



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

**CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE
METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S. A.**

Irene Elizabeth Estrada Mendiá

Asesorado por la Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista

Guatemala, marzo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE
METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

IRENE ELIZABETH ESTRADA MENDÍA

ASESORADO POR LA INGA. SINDY MASSIEL GODINEZ BAUTISTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha marzo de 2013.



Irene Elizabeth Estrada Mendía

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.115-2016

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: **CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Irene Elizabeth Estrada Mendía**, 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, marzo de 2016

/cc



Guatemala, 08 de febrero de 2016.
REF.EPS.DOC.73.02.16.

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Irene Elizabeth Estrada Mendiá**, Carné No. **200815187** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, 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"

Universidad de San Carlos de Guatemala
Inga. Sindy Massiel Godínez de Dávila
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
Asesora-Supervisadora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SMGB/ra



Guatemala, 08 de febrero de 2016.
REF.EPS.D.62.02.16

Ingeniero
Juan José Peralta
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Peralta:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Irene Elizabeth Estrada Mendía** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista.

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 Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra

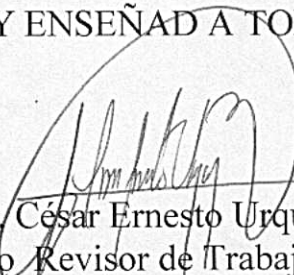




REF.REV.EMI.017.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Irene Elizabeth Estrada Mendía**, 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 2016.

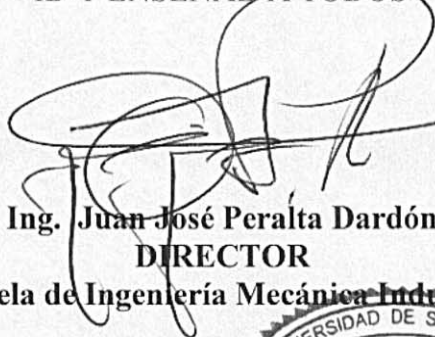
/mgp



REF.DIR.EMI.038.016

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 **CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA EN LA EMPRESA TECNIFIBRAS, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Irene Elizabeth Estrada Mendía**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2016.

/mgp

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecirme con sabiduría y con una familia hermosa.
Mi padre	Por ser mi inspiración para ser mejor y más fuerte cada día.
Mi madre	Que me cuida desde el cielo.
Mis hermanos	Por estar conmigo incondicionalmente.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi padre

Por su amor. Por darme lo mejor y por siempre acompañarme en medio de risas o lágrimas. Por guiarme con palabras, pero más con su ejemplo. Por protegerme de todo y de todos y de todos, y por trabajar para hacer de mi alguien completa.

Mi tío Gustavo

Por recordarme que la perseverancia es esencial para alcanzar mis metas. Por regalarme de su tiempo y estar a nuestro lado cuando más necesitamos su apoyo.

Luis Agueda

Por compartir conmigo su tiempo, su experiencia y por demostrarme que la amistad se construye y se nutre con acciones, pequeñas o grandes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE TECNIFIBRAS, S. A.....	1
1.1. Descripción.....	1
1.2. Visión.....	1
1.3. Misión	2
1.4. Organización	2
1.5. Objetivos.....	2
1.6. Política de calidad	3
1.7. Organización de la empresa.....	3
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA.....	5
2.1. Diagnóstico.....	5
2.1.1. Análisis Foda de la empresa Tecnifibras, S. A.	6
2.2. Descripción del problema	10
2.2.1. Instalaciones.....	11
2.2.2. Maquinaria y equipo	13
2.2.2.1. Extrusora	13
2.2.2.2. Telares.....	14

	2.2.2.3.	Laminación	15
	2.2.2.4.	Corte/costura.....	16
	2.2.2.5.	Impresión.....	17
2.2.3.		Productos	18
	2.2.3.1.	Laminados.....	19
	2.2.3.2.	Fondo plano	20
	2.2.3.3.	Valvulados.....	21
2.2.4.		Materia prima utilizada en el proceso	22
	2.2.4.1.	Resina de polipropileno	22
	2.2.4.2.	Pigmentos	22
	2.2.4.3.	Aditivos.....	23
2.3.		Análisis de procesos	23
	2.3.1.	Proceso de extrusión.....	24
	2.3.2.	Proceso de telares	37
	2.3.3.	Proceso de laminación	41
	2.3.4.	Proceso de impresión.....	46
	2.3.5.	Proceso de corte/costura.....	53
2.4.		Elaboración de cartas de control	57
	2.4.1.	Elección de características para gráfico	61
	2.4.2.	Selección de carta de control	64
	2.4.3.	Definir las líneas centrales y los cálculos de límites.....	64
	2.4.4.	Elaboración de gráficos e interpretación de resultados.....	65
	2.4.4.1.	Extrusión	65
	2.4.4.2.	Telares	67
	2.4.4.3.	Corte/costura.....	69
	2.4.4.4.	Impresión.....	70
	2.4.4.5.	Laminación	72

2.4.5.	Costos de la propuesta.....	74
2.5.	Formulación del sistema de metrología	75
2.5.1.	Diagnóstico	75
2.5.2.	Definir los equipos de medición	76
2.5.2.1.	Balanza de precisión	76
2.5.2.2.	Copas Zahn	76
2.5.2.3.	PH-Metro	77
2.5.2.4.	Guía Pantone.....	77
2.5.2.5.	Tape 3M	78
2.5.2.6.	Marcador Dyna	78
2.5.3.	Validación de métodos de calibración	78
2.5.3.1.	Método de calibración para balanza	79
2.5.3.2.	Método de calibración copa Zahn.....	80
2.5.3.3.	Método de calibración pH-metro.....	80
2.5.4.	Validación de métodos internos para calibración....	81
2.5.5.	Costos de la propuesta.....	86
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA UTILIZANDO LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	89
3.1.	Procedimientos administrativos que impactan en el consumo de energía eléctrica.....	89
3.2.	Análisis del consumo de energía.....	90
3.2.1.	Tabla de consumo por procedimiento administrativo.....	91
3.2.2.	Gráfica de consumo por procedimientos administrativos.....	91
3.2.3.	Tabla de consumo de energía eléctrica por mes	92

3.2.4.	Gráfica de consumo de energía eléctrica por mes	94
3.3.	Plan	95
3.3.1.	Plan de acción para el uso de iluminación natural para disminuir el consumo de energía eléctrica	107
3.3.2.	Sustitución de lámparas	108
3.3.3.	Costos de la propuesta	115
4.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. PLAN DE CAPACITACIÓN	117
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación	117
4.2.	Plan de capacitación	118
4.2.1.	Cronograma de capacitaciones	121
4.2.2.	Cantidad de personas a capacitar	122
4.2.3.	Metodologías a utilizar	122
4.3.	Evaluación de capacitaciones	123
4.4.	Costos de la capacitación	124
	CONCLUSIONES	125
	RECOMENDACIONES	127
	BIBLIOGRAFÍA	129
	ANEXOS	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la organización	4
2.	Diagrama de flujo del proceso de fabricación de sacos de polipropileno.....	12
3.	Extrusora.....	14
4.	Telar	15
5.	Laminadora	16
6.	Cortadora	17
7.	Máquina impresora.....	18
8.	Proceso sistemático de fabricación de sacos de polipropileno	24
9.	Diagrama de procesos de extrusión actual	26
10.	Programación.....	27
11.	Dosificadores	29
12.	Mezcladora de extrusión	29
13.	Alarma de corte.....	30
14.	Diagrama de procesos de extrusión con control de calidad	36
15.	Diagrama de procesos de telares actual	37
16.	Diagrama de proceso de telares con control de calidad.....	41
17.	Diagrama de proceso de laminación actual	42
18.	Diagrama de procesos de laminación con control de calidad	46
19.	Diagrama de procesos de impresión actual	47
20.	Diagrama de procesos de impresión con control de calidad	52
21.	Diagrama de procesos de corte/costura actual	53
22.	Diagrama de proceso de corte/costura con control de calidad.....	57

23.	Diferencias de <i>denier</i> real vs. <i>denier</i> teórico	66
24.	Diferencias de gramaje real vs. gramaje teórico	68
25.	Gráfico de medidas de corte	70
26.	Carta de control de medición de viscosidad	72
27.	Carta de control de muestras de rollos laminados	73
28.	Diagrama causa y efecto variación en parámetros de calidad	75
29.	Diagrama causa y efecto alta facturación de energía eléctrica.....	90
30.	Consumo por procedimiento	92
31.	Consumo de energía eléctrica por mes	94
32.	Nivel de iluminación en área de oficina.....	101
33.	Nivel de iluminación área de producción	102
34.	Paredes en área de oficinas	104
35.	Planos de trabajo en áreas de oficinas	105
36.	Paredes en Área de Producción	106
37.	Planos de trabajo en áreas de oficinas	107
38.	Relaciones de cavidad zonal	111
39.	Tabla de reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso	112
40.	Tabla de coeficiente de utilización	113
41.	Distribución de lámparas	115
42.	Diagrama causa y efecto incorrecto llenado de registros de calidad ..	117
43.	Presentación de capacitación	119
44.	Evaluación de capacitación	123

TABLAS

I.	Deficiencias en el proceso de fabricación de sacos.....	5
II.	Análisis Foda de la empresa Tecnifibras, S. A.	7
III.	Matriz de relaciones.....	8
IV.	Matriz Foda de la empresa Tecnifibras, S. A.	9

V.	Estrategias	10
VI.	Identificación de extrusor por lote.	34
VII.	Inspección de temperatura.....	35
VIII.	Inspección de <i>denier</i> , ancho, color.....	36
IX.	Inspección de bobinas.....	40
X.	Inspección de metraje	40
XI.	Verificación de peso de rollo.	40
XII.	Inspección de ancho	44
XIII.	Tratamiento UV	45
XIV.	Inspección de gramaje	45
XV.	Inspección de sellos.....	51
XVI.	Inspección de tintas.....	52
XVII.	Inspección de medida de traslape.....	56
XVIII.	Constantes según tamaño de muestra.....	59
XIX.	Límites de procesos	65
XX.	Inversión de la propuesta de mejora	74
XXI.	Procedimiento de calibración para balanza.....	79
XXII.	Procedimiento de calibración pH-metro	81
XXIII.	Control de dispositivos que requieren calibración	81
XXIV.	Control de dispositivos que requieren calibración	82
XXV.	Mediciones de pH-metro	83
XXVI.	Lecturas copa Zahn.....	84
XXVII.	Estado de Guía Pantone	85
XXVIII.	Verificación de tape y marcador Dyna.....	85
XXIX.	Verificación de metros.....	86
XXX.	Análisis de costos de sistema de metrología	87
XXXI.	Consumo por procedimiento	91
XXXII.	Consumo de energía por mes.....	93
XXXIII.	Plan para el estudio de iluminación.....	95

XXXIV.	Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición	97
XXXV.	Constante de salón en los planos de trabajo	100
XXXVI.	Evaluación del nivel de iluminación en área de oficinas	101
XXXVII.	Evaluación del nivel de iluminación en área de producción.....	102
XXXVIII.	Evaluación del factor de reflexión en el área de oficinas	104
XXXIX.	Evaluación del factor de reflexión en las áreas de producción	106
XL.	Nivel de luz por actividades	109
XLI.	Reflectancias	110
XLII.	Factor de mantenimiento	111
XLIII.	Costos de la propuesta	116
XLIV.	Actividades de plan de capacitación	118
XLV.	Cronograma de capacitaciones	121
XLVI.	Personas a capacitar.	122
XLVII.	Costos capacitación.....	124

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo

Significado



Almacenaje

cm

Centímetro



Inspección

lb

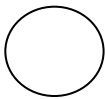
Libras

m²

Metro cuadrado

m

Metro lineal



Operación



Transporte

GLOSARIO

Aditivos	Sustancia que se añade a un producto para conservarlo o mejorarlo.
Bachada	Lote de material.
Calibración	Es el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido.
Carbonato	Es un compuesto químico, de fórmula CaCO_3 . Es una sustancia muy abundante en la naturaleza, formado rocas, como componente principal en todas partes del mundo. Es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos. Utilizado para dar rigidez al hilo.
Cartas de control	Es un método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un estado de control estadístico, es decir cuando solo actúan causas comunes o aleatorias, inherentes a cualquier proceso.
Colorante	Aditivo utilizado para dar color al hilo rafia.

Copa Zahn	Es un método de control simple y durable para calcular la viscosidad de un líquido y se determina tomando el tiempo que demora en drenar dicho líquido desde la copa
Denier	Son los gramos que pesan 9 000 metros de hilo.
Extrusión	La extrusión de polímeros es un proceso industrial, en donde se realiza una acción de prensado, moldeado del plástico, que por flujo continuo con presión y empuje, se lo hace pasar por un molde encargado de darle la forma deseada.
Metrología	Es la ciencia y técnica que estudia las mediciones de las magnitudes garantizando su normalización mediante la trazabilidad. Acorta la incertidumbre en las medidas mediante un campo de tolerancia.
Lux	Unidad de medida de iluminación.

RESUMEN

La empresa Tecnifibras, S. A. es de tipo familiar, privada, cuyo máximo órgano de decisión es la junta de accionistas. Esta nombra a los funcionarios que desarrollan la Gerencia, y esto a su vez a los mandos medios. La Dirección es la figura de mayor jerarquía después de la Junta de Accionistas. Es una empresa de sector secundario y posee más de 250 trabajadores.

La observación sistemática de los procesos, permitió establecer que hay deficiencias en los métodos de aseguramiento de la calidad. Los principales problemas encontrados son: la ausencia de un control estadístico que permita diferenciar los defectos de la calidad y los puntos donde se producen, y, la ausencia de instrumentos metrológicos que revelen de manera sistemática los defectos de los productos. Estos dos problemas actúan de manera sinérgica en deterioro de la calidad, incrementando el riesgo de ofrecer a los clientes productos defectuosos.

Aunque los problemas en la calidad pueden originarse en diversos puntos del proceso de producción, el controlar estos elementos (control estadístico e instrumentos metrológicos), proveen el primer paso para definir en qué momentos del proceso productivo se están generando la mayor cantidad de defectos.

Para mejorar la calidad, se desarrolló un sistema de control estadístico en cada uno de los procesos en los que es aplicable, así como se generó un sistema de metrología adecuado para todos los equipos de medición utilizados

dentro de la planta. Este aporte se realizó en el marco del Ejercicio Profesional Supervisado.

Este proceso se llevó a cabo en diferentes fases sucesivas: primero se identificaron las operaciones de cada proceso, luego se realizaron muestreos y recolección de datos para cada uno de los procesos. Una vez se obtuvieron los resultados, se elaboraron las cartas de control para cada producto, lo que permitió mejorar el proceso.

Por otra parte, en el diagnóstico también se pudo identificar la falta de un sistema de metrología lo que afectaba la calidad, al no tener calibraciones sistemáticas de los distintos momentos del proceso productivo (por ejemplo, el entintado, el tejido de hilos, los pesos, las medidas, entre otros) Para este problema se identificaron los pasos clave, se establecieron los criterios de calibración y se implementaron los mantenimientos sistemáticos de dichos pasos clave.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de control estadístico de la calidad y de metrología que permita mostrar cómo se comporta una característica determinada de cada proceso del producto final a través del tiempo, con herramientas que provean mediciones lo más exactas posibles.

Específicos

1. Mejorar cada proceso, reduciendo la variación.
2. Definir características de cada proceso para la realización de cartas de control.
3. Identificar las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejar la magnitud de la variación debida a las causas comunes.
4. Controlar tendencias y estabilidad en cada proceso.
5. Realizar un análisis del consumo de energía eléctrica dentro de la empresa.
6. Capacitar al capital humano para el correcto llenado de formatos.

INTRODUCCIÓN

Cuando se quiere tomar una decisión importante para resolver problemas, es sustancial tener información que permita identificar cuándo, dónde y en qué condiciones se da el problema. Es decir, se debe encontrar su regularidad estadística y sus fuentes de variabilidad.

Muchas organizaciones actúan mediante experiencias, corazonadas, intuiciones, tradiciones y con base en el método de prueba y error; sin embargo, es importante recopilar información de las variables involucradas y definir su participación en el fenómeno que se atiende.

La mejora de procesos en los sistemas de calidad requiere que la toma de decisiones se apoye en un correcto análisis de los datos y la correcta interpretación de la información.

La estadística es una herramienta vital en el control y monitoreo de procesos para la mejora y desarrollo de la calidad, ya que está conformada por un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recolección y análisis de datos y toma en cuenta la variación de los mismos. La variación ocurre en los resultados de los procesos, ya que son generados por la interacción de materiales, mano o mente de obra, mediciones, medio ambiente y métodos.

Debido a las variaciones ocurridas en los procesos, es necesario su monitoreo. Las técnicas estadísticas son instrumentos usados en gran diversidad de situaciones para identificar dónde, cómo, cuándo y con qué frecuencia se presentan los problemas.

Los aspectos críticos en la administración de cualquier situación incluyen conocer profundamente la variabilidad de las acciones y comprender las interrelaciones de las acciones. De esta manera puede comprenderse la actividad de un proceso y no actuar de manera reactiva sino preventiva.

Para ser preciso en la comprensión del proceso hay que medir todas las actividades que participan, generando un sistema de metrología adecuado para los equipos de medición utilizados, no olvidando la calibración de los mismos, ya que es el procedimiento de comprobación entre lo que indica un instrumento y lo que debería indicar de acuerdo a un patrón de referencia con un valor conocido para mantener y verificar el buen funcionamiento de los mismos.

En este documento se presenta el anteproyecto de EPS titulado: Control estadístico de la calidad y sistema de metrología en la empresa Tecnifibras, S. A., en el cual inicialmente se incluye el planteamiento del problema, y se describe la institución donde se realizará el proyecto de EPS y explicándose la problemática que se propone resolver.

Se expone la forma como se utilizarán los gráficos de control y un sistema de metrología para obtener información que ayudará a definir en qué procesos se están generando mayor cantidad de defectos.

Luego se expone el plan de trabajo, el cual incluye: una fase de servicio técnico, una fase de servicio de investigación y una fase de enseñanza aprendizaje. Además, se detalla el presupuesto estimado, los recursos necesarios y se presenta el contenido propuesto para el informe final del proyecto de EPS.

1. GENERALIDADES DE TECNIFIBRAS, S. A.

1.1. Descripción

Tecnifibras, S. A. se fundó en 1993, como una fábrica de sacos de polipropileno para uso agrícola e industrial. La empresa está especializada en cada una de las fases de producción: extrusión, tejido, costura, corte, impresión y laminado, lo cual permite ofrecer a los clientes un producto completo.

En marzo de 2004 inició operaciones Tecnifibras División Papel, dedicadas a la producción de bolsas de papel multicapas para industrias como: harinas de trigo, cal hidratada, semillas, ajonjolí, fósforos, entre otras.

1.2. Visión

“Ser el proveedor regional de empaques predilecto por el mercado de Centroamérica y el Caribe, por ser la empresa certificada ISO 9001:2008, con la oferta óptima de valor a un precio atractivo.

Generar valor a manera de crecer constantemente a través de brindar un excelente servicio a nuestros clientes con un compromiso decidido con nuestro recurso humano y la sociedad”.¹

¹ Visión establecida por Tecnifibras, S. A.

1.3. Misión

“Proveer soluciones de empaque flexible de la más alta calidad, con un alto compromiso de servicio al cliente en los sectores agrícola e industrial.

Somos el fabricante de empaques tejidos de polipropileno y bolsas de papel para alimentos, minerales, fertilizantes y otros, eficiente e innovador que siempre excede las expectativas del cliente por la calidad del producto, servicio y rapidez de entrega”.²

1.4. Organización

La organización ofrece a todos sus colaboradores un ambiente de trabajo placentero y seguro, que ayuda a que su aporte sea un esfuerzo diario por mantener los estándares de excelencia que exige un producto de alta calidad que cumpla con los requerimientos del cliente.

La meta principal de la compañía es el enfoque en la calidad, entrega rápida y una capacidad de producción mensual de 2 millones de sacos a manera de cumplir y cubrir las demandas más exigentes de los clientes a nivel local y regional.

1.5. Objetivos

Los objetivos definidos por la Alta Dirección para la organización son:

- “Alcanzar el 90 % de satisfacción de nuestros clientes.

² Misión establecida por Tecnifibras, S. A.

- Mantener la cantidad de desperdicio generado en la fabricación de hilo rafia por debajo del 1 %.
- Mantener la cantidad de desperdicio generado en la fabricación de tela por debajo del 1,75 %.
- Mantener la cantidad de producto de segunda generado en la fabricación de bolsas de papel y sacos de polipropileno por debajo del 2,4 %.
- Brindar el 100 % de capacitación a los colaboradores de Tecnifibras, S. A. de acuerdo al plan anual de formación.”³

1.6. Política de calidad

“Fabricación y comercialización de empaques tejidos de polipropileno y bolsa de papel, cumpliendo los requisitos legales, organizacionales y de nuestros clientes, mejorando continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad para alcanzar la satisfacción total de clientes y accionistas”⁴

1.7. Organización de la empresa

De acuerdo a su tamaño es una grande empresa ya que tienen más 250 trabajadores, posee instalaciones propias, y su volumen de ventas es grande. La empresa es una sociedad anónima que posee responsabilidad al patrimonio familiar. Desarrolla sus actividades en el modelo de organización funcional, ya que se encuentra dividida en departamentos en donde distribuye el trabajo en tareas según su área. Aplica el principio funcional o principio de la especialización de las funciones para cada tarea, esto facilita la supervisión de

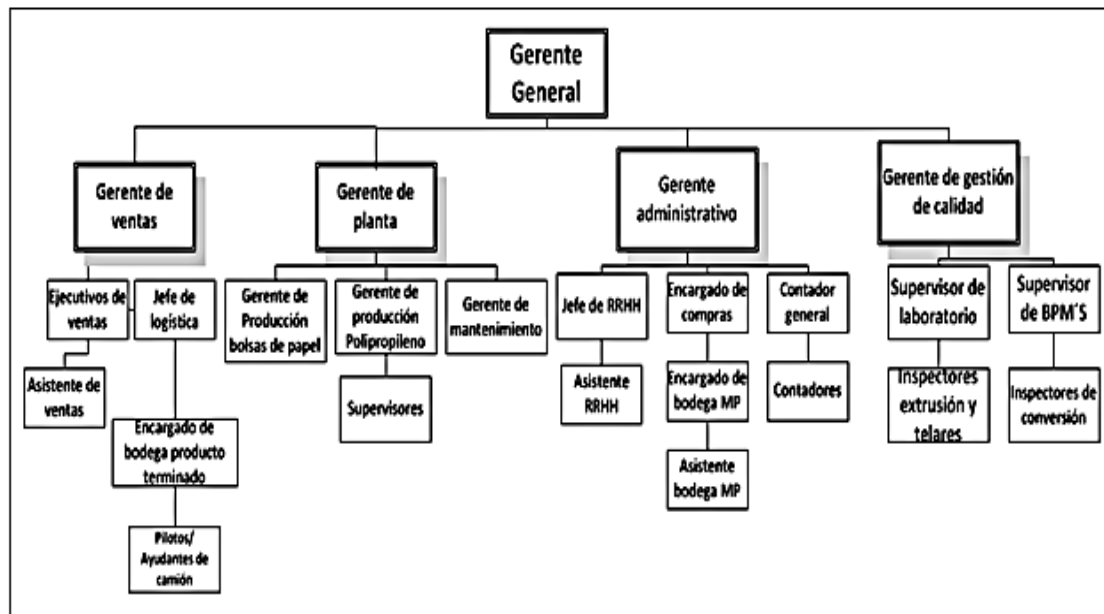
³ Objetivos establecidos por Tecnifibras S. A.

⁴ Política de calidad establecida por Tecnifibras S. A.

cada gerente de área. Debido a que transforma mediante procedimientos es una empresa de sector secundario.

A continuación y de acuerdo al tipo de empresa se presenta el organigrama de tipo vertical, este tipo de organigrama, permite una fácil visualización de la organización presentando las unidades ramificadas de arriba abajo a partir del titular en la parte superior, desplegando los diferentes niveles jerárquicos en forma escalonada distribuyendo el trabajo en áreas donde se especifican las líneas de mando.

