los defectos que han generado el desperdicio presentado en las cuatro áreas productivas se deben principalmente a falta de estandarización y control de parámetros, como temperaturas, presiones y tensiones. Por esto la importancia de crear documentos y herramientas para guía y apoyo en el control durante el proceso.
3. De acuerdo con la información histórica de los últimos 6 meses de rechazos internos en cada área de producción, se ordenan y priorizan las variables que deben ser controladas para cada proceso para asegurar en mayor medida resultados que cumplan con los estándares de calidad y evitar desperdicio. En el área de laminación e impresión se implementa mayor cantidad de controles de parámetros por la criticidad de los procesos y por ser los puntos de todo el proceso productivo en el que el indicador de desperdicio se ve más afectado.

4. Las variables que deben ser controladas en las entradas de cada proceso, en general, son los parámetros a los que se ajustan las máquinas dependiendo del tipo de estructura o material que se trabaje. Temperaturas, tensiones y presiones son los parámetros definidos como críticos para su validación. De la misma manera, existen validaciones que se deben hacer con la materia prima antes de su uso, controles específicos a propiedades cuyos rangos y estándares son establecidos por los proveedores y el uso final que el cliente le dará al producto.
5. La falta del control en los procesos y, el desperdicio que esto ocasiona, lleva a implementar gráficos de control en el área de laminación para la relación de mezcla del adhesivo, esto por ser el área con mayores problemas de calidad y porque el desperdicio generado en mayor proporción es a causa de defectos por una mala relación de adhesivo.
6. Se elaboran las fichas de procesos de cada área, estas se elaboran tomando en cuenta los parámetros generales y prioritarios de cada proceso. Las fichas de procesos se acompañan con documentos para registro y control durante el proceso productivo para asegurar la calidad y tener conciencia de la situación. En el área de laminación e impresión cada estructura y/o diseño del empaque condiciona estos parámetros, por lo que se crean otros documentos para especificaciones propias de cada trabajo.
7. La opción para reducir el consumo de energía eléctrica en el área de impresión es factible, ya que requiere únicamente el compromiso del personal para realizar las variaciones sugeridas en la temperatura de los sistemas de secado. No hace falta inversión económica alguna.

8. El plan de capacitación necesita del compromiso de todo el personal, ya que se detecta que la necesidad está a todos los niveles. Lograr un proceso productivo más eficiente requiere de personal motivado e instruido con conocimientos completos.

RECOMENDACIONES

1. A los coordinadores de área tanto de producción como de calidad, encargarse de implementar gráficos de control para otras variables críticas dentro de la empresa y utilizar la herramienta estadística como un respaldo ante posibles auditorías.
2. A los jefes de área, capacitar al personal que ingrese a la empresa sobre la importancia del control de las variables críticas en cada uno de los procesos sus repercusiones de todo tipo si este control no es implementado.
3. A los jefes auditar, llenar correctamente los formatos de control de proceso y las herramientas propuestas, para asegurar el cumplimiento y beneficio esperado. Es responsabilidad de los jefes de área dar seguimiento a estas acciones y retroalimentar al personal en los casos que se encuentre alguna desviación de lo planeado.
4. Involucrar al personal de mantenimiento en las actividades de control de proceso, para las que se necesite su apoyo y consistencia, para la toma de decisiones.
5. Al jefe de área con el apoyo de los coordinadores, analizar la implementación de un bono por productividad, amarrando eficiencia, desperdicio y disciplina, el cual premie la labor mensual del departamento en conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

1. BECERRA, Fredy. *Taller de ingeniería de métodos*. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia. [en línea]. <<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/instrumentos/arbol.htm>>. [Consulta: julio 2017].
2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). <<http://www.cnee.gob.gt/wp/?p=1835>>. [Consulta: septiembre 2017].
3. DOMENECH José & Centro Guatemalteco de Producción más limpia (CGP+L). *Guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco*. Supervisión de contenido: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2015.
4. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 363 p.
5. ISO 9000-2005. *Sistemas de gestión de la calidad – fundamentos y vocabulario*. Traducción certificada, secretaría INTECO. 3a ed. 2006. 43 p.
6. LUER, Carlos. Merca 2.0. *Organización, productividad, trabajo*. [en línea]. <<http://www.merca20.com/5-consejos-para-un-trabajo-en-equipo-efectivo>> [Consulta: septiembre 2017].

7. Observatorio del plástico. *Adhesivos para empaques flexibles*. <<http://www.observatorioplastico.com/>>. [Consulta: agosto 2017].
8. ORTÍZ Frida, DEL PILAR María. *Metodología de la investigación*. México: Limusa, 1996. 179 p.
9. PROCESOS BIO, Wikispaces. *Diagramación de procesos industriales*. [en línea]. <<http://procesosbio.wikispaces.com/DIAGRAMACION+DE+PROCESOS+INDUSTRIALES>>. [Consulta: julio 2017].
10. Significados. <<http://www.significados.com/>>. [Consulta: agosto 2017].
11. SUAREZ Adriana. *Gestión humana-Capacitación*. [en línea]. <http://www.gestionhumana.com/gh4/BancoMedios/Documentos%20PDF/17-como_estructurar_capacitacion.pdf>. [Consulta: septiembre 2017].
12. Twenergy. *Eficiencia energética*. <<http://twenergy.com/eficiencia-energetica>>. [Consulta: agosto 2017].
13. VILLAREAL, Livie. *Recursos Humanos - Capacitación del personal*. [en línea]. <<http://www.gerencie.com/capacitacion-del-personal.html>>. [Consulta: julio 2017].