Figura 1. **Organigrama de la organización**



Fuente: Empresa Tecnifibras, S. A.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD Y SISTEMA DE METROLOGÍA

2.1. Diagnóstico

A partir de la observación sistemática de los procesos de producción, se estableció que en los procesos de producción la empresa actualmente carece de un sistema de control estadístico, que le ayude a evitar los problemas que se generan en las áreas de producción de la fibra (extrusión) tejido, impresión, corte/costura y laminación, lo que ha generado una serie de problemas que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla I. Deficiencias en el proceso de fabricación de sacos

Proceso	Deficiencias en el proceso
Extrusión	1. Desperdicio de material, 2. Altos niveles de merma en el proceso (10 %) 3. Hilo fuera de especificación
Telares	1. Tela fuera de especificación 2. Exceso de material (peso y medidas superior al esperado)
Impresión	1. Merma en la impresión 2. Ineficiencia en el uso de la tinta (más consumo del esperado) 3. Producto fuera de especificaciones
Laminación	1. Exceso de material (peso y medidas fuera de los rangos esperados) 2. Producto fuera de especificaciones
Corte/costura	1. Producto fuera de especificaciones 2. Reproceso (re hacer los sacos) 3. Tiempo muerto

Fuente: elaboración propia.

La identificación de estos problemas fue la base para plantear modificaciones en la manera como se controlan y supervisan los procesos y que es el objeto de este informe. A continuación se presentan los detalles del proceso diagnóstico y las consecuentes modificaciones que se plantearon y finalmente se implementaron.

2.1.1. Análisis Foda de la empresa Tecnifibras, S. A.

Para recabar la información se realizó una charla con el gerente de Gestión de Calidad y el gerente general, quienes facilitaron los datos y así se pudo realizar el análisis Foda.

El resultado que se obtuvo al desarrollar esta actividad es un cuadro que contiene el Foda de la empresa, el cual se presenta en las tablas II, III y IV.

Tabla II. **Análisis Foda de la empresa Tecnifibras, S. A.**

FODA DE LA EMPRESA TECNIFIBRAS S.A.		
	ORIGEN INTERNO	ORIGEN EXTERNO
P O S I T I V O	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
	1. 20 años en el mercado 2. Principal distribuidor de varias marcas que utilizan los productos de Tecnifibras como su empaque oficial. 3. capacidad para responder a las distintas especificaciones técnicas de los clientes. 4. Estándares de calidad altos 5. red de distribución y logística comercial.	1. Aprobación del Tratado de libre comercio CAFTA(Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América) 2. Crecimiento del mercado internacional 3. Amplio rango de clientes potenciales 4. Diversificación e incremento de demanda de sacos con diferentes especificaciones
N E G A T I V O	DEBILIDADES	AMENAZAS
	1. Ausencia de un control estadístico de la calidad del producto 2. Ausencia de análisis sistemático de los procesos de producción. 3. No existen herramientas para recopilar y analizar datos de desempeño de la maquinaria 4. Ausencia de procesos de calibración sistemática de la maquinaria.	1. Crecimiento de la competencia 2. Globalización de los mercados. 3. Materias primas importadas.

Fuente: elaboración propia.

Para la realización de esta matriz se tomó como criterio cuando tiene mucha relación 1, y de lo contrario 0.

Tabla III. **Matriz de relaciones**

Fortalezas	Oportunidades				Fortalezas	Amenazas		
	1	2	3	4		1	2	3
1	1	0	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	2	0	0	0
3	0	0	0	0	3	0	0	1
4	0	0	0	1	4	0	1	0
5	0	0	0	0	5	0	0	0
Debilidades	Oportunidades				Debilidades	Amenazas		
	1	2	3	4		1	2	3
1	0	1	0	0	1	0	1	0
2	0	0	0	0	2	0	0	0
3	0	0	0	1	3	0	0	0
4	0	0	0	1	4	1	0	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Matriz Foda de la empresa Tecnifibras, S. A.**

	Fortalezas		Debilidades
	20 años en el mercado. - Principal distribuidor de varias marcas que utilizan los productos de Tecnifibras como su empaque oficial. - Capacidad para responder a las distintas especificaciones técnicas de los clientes. - Estándares de calidad altos - Red de distribución y logística comercial.		- Ausencia de un control estadístico de la calidad del producto. - Ausencia de análisis sistemático de los procesos de producción. - No existen herramientas para recopilar y analizar datos de desempeño de la maquinaria - Ausencia de procesos de calibración sistemática de la maquinaria.
O P O R T U N I D A D E S	- Aprobación del Tratado de libre comercio CAFTA - Crecimiento del mercado internacional - Amplio rango de clientes - Diversificación e incremento de demanda de sacos con diferentes especificaciones	Estrategias FO	Estrategias DO
		- Expansión en mercados internacionales (F1, O1). - Incrementar promoción de los productos. (F2,O2) - Incrementar la generación de nuevos productos para el mercado internacional. (F4,O4)	- Implementación de un control de calidad, que incluya análisis de datos. (D1,O1) - Creación de herramientas apropiadas para recopilar datos. (D3,O4) - Definición, aplicación y control de un sistema de metrología.(D4,O4)
A M E N A Z A S	- Crecimiento de la competencia - Globalización de los mercados. - Materias primas importadas.	Estrategias FA	Estrategias DA
		- Invertir en el desarrollo del recurso humano. (F4, A2) - Promover la certificación internacional de la calidad. (F1, A2) - Asegurar la calidad interna de los procesos de producción. (F3, A3)	- Creación de un plan de calibración para los equipos de medición. (D4, A1) - Creación y validación de métodos de calibración. (D1, A1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Estrategias**

Estrategias
1. Incrementar la generación de nuevos productos para el mercado internacional.
2. Incrementar la promoción de los productos.
3. Expansión en mercados internacionales.
4. Invertir en el desarrollo laboral del recurso humano.
5. Promover la certificación internacional de la calidad.
6. Capacitar constantes para los empleados.
7. Implementar un control de calidad, que incluya análisis de datos.
8. Asegurar la calidad interna de los procesos de producción.
9. Crear de herramientas apropiadas para recopilar datos.
10. Definir, aplicación y control de un sistema de metrología.
11. Crear de un plan de calibración para los equipos de medición.

Fuente: elaboración propia.

2.2. Descripción del problema

Problema: el proceso de producción no cuenta con un control estadístico de calidad que cuantifique las especificaciones requeridas por los clientes, ni las variaciones que se presentan para mantener el control.

Actualmente las características de los subproductos y el producto terminado, se establecen mediante la opinión y el criterio empírico del operador encargado del proceso.

A pesar de la complejidad de la operación, están ausentes los controles estadísticos que hagan posible la detección sistemática de fallas en el proceso, además no existen procedimientos para asegurar la calibración y calidad del producto de la maquinaria; es decir, no están desarrollados los procesos

fundamentales del control de la calidad, y especialmente, el aspecto de la prevención de fallas.

La gestión de calidad requiere certeza de los resultados obtenidos, así como herramientas confiables que permitan un análisis de datos, acorde para una mejor toma de decisiones. Esto requiere de un proceso controlado estadísticamente que permita entregar a los clientes un producto estandarizado.

Para una mayor comprensión del problema, a continuación se presentan de manera resumida los aspectos más relevantes relativos a la infraestructura productiva y los procesos analizados.

2.2.1. Instalaciones

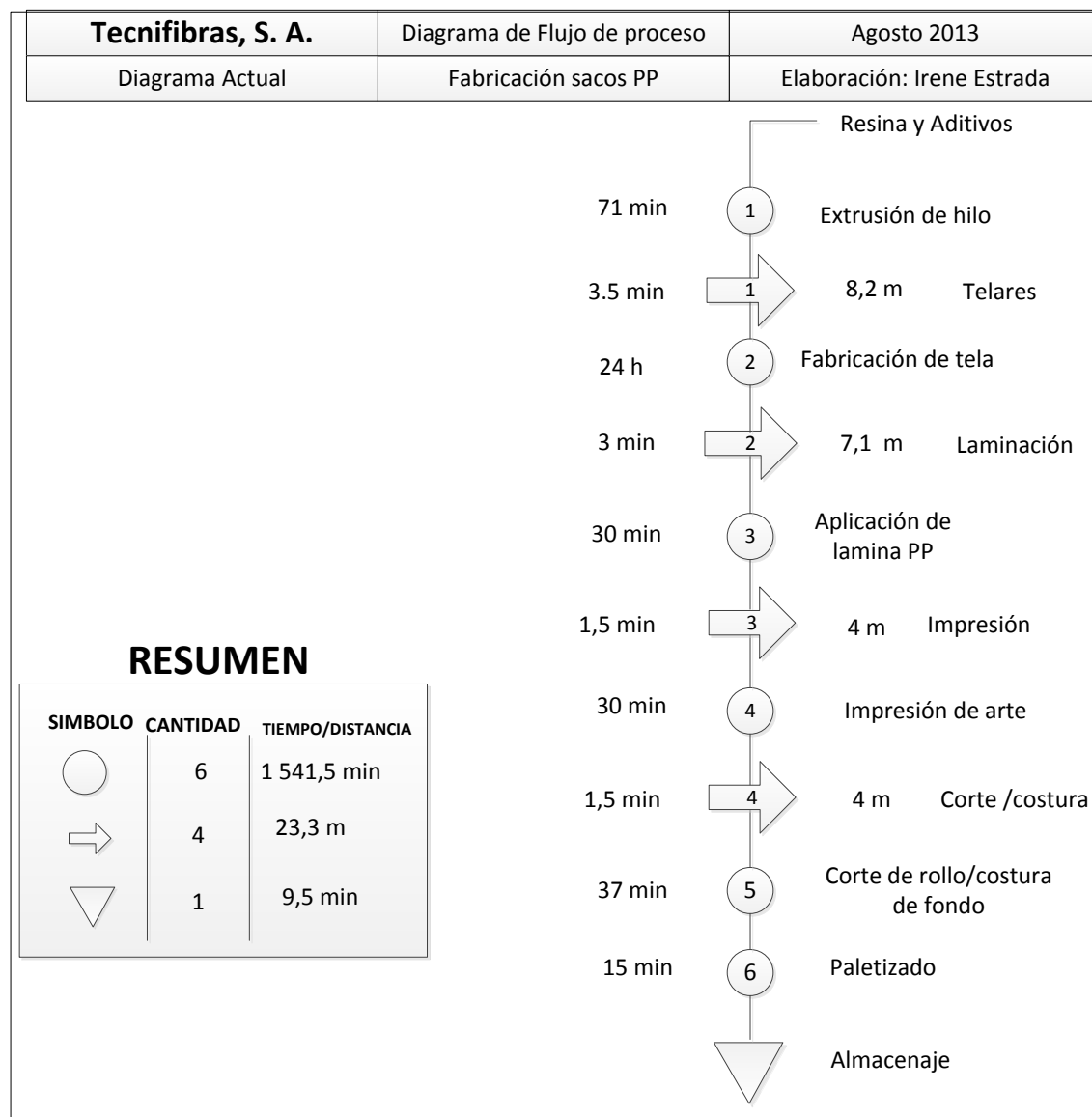
La estructura principal de las operaciones de producción se ubica en un galpón dividido en dos secciones. La primera sección incluye todo lo relacionado con la fabricación de la tela, donde se encuentran dos áreas:

- La primera es extrusión, la cual cuenta con dos máquinas extrusoras que realizan el proceso de fabricación de hilo rafia.
- La segunda es telares, que se abastece de las bobinas de hilo rafia para la producción de la tela en los 41 telares existentes.

La segunda sección incluye el proceso de terminación del producto, donde se encuentran las áreas de laminación, impresión, corte/costura que le dan los acabados y especificaciones a los sacos para convertirse en producto.

El flujo del proceso de fabricación de sacos de polipropileno se observa en el siguiente diagrama.

Figura 2. **Diagrama de flujo del proceso de fabricación de sacos de polipropileno**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Maquinaria y equipo

La maquinaria que forma la cadena de producción tiene varias fases donde la materia prima se va transformando, inicialmente ingresa el polipropileno, el cual a través de la máquina extrusora se convierte en hilo que alimenta las máquinas de telares, donde se obtiene la tela que pasa a la máquina de laminado, donde posteriormente se le aplica una capa de polietileno que la hace más duradera. El material laminado pasa a la impresora donde se personaliza a las necesidades de cada cliente y finalmente a la máquina de corte y costura que corta los sacos en unidades cerradas en su parte inferior, dando el producto final.

2.2.2.1. Extrusora

La extrusora realiza el proceso de fabricación de hilo rafia. Para esto, cuenta con un tornillo de 64 mm, cuatro bombas dosificadoras, cinco zonas de calentamiento, un extractor de materia prima, un contenedor de gránulo, sistema de mezclado de *masterbatch* con materia prima. Además, tiene una bobinadora de 120 posiciones para la elaboración de bobinas; un sistema de estirado, un sistema de acabado, y un tablero de mando para determinar temperaturas y velocidad de producción.

La maquinaria cuenta con una estructura metálica de 10 metros de largo por 1,70 de alto, cableado de todas las líneas hasta la llave principal y horno para quemado de toberas; su producción diaria aproximada es de 1 tonelada, que incluye diferentes *denieres* según la velocidad determinada por las necesidades. La tenacidad de la fibra está determinada por la materia prima a trabajar. La línea también tiene cumplimientos de alta velocidad, gran rendimiento, bajo consumo de energía, formación de fibras. Toda la línea

muestra características importantes, tales como estructura compacta, aspecto agradable, buen funcionamiento, control flexible y confiable, sofisticada ingeniería de fabricación, de fácil operación y seguridad. Es ampliamente utilizada y particularmente adecuada para el proceso de termoplástico, tal como PP (polipropileno), HDPE (plástico que no desprende toxinas), LDPE (polipropileno de baja densidad) y fibra plana.

Figura 3. **Extrusora**



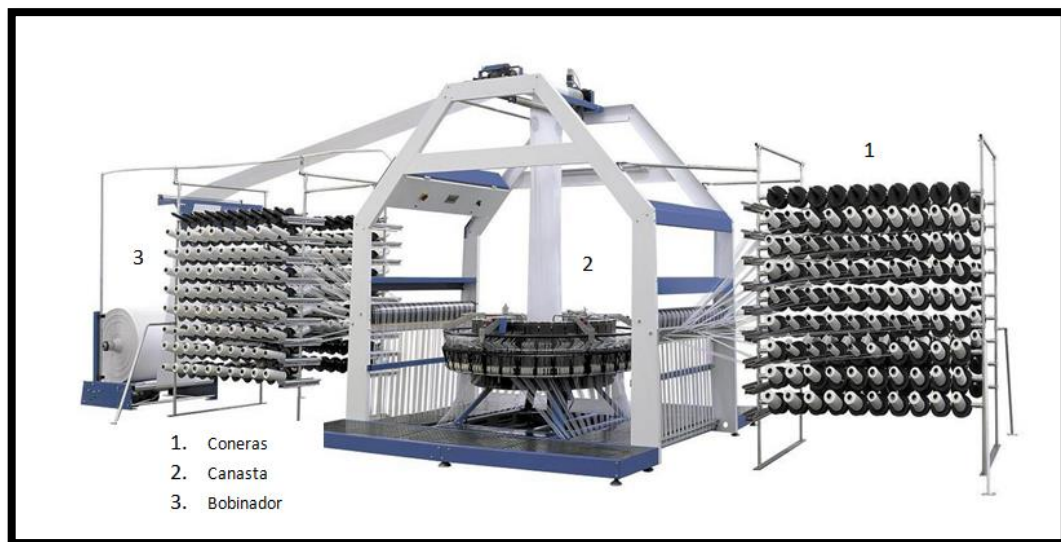
Fuente: *Starlinger Empresa*. www.starlinger.com. Consulta: septiembre de 2014.

2.2.2.2. Telares

Realizan el proceso de fabricación de la tela con los hilos base; los que están colocados verticalmente son la urdimbre, y los que están colocados horizontalmente son denominados la trama. El tejido, es un proceso en el cual se va pasando la urdimbre por arriba y debajo de la trama, cruzándola. Con este cruzamiento entre trama y urdimbre se consigue la tela.

Entre las principales características de cada telar se puede mencionar un rendimiento de 2 800-3 000 metros/hora, la disminución del consumo de repuestos de diseño compacto, su sistema de alimentación de urdimbre motorizado, su avanzado sistema de control, que cuenta con tela de arrastre electrónico y trama de malla ajustada electrónicamente, además de compensación automática de la trama.

Figura 4. **Telar**

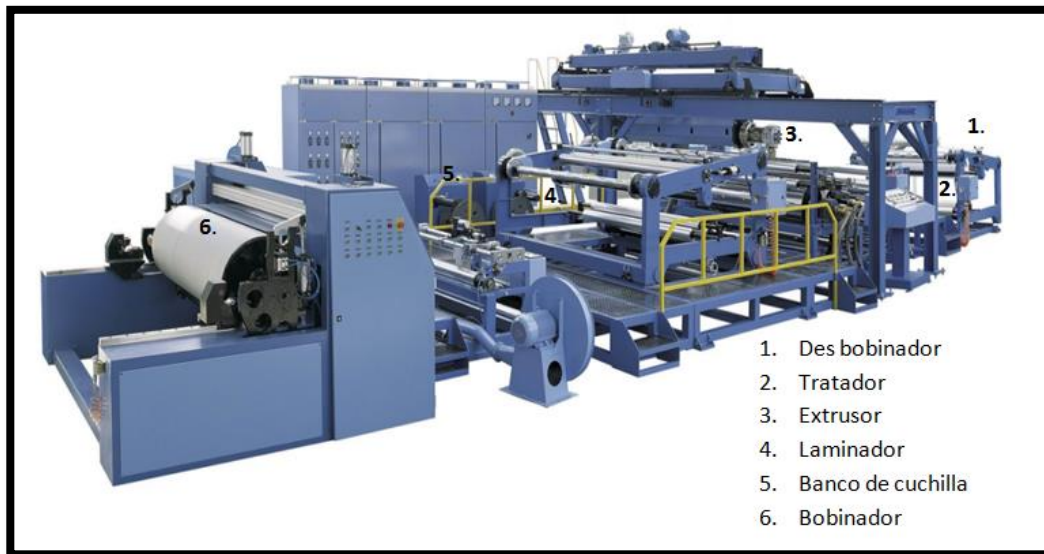


Fuente: *Starlinger Empresa*. www.starlinger.com. Consulta: septiembre de 2014.

2.2.2.3. Laminación

La línea de laminación está compuesta principalmente de extrusión, des bobinador, ajustador de tensión, máquina de laminación, bobinadora y unidad de control eléctrico. Cuenta con un cilindro especialmente diseñado para el tornillo, lo que hace posible la mezcla y fusión a un rendimiento óptimo alto.

Figura 5. **Laminadora**



Fuente: *Starlinger Empresa*. www.starlinger.com. Consulta: septiembre de 2014.

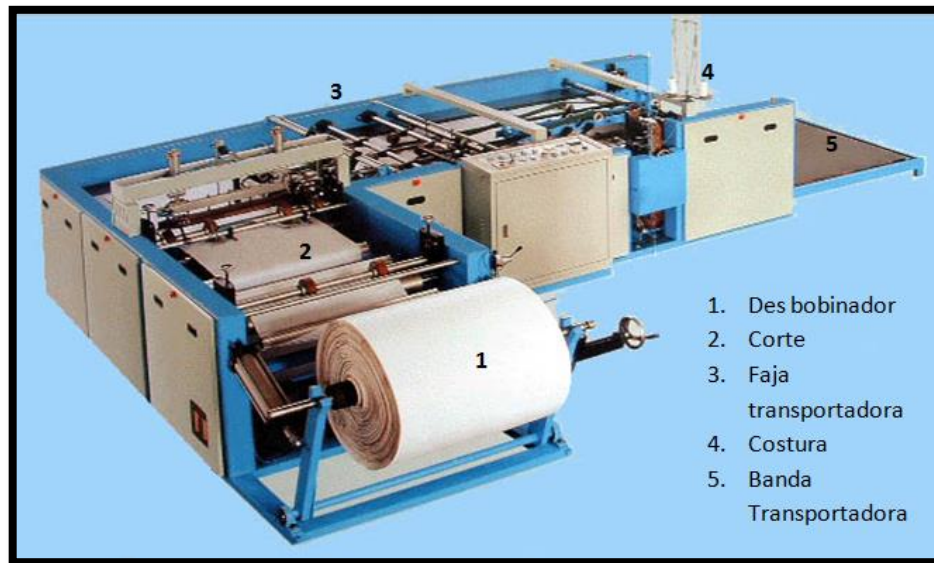
2.2.2.4. Corte/Costura

La máquina de corte y costura se encarga de realizar los cortes de los rollos, y de aplicar una costura con hilo sin torsión para cerrar el saco.

Esta maquinaria es controlada a través de un controlador programable. El telar tubular puede ser tejido térmicamente; se corta en longitud fija y va cosido en la parte inferior de forma automática. Los productos acabados pueden recogerse de forma automática con un contador. El corte de la longitud de la bolsa puede controlarse con precisión.

Este equipo puede parar automáticamente cuando el saco sobrepasa las medidas o es completado. La liberación de la tela se logra por medio de un dispositivo neumático fácil de operar.

Figura 6. **Cortadora**



Fuente: *Starlinger Empresa*. www.starlinger.com. Consulta: septiembre de 2014.

2.2.2.5. Impresión

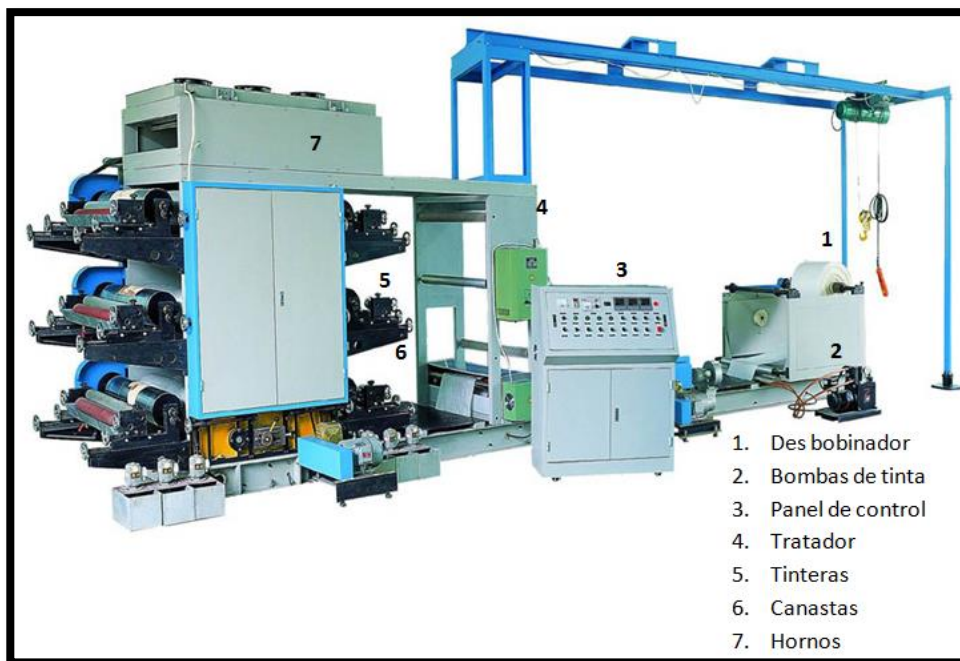
Es de impresión continua (rollo a rollo). Los colores pueden ser impresos de ambos lados de una sola vez. Su operación requiere menos intensidad de mano de obra, por lo que mejora enormemente la productividad de la empresa.

Mediante un regulador de conversión de frecuencia, la máquina puede funcionar sin problemas y la velocidad de impresión puede ser de hasta 10-50 m/min.

La alimentación de la tinta se hace a través de rodillo reticulado, lo cual hace que sea de color uniforme y saturado; este es un equipo de fácil operación y mantenimiento. La estructura general de la máquina se compone principalmente de la alimentación eléctrica, la unidad de desenrollado con

dispositivo de autoalimentación, el sistema de control de atracción y el sistema de regulación de la diferencia radial. Además, cuenta con bomba de tinta con alimentación automática, un dispositivo de secado con aire caliente y un horno circular por calefacción eléctrica; hace conteo automático y tratamiento de corona para mayor calidad de impresión; autoborde de pegado y opción de perforación y corte de dispositivos.

Figura 7. **Máquina impresora**



Fuente: *Starlinger Empresa*. www.starlinger.com. Consulta: septiembre de 2014.

2.2.3. Productos

El principal producto es el saco de polipropileno, el cual se obtiene a partir del tejido de cintas de polipropileno, a cuya mezcla inicial se han agregado

aditivos para mejorar sus propiedades mecánicas y protección ante una exposición prolongada a la radiación solar.

Estos sacos son utilizados en minería, agricultura y construcción, para el envasado de diferentes productos y materiales como:

- Harina de trigo
- Harina de pescado
- Fertilizantes
- Hortalizas

Existen distintos tipos de presentaciones y características:

2.2.3.1. Laminados

Descripción: poseen una película protectora en el exterior del empaque y, a diferencia del saco tejido tradicional, este es utilizado en industrias de productos que requieren una mayor protección ante elementos contaminantes o factores ambientales.

- Usos
 - Alimentos balanceados
 - Fertilizantes
 - Químicos
 - Correctores de suelos
 - Azúcar
 - Cárnicos congelados
 - Otros

- Características y ventajas
 - Alta calidad en impresión
 - Resistente
 - Conservación de productos por mayor tiempo
 - Disponibilidad de colores
 - Variedad de tamaños
 - Reciclable

2.2.3.2. Fondo plano

Descripción: son la mejor opción en empaque para industrias tecnificadas, por las ventajas de inocuidad y beneficios que ofrecen en las líneas de llenado.

- Usos
 - Harinas
 - Alimentos balanceados
 - Agregados para la construcción
 - Químicos
 - Correctores de suelos
 - Azúcar
 - Otros
- Características y ventajas
 - Impresión en tapas para fácil identificación en anaquel y almacén.
 - Conservación de productos por mayor tiempo.

- Facilidad y mejor estiba, y un mejor aprovechamiento de espacio en bodega.
- Mayor impermeabilidad.
- Reducción de fugas debido al fondo termo sellado.
- Opciones de micro perforación.
- Variedad de tamaños.
- Reciclable.

2.2.3.3. Valvulados

Descripción: empaque especializado utilizado en diversas industrias con líneas de llenado automatizadas de válvula.

- Usos
 - Cemento
 - Agregados para la construcción
 - Adhesivos para la construcción
 - Cal
 - Resinas plásticas
 - Carbonatos
 - Harinas
 - Otros
- Características y ventajas
 - Mejor conservación de productos
 - Mayor impermeabilidad
 - Alta resistencia

- Mayor eficiencia en el envasado
- Opciones de microperforación
- Variedad de tamaños
- Reciclable

2.2.4. Materia prima utilizada en el proceso

En el proceso de elaboración de sacos se utiliza resina de polipropileno, pigmentos, aditivos, tintas e hilo multifilamento. A continuación se presentan las características de cada uno de estos elementos.

2.2.4.1. Resina de polipropileno

Este tipo de resina se utiliza en el Área de Extrusión para la fabricación de hilo, y en el Área de Laminación para colocar una capa que fortalece el tejido. La resina se caracteriza por ser de fácil maniobrabilidad lo que facilita el proceso. De ella es posible obtener un adecuado balance en las propiedades de la pieza o producto terminado. Además, es un material parcialmente cristalino y tiene menos densidad que el polietileno de baja densidad. Se puede procesar por inyección, soplado o termo formado. Es a partir de este compuesto que se elabora el hilo rafia, que es el componente central de los sacos que se producen en la empresa.

2.2.4.2. Pigmentos

El pigmento o *masterbatch* se utiliza en extrusión para darle color al hilo, es un aditivo que al combinarse con la resina le transfiere propiedades, como: color, brillo, aumenta la resistencia de la capa de pintura, mejora la adhesión de la capa de pintura, aumenta la duración y resistencia a la intemperie, y mejora

la protección contra la corrosión; reduce el brillo en los casos en que es necesario.

Estos pigmentos permiten cumplir con las especificaciones en cuanto a los logos y patrones publicitarios de las empresas clientes. Es un proceso complejo y de mucha precisión y para su dosificación y entrega, se necesita controlar una serie de especificaciones técnicas constantemente.

2.2.4.3. Aditivos

Se utiliza la extrusión para darle características especiales a la tela. Debido a su naturaleza química, el polipropileno es susceptible a la degradación al estar expuesto a elevadas temperaturas, oxígeno, luz solar y otras condiciones ambientales, que pueden alterar su estructura química, propiedades físicas o la apariencia de la resina.

Para evitar que se produzca degradación termo-oxidativa en los productos de polipropileno, es importante utilizar aditivos antioxidantes que ayuden a prevenir cualquier cambio en la estructura química de la resina. También deben añadirse estabilizadores anti rayos Ultra Violeta (UV), que proveen la foto-oxidación en los materiales que se encuentran expuestos a la luz solar por largos períodos de tiempo. Los aditivos se agregan en la mezcla de las resinas y el color.

2.3. Análisis de procesos

Para realizar un análisis profundo de la fabricación de sacos de polipropileno es importante establecer el sistema y los subsistemas de todo el

proceso. Para esto se realizó un análisis sistemático que permitió conocer el todo y sus partes desde una perspectiva integral.

En la siguiente figura se muestran las transformaciones, desarrollo lógico e interacción dinámica, organizados en función de lo que ocurre en el proceso de fabricación.

Figura 8. **Proceso sistemático de fabricación de sacos de polipropileno**

SISTEMA	SUBSISTEMAS DE FABRICACIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO				
	Extrusión	Telares	Laminación	Impresión	Corte/Costura
Insumo/Entrada	Resina	Bobinas de hilo rafia	Rollos de tela	Rollo de tela laminada	Rollo de tela impresa
Procesador	Filamentar y bobinar	Tejido	Aplicación de la película de polietileno.	Impresión de arte	Elaboración de saco
Producto/Salida	Bobinas de hilo rafia	Rollos de tela	Rollo de tela laminada	Rollo de tela impresa	Saco de polipropileno con especificaciones.

Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior se observa el proceso en términos generales, sin embargo, cada uno de estos momentos, tienen pasos específicos que fueron modificados con la intervención. A continuación se presenta la situación previa a la intervención seguida de las transformaciones introducidas y un comentario sobre los resultados.

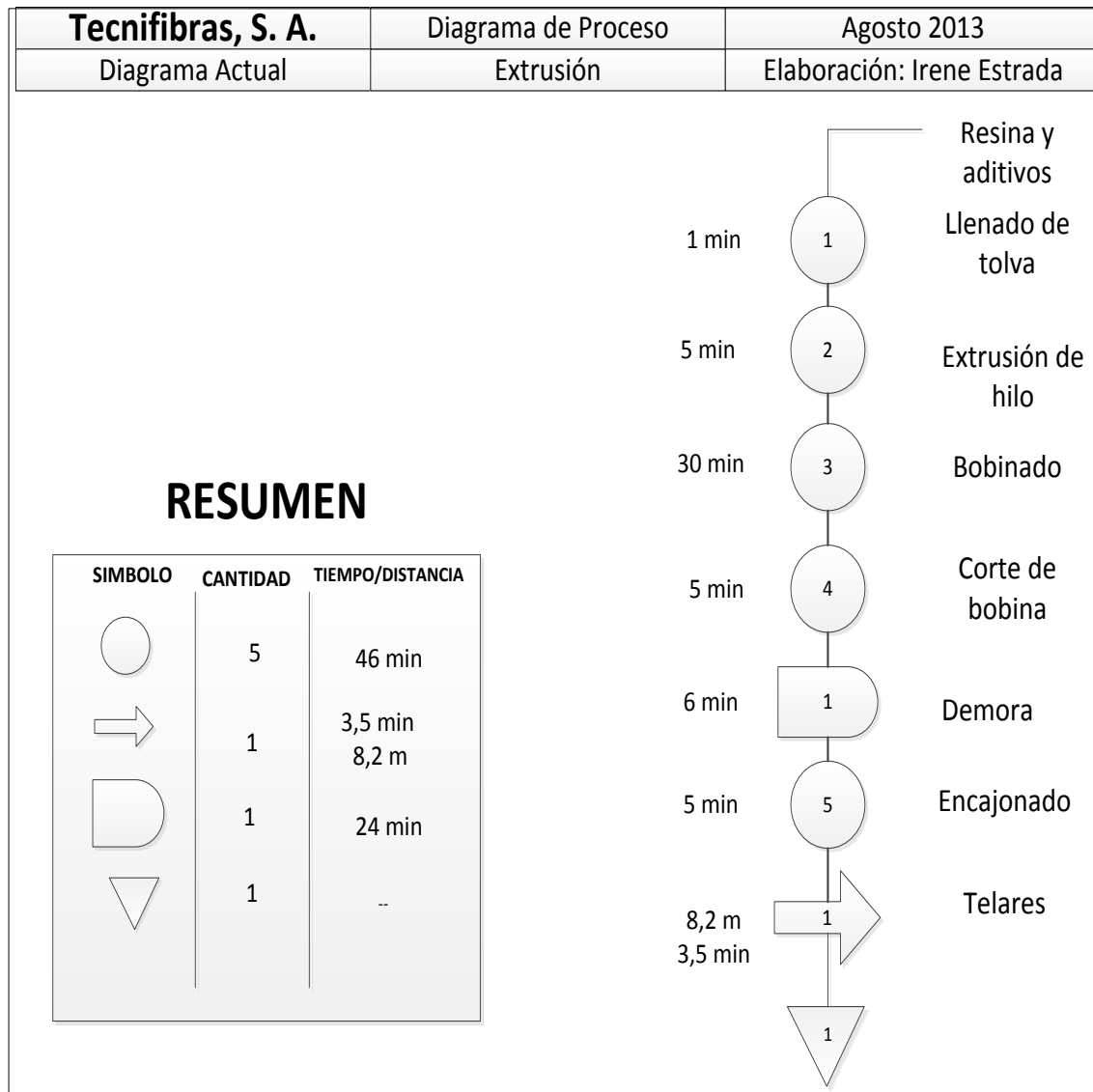
2.3.1. Proceso de extrusión

El proceso de extrusión consta de cuatro pasos fundamentales: la programación y preparación de materiales, el llenado de las tolvas con materia prima, la producción de hilo y el corte de bobinas. Si bien estos pasos se

realizan de manera rutinaria, antes de la intervención adolecían de las siguientes acciones:

- No se realizaba la programación de forma sistemática, y las decisiones respecto al proceso se tomaban de manera improvisada basada en la experiencia del operador. Como resultado de esta situación se generaban los problemas señalados en el apartado 2.
- El llenado de tovas se hacía de manera errática, no se anticipaban las necesidades de materia prima y se utilizaba el criterio del operador de turno.
- En la producción de hilo se necesita controlar las condiciones de la máquina, y esto cambia de acuerdo a qué tipo de hilo se produce; sin embargo, previamente, no se establecían estos controles provocando confusión de hilos, o producción de mala calidad.
- El corte de bobinas se hacía con base en la experiencia del operador.

Figura 9. **Diagrama de procesos de extrusión actual**



Fuente: elaboración propia.

A partir de estos hallazgos, se diseñaron los procesos que fueron implementados que a continuación se describen:

- Programa y preparación de materiales

El gerente de Producción de Polipropileno o gerente de Planta, con base en el formato presentado a continuación, generan la programación semanal de extrusores. (Esta programación semanal de extrusores deberá ser revisada y, de ser necesario, modificada dentro de la semana cada vez que exista una actualización del registro Cambio de telares o existan paros no planificados en extrusión. Cada cambio en la programación deberá generar un nuevo formato de agenda semanal de extrusores).

Figura 10. Programación

PROGRAMACIÓN SEMANAL EXTRUSIÓN							
SEMANA 1	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	--
	Color	Color	Color	Color	Color	Color	Color
	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	--
	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier
SEMANA 2	850	850	850	850	850	850	--
	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	--
	Color	Color	Color	Color	Color	Color	Color
	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	--
	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier
SEMANA 3	850	850	850	850	850	850	--
	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	--
	Color	Color	Color	Color	Color	Color	Color
	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	--
	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier
SEMANA 4	850	850	850	850	850	850	--
	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	Todo el turno	--
	Color	Color	Color	Color	Color	Color	Color
	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	--
	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier	Denier
SEMANA 4	850	850	850	850	850	850	--

Fuente: elaboración propia.

El supervisor de extrusión y telares genera el registro de orden de trabajo de extrusión y lo entrega a los operadores de extrusión cada vez que hay cambio de hilo en los extrusores. Debe incluir las siguientes características, como los son: hilo, color, ancho, *denier*, tamaño deseado de bobina, lo que determina el tiempo de corte de la bobina, cantidad de kilogramos a producir, y la formula de materiales para el hilo.

Las fórmulas se obtienen del catálogo de fórmulas del hilo rafia, ubicado en el Laboratorio de Control de Calidad. Cuando se desee producir hilo con una fórmula distinta a las especificadas en el catálogo, se deberá realizar el proceso de validación de una nueva fórmula.

El Supervisor de Extrusión y telares solicita al encargado de bodega la cantidad de materia prima, así como los aditivos necesarios para la producción. Este deberá ser autorizado por el gerente de Producción de Polipropileno.

El supervisor de Extrusión y Telares inspecciona y cuenta la materia prima, verifica que el empaque original no esté dañado, y que además sean las unidades solicitadas en el requerimiento a bodega de materia prima. Si está de acuerdo, recibe el producto y firma de “conforme”.

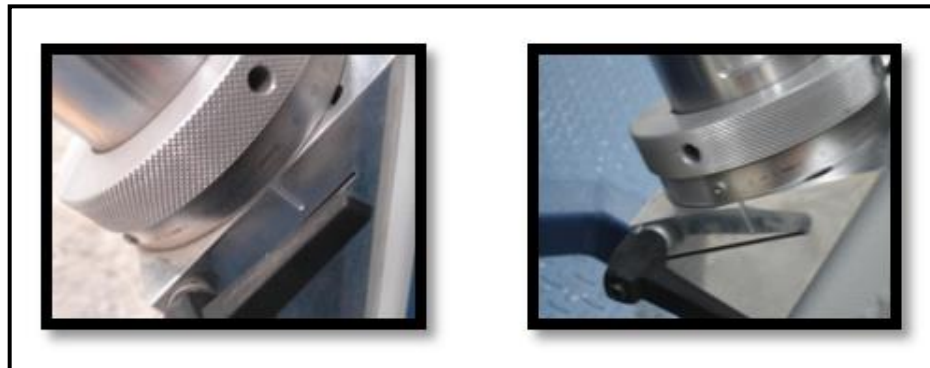
El supervisor de Extrusión y Telares obtiene el código de lote para el hilo solicitado, el cual debe colocar en la orden de trabajo de extrusión.

- Producción de hilo

El operador de Extrusión prepara tarimas para hilo en proceso, incluyendo bolsas o cajas plásticas y llena el registro de la orden de trabajo de extrusión, verificando lo siguiente:

- Inspeccionar que las boquillas y la escala indicadas en la orden de trabajo sean las graduadas en los dosificadores.

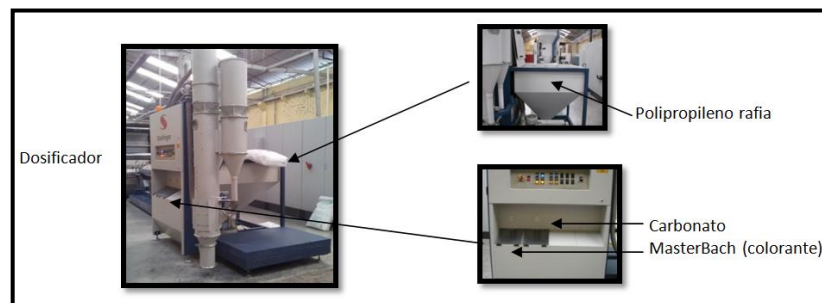
Figura 11. **Dosificadores**



Fuente: elaboración propia, Tecnifibras, S. A.

- Verifica el nivel de llenado de las tolvas de materiales. (El operador de Extrusión que entrega turno se debe asegurarse de que estas no se queden vacías. Si no, el extrusor se parará automáticamente).

Figura 12. **Mezcladora de extrusión**



Fuente: elaboración propia, Tecnifibras, S. A.

El operador de extrusión anota los parámetros de operación de arranque de la máquina. Cada cambio en estos parámetros debe quedar registrado.

En el primer corte de hilo de cada turno, después de un arranque de máquina o después de un cambio de tipo de hilo, el inspector de calidad identifica con un marcador las bobinas representativas de cada tornillo del molde del extrusor.

En estos casos, el operador debe cortar el hilo de cada bobina marcada al transcurrir 10 minutos después de entrado el cambio. Las bobinas marcadas por el inspector de calidad deben colocarse frente a la fila de la máquina de embobinado que las cortó.

- Corte de bobinas

El operador o ayudante de Extrusión corta el hilo de cada bobina cuando transcurre el tiempo indicado en la orden de trabajo.

Figura 13. **Alarma de corte**



Fuente: elaboración propia, Tecnifibras, S. A.

Se coloca el sello con el lote de producción en la primera bobina de hilo de cada canasta. Se colocan las bobinas en canastas de producción y, al terminar de llenar, deben colocar el sello con el lote de producción a la última bobina de cada canasta.

Cuando se está realizando el primer corte después de un cambio de características en el hilo, el operador de extrusión debe rotular la tarima de hilo con un rótulo de “producto en cuarentena”. Se debe esperar la autorización de parte de Control de Calidad para la liberación del hilo, para lo cual el inspector de calidad quitará el rótulo de “cuarentena” al estar validado.

El inspector de calidad analiza el hilo con base en el manual de control de calidad, valida el producto y entrega los resultados al operador de extrusión, quien firma el registro al recibir los resultados.

Cuando las canastas con bobinas de hilo ya están aprobadas por Control de Calidad, el inspector de calidad retira el rótulo de “cuarentena” para que puedan ser trasladadas al Área de Telares o almacenadas en la estantería correspondiente.

Si se obtienen resultados fuera de especificación, según el catálogo de hilo rafia y tela de polipropileno, se realizará la validación de una fórmula nueva.

Al terminar de completarse una tarima de hilo, el operador de extrusión la rótula con los datos del hilo, que deben incluir la información especificada en la orden de trabajo de extrusión y el número de lote.

- Llenado de tolvas de materia prima

El operador de Extrusión o el ayudante de Extrusión inspeccionan constantemente las tolvas de materiales; deben reabastecerlas con bachadas exactas para calcular las bachadas consumidas. Una bachada es igual a 100 Kg de resina. Por cada bachada deben anotar en el registro: revoluciones por minuto del tornillo, hora, tiempo promedio en minutos por bachada T (min). (es el tiempo transcurrido desde la última carga de producto en la tolva/total de bachadas cargadas), denier teórico del hilo.

Si ya está validada la calidad del hilo después de un cambio de características por el inspector de calidad, todas las bobinas se colocan en canastas para ser utilizadas.

El operador de Extrusión, en el transcurso del turno y al finalizarlo, anota en el registro de bachadas la cantidad de bolsas de resina, así como la cantidad de bolsas y kilogramos de carbonato y *masterbatch* que utilizó. Cuenta y amarra las bolsas vacías de resina de polipropileno, *masterbatch* y carbonato de calcio utilizadas en el turno, y coloca la cantidad de cada tipo de bolsa en la bolsa superior y las entrega al encargado de rollos, quien debe entregar las bolsas recibidas al encargado de bodega de producto terminado, solicitando que firme de recibido en el registro.

El operador o ayudante de Extrusión solicita al supervisor de Extrusión y Telares, sacos para desperdicio y luego recolecta el desperdicio generado en lámina e hilo, separándolo por colores, para luego pesarlo y anotar el total generado en el registro de bachadas de extrusor. Rotula cada saco de desperdicio con el color y peso obtenidos, y traslada los sacos al área de desperdicio.

El supervisor de laboratorio tabulará los resultados de la calidad del hilo obtenido y los enviará semanalmente por vía electrónica al gerente de Gestión de Calidad y al gerente de Producción de Polipropileno.

Si hubo paros por corte de energía eléctrica o inconvenientes en los equipos, se debe indicar en el registro bachadas de extrusor.

El operador, al final del turno, entrega los registros de orden de trabajo de extrusión y bachadas al supervisor de turno, para ser entregados al asistente de producción, quien lleva el control.

- Validación de una nueva fórmula

Para la validación de una nueva fórmula en el Área de Mezclado dentro del proceso de Extrusión, para producir un hilo con características ya establecidas pero con materiales distintos a los utilizados habitualmente, Control de Calidad debe realizar una validación de los materiales nuevos, si se desea producir un hilo distinto a las características de color, ancho y denier de hilo por solicitud de ventas o cambios en especificaciones de tejidos se debe definir el ancho, color, *denier* del hilo a realizar.

- Criterios de calidad para hilo no conforme

Si se encuentran resultados fuera de especificaciones establecidas por Tecnifibras, el inspector de calidad debe marcar los datos fuera de rango en el registro “Extrusores de polipropileno, análisis de hilo rafia”⁵, y hacer énfasis en estas desviaciones al entregar los resultados.

⁵ Ver anexo

Se deben tomar los siguientes criterios:

Criterio A: si se obtienen algunos hilos con *denier* fuera de especificación, pero el promedio del *denier* del total de hilos es adecuado, el operador de Extrusión realiza calibración de tornillos del molde y el hilo producido se utilizará con normalidad.

Criterio B: si se obtiene un promedio de *denier*, elongación o tenacidad fuera de especificaciones o un color diferente al estándar, el operador debe modificar las condiciones de operación de la máquina y separar ese producto del corte.

- Lote de hilo: está conformado por seis dígitos, como se indica a continuación:
 - Dígito 1 y 2: número de semana del año de fabricación del hilo.
 - Dígito 3: día de la semana, iniciando con 1 el lunes.
 - Dígito 4 y 5: código de hilo según catálogo de hilo rafia y tela de polipropileno.
 - Dígito 6: tabla VI.

Tabla VI. **Identificación de extrusor por lote**

Turno diurno		Turno nocturno	
Extrusor 1: 1	Extrusor 2: 2	Extrusor 1: 3	Extrusor 2: 4

Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo una producción con fecha 23/11/12, un turno nocturno de un viernes común, Extrusor 1 y Hilo Ancho 3 mm – Denier 850. La codificación de su lote seria:

a) Lote = 475083

La metodología *Therbligs* indica que en el diseño del trabajo lo más importante es que cada acción que lleve a cabo la empresa o industria brinde algún valor agregado al proceso. Los *Therbligs* son los movimientos en los que se puede subdividir cualquier tarea laboral para estudiar la productividad motriz de un operador en su estación de trabajo. (Ver anexos tabla de símbolos *Therblings*).

Para determinar el tiempo que se requiere en las inspecciones de calidad en el proceso anteriormente descrito, se utilizan *Therblings* para definir el tiempo estándar que tendrán las inspecciones dentro del diagrama de proceso.

Tabla VII. **Inspección de temperatura**

Inspección de temperatura			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Coger	C	0,2	Verificar datos del registro de orden de trabajo de extrusión
Sostener	So	0,05	Sostener especificaciones
Seleccionar	S	0,15	Seleccionar temperatura en pantalla
Inspeccionar	I	0,1	Inspeccionar datos de orden vs. máquina
TOTAL		0,5	Tiempo de inspección de temperatura

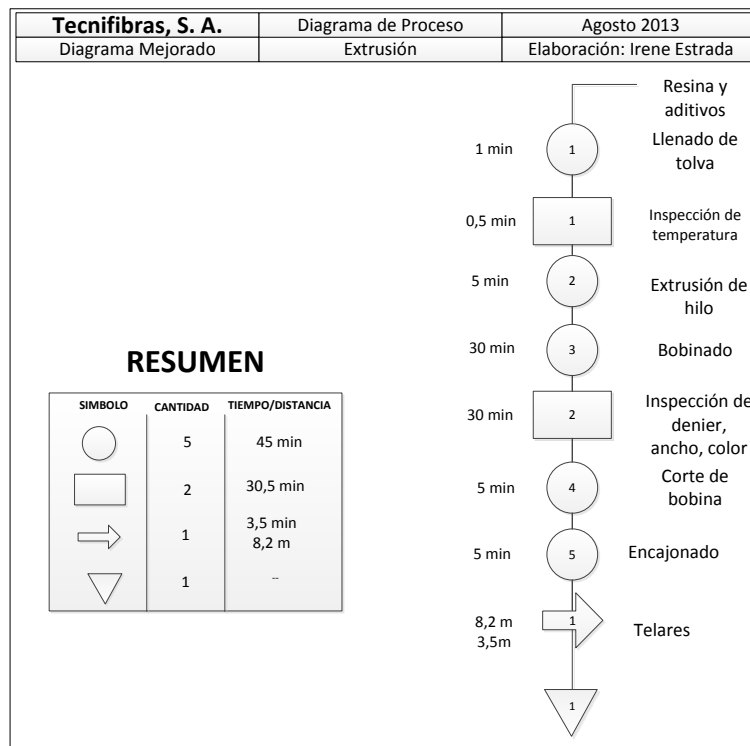
Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Inspección de *denier*, ancho, color

Inspección de <i>denier</i> , ancho, color			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Seleccionar	S	2	Seleccionar bobina a inspeccionar
Coger	C	2	Tomar muestra de bobina
Transporte de carga	TC	1,5	Ubicar en laboratorio de calidad
Dejar en posición	DP	5	Colocar muestra para bobinar <i>denier</i>
Poner en posición	PP	1	Colocar en balanza
Inspeccionar	I	6	Inspeccionar peso de las muestras
Dejar en posición	DP	1	Sacar de balanza
Coger	C	1	Tomar lupa milimétrica
Inspeccionar	I	3	Inspeccionar ancho
Dejar en posición	DP	3	Ubicar en lupa en su posición
Coger	C	1	Tomar muestra estándar de color
Inspeccionar	I	2,5	Inspeccionar color
Dejar en posición	DP	1	Ubicar muestra en su posición
TOTAL		30	Tiempo inspección de <i>denier</i> , ancho, color

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de procesos de extrusión con control de calidad

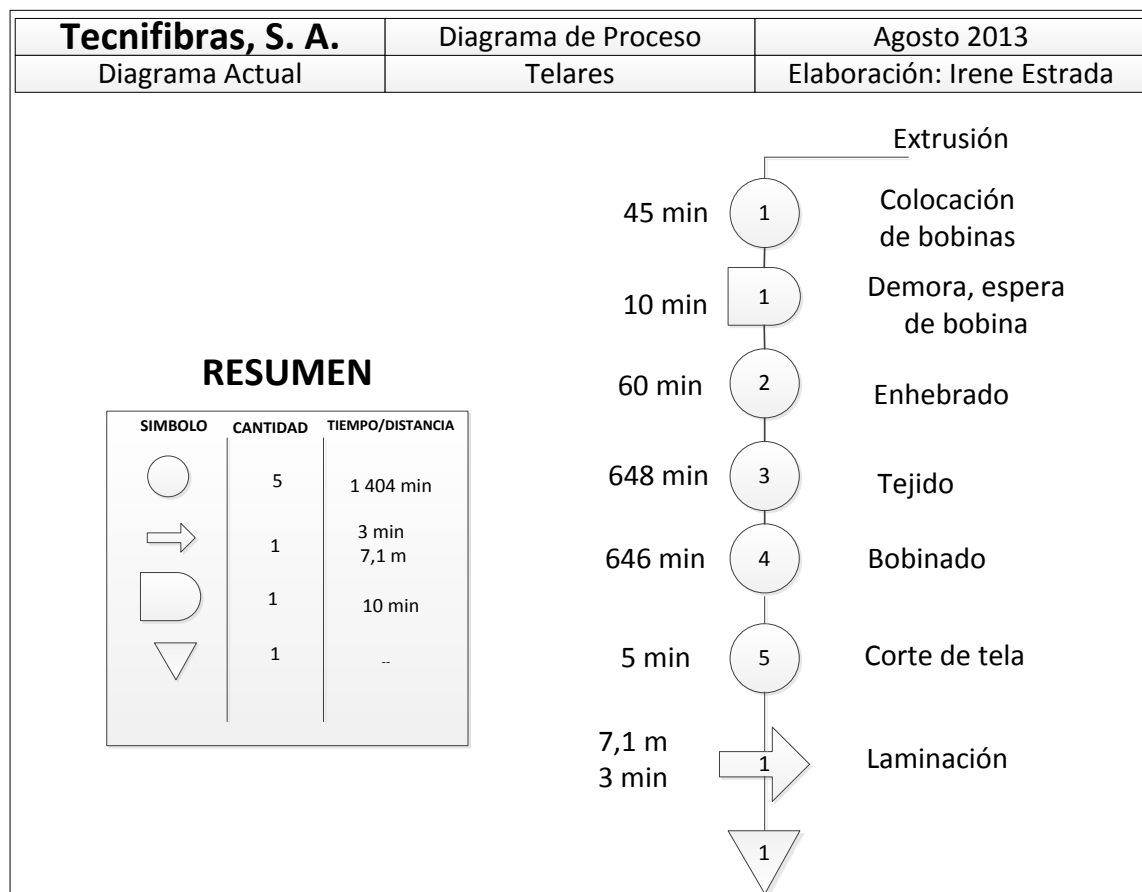


Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Proceso de telares

En el proceso de telares, al no existir programación, se improvisaba bajo el criterio de los operadores de turno y los ejecutivos. No existían órdenes de trabajo donde se especificaran los cambios, y el resultado era una importante cantidad de material de baja calidad, fuera de especificaciones y sin controles de producción.

Figura 15. Diagrama de procesos de telares actual



Fuente: elaboración propia.

A partir de esta situación se implementaron los cambios que se describen a continuación.

El gerente de Producción de Polipropileno solicita al supervisor de Extrusión y Telares el control de telares del día, para ser utilizado en la reunión de programación de cambios de telares.

El programa cambio en telares lo elabora conjuntamente el gerente de Ventas con el gerente de planta o gerente de Producción de Polipropileno. Este lo realizan por lo menos una vez por semana y el gerente de Ventas lo envía por correo electrónico a Producción y Gestión de calidad. El registro es trasladado por el gerente de Producción de Polipropileno al supervisor de Extrusión y Telares.

Con base en el registro “cambio en telares”, el supervisor de Extrusión y Telares realiza la orden de trabajo “telares”, conforme a las especificaciones dadas en catálogo de hilo rafia y tela de polipropileno; luego, lo entrega al operador del telar en el cual se realizará el cambio, y asigna personal para asistirlo.

El operador agrupa y etiqueta con ancho y *denier* el hilo que ya no utilizará y solicita al supervisor de Telares le asigne un lugar para su almacenaje; obtiene el hilo para el nuevo tejido del almacén de hilo o del Área de Extrusión, y realiza el cambio de tejido solicitado.

Una vez concluido el cambio, se solicita al inspector de calidad la autorización respectiva para iniciar la producción. Esto se realiza en la orden de trabajo telares, según el formato para órdenes de trabajo.

En caso de ser necesario, se hacen los ajustes correspondientes indicados por el inspector de calidad para lograr el producto según la calidad requerida, y se entrega una nueva muestra para realizar la autorización. Al quedar autorizado el cambio, el supervisor de Extrusión y Telares y el operador de Telares firman la orden de trabajo, conjuntamente con el inspector de calidad. El supervisor de Extrusión y Telares coloca las nuevas especificaciones de la tela en la tablilla que se encuentra al frente de cada telar.

- Control y operación diaria

En cada turno, el supervisor de Extrusión y Telares coloca una etiqueta de Identificación de rollos de tela, para determinar qué parte del rollo pertenece a cada turno.

El supervisor de Extrusión y Telares verifica, cada hora, el ancho de la tela que está produciendo en cada telar, y lo anota en el registro creado, denominado “Control de telares”⁶. En caso de ser necesario, realiza los ajustes pertinentes. Al inicio de cada turno, el operador de telares revisará las características de la tela que está fabricando en cada telar, guiándose por las anotadas en la orden de trabajo telares; en dicha orden anota las revisiones que realiza de las características de la tela, cada 60 minutos.

Para determinar el tiempo que se requiere en las inspecciones de calidad en el proceso anteriormente descrito, se utilizan *Therblings* para definir el tiempo estándar que tendrán las inspecciones dentro del diagrama de proceso.

⁶ Ver anexo

Tabla IX. **Inspección de bobinas**

Inspección de bobinas			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Inspeccionar	I	0,5	Verificar datos del registro de orden de trabajo de telares
Trasporte vacío	TV	0,5	Dirigirse a telares para realizar medición
Coger	C	0,5	Tomar metro para realizar medición
Poner en posición	PP	0,5	Medir ancho de bobina
Trasporte con carga	TC	0,5	Apuntar dato en hoja de registro
Inspeccionar	I	12	Repertir el procedimiento en los telares restantes
Poner en posición	PP	0,5	Almacenar registro
Total		15	Tiempo de Inspección de bobinas

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Inspección de metraje**

Inspección de metraje			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Inspeccionar	I	1,5	Verificar cantidad de metraje a producir por telar
Transporte vacío	TV	0,5	Dirigirse a telares
Poner en posición	PP	1	Seleccionar en máquina opción de metraje producido
Utilizar	U	0,5	Apuntar dato en hoja de registro
Inspeccionar	I	11	Repertir el procedimiento en los telares restantes
Poner en posición	PP	0,5	Almacenar registro
Total		15	Tiempo de inspección de metraje

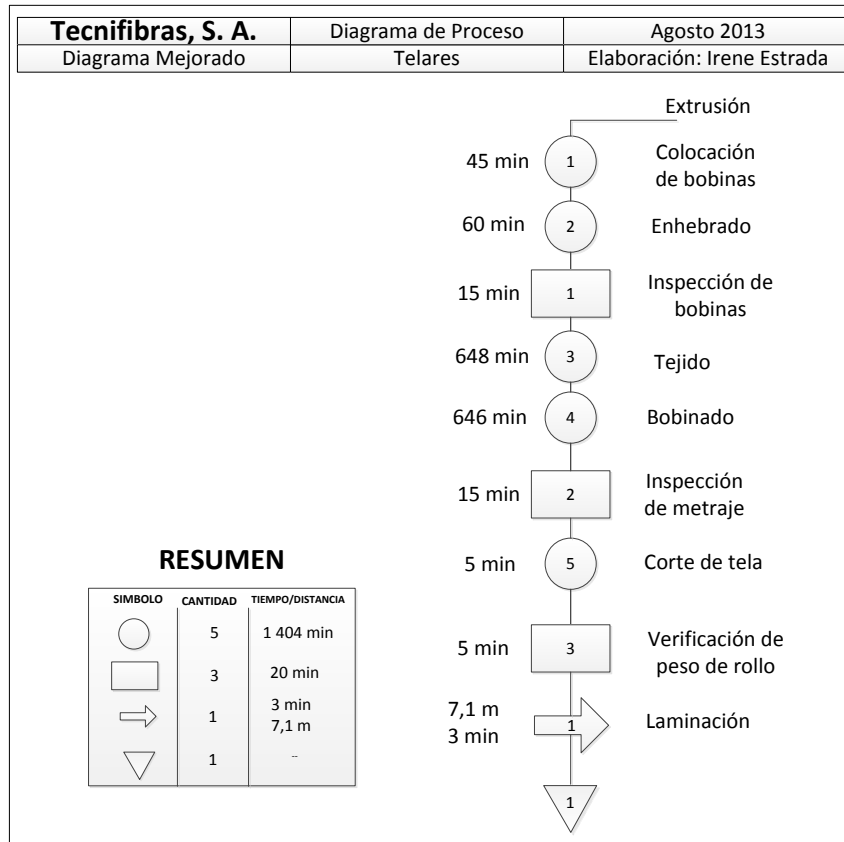
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Verificación de peso de rollo.**

Verificación de peso de rollo			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Transporte vacío	TV	1	Dirigirse a área de báscula
Seleccionar	S	1,5	Seleccionar rollo a pesar
Transporte con carga	TC	1	Llevar rollo al área de báscula
Poner en posición	PP	0,5	Colocarlo en báscula
Utilizar	U	0,5	Apuntar dato en hoja de registro
Poner en posición	PP	0,5	Almacenar registro
Total		5	Tiempo de verificación de peso de rollo

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de proceso de telares con control de calidad

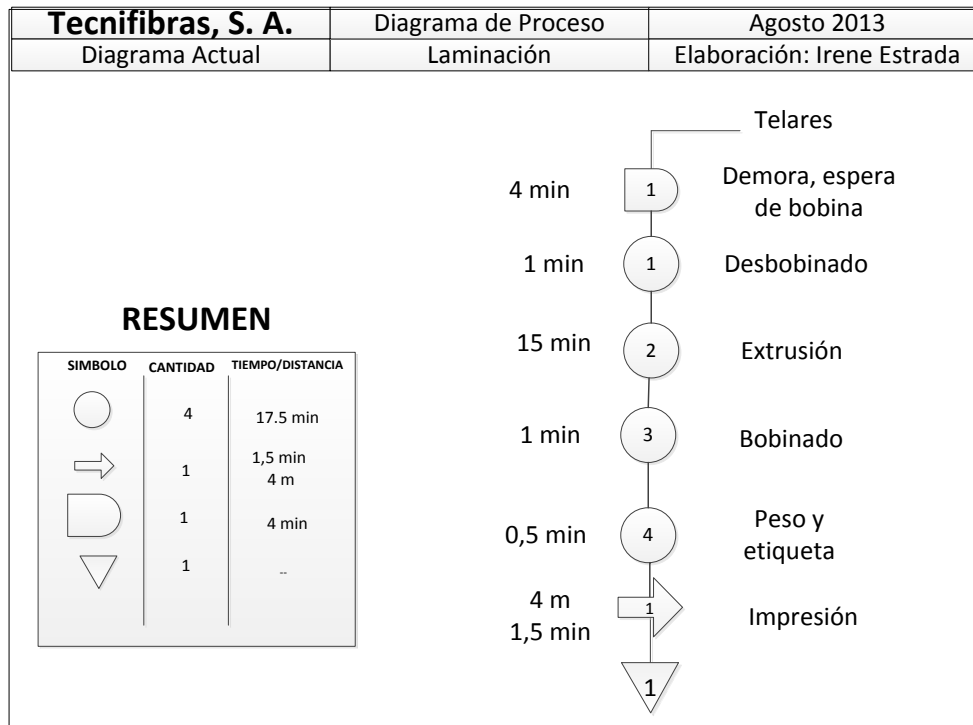


Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Proceso de laminación

Para el proceso de laminado, se utiliza una mezcla de polipropileno y polietileno (80 % de polipropileno y 20 % de polietileno). El laminado se define a partir del peso de la tela según especificaciones. Es decir que es un proceso dependiente de la adecuada comunicación con el proceso anterior. Previamente este proceso se basaba en el criterio del operador de turno sin percatarse, muchas veces, de los cambios necesarios de acuerdo a las especificaciones de la tela. Esto ocasionó importantes pérdidas y trabajos de mala calidad, además pérdidas de recursos económicos.

Figura 17. Diagrama de proceso de laminación actual



Fuente: elaboración propia.

Ante lo anterior se definieron e implementaron los procesos que a continuación se describen.

- Cambio de especificación en la tela laminada

Con base en el programa semanal de conversión, el supervisor de conversión le informa al operador de laminación las órdenes que se deben realizar, por medio de una orden de trabajo de laminación.

El supervisor de conversión solicita los rollos de tela necesarios al encargado de rollos por medio de una requisición de rollos.

El operador de laminación informa al inspector de calidad que realizará un cambio en laminación y que requerirá autorización.

El operador de laminación coloca el rollo de tela en la máquina, lo desempaca y obtiene una muestra de la tela sin laminar para verificar el tipo de tela y gramaje. Esto lo hace conjuntamente con el inspector de control de calidad. El operador de laminación repite esta tarea con cada rollo, llenando el registro análisis tela de laminadora. Este registro contiene los siguientes datos: tipo de tela, peso de 10 centímetros cuadrados de una muestra de tela y color.

El operador de laminación calibra la máquina según las especificaciones indicadas en la orden de trabajo; realiza, junto al inspector de calidad, una prueba de gramaje de tela laminada y adherencia de laminación para verificar si es necesario realizar algún ajuste a la máquina o se continúa la laminación, al recibir la autorización de la orden de trabajo de parte del inspector de calidad. Para esta autorización se completa el registro análisis tela de laminadora con los datos de la tela autorizada, al quedar autorizado el cambio, el supervisor de conversión u operador de laminación firman la orden de trabajo conjuntamente con el inspector de calidad.

- Control y operación diaria

Al montar un nuevo rollo para laminar, el operador o ayudante de laminación debe verificar el gramaje de la tela sin laminar, y luego llenar un registro análisis tela de laminadora y hacer los ajustes necesarios para asegurar la calidad de laminación (gramaje requerido y adherencia).

Cuando se termina un rollo de tela, el ayudante de laminación retira el rollo laminado, obtiene una muestra y realiza el análisis de tela de laminadora para

verificar la calidad del laminado. Le coloca el empaque original al rollo ya laminado, lo pesa y le agrega el nuevo peso del rollo ya laminado (P/L) en el empaque del rollo. Llena, conjuntamente con el operador de laminación, el registro análisis tela de laminadora.

El operario de laminación llena el reporte de laminación, con la información de cada rollo y el reporte diario laminadora. El rollo ya laminado es regresado al área de rollos. El operador de laminación y el ayudante de laminación son responsables de mantener su área de trabajo limpia y en orden.

Al finalizar el turno de producción, el supervisor de conversión elabora el reporte diario de conversión; el operador de laminación y el ayudante de laminación limpian la máquina y el área de trabajo para entregarla limpia al siguiente turno.

Para determinar el tiempo que se requiere en las inspecciones de calidad en el proceso anteriormente descrito, se utilizan *Therblings* para definir el tiempo estándar que tendrán las inspecciones dentro del diagrama de proceso.

Tabla XII. **Inspección de ancho**

Inspección de ancho			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Inspeccionar	I	0,16	Verificar datos del registro de orden de trabajo de telares
Coger	C	0,1	Tomar metro para realizar medición
Poner en posición	PP	0,2	Medir ancho de bobina
Trasporte con carga	TC	0,02	Apuntar dato en hoja de registro
Poner en posición	PP	0,02	Almacenar registro
Total		0,5	Tiempo de inspección de ancho

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Tratamiento UV**

Tratamiento UV			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Coger	C	0,3	Tomar marcador Dyna
Poner en posición	PP	0,2	Destapar marcador Dyna
Utilizar	U	0,2	Realizar una marca sobre tela
Inspeccionar	I	0,3	Verificar la adherencia
Total		1	Tratamiento UV

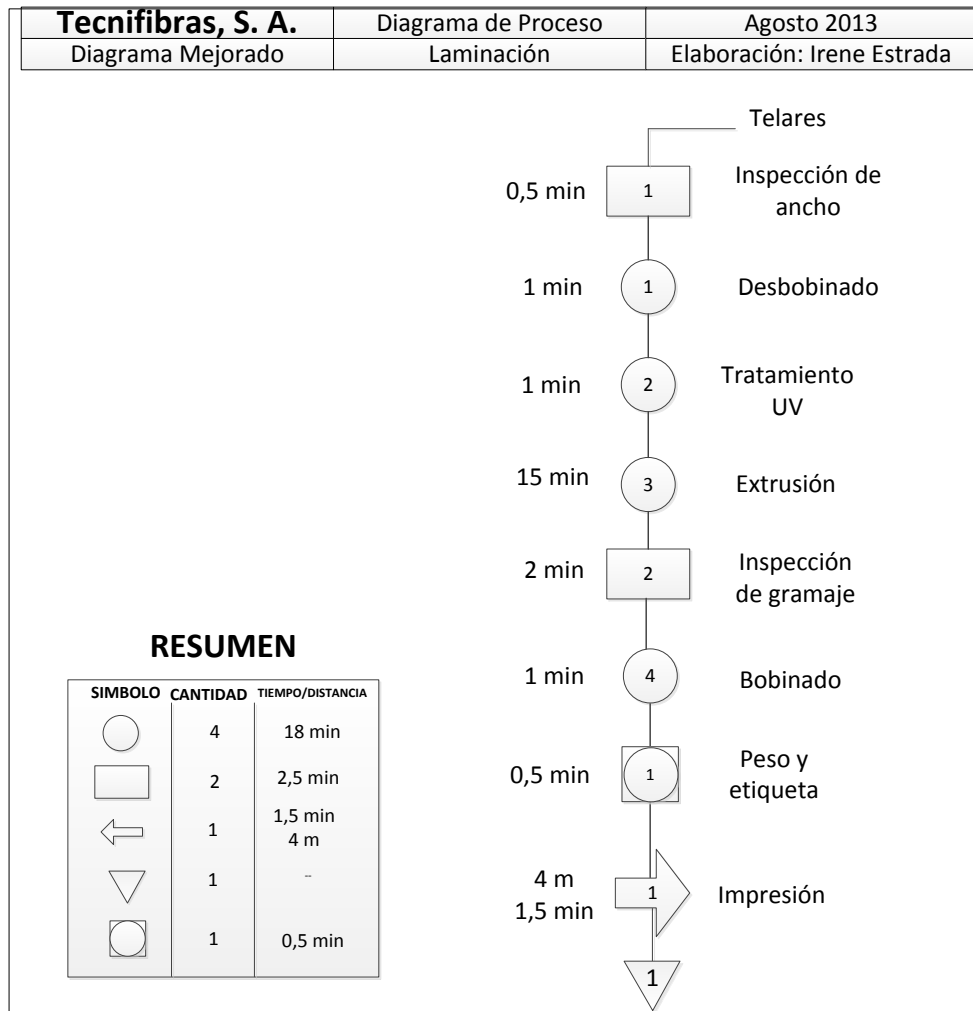
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Inspección de gramaje**

Inspección de gramaje			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Utilizar	U	0,3	Cortar muestra de tela
Trasporte con carga	TC	0,2	Colocar sobre la mesa
Coger	C	0,2	Tomar el suaje
Utilizar	U	0,3	Cortar muestrstras con el suaje
Utilizar	U	0,3	Pesar muestras
Trasporte con carga	TC	0,2	Apuntar dato en hoja de registro
Poner en posición	PP	0,5	Almacenar registro
Total		2	Tiempo inspección de gramaje

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de procesos de laminación con control de calidad



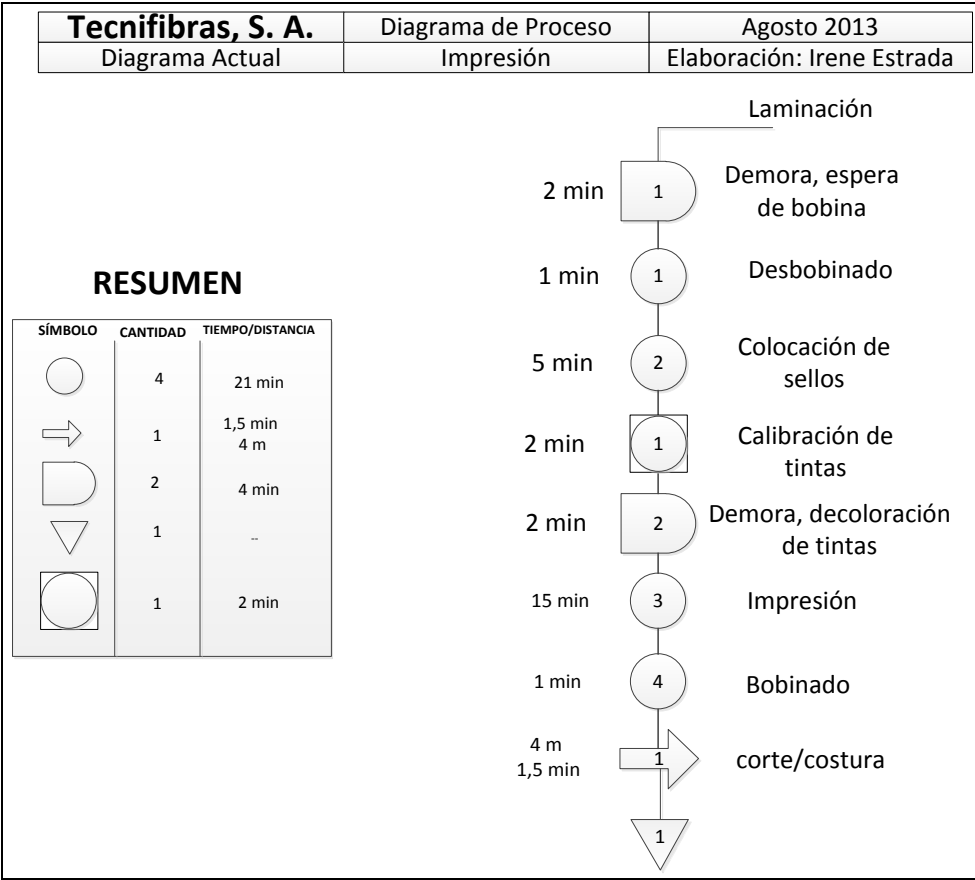
Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Proceso de impresión

En este proceso se utilizan imprentas de rollos completos de tela, las cuales imprimen sobre la tela para posteriormente ser cortados en sacos individuales. El principal problema de este proceso consistía en la no revisión de los sellos para cada arte, es decir las especificaciones del formato de lo que

se imprimiría. Además, las mezclas de tinta no siempre eran las correctas y las bandas de impresión no siempre eran limpiadas, provocando manchas en el producto final. Estos problemas se incrementaban ante la ausencia de una inspección de la calidad del producto, antes de la producción masiva. Esto ocasionaba pérdidas importantes.

Figura 19. Diagrama de procesos de impresión actual



Fuente: elaboración propia.

Para corregir los problemas, se diseñaron los procesos que a continuación se describen.

- Cambio de especificaciones en saco por imprimir

Con base en el programa semanal de conversión, el supervisor de impresión solicita las especificaciones técnicas al diseñador, calcula el cilindro a utilizar según la tabla cilindros impresora Remak®, y solicita los rollos de tela necesarios al encargado de rollos por medio de una requisición de rollos.

El supervisor de impresión entrega las especificaciones técnicas e indica al montador en qué cilindro deberá montar los clichés. El montador solicita los clichés de los productos programados al Departamento de Diseño. (Debe revisar que los clichés estén en buen estado y completos previo a su recepción, y firmar el cuaderno control de fichas técnicas y sellos).

El montador, ya con los clichés, realiza el montaje en los cilindros correspondientes. Una vez realizado el montaje, se le informa al supervisor de impresión para que coordine, con el operador de impresión y ayudante de impresión de la máquina correspondiente, el montaje de los cilindros y la puesta en marcha de la máquina.

En este momento el supervisor de impresión le entrega al operador de impresión la orden de trabajo, la especificación técnica correspondiente, y le da las indicaciones que considere apropiadas para dicha impresión.

El operador o ayudante de impresión, a la vez que realiza el montaje, obtiene las tintas y solvente de la bodega de producción; de no haber en existencia, solicita al supervisor de impresión las requiera a la bodega de materia prima mediante un requerimiento a bodega de materia prima. (Al momento de obtener las tintas, las pesan por color para escribir el peso inicial en el reverso del reporte de impresora).

El operador de impresión y el ayudante de impresión montan los cilindros con los clichés en la máquina, colocan la tinta y la gradúan según la viscosidad requerida con solvente en los depósitos respectivos y hacen los ajustes necesarios, tanto en los rodillos como en las tintas, utilizando tela de segunda a efecto de lograr que coincidan los diseños que forman la impresión que se quiere realizar.

Una vez que el operador de impresión logra la impresión deseada, monta un rollo de tela que utilizará para la impresión, la desempaca y obtiene una muestra con la impresión correcta; la revisa el operador o supervisor de impresión, quien solicita al inspector de calidad la autorización respectiva para iniciar la producción.

De requerirse algún ajuste en el saco previo a la autorización, se deberá obtener una segunda muestra para verificar que el ajuste haya dado los resultados deseados y así realizar la autorización.

Al quedar autorizado el cambio, el supervisor de impresión u operador de impresión firman la orden de trabajo conjuntamente con el inspector de calidad. Luego, el operador puede iniciar el trabajo.

El operador de impresión coloca las especificaciones en su escritorio a efecto de que, en caso de ser necesario, pueda consultarlas.

- Control y operación diaria

A lo largo de la impresión, tanto el operador de impresión como el ayudante de impresión permanecen atentos a la calidad de impresión que se está realizando, observan la variación de colores, el registro y presión de

los clichés, el secado de las tintas, la tensión del rollo producido y la velocidad de la máquina.

Cada vez que se termina de imprimir un rollo, el operador de impresión debe obtener una muestra de la impresión realizada, verificar la viscosidad de la tinta, número de rollo, ancho del rollo, calidad de impresión (que no tenga defectos) y que los colores estén iguales a la muestra aprobada por Control de Calidad; luego, anotar los datos de dicha revisión en la orden de trabajo. Se debe verificar la cantidad de metros producidos, hacer la conversión a sacos impresos y anotar en el reporte diario Remak.

Cuando terminan, tanto el operador de impresión como el ayudante de impresión, desmontan el rollo y lo empacan nuevamente en el empaque original; el operador o supervisor de impresión revisan que la calidad del rollo a montar sea correcta (ancho y tipo de tela) y lo montan.

Al terminar cada orden de trabajo, el operador y ayudante de impresión deben limpiar las estaciones de tinta utilizadas, y el supervisor de impresión deberá verificar que dicha limpieza haya sido adecuada antes de utilizar las estaciones con otro color, para evitar contaminación de las tintas. También se re-ensacan las tintas que ya no serán utilizadas, se pesan y se anota el peso final de las tintas para obtener la diferencia de tinta consumida. La tinta sobrante se almacena en la bodega de tintas de producción, y el solvente puro se tapa y se deja listo para el siguiente turno.

Al finalizar el turno de producción, los operadores de impresión llenan el registro, basados en los datos del reporte diario Remak, y lo entregan al supervisor de impresión quien elabora el reporte de producción planta; el operador de impresión y el ayudante de impresión limpian la máquina y el área

de trabajo para entregarla limpia a los operadores del siguiente turno. (Si la orden de trabajo que se está imprimiendo al finalizar el turno no se ha terminado, no se deberán limpiar las estaciones de tintas).

Si en el transcurso de la impresión de un rollo es necesario parar para hacer alguna verificación, corrección o cambio en la impresión, el operador de impresión deberá colocar una marca en el rollo, indicando cuál fue la razón del paro; también se deberán limpiar los sellos antes de arrancar. Esta limpieza también aplica para cambio de rollos. Si el paro fue mayor a 20 minutos, también se deberá ajustar la viscosidad de las tintas.

Para determinar el tiempo que se requiere en las inspecciones de calidad en el proceso anteriormente descrito, se utilizan *Therblings* para definir el tiempo estándar que tendrán las inspecciones dentro del diagrama de proceso.

Tabla XV. **Inspección de sellos**

Inspección de sellos			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Inspeccionar	I	0,05	Verificar arte para impresión
Trasporte con carga	TC	0,05	Recolectar sellos del arte para impresión
Poner en posición	PP	1	Colocar sellos en rodillo de impresión
Inspeccionar	I	0,9	Verificar medidas de posición
Total		2	Tiempo de inspección de sellos

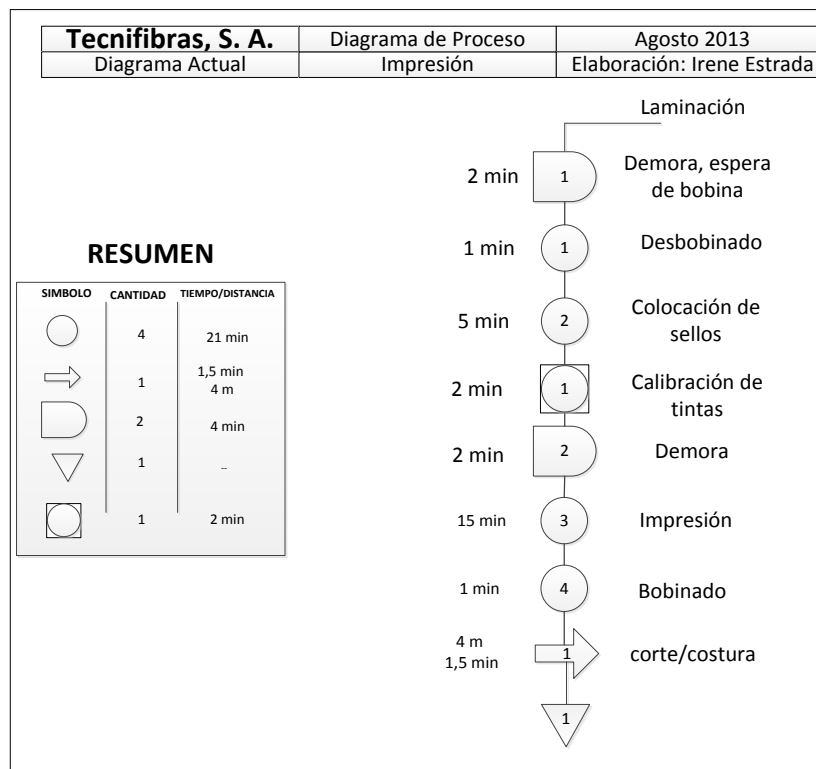
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Inspección de tintas

Inspección de tintas			
Nombre de Therbling	Símbolo Therbling	Tiempo (min)	Descripción
Coger	C	0,5	Tomar copa Zhan
Dejar en posición	DP	0,02	Introducirla en cubeta de tinta
Coger	C	0,05	Tomar cronómetro para medición
Sostener	So	0,33	Levantar copa Zhan llena de tinta
Inspeccionar	I	1,5	Tomar tiempo de vaciado de copa Zhan
Trasporte con carga	TC	0,3	Anotar tiempo de vaciado en registro
Poner en posición	PP	0,3	Almacenar registro
Total		3	Tiempo de inspección de tintas

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de procesos de impresión con control de calidad

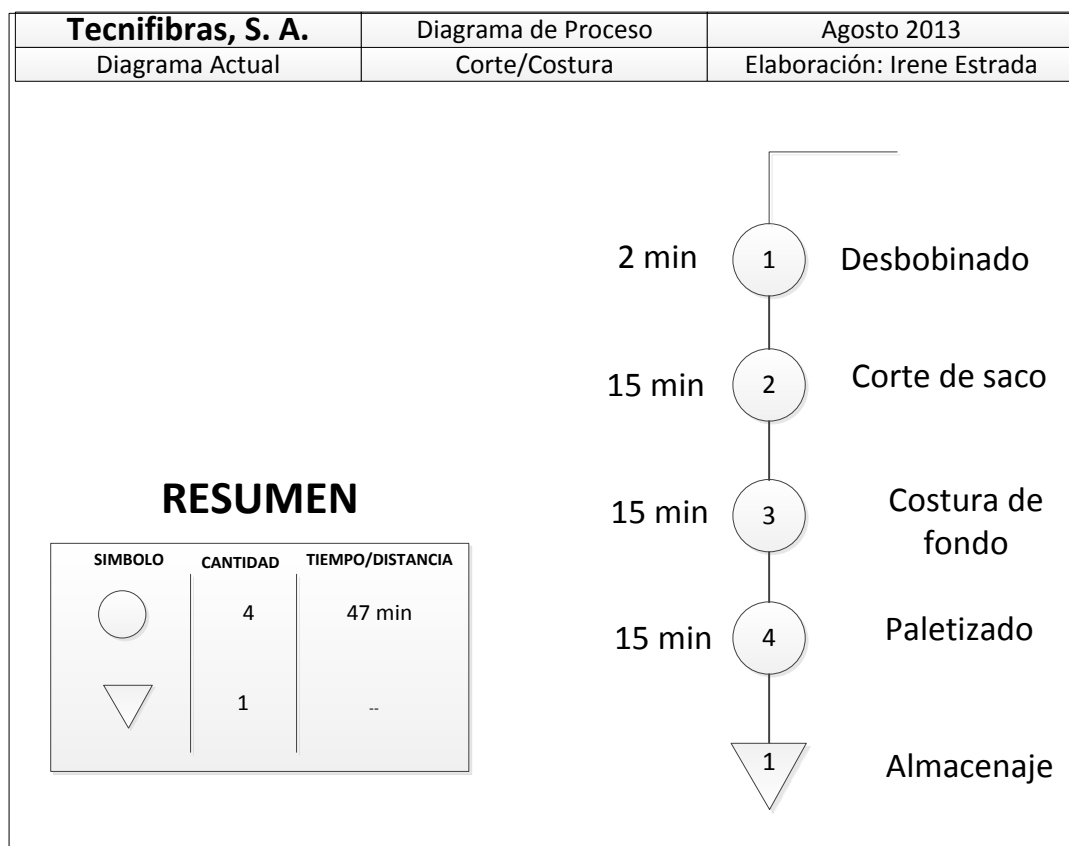


Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Proceso de corte/costura

Este es el proceso final en la producción de sacos de polipropileno. Previamente, este se iniciaba con el ingreso de las bobinas de tela impresa, sin ningún control sistemático de las especificaciones. Esto provocaba pérdida de material, re proceso, e importantes pérdidas económicas.

Figura 21. Diagrama de procesos de corte/costura actual



Fuente: elaboración propia.

Ante esta situación se definieron los pasos y procesos para corregir los defectos. A continuación se describen.

- Cambio de especificaciones en sacos por cortar

Con base en el programa semanal de conversión y la especificación técnica de cada producto, el supervisor de conversión elabora la orden de trabajo, y solicita los rollos de tela necesarios al encargado de rollos o supervisor de impresión, por medio de una requisición de rollos.

El operador de corte coloca el rollo de tela en la máquina, lo desempaca y calibra la cortadora con base en los datos especificados en la orden de trabajo. Una vez que el operador de corte logra el corte deseado, obtiene una muestra de saco y la entrega al inspector de calidad para solicitar la autorización respectiva e iniciar la producción.

De considerarse necesario algún ajuste en el saco, previo a la autorización, se deberá obtener una segunda muestra para verificar que el ajuste de los resultados deseados y poder realizar la autorización.

Al quedar autorizado el cambio, el supervisor de conversión y operador de corte firman la orden de trabajo conjuntamente con el inspector de calidad y el operador puede iniciar el trabajo.

- Control y operación diaria

La máquina cuenta con un mecanismo que agrupa los sacos ya cortados y cocido, y los traslada con una banda transportadora en bultos de 50 unidades. El recibidor controla los sacos ya cortados y cocidos, y si encuentra algún error en la tela, impresión o en la costura, separa ese saco y lo coloca en las mesas correspondientes para los sacos de segunda. La segunda es tratada según el procedimiento de control de producto no conforme.

El saco de primera es trasladado a una tarima. Las tarimas no se deben apilar a una altura mayor a 1,70 metros. Cada tarima completa de saco en blanco deber ser identificada con la medida del saco que contiene, nombre del cliente y producto para el que será destinado, siglas del operador, fecha y turno de corte.

A cada tarima de saco impreso se le debe colocar como bandera un saco de los que contiene la tarima. Las tarimas llenas son trasladadas al área asignada por el supervisor de conversión. (Si la tarima será trasladada al Área de Enlainado⁷ deberá ser flejada con *film* transparente para su protección al momento del traslado).

El operador de corte o ayudante de corte deberán verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del saco cortado cada 20 minutos, y anotar los resultados.

El tubo de cartón es colocado en la canasta rotulada como “Tubos de cartón”. El empaque de los rollos es colocado en un saco identificado como “Desperdicio”, el cual al menos una vez por turno es trasladado al área de desperdicio. La etiqueta de cada rollo es adjuntada al reporte diario de corte.

Cuando se termina un rollo de tela, el operador de corte anota en el reporte diario de corte los datos del rollo, y obtiene de la pantalla de la máquina la cantidad de sacos cortados, así como también el dato de cuántos sacos se obtuvieron de primera, cuántos de segunda y cuántos mal impresos.

⁷ Vocablo utilizado en la manufactura de sacos que consiste en colocar una bolsa de nylon llamada “liner” dentro del saco.

El operador de corte y el ayudante de corte son responsables de mantener su área de trabajo limpia y en orden.

Al finalizar el turno de producción, el supervisor de conversión elabora el reporte diario de producción, en el cual indica la cantidad de sacos fabricados de primera y segunda.

El operador de corte y el ayudante de corte limpian la máquina y el área de trabajo para entregarla limpia para el siguiente turno. El operador de corte deberá pesar el rollo con el cual terminó su turno, si es que no se terminó el rollo, y deberá colocar el peso y número de rollo en este.

Al finalizar la orden de trabajo corte, el supervisor de conversión anota los datos de producción en el registro de reporte diario de producción.

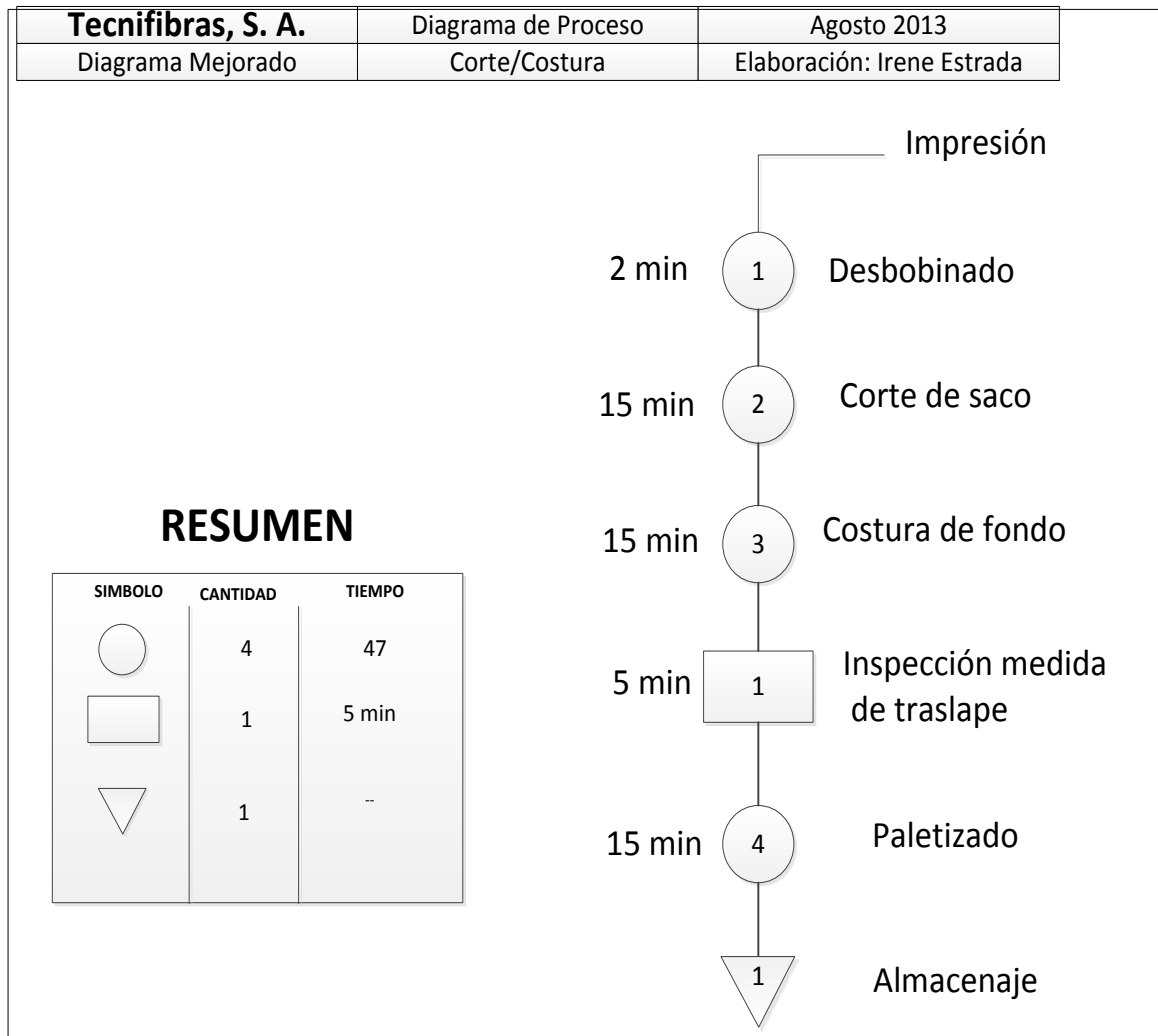
Para determinar el tiempo que se requiere en las inspecciones de calidad en el proceso anteriormente descrito, se utilizan *Therblings* para definir el tiempo estándar que tendrán las inspecciones dentro del diagrama de proceso.

Tabla XVII. **Inspección de medida de traslape**

Inspección de medida de traslape			
Nombre de <i>Therbling</i>	Símbolo <i>Therbling</i>	Tiempo (min)	Descripción
Coger	C	0,05	Tomar muestra de saco para medición
Coger	C	0,05	Tomar metro
Dejar en posición	DP	0,3	Colocar metro en el traslape de la muestra
Inspeccionar	I	0,5	Verificar medida de traslape
Trasporte con carga	TC	0,05	Apuntar medida en hoja de registro
Poner en posición	PP	0,05	Almacenar registro
Total		1	Tiempo de inspección de medida traslape

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Diagrama de proceso de corte/costura con control de calidad



Fuente: elaboración propia.

2.4. Elaboración de cartas de control

Una parte fundamental de la mejora de los procesos de fabricación de sacos, fue establecer con precisión los problemas que se enfrentaban y diseñar los procesos e instrumentos que subsanaran dichos problemas. La herramienta

fundamental para hacer operativos los procesos fue el diseño de las denominadas “cartas de control” que son instrumentos que permiten la recopilación sistemática de datos de las distintas operaciones que integran los procesos. Estas cartas a su vez, proveen la información estadística que al consolidarla, se obtiene un panorama integrado de todo el proceso de producción. Para la elaboración de cartas de control se siguieron los siguientes pasos:

- Paso 1: recolectar los datos: los datos son el resultado de la medición de las características del producto, los cuales deben de ser registrados y agrupados de la siguiente manera:
 - Se tomó una muestra (subgrupo) de 2 a 10 piezas consecutivas, de cada uno de los procesos, es decir: muestras de extrusión, de telares, de laminación, de impresión y corte. Se anotaron los resultados de la medición.
- Paso 2: procesamiento estadístico de las muestras mediante calcular el promedio $\bar{X}$ y R para cada subgrupo. El promedio del proceso es $(\bar{X})$ y el rango es (R) .

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N}$$

$$\bar{R} = X_{mayor} - X_{menor}$$

- Paso 3: se calculó el rango promedio $(\bar{R})$ y el promedio del proceso $(\bar{X})$.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K}$$

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K}$$

Donde K es el número de subgrupos, R_1, R_2 es el rango de cada subgrupo; $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots$ son el promedio de cada subgrupo.

- Paso 4: se calcularon los límites de control

Los límites de control fueron calculados para determinar la variación de cada subgrupo; están basados en el tamaño de los subgrupos, y se calcularon de la siguiente forma:

$$LSC_R = D_4 \bar{R} \quad LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R} \quad LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Donde D_4, D_3, A_2 son constantes que varían según el tamaño de muestra. A continuación se presentan los valores de dichas constantes para tamaños de muestra de 2 a 10.

Tabla XVIII. **Constantes según tamaño de muestra**

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_4	3,27	2,57	2,28	2,11	2	1,92	1,86	1,82	1,78
D_3	0	0	0	0	0	0,08	0,14	0,18	0,22
A_2	1,88	1,02	0,73	0,58	0,48	0,42	0,37	0,34	0,31

Fuente: Tecnifibras, S. A.

- Paso 5: seleccionar la escala para las gráficas de control

Para la gráfica $\bar{X}$ la amplitud de valores en la escala debe ser al menos del tamaño de los límites de tolerancia especificados o dos veces el rango promedio ($\bar{R}$).

Para la gráfica R, la amplitud debe extenderse desde un valor cero hasta un valor superior equivalente a $1\frac{1}{2}$ - 2 veces el rango.

- Paso 6: trazar la gráfica de control

Se dibujaron las líneas de promedios y límites de control en las gráficas. Los límites de control se dibujan con una línea discontinua, y los promedios con una línea continua para ambas gráficas.

Se deben marcar los puntos en ambas gráficas y unirlos para visualizar de mejor manera el comportamiento del proceso.

- Paso 7: analizar la gráfica de control

En la siguiente parte se muestran los criterios para determinar las situaciones en las cuales un proceso puede estar fuera de control.

Interpretación del control del proceso.

El objetivo de analizar una gráfica de control es identificar cuál es la variación del proceso, las causas comunes y causas especiales de dicha variación y, en función de esto, tomar alguna acción apropiada cuando se requiera.

Una señal de que se ha detectado una causa especial de variación se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio.

Se pueden presentar cinco patrones para el comportamiento de los puntos en una carta, los cuales indican que el proceso está funcionando con causas especiales de variación. Un proceso muy inestable es sinónimo de un proceso con pobre estandarización, en el que probablemente haya cambios continuos o mucha variación atribuible a materiales, mediciones, diferencias en las condiciones de operación de la maquinaria y desajustes, distintos criterios y capacitación de operarios, entre otros.

Los patrones identificados son: patrón 1 o desplazamientos o cambios en el nivel del proceso; patrón 2 o tendencias en el nivel del proceso; patrón 3 o ciclos recurrentes; patrón 4 o donde existe mucha variabilidad; y patrón 5 o con poca variabilidad.

Conocer estos patrones permite, ante la presencia de alguno de estos, anticipar que en el proceso hay una situación especial, que causa que los puntos no estén variando aleatoriamente dentro de la carta.

2.4.1. Elección de características para gráfico

Una carta de control es un método gráfico que evalúa si un proceso está o no bajo control. Ayuda a analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo, permitiendo distinguir las variaciones por causas comunes o causas especiales. Las cartas de control enfocan la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen. Las causas comunes o

aleatorias se deben a la variación natural del proceso, mientras que las causas especiales o atribuibles son errores del operador o defectos de materias primas.

Un proceso está bajo control estadístico cuando presentan causas comunes. Cuando existen causas especiales en el proceso, las gráficas de control detectan la existencia de estas en el momento que se dan, permitiendo la toma de acciones en el momento.

Existen dos tipos generales de cartas de control, para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición.

Existen características de calidad de un producto que no son evaluadas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos. También, al producto se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. Este tipo de características de calidad son monitoreadas a través de las cartas de control por atributos.

Existen varios tipos de cartas de control:

Carta de control X- R

- Carta X: analiza variación entre las medidas de los subgrupos, para así detectar cambios en la media del proceso.

- Carta R: analiza la variación entre los rangos de los subgrupos, lo que permite detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso. Los límites de control de una carta X y su interpretación: estos límites se utilizan para detectar cambios en la medida del proceso y para evaluar su estabilidad; los límites de control en una carta indican la variación esperada para los rangos muestrales de tamaño n , mientras el proceso no tenga un cambio significativo.

- Carta de control P

Es una carta de atributos que generalmente se utiliza cuando no se desarrolla mediciones numéricas. Se utilizan diferentes tipos de gráficas de control para monitorear procesos y para determinar si se encuentra presente en el proceso alguna causa especial de variación. Las gráficas de atributos se utilizan para variables categóricas o discretas. Se utilizan cuando los elementos que son muestreados se clasifican de acuerdo a si se conforman o no con los requerimientos definidos operacionalmente, por lo tanto ayuda a monitorear y analizar la proporción de disconformidades que están en las muestras repetidas que se seleccionan en un proceso.

- Carta de control C

Estas gráficas están diseñadas para detectar el número de defectos en una sola unidad. Una gráfica C se utiliza para analizar el número de imperfecciones por unidad de producción.

2.4.2. Selección de carta de control

Debido a las características del proceso, el tipo de cartas que mejor se adecuan para el control estadístico del mismo es la carta de control X-R, ya que en este caso se está ante un proceso masivo. Con la carta X se analiza la variación entre las medidas de los subproductos, para así detectar cambios en la medida del proceso. Con la carta R se analiza la variación entre los rangos de los subproductos, lo que permite detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso.

2.4.3. Definir las líneas centrales y los cálculos de límites

Debido a especificaciones y requerimientos de los clientes los límites superior e inferior deben permanecer constantes, ya que una variación afectaría en los procesos internos y externos.

Alguno de los problemas que se generan internamente por rangos fuera de los límites son:

- Gramajes altos
- Generación de rollos disparejos
- Arrugas en impresión
- Costuras torcidas
- Laminado no uniforme

Los límites establecidos por la empresa Tecnifibras, S. A. con los clientes, corresponde a los rangos presentados en la siguiente tabla:

Tabla XIX. **Límites de procesos**

Proceso	Limites
Extrusión	$\pm 3 \%$
Telares	$\pm 2 \text{ gr.}$
Laminación	$\pm 2 \text{ gr.}$
Impresión	$\pm 10 \text{ seg.}$
Corte/costura	$\pm 0,25 \text{ ''}$

Fuente: Tecnifibras, S. A.

2.4.4. Elaboración de gráficos e interpretación de resultados

Es la vinculación de los resultados de los análisis de datos con la hipótesis de investigación, con las teorías y conocimientos ya existentes y aceptados.

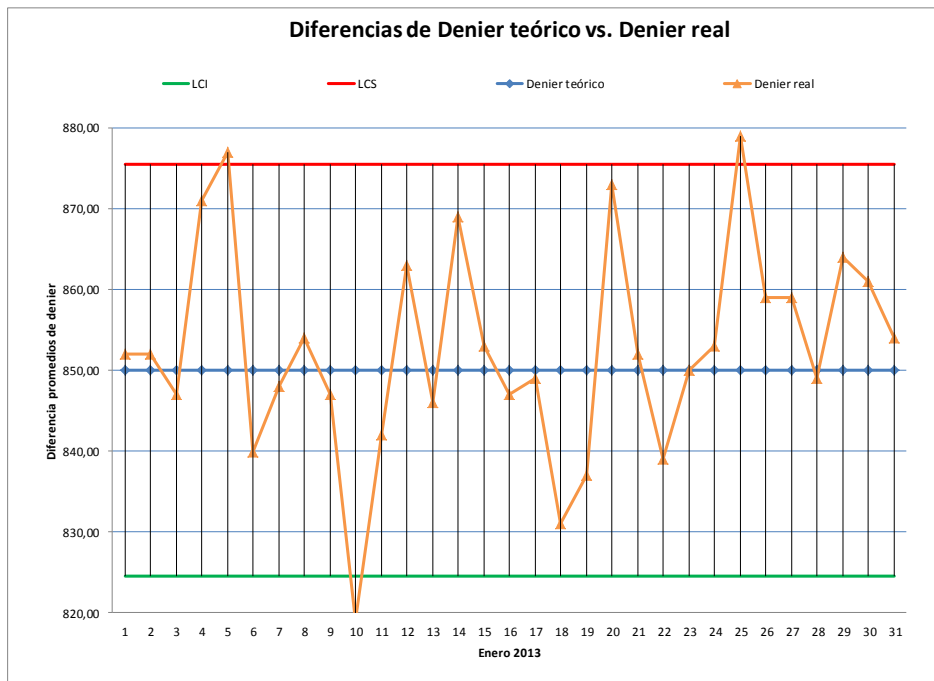
2.4.4.1. Extrusión

Para elaborar las cartas de control del proceso de extrusión se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: se tomaron muestras durante un período de 31 días (tiempo de producción para cumplir la demanda de saco con *denier* 850 para un determinado lote).
- Paso 2: se determina la media de 850 gr y los límites superior e inferior $850 \pm 3 \%$, establecidos en la tabla VIII límites de procesos (ver anexo).
- Paso 3: se grafican los datos recopilados, en el eje de las X representa los días del mes y el eje Y representa el *denier* en gramos.

- Paso 4: se analizan los *denieres* para identificar los puntos fuera de los límites de control.

Figura 23. **Diferencias de *denier* real vs. *denier* teórico**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de cartas de control:

- Se observa la existencia de tres puntos fuera de los límites de control.
- En las últimas seis mediciones aparece una tendencia de mucha variabilidad, probablemente causada por ajustes innecesarios detectados en el proceso, diferencias sistemáticas en el material utilizado y un atasco en el filtro de la extrusora.

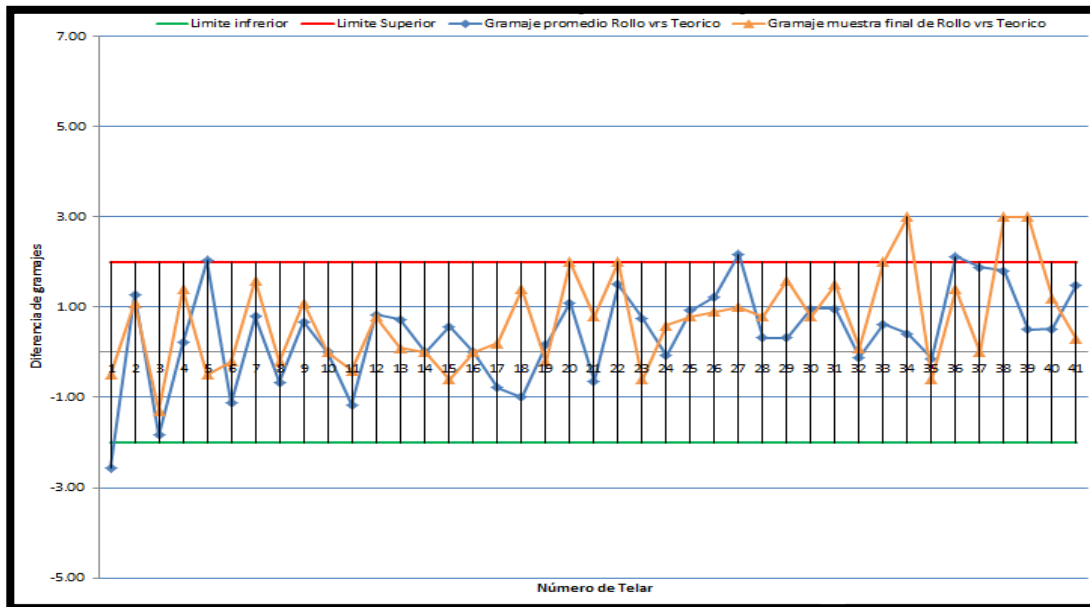
- Una de las causas atribuibles a estos problemas puede obedecer a que la materia prima utilizada no es de la mejor calidad, provocando atascos en la maquinaria e incrementando el tiempo de manipulación en el proceso de carga de las tolvas.

2.4.4.2. Telares

Para elaborar las cartas de control del proceso de telares se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: muestreo diario en cada uno de los 41 telares existentes en el Área de Producción bajo requerimiento de la Gerencia.
- Paso 2: para determinar el gramaje teórico se toma el peso del rollo de tela completo de los 41 telares.
- Paso 3: para determinar el gramaje real se toma en cuenta el peso del gramaje de la muestra.
- Paso 4: se determina los límites superior e inferior $\pm 2\text{gr}$, establecidos en la tabla VIII límites de procesos (ver anexo).
- Paso 5: se grafican los datos recopilados, en el eje de las X representa el número de telar y el eje Y representa los gramajes.
- Paso 6: se procede para determinar las variaciones entre el gramaje teórico y el gramaje real.

Figura 24. **Diferencias de gramaje real vs. gramaje teórico**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de carta de control:

- Se observa una tendencia ascendente en cuanto al gramaje de la tela de la muestra, lo que puede ser indicativo de un desajuste en la calibración del equipo de producción, o exceso de bobinas de hilo de rafia. Un factor que puede ser significativo es el cambio drástico en el aumento de la temperatura ambiente.
- En ocasiones se detecta un mal uso del producto pues no se seleccionaba adecuadamente la bobina que ingresa con el *denier* correcto.

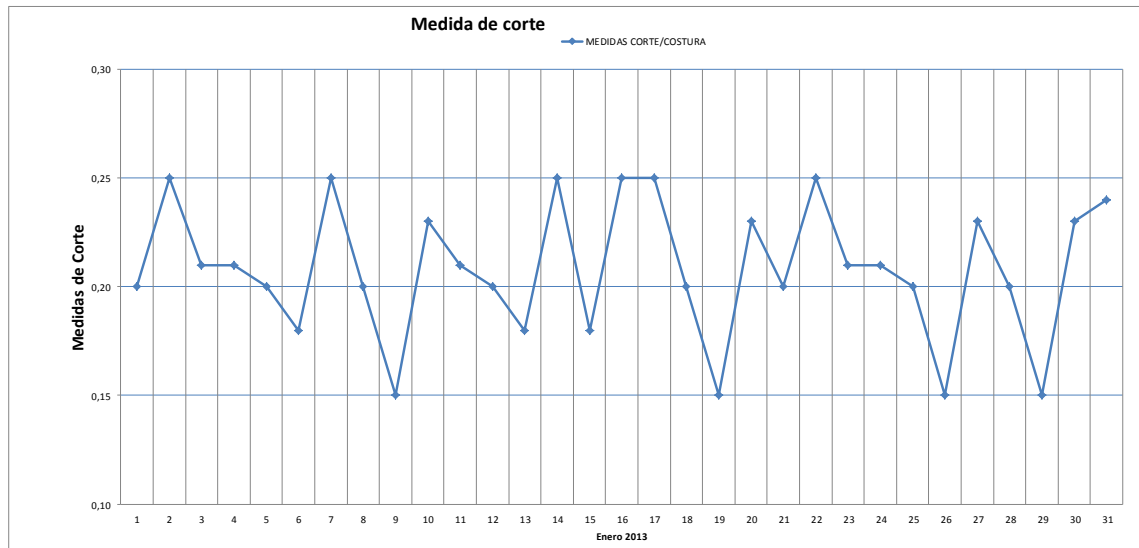
2.4.4.3. Corte/costura

La elaboración de las cartas de control en este proceso es fundamental para evitar que se genere un excedente de material en el producto, lo que crea un aumento en los costos de operación.

Para elaborar las cartas de control del proceso de corte/costura se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: se realiza un promedio de 24 muestras por día durante un período de 31 días. Dado que el período de recolección diario ocurría entre las 7 de la mañana y 7 de la noche (12 horas) el Departamento de Gestión de Calidad establece recoger 2 muestras por hora para garantizar el control del proceso.
- Paso 2: se determina la línea central los límites superior e inferior $0,25 \pm 0,25$ pulgadas, establecidos en la tabla VIII límites de procesos.
- Paso 3: se grafican los datos recopilados, en el eje de las X representa el mes y el eje Y representa las medidas de corte en pulgadas.
- Paso 4: se procede a analizar el gráfico de control.

Figura 25. **Gráfico de medidas de corte**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la carta de control:

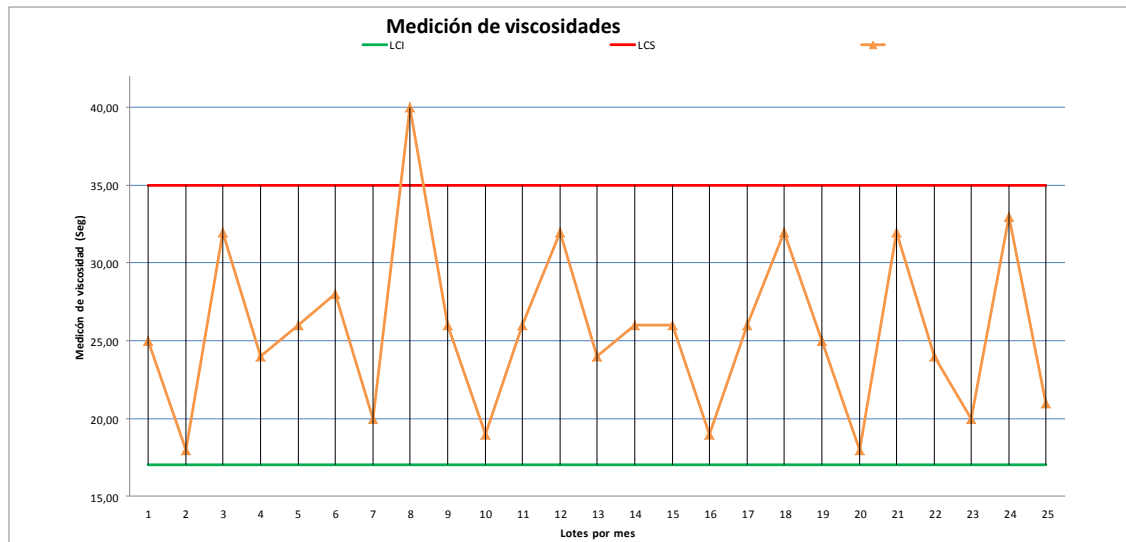
- El gráfico se encuentra bajo control estadístico debido a que todos los puntos se están dentro de los límites de control requeridos.
- Que todas las muestras se encuentren bajo control es evidencia de la eficiencia del control de calidad implementado.

2.4.4.4. Impresión

Para elaborar las cartas de control del proceso de impresión y determinar su viscosidad se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: las muestras tomadas son el número promedio de lotes de tinta ingresados a la bodega de materia prima (25 lotes).
- Paso 2: se toma una muestra al azar por lote, cada lote contiene 80 contenedores de 5 galones.
- Paso 3: se realiza la muestra utilizando una copa Zahn, donde la tinta debe recorrer 50 ml a través del agujero de la copa en un tiempo de 25 segundos.
- Paso 4: se determina la línea central y los límites superior e inferior 25 ± 10 segundos, establecidos en la tabla VIII límites de procesos.
- Paso 5: se grafican los datos recopilados, en el eje de las X representa los lotes y el eje Y representa la viscosidad de la tinta en segundos.
- Paso 6: en caso de no estar dentro del intervalo, se realiza un segundo muestreo conformado por dos cubetas más. Si se detecta reincidencia, el lote deberá ser rechazado.
- Paso 7: se procede a analizar el gráfico de control.

Figura 26. **Carta de control de medición de viscosidad**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la carta de control:

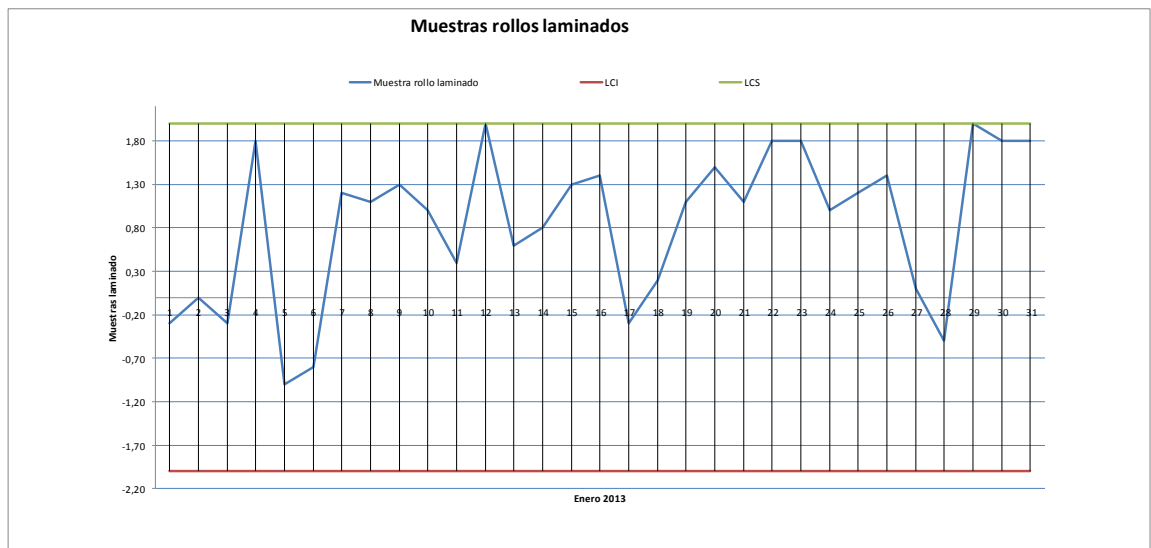
- En el lote número 8 se tuvo reincidencia fuera de los puntos de control en tres ocasiones, por lo que fue rechazado.
- El gráfico presenta comportamiento cíclico de los puntos con picos altos y bajos, la posible causa podría ser los cambios en el ambiente como la temperatura.

2.4.4.5. Laminación

Para elaborar las cartas de control del proceso de laminación se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: se toma una muestra promedio de 6 rollos al día durante un mes.
- Paso 2: se determina la línea central y los límites superior e inferior 0 ± 2 gramos, establecidos en la tabla VIII límites de procesos.
- Paso 3: se tabula la diferencia entre el gramaje real del rollo y el gramaje teórico del rollo ya laminado.
- Paso 4: se grafican los datos recopilados, en el eje de las X representa los días del mes el eje Y representa la variación en gramos.
- Paso 5: se procede a analizar el gráfico de control.

Figura 27. **Carta de control de muestras de rollos laminados**



Fuente: elaboración propia.

Interpretación de la carta de control:

- Se observa que el proceso está bajo control, ya que ninguno de los puntos muestreados excede los límites.
- Que todas las muestras se encuentren bajo control es evidencia de la eficiencia del control de calidad implementado, por lo que no se genera costos extras en operación por excedente de material en el laminado.

2.4.5. Costos de la propuesta

En la siguiente tabla se observa la proyección de la inversión inicial y el costo semestral de la persona encargada, que deberá ser contratada para el departamento de gestión de calidad, y tendrá a su cargo la realización del reporte y análisis de cartas de control para cada uno de los procesos de la elaboración de sacos.

Tabla XX. Inversión de la propuesta de mejora

Recurso	Cantidad	Costo	Total
Mano de obra	1	Q 5 000	Q 5 000
Equipo :			Q -
Computo	1	Q 8 750	Q 8 750
Banza	1	Q 5 200	Q 5 200
Suaje	1	Q 500	Q 500
Copa Zahn	1	Q 875	Q 875
Metro	1	Q 120	Q 120
		TOTAL	Q 20 445

Fuente: elaboración propia.

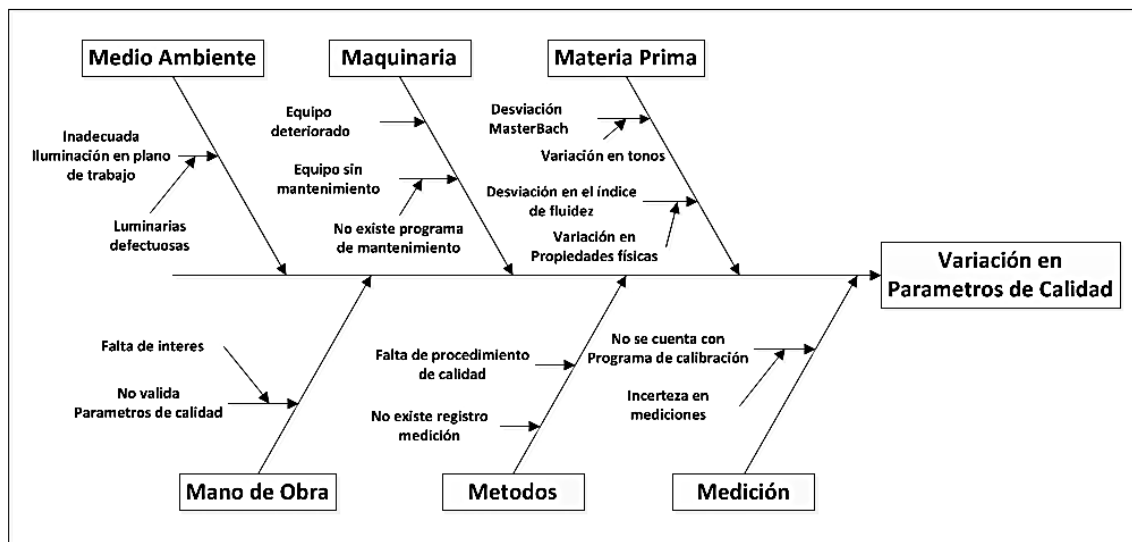
2.5. Formulación del sistema de metrología

Un sistema de metrología está compuesto por una serie de programas y diferentes aparatos e instrumentos de medición que se realizan pruebas y ensayos, que permiten asegurar la calidad de un producto o servicio según los requerimientos y especificaciones establecidos por el cliente.

2.5.1. Diagnóstico

Actualmente no se cuenta con un sistema de metrología. Este es importante para que los equipos de medición se mantengan calibrados y en perfectas condiciones, para garantizar datos certeros que ayuden a mantener el proceso bajo control y lograr una buena trazabilidad de fallas, en caso de ser necesario.

Figura 28. Diagrama causa y efecto variación en parámetros de calidad



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Definir los equipos de medición

Los equipos que requieren de una calibración recurrente son: la balanza de precisión, las copas Zahn, pH-metro, guías pantone, Tape 3m, marcadores Dyna.

2.5.2.1. Balanza de precisión

Es un instrumento que sirve para medir la masa de un cuerpo; el rango y medida de precisión es determinado en gramos. Las principales características de este tipo de balanza son:

- Capacidad de 300 a 3 000 gr
- Resolución de 0,005 a 0,05
- Calibración externa
- Función de porcentajes
- Paravientos
- Carcasa ABS
- Plato de acero inoxidable
- Pantalla LCD retro iluminada
- Función cuenta piezas y porcentajes
- Nivel de burbuja
- Temperatura de funcionamiento: 0 a 42 °C
- Contador de muestras de 100 cm² para papel, tejido o cartón

2.5.2.2. Copas Zahn

Las copas de inmersión tipo Zahn sirven para una rápida verificación y ajuste de una gran variedad de líquidos.

Entre sus características están:

- Sencillas y duraderas.
- Rango de viscosidad de aprox. 20 a 1800 centistokes.
- Orificios taladrados de precisión.
- Diámetros de orificios ajustados en fábrica con resultados según trazabilidad NIST con aceites Newtonianos.

Cada copa dispone de un asa larga y curvada de 12 pulgadas para sumergir la copa en el líquido manualmente. En el centro del asa hay un aro para introducir el dedo y mantener la copa en posición vertical durante su uso. Los resultados se dan en segundos Zahn a la temperatura especificada.

2.5.2.3. PH-metro

Es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una solución. La determinación del pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio, que separa dos soluciones con diferentes concentraciones de protones.

Para su calibración los electrodos de vítreo de pH miden la concentración de H^+ relativa a sus referencias, que deben ser calibrados periódicamente para asegurar la precisión.

2.5.2.4. Guía Pantone

El sistema se basa en una paleta o gamas de colores de manera que muchas veces es posible obtener otros por mezclas de tintas determinadas que

proporciona el fabricante. Las ediciones de las guías Pantone se distribuyen anualmente, debido a la degradación progresiva de la tinta.

2.5.2.5. Tape 3M

La cinta se utiliza principalmente para verificar la adherencia de la tinta en los sacos. Entre sus principales ventajas está que es fácil de usar, da rangos cuantitativos que ofrecen un valor de adherencia cuantitativo. Las posibles limitaciones son el tiempo que algunos adhesivos tardan en secarse. Este tape es un medidor ideal para laboratorio, aplicable en sus tratos planos o curvos.

2.5.2.6. Marcador Dyna

Este tipo de marcador mide el nivel de tratamiento de corona 30 – 70 Dynas. La energía superficial es un criterio decisivo para la adherencia de tintas de imprenta, barnices y adhesivos sobre muchas superficies plásticas y metálicas. Se indican en milinewton/metro.

Esta evaluación es muy apropiada como prueba de rutina para el personal de servicio de la máquina, con la que una persona experta puede evaluar rápidamente el grado de pre tratamiento o limpieza del material, ya que los líquidos de evaluación se componen de sustancias de volatilidad distinta y son higroscópicos.

2.5.3. Validación de métodos de calibración

Proceso mediante el cual se demuestra que el método en cuestión es adecuado para alcanzar los objetivos previamente establecidos, definidos en

función de los requisitos o necesidades y de las posibilidades técnicas del laboratorio.

2.5.3.1. Método de calibración para balanza

Bimestralmente se realizará una calibración de la balanza por Aragon Valencia y asociados el cual es un agente externo a la empresa contratado para tal efecto.

El procedimiento que se debe realizar se presenta en la siguiente tabla con el cual tiene que cumplir el ente calibrador.

Tabla XXI. Procedimiento de calibración para balanza

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	
	Paso 1	Paso 2
A)	Ajuste a cero de la balanza y se anota como primer valor.	Si no es posible ajustar el cero, se anota el valor indicado por la balanza sin carga alguna.
B)	Se coloca una masa equivalente al 0,1 % del rango de medida sobre el plato.	Esperar la estabilidad de la medición y anotar el valor.
C)	Retir el paso 1 de la actividad B colocando sucesivamente pesas equivalentes a 1, 5, 10, 20, 40, 60, 80 y 100 % del rango máximo o del rango de medida.	Esperar la estabilidad de cada una de las mediciones y anotar los valores.

Fuente: Aragon Valencia y Asociados.

2.5.3.2. Método de calibración copa Zahn

Este es un proceso interno que no requiere el concurso de agentes externos a la empresa.

La calibración se realiza con lectura directa con los patrones utilizados. Se realizan cinco lecturas por cada nominal; los valores reflejados en la tabla de resultados corresponden al valor medio de las series realizadas.

Las condiciones ambientales durante el proceso de calibración deben mantenerse en un promedio aproximado de $19,9 \pm 1$ °C para la temperatura y 43 ± 5 % de humedad relativa según especificaciones del fabricante.

2.5.3.3. Método de calibración pH-metro

Este es un proceso interno que no requiere el concurso de agentes externos a la empresa.

El método para la calibración del pH-metro se describe en la tabla siguiente:

Tabla XXII. **Procedimiento de calibración pH-metro**

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	RESPONSABLE
A)	Enjuagar dos veces el electrodo con agua destilada y secar suavemente con papel.	Control de calidad
B)	Conectar el medidor de ph en modo ON.	Control de calidad
C)	Presionar el botón CAL.	Control de calidad
D)	Sumergir en la disolución amortiguadora de ph 7 o 10 con cuidado de no sumergirlo más allá de la marca.	Control de calidad
E)	Agitar suavemente en círculos la solución amortiguadora y el medidor hasta que la lectura de pantalla se estabilice.	Control de calidad

Fuente: Aragon Valencia y Asociados.

2.5.4. Validación de métodos internos para calibración

Para llevar un control de la calibración de los equipos de medición, se establece el siguiente programa de calibraciones.

Tabla XXIII. **Control de dispositivos que requieren calibración**

CONTROL DE DISPOSITIVOS QUE REQUIEREN CALIBRACIÓN										
Núm .	Instrumento	Frecuencia de calibración externa	Frecuencia de calibración interna	Frecuencia de verificación interna	Marca	Identificación interna	Planta	Area/resguardo	Núm. Serie	Capacidad
1	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Radwag	BA-01	Laboratorio	Laboratorio	31331811	200 g x 0,001 g
2	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Salter	BA-02	OficinaSupervisor de BPMs	OficinaSupervisor de BPMs	CS07a3681	1500 g x 0,02 g
3	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Ohaus Reweitta	BA-03	Papelera	Papelera	B202622926	100 Kg x 0,05 Kg
4	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Fairbanks M.	BA-04	Papelera	Papelera	60450070045	100 Kg x 0,1 Kg
5	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Ohaus Fairbanks M	BA-05	Empaque	Conversión	B225036286	300 Kg x 0,1 Kg
6	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Sapartan System	BA-06	Telares	Telares	N/A	1 500 Kg x 0,2 Kg
7	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Ohaus	BA-07	Bodega de conversion	Conversión	B202602652	1 500 Kg x 0,2 Kg
8	Balanza	Bimestral	n/a	n/a	Ohaus	BA-08	Empaque	Conversión	00205516DN	30 Kg x 0,005 Kg
12	PH-Metro	n/a	Mensual	n/a	Hanna instruments	PH-01	Gestión de calidad	Gestión de calidad	HI-98108	PH 4 a 10
13	PH-Metro	n/a	Mensual	n/a	Hanna instruments	PH-02	Producción PA	Tubera	HI-98108	PH 4 a 10
14	Copa Zahn 2	Anual	n/a	Mensual	Gardco	Z2-01	Gestión de calidad	Gestión de calidad	-	18 a 30 segundos
15	Copa Zahn 2	n/a	n/a	Mensual	Gardco	Z2-02	Producción PP	Tubera	-	18 a 30 segundos
16	Copa Zahn 2	n/a	n/a	Mensual	Gardco	Z2-03	Producción PP	Remak	-	18 a 30 segundos
17	Copa Zahn 2	n/a	n/a	Mensual	Gardco	Z2-04	Producción PA	Manuales	-	18 a 30 segundos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Control de dispositivos que requieren calibración

CONTROL DE DISPOSITIVOS QUE NO SE PUEDEN CALIBRAR Y SOLO SON VERIFICABLES										
Núm.	Instrumento	Frecuencia de calibración	Frecuencia de calibración	Frecuencia de verificación	Marca	Identificación interna	Planta	Area/resguardo	Núm. Serie	Capacidad
1	3 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-08 ACM-10	Logística	Logística	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
2	7 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-11 ACM-17	Gestión de calidad	Gestión de calidad	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
3	Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-19 ACM-60	Producción PP	Planta PP	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
4	3 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-18 ACM-20	Diseño	Diseño	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
5	15 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-021 ACM-035	Producción PP	Telares 1	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
6	15 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-036 ACM-050	Producción PP	Telares 2	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
7	22 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-051 ACM-072	Producción PP	Conversión 1	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
8	22 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-073 ACM-094	Producción PP	Conversión 2	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
9	2 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-095 ACM-096	Producción PP	Gerencia	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
10	4 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-097 ACM-100	Producción PP	Empaque	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
11	4 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-0101 ACM-104	Producción PP	Impresión	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
12	1 Cinta metrica	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-105	Gerencia	Producción PA	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
13	2 Cintas metricas	n/a	n/a	Trimestral	Stanley	CM-106 ACM-107	Bodega de materiales	Bodega de materiales	-	3 m x 0.01m x 1/16 plg
14	Guia Pantone	n/a	n/a	Trimestral	Pantone	PA-01	Gestión de calidad	Gestión de calidad	-	-
15	Guia Pantone	n/a	n/a	Trimestral	Pantone	PA-02	Producción PP	Remak	-	-
16	Guia GCMi papel	n/a	n/a	Trimestral	GCMi	GCMi-1	Gestión de calidad	Gestión de calidad	-	-
16.2	Guia GCMi papel	n/a	n/a	Trimestral	GCMi	GCMi-2	Producción PP	Gerencia PA	-	-
16.3	Tape 3M	n/a	n/a	Trimestral	3M	3M-01	Gestión de calidad	Gestión de calidad	-	-
17	Tape 3M	n/a	n/a	Trimestral	3M	3M-02	Gestión de calidad	Remak	-	-
18	Marcador dinas	n/a	n/a	Trimestral		DI-01	Producción PP	Remak	-	-

Fuente: elaboración propia.

Para dar cumplimiento al programa, el responsable de los controles de calidad debe realizar las mediciones de cada proceso con la periodicidad establecida y utilizando los formatos que se presentan a continuación:

Formato pH metro:

En el formato para el pH-metro se tabulan los valores reales y teóricos para las soluciones con los patrones de HI 70.07 Buffer Solutions y HI 70.10 Buffer Solutions. Siguiendo las indicaciones de la tabla IX. Procedimiento de calibración pH-metro.

Patrones: soluciones de HI 70.07 Buffer Solutions y HI 70.10 Buffer Solutions.

Tabla XXV. Mediciones de pH-metro

Fecha:		TECNIFIBRAS, S. A.																																																																																													
Persona que realiza:																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">HI 70.07 Buffer Solutions</th> <th colspan="2">HI 70.10 Buffer Solutions</th> </tr> <tr> <th>Instrumento</th> <th>Id. Interna</th> <th>Teorico</th> <th>Real</th> <th>Teorico</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PH-Metro 1</td> <td>PH-01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PH-Metro 2</td> <td>PH-02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">HI 70.07 Buffer Solutions</th> <th colspan="2">HI 70.10 Buffer Solutions</th> </tr> <tr> <th>Instrumento</th> <th>Id. Interna</th> <th>Teorico</th> <th>Real</th> <th>Teorico</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PH-Metro 1</td> <td>PH-01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PH-Metro 2</td> <td>PH-02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="4">Resultados</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">HI 70.07 Buffer Solutions</th> <th colspan="2">HI 70.10 Buffer Solutions</th> </tr> <tr> <th>Instrumento</th> <th>Id. Interna</th> <th>Teorico</th> <th>Real</th> <th>Teorico</th> <th>Real</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PH-Metro 1</td> <td>PH-01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PH-Metro 2</td> <td>PH-02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Resultados						HI 70.07 Buffer Solutions		HI 70.10 Buffer Solutions		Instrumento	Id. Interna	Teorico	Real	Teorico	Real	PH-Metro 1	PH-01					PH-Metro 2	PH-02							Resultados						HI 70.07 Buffer Solutions		HI 70.10 Buffer Solutions		Instrumento	Id. Interna	Teorico	Real	Teorico	Real	PH-Metro 1	PH-01					PH-Metro 2	PH-02							Resultados						HI 70.07 Buffer Solutions		HI 70.10 Buffer Solutions		Instrumento	Id. Interna	Teorico	Real	Teorico	Real	PH-Metro 1	PH-01					PH-Metro 2	PH-02				
		Resultados																																																																																													
		HI 70.07 Buffer Solutions		HI 70.10 Buffer Solutions																																																																																											
Instrumento	Id. Interna	Teorico	Real	Teorico	Real																																																																																										
PH-Metro 1	PH-01																																																																																														
PH-Metro 2	PH-02																																																																																														
		Resultados																																																																																													
		HI 70.07 Buffer Solutions		HI 70.10 Buffer Solutions																																																																																											
Instrumento	Id. Interna	Teorico	Real	Teorico	Real																																																																																										
PH-Metro 1	PH-01																																																																																														
PH-Metro 2	PH-02																																																																																														
		Resultados																																																																																													
		HI 70.07 Buffer Solutions		HI 70.10 Buffer Solutions																																																																																											
Instrumento	Id. Interna	Teorico	Real	Teorico	Real																																																																																										
PH-Metro 1	PH-01																																																																																														
PH-Metro 2	PH-02																																																																																														

Fuente: Tecnifibras, S. A.

El formato para las copas Zahn establece las mediciones y el promedio de las mismas. Estos datos se obtienen siguiendo el método de calibración copa Zahn.

Patrón: Copa Zahn de 50 ml con un tiempo de 17-35 segundos que recorre la tinta.

Tabla XXVI. Lecturas copa Zahn

Fecha:		TECNIFIBRAS, S. A.			
Persona que realiza:					
		Resultados			
Instrumento	Id. Interna	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Copa Zahn 1	Z2-01				
Copa Zahn 2	Z2-02				
Copa Zahn 3	Z2-03				
Copa Zahn 4	Z2-04				
Copa Zahn 5	Z2-05				
		Resultados			
Instrumento	Id. Interna	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Copa Zahn 1	Z2-01				
Copa Zahn 2	Z2-02				
Copa Zahn 3	Z2-03				
Copa Zahn 4	Z2-04				
Copa Zahn 5	Z2-05				
		Resultados			
Instrumento	Id. Interna	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Copa Zahn 1	Z2-01				
Copa Zahn 2	Z2-02				
Copa Zahn 3	Z2-03				
Copa Zahn 4	Z2-04				
Copa Zahn 5	Z2-05				

Fuente: Tecnifibras, S. A.

El formato para el estado de la guía mantiene un control sobre el estado de las guías Pantone, las cuales son unas paletas de colores, para determinar el estado de las guías Pantone se comparan los colores versus una guía Pantone nueva y vigente establecida como estándar.

Patrón: Guía Pantone vigente

Tabla XXVII. **Estado de Guía Pantone**

Fecha:		TECNIFIBRAS, S. A.
Persona que realizo:		
Guía		
Pantone	Estado	Obsevaciones
PA-01		
PA-02		
PA-03		

Fuente: Tecnifibras, S. A.

El formato para la verificación de tape y marcador Dyna se realizaba mediante observaciones, para el tape se probaba la adherencia de la tinta en cualquier saco en producción con impresión, verificando que este no se encuentre reseco pudiendo afectar el grado de adherencia del pegamento, y para el marcador Dyna únicamente se verificaba la fecha de vencimiento.

Patrones: tape y marcador Dyna con fecha vigente.

Tabla XXVIII. **Verificación de tape y marcador Dyna**

Fecha:		TECNIFIBRAS, S. A.
Persona que realizo:		
Tape 3M	Con tratamiento de corona	Sin tratamiento de corona
3M -01		
3M -02		
Marcador Din	Vigente	
Di-01		
Di-02		
Di-03		
Di-04		
Di-05		

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Para la verificación de los metros se comparaba cada metro *versus* una regla estándar, verificando que el uso no haya deteriorado las unidades de medida lo suficiente para causar una incerteza que pueda afectar la calidad.

Patrón: regla estándar calibrada por Aragón Valencia y asociados (agente externo calibrador)

Tabla XXIX. **Verificación de metros**

Fecha:		TECNIFIBRAS, S. A.	
Persona que realiza:			
		Verificación	
Metro	Fecha	Interna	Externa
CM-01			
CM-02			
CM-03			
CM-04			
CM-05			
CM-06			
CM-07			
CM-08			
CM-09			
CM-10			
CM-11			
CM-12			
CM-13			
CM-14			
CM-15			
CM-16			
CM-17			
CM-18			
CM-19			
CM-20			

Fuente: Tecnifibras, S. A.

2.5.5. **Costos de la propuesta**

Dentro del proceso de producción se cuenta con una variedad de pruebas que miden la calidad y especificaciones de los productos, para dichas

mediciones es necesario una variedad de instrumentos que requieren de calibraciones constantes para mantenerlas en óptimo funcionamiento, y obtener las mediciones más exactas para alcanzar las especificaciones del cliente.

Es importante la implementación de un sistema de metrología dentro de los procesos. Los equipos que son necesarios en cada área del proceso y sus costos se reflejan en la tabla siguiente:

Tabla XXX. **Análisis de costos de sistema de metrología**

Área	Equipo	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Impresión	Calibración pH-metro	1	Q 725	Q 725
Impresión	Calibración copa Zahn	4	Q 560	Q 2 240
Telares	Calibración de balanza	8	Q 530	Q 4 240
Control de calidad	Recurso humano	1	Q 2 000	Q 2 000
Control de calidad	Computadora	1	Q 5 000	Q 5 000
Control de calidad	Papel	100	Q 15	Q 1 500
			TOTAL	Q 15 705

Fuente: Tecnifibras, S. A.

La inversión se verá reflejada en la disminución del porcentaje de producto de segunda y mermas.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PLAN DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA UTILIZANDO LOS PRINCIPIOS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

3.1. Procedimientos administrativos que impactan en el consumo de energía eléctrica

Dado el elevado costo de la energía eléctrica y el efecto nocivo para el medio ambiente que supone la producción masiva de electricidad de la empresa, se percibe la necesidad de aplicar la máxima eficiencia energética posible en todos los usos que involucren su consumo.

La eficiencia energética es esa relación que se define como la cantidad de energía consumida y los beneficios obtenidos. Se puede alcanzar mediante la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, en la gestión y los hábitos culturales que permitan lograr un consumo óptimo.

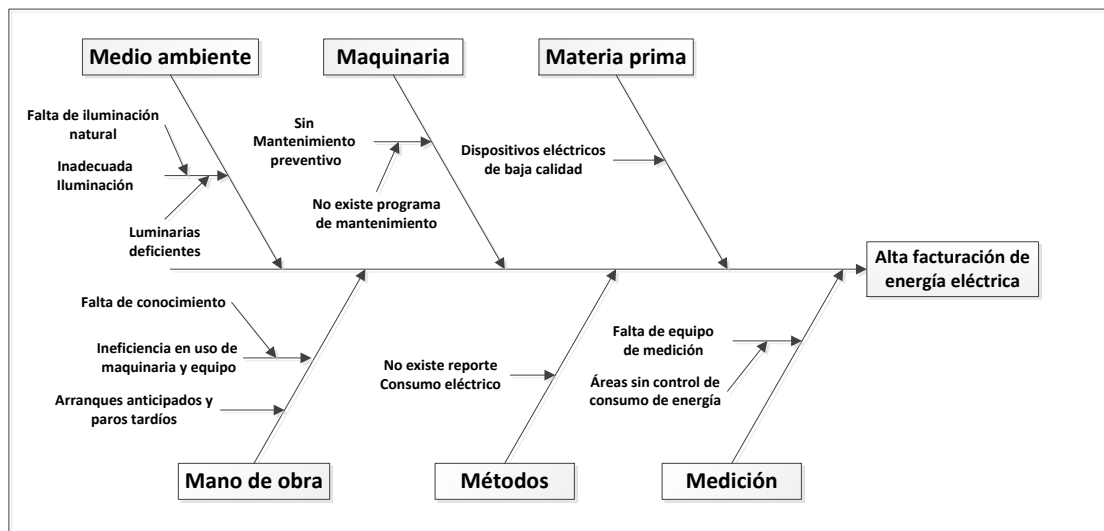
La tarifa establecida para la empresa se encuentra dentro del sector no regulado que abarca:

- Usuarios con potencia mayor a 100 kW, donde se incluyen las industrias medianas y grandes.

En el sector no regulado, la tarifa establecida para la zona por EEGSA es de Q 1,6716 por kWh.

El alto consumo de energía eléctrica en la empresa se genera por las siguientes causas, analizadas en el diagrama causa y efecto.

Figura 29. Diagrama causa y efecto alta facturación de energía eléctrica



Fuente: elaboración propia.

3.2. Análisis del consumo de energía

La cantidad de energía eléctrica que consume un artefacto depende principalmente de su potencia y de la cantidad de horas en funcionamiento. El consumo de energía se mide en kilowatt hora (kWh). Puede calcularse a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Energía (kWh)} = \text{Potencia(kW)} * \text{Tiempo(h)}$$

3.2.1. Tabla de consumo por procedimiento administrativo

A continuación se describe en la tabla XXXI el consumo por procedimiento administrativo.

Tabla XXXI. Consumo por procedimiento

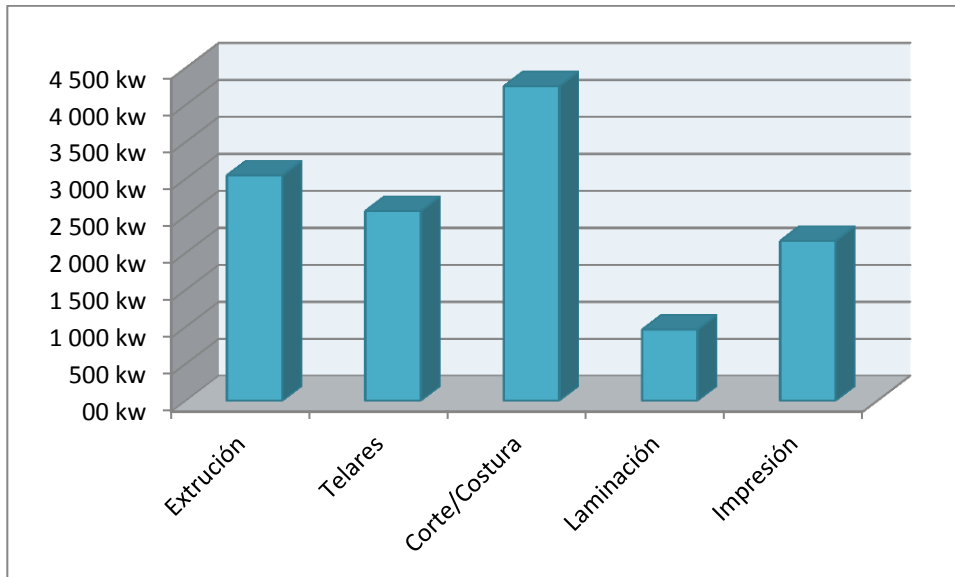
Proceso	Consumo (kW por día)
Extrusión	3 050
Telares	2 569
Corte/costura	4 255
Laminación	964
Impresión	2 165

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Gráfica de consumo por procedimientos administrativos

El siguiente gráfico representa los resultados de consumo por procedimiento de las áreas de extrusión, telares, corte/costura, laminación e impresión, mostrando cuales son las de mayor consumo por procedimiento. Se puede observar que el proceso de corte/costura posee un consumo mayor con respecto a los demás procesos, debido a reproceso por retrasos en las áreas que le preceden.

Figura 30. Consumo por procedimiento



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Tabla de consumo de energía eléctrica por mes

A continuación en la tabla XXXII se describe el consumo de energía eléctrica por mes.

Tabla XXXII. Consumo de energía por mes

Hora	Consumo de energía kWh														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0:00-1:00	2 890	3 526	3 197	2 402	2 885	3 809	3 833	3 312	3 444	2 776	2 856	2 902	3 076	2 944	4 174
1:00-2:00	2 986	3 363	3 176	2 394	3 084	3 760	3 769	3 445	2 963	2 813	3 306	2 903	2 899	2 654	3 971
2:00-3:00	3 111	3 557	3 073	2 427	3 241	3 485	3 785	3 366	3 334	2 855	3 445	3 134	2 394	2 936	3 885
3:00-4:00	3 189	3 792	3 204	2 307	3 130	3 415	3 286	3 522	3 382	3 126	3 160	3 226	2 642	3 114	3 913
4:00-5:00	3 255	3 832	3 231	2 701	3 138	3 499	3 286	3 189	3 483	3 104	3 070	3 166	2 886	2 728	4 000
5:00-6:00	3 227	3 647	2 991	2 839	3 264	3 544	2 712	2 980	3 469	2 916	2 893	3 051	2 795	2 855	3 983
6:00-7:00	3 432	3 534	2 988	2 977	3 200	3 497	2 543	2 907	3 618	2 195	2 958	2 796	3 212	3 083	4 163
7:00-8:00	3 373	3 402	3 001	3 225	3 430	3 396	2 955	2 905	3 617	2 146	3 263	3 595	3 500	3 241	4 160
8:00-9:00	3 194	3 480	3 162	3 366	3 780	3 825	2 983	2 654	3 839	2 517	3 225	3 160	3 498	3 657	4 142
9:00-10:00	3 159	3 676	3 072	3 364	4 004	4 080	3 292	3 199	3 869	2 706	3 284	2 256	3 213	3 614	4 255
10:00-11:00	3 533	3 703	2 947	3 449	4 198	3 909	3 383	3 675	3 806	2 667	3 407	2 674	3 317	3 547	4 209
11:00-12:00	3 976	3 920	2 945	3 834	4 149	3 541	3 370	3 628	3 934	2 604	3 480	2 997	3 388	3 804	4 120
12:00-13:00	3 995	3 795	3 023	3 874	4 083	3 529	3 395	3 330	3 309	2 717	3 485	3 331	3 400	3 893	4 048
13:00-14:00	3 751	3 807	2 945	4 083	4 135	3 849	3 257	3 302	3 767	2 932	3 349	3 222	3 418	3 828	4 104
14:00-15:00	3 701	3 397	2 557	3 618	3 989	4 297	3 670	2 997	4 009	3 008	3 269	3 322	3 262	3 646	3 698
15:00-16:00	4 228	3 815	1 192	3 649	4 258	4 514	4 126	3 138	3 885	3 071	3 151	3 874	3 281	4 365	3 568
16:00-17:00	4 160	3 669	1 390	3 400	4 500	4 779	3 779	3 224	3 892	3 087	3 195	4 018	3 161	4 481	4 008
17:00-18:00	4 275	3 300	1 451	3 318	4 331	4 391	3 306	3 255	2 974	2 528	2 974	3 067	2 592	4 303	3 969
18:00-19:00	3 816	3 170	1 624	3 159	3 896	3 945	3 177	3 295	2 836	2 530	2 624	3 029	2 524	4 068	3 793
19:00-20:00	3 586	3 397	2 189	3 210	4 106	3 802	3 299	3 368	2 805	2 341	2 413	3 155	2 487	4 009	3 754
20:00-21:00	3 390	3 315	2 048	2 929	4 198	3 564	3 478	3 110	2 575	2 569	2 581	3 141	2 347	3 870	3 950
21:00-22:00	3 455	3 488	2 008	3 401	3 534	3 180	3 109	3 150	2 571	2 949	2 972	3 158	2 529	3 855	4 211
22:00-23:00	3 363	3 276	2 182	3 304	3 516	3 247	3 332	3 254	2 690	3 059	3 005	2 942	2 867	3 866	4 002
23:00-0:00	3 643	3 278	2 397	3 109	3 913	3 474	3 126	3 261	2 554	3 238	2 992	2 899	2 787	4 097	4 118
Consumo diario	84 687	85 138	61 993	76 340	89 964	90 330	80 253	77 466	80 624	66 452	74 355	75 019	71 473	86 457	96 195

Hora	Consumo de energía kWh														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0:00-1:00	4 034	3 506	2 741	3 445	2 965	2 946	3 495	3 230	2 576	2 730	3 325	3 523	2 650	3 124	3 121
1:00-2:00	3 525	3 196	2 942	3 400	3 050	3 046	3 354	2 824	2 914	2 648	3 411	3 731	2 929	3 032	2 864
2:00-3:00	3 347	3 117	3 083	3 414	3 043	2 842	2 942	3 216	2 902	2 531	3 513	3 733	2 981	3 432	3 173
3:00-4:00	3 175	3 034	2 886	3 154	3 322	2 770	3 391	3 453	2 272	2 258	3 583	3 783	2 896	3 474	3 360
4:00-5:00	2 748	2 929	2 974	2 847	3 175	3 148	3 790	3 703	1 983	2 290	3 739	3 969	2 972	3 353	3 169
5:00-6:00	2 336	3 050	3 157	2 687	2 910	2 942	3 315	3 958	1 922	2 645	3 590	3 682	2 916	3 301	2 218
6:00-7:00	2 218	2 887	2 896	2 853	2 902	2 798	3 773	4 208	2 063	2 987	3 780	3 425	3 435	4 059	1 647
7:00-8:00	2 053	3 172	3 162	3 330	3 202	3 209	3 731	4 177	2 223	3 148	3 746	2 984	4 028	4 022	1 708
8:00-9:00	1 959	3 159	3 360	3 570	3 456	3 417	4 109	4 255	2 394	3 704	3 544	3 016	4 211	4 042	1 612
9:00-10:00	2 541	2 973	3 354	3 682	3 548	3 251	4 238	4 311	2 567	3 883	3 835	3 581	4 391	4 424	1 293
10:00-11:00	2 663	2 839	3 350	3 756	3 238	4 198	4 355	3 906	2 485	3 805	4 213	4 058	3 999	4 174	902
11:00-12:00	2 826	2 857	3 758	3 748	3 395	4 333	4 525	3 935	2 590	3 982	4 161	4 345	4 538	4 081	803
12:00-13:00	3 023	2 926	4 116	3 867	3 459	4 209	4 077	3 696	2 373	4 019	3 916	4 323	4 234	4 216	703
13:00-14:00	3 430	2 733	3 593	3 645	3 213	4 405	3 964	3 813	2 618	4 075	3 668	3 945	4 009	4 216	809
14:00-15:00	3 679	2 495	3 365	3 136	3 281	4 381	3 860	3 910	2 676	3 884	3 575	4 297	4 179	4 257	509
15:00-16:00	3 722	2 516	3 737	2 702	3 047	4 248	4 090	3 619	2 715	3 844	3 730	4 206	3 623	4 030	509
16:00-17:00	3 532	2 473	3 621	2 884	3 228	4 071	4 227	3 704	2 701	4 161	3 814	4 276	3 593	3 781	702
17:00-18:00	3 515	2 358	3 425	3 152	3 232	3 553	3 504	3 524	2 517	3 973	3 204	3 577	3 688	3 876	971
18:00-19:00	3 185	2 096	3 383	3 078	2 857	3 099	3 516	3 372	2 118	3 740	2 837	3 065	3 610	3 763	1 100
19:00-20:00	3 173	2 039	3 515	2 443	2 780	3 188	3 729	3 453	2 107	3 768	3 041	2 978	3 482	2 904	1 639
20:00-21:00	3 292	2 382	3 075	2 781	3 004	3 571	3 540	3 161	2 142	3 924	3 107	2 946	3 554	2 938	2 289
21:00-22:00	3 507	2 216	3 349	2 576	3 477	3 792	3 145	2 990	2 193	3 849	3 121	3 008	3 583	2 973	2 878
22:00-23:00	3 567	2 515	3 277	2 788	3 072	3 735	3 281	3 052	2 344	3 782	3 438	3 212	3 593	3 085	3 084
23:00-0:00	3 413	2 684	3 360	3 063	2 758	3 161	3 448	2 548	2 547	3 917	3 771	2 904	3 376	3 158	3 211
Energía * día	74 465	66 152	79 479	75 999	75 614	84 313	89 399	86 016	57 941	83 547	85 661	86 567	86 469	87 714	44 270
Consumo de energía eléctrica al mes	2 360 354														

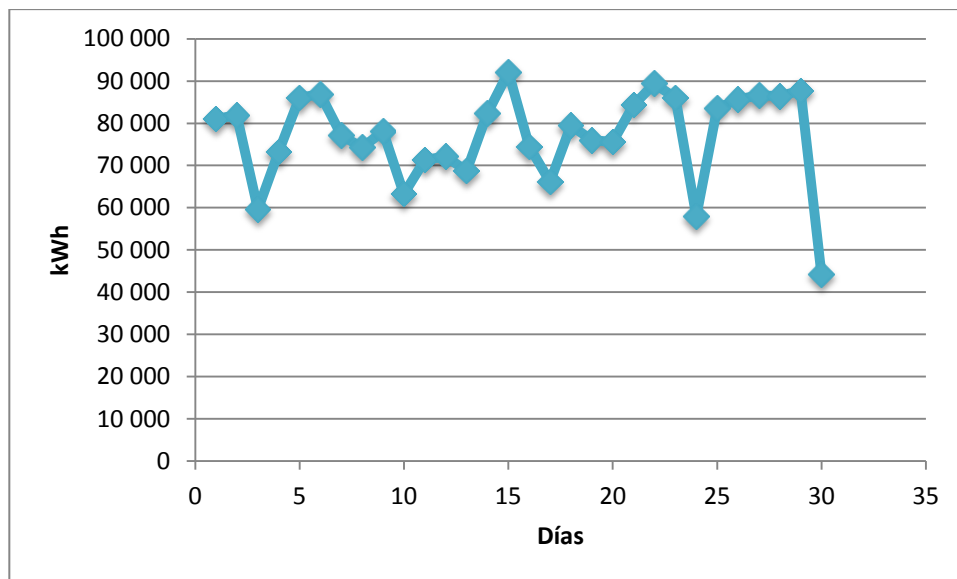
Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Gráfica de consumo de energía eléctrica por mes

El siguiente gráfico representa los resultados del consumo de energía eléctrica por mes en kilowatts por hora. Se puede observar que se mantiene una tendencia de 80 000 kwh por día, disminuyendo durante los fines de semana debido a los turnos que se manejan.

Dado que la producción se detiene los sábados por la tarde, el lunes por la mañana se genera un pico de consumo que representa el arranque de máquinas. Esto se podría mitigar si se mantuviera una producción constante y proporcionada durante toda la semana.

Figura 31. Consumo de energía eléctrica por mes



Fuente: elaboración propia.

3.3. Plan

A continuación en la tabla XXXIII se hace una descripción del plan de estudio de iluminación.

Tabla XXXIII. Plan para el estudio de iluminación

PLAN PARA EL ESTUDIO DE ILUMINACIÓN	
OBJETIVO:	METODOLOGÍA
Proveer la información necesaria a los tomadores de decisiones para que puedan mejorar los niveles de iluminación en las áreas productivas.	1) Selección de una muestra: un turno nocturno.
	2) Mediciones lumínicas mediante un luxómetro calibrado.
	3) Consolidación de la información y presentación del plan.
RESPONSABLE	
Supervisor de control de calidad.	
INTRODUCCIÓN	
Mediante un estudio de iluminación en las diferentes áreas de trabajo, se evaluaron los niveles de iluminación de la planta.	
Las áreas donde se procedió a establecer los niveles de iluminación fueron: para el área de administración: oficina de recursos humanos, contabilidad, oficina del gerente de producción, oficina del asistente de contabilidad, oficina de la administración general, sala de reuniones, comedor. Para el área de producción son: control de calidad, mantenimiento, extrusión, telares, impresión, laminación, corte/costura.	
Las mediciones se realizaron durante el turno nocturno para determinar los niveles de luxes en cada una de las áreas analizadas para obtener la medida necesaria en condiciones críticas, los cuales son los momentos de máxima utilización del área correspondiente.	
CRITERIOS PARA LAS CONDICIONES DE MEDICIÓN:	
Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe cumplir con lo siguiente:	
A. Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un período de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el período de estabilización puede ser mayor.	
B. En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un período de 100 horas de operación antes de realizar la medición.	
C. Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.	

Fuente: elaboración propia.

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido con base en la tabla XXI, la ubicación de las luminarias respecto a los planos de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

- Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la tabla XXI, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la tabla XXI.
- En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido.

Tabla XXXIV. **Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición**

Índice área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Números de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Fuente: Norma Mexicana NOM-025-STPS 2008.

El valor del índice del área, para establecer el número de zonas a evaluar está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

Donde:

IC = índice del área

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros

En donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

Para la instrumentación se debe usar un luxómetro que cuente con:

- Detector para medir iluminación.
- Corrección cosenoidal.
- Corrección de color, detector con una desviación máxima de $\pm 5 \%$ respecto a la respuesta espectral fotópica.
- Exactitud de $\pm 5 \%$ (considerando la incertidumbre por calibración).

Se debe verificar el luxómetro antes y después de iniciar una evaluación, conforme lo establezca el fabricante y evitar bloquear la iluminación durante la realización de la evaluación.

El luxómetro deberá contar con el certificado de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las lecturas serán válidas mientras los resultados obtenidos en el luxómetro no cambien de acuerdo con los requisitos establecidos en los párrafos siguientes:

- Se deberá verificar y registrar en el informe el error que comete el instrumento y aplicar el factor de corrección si es necesario, además de corregir los resultados de la medición.

- Cuando el luxómetro tenga variaciones en la coincidencia de sus lecturas se debe someter para su certificación al laboratorio. La forma de respaldar la veracidad del luxómetro será a través del registro de mediciones realizadas, midiendo los niveles de iluminación que produce una lámpara incandescente, que únicamente será utilizada para este fin, a distancias conocidas. Las lecturas obtenidas durante la verificación deberán coincidir con las lecturas de referencia, que deberán haber sido obtenidas al momento de que se recibió el luxómetro después de su certificación, una vez que se haya aplicado el factor de corrección reportado en el certificado.
- El reporte de verificación debe contener la fecha de su realización, la intensidad de corriente a la que se operó la lámpara incandescente, las condiciones ambientales al momento de la verificación, las distancias a las cuales se midieron los niveles de iluminación y los valores de iluminancia indicados por el instrumento para cada distancia.
- En caso de que el luxómetro haya sufrido una caída, se le dio uso rudo o estuvo expuesto a condiciones extremas de temperatura y humedad, se debe someter a una nueva verificación y elaborar el reporte de verificación.
- Tablas con los resultados de la medición.

.Para obtener la constante de salón o índice de área se utilizan las dimensiones del área y la altura de la luminaria respecto al plano de trabajo:

- Recursos humanos:

$$x = 2,2 \text{ m} \quad y = 4,4 \text{ m} \quad h = 3 \text{ m}$$

$$\text{Constante de salón} = \frac{(x * y)}{h(x + y)} = \frac{(2,2 * 4,4)}{3(2,2 + 4,4)} = 0,48$$

Se utiliza la ecuación para el cálculo de todas las áreas donde se realizará el estudio de iluminación, los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XXXV. **Constante de salón en los planos de trabajo**

Área	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Índice del área ó constante de salón
Recursos humanos	2,2	4,4	3,0	0,48
Contabilidad	3,7	5,1	3,0	0,71
Ventas	5,1	3,7	3,0	0,71
Gerencia producción	4,4	2,2	3,0	0,48
Asistente contabilidad	2,1	3,9	3,0	0,45
Administración general	5,1	3,7	3,0	0,71
Sala de reuniones	7,3	6,0	4,0	0,82
Comedor	3,8	3,0	4,0	0,41
Control de calidad	7,3	10,5	3,0	1,43
Mantenimiento	3,1	2,8	5,5	0,26
Extrución	5,1	3,5	5,5	0,37
Telares	13,7	15,7	5,5	1,33
Impresión	9,5	11,5	5,5	0,95
Laminación	6,5	7,4	5,5	0,63
Corte/costura	12,5	13,5	5,5	1,18

Fuente: elaboración propia.

El número de mediciones en cada área lo define la constante de salón según la tabla XXII. Para la toma de muestras M_n se utiliza un luxómetro digital. El número mínimo de iluminación lo define la Norma NOM-025-STPS 2008⁸.

- Número mínimo de puntos de medición para recursos humanos:

Constante de salón RRHH = 0,48

⁸ Ver anexo

IC < 1 requiere 4 puntos mínimos para la medición

El mismo criterio se toma para el resto de áreas a analizar.

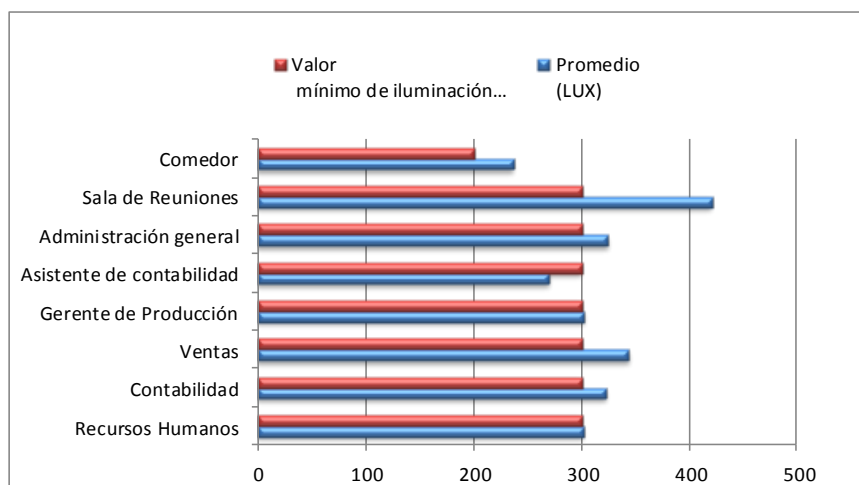
Tabla XXXVI. **Evaluación del nivel de iluminación en área de oficinas**

ÁREA	Constante del salón	Número mínimo de puntos de medición	M 1 (LUX)	M 2 (LUX)	M 3 (LUX)	M 4 (LUX)	Promedio (LUX)	Valor mínimo de iluminación (LUX)	Observaciones
Recursos Humanos	0,48	4	269	320	295	322	302	300	Valor óptimo.
Contabilidad	0,71	4	316	315	320	340	323	300	Valor óptimo.
Ventas	0,71	4	303	290	370	410	343	300	Valor óptimo.
Gerente de Producción	0,48	4	395	216	274	325	303	300	Valor óptimo.
Asistente de contabilidad	0,45	4	230	320	190	340	270	300	Valor por debajo de lo requerido
Administración general	0,71	4	353	340	310	295	325	300	Valor óptimo.
Sala de Reuniones	0,82	4	443	420	433	388	421	300	Valor óptimo.
Comedor	0,41	4	176	301	190	280	237	200	Valor óptimo.

Fuente: elaboración propia.

El siguiente grafico muestra el nivel de iluminación de las áreas de oficina.

Figura 32. **Nivel de iluminación en área de oficina**



Fuente: elaboración propia.

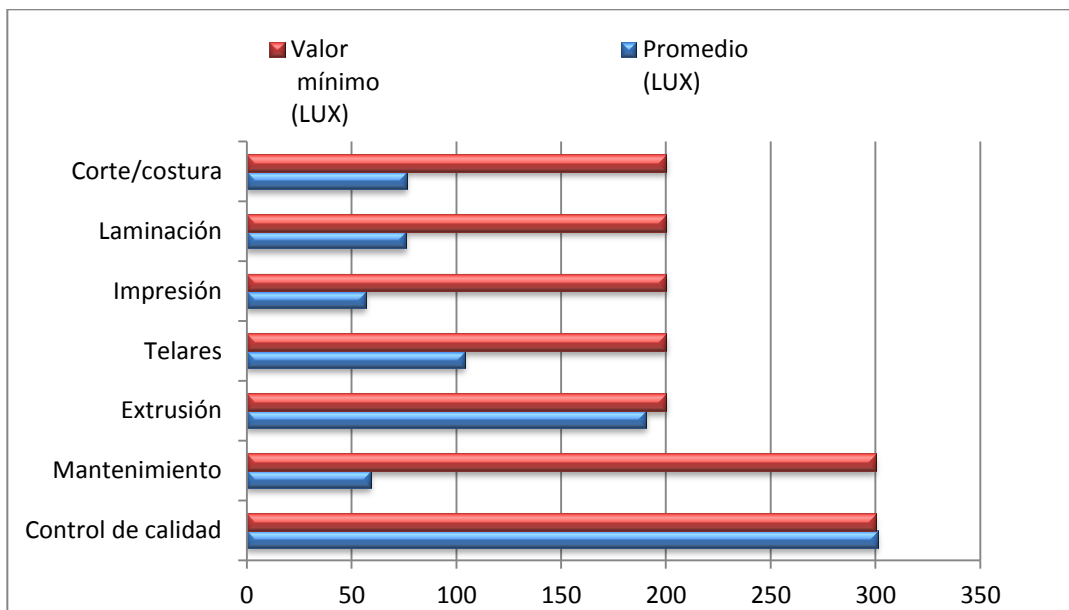
Tabla XXXVII. **Evaluación del nivel de iluminación en área de producción**

ÁREA	Constante del salón	Número mínimo de puntos de medición	M 1 (LUX)	M 2 (LUX)	M 3 (LUX)	M 4 (LUX)	M 5 (LUX)	M 6 (LUX)	M 7 (LUX)	M 8 (LUX)	M 9 (LUX)	Promedio (LUX)	Valor mínimo (LUX)	Observaciones
Control de calidad	1,43	9	296	245	190	555	552	325	201	182	162	301	300	Valor óptimo.
Mantenimiento	0,26	4	68	64	58	46	-	-	-	-	-	59	300	valor por debajo de lo requerido
Extrusión	0,37	4	192	190	94	286	-	-	-	-	-	191	200	valor por debajo de lo requerido
Telares	1,33	9	42	73	57	172	74	43	235	97	140	104	200	valor por debajo de lo requerido
Impresión	0,95	4	36	47,3	76	68	-	-	-	-	-	57	200	valor por debajo de lo requerido
Laminación	0,63	4	69	55	132	48	-	-	-	-	-	76	200	valor por debajo de lo requerido
Corte/costura	1,18	9	88	96	87	88	72	31	65	79	80	76	200	valor por debajo de lo requerido

Fuente: elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra el nivel de iluminación de las áreas de producción.

Figura 33. **Nivel de iluminación área de producción**



Fuente: elaboración propia.

Para realizar la evaluación del factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados. El cálculo del factor de reflexión de las superficies es el siguiente:

- Se efectúa una primera medición (E_1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, hasta que la lectura permanezca constante.
- La segunda medición (E_2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente.
- El factor de reflexión de la superficie (K_f) se determina con la ecuación siguiente:

- Porcentaje de reflexión en paredes:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100) = \frac{78}{140} (100) = 56 \%$$

- Porcentaje de reflexión en plano de trabajo:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100) = \frac{150}{314} (100) = 48 \%$$

Para el resto de áreas se utiliza la misma ecuación, reflejando los resultados en la siguiente tabla.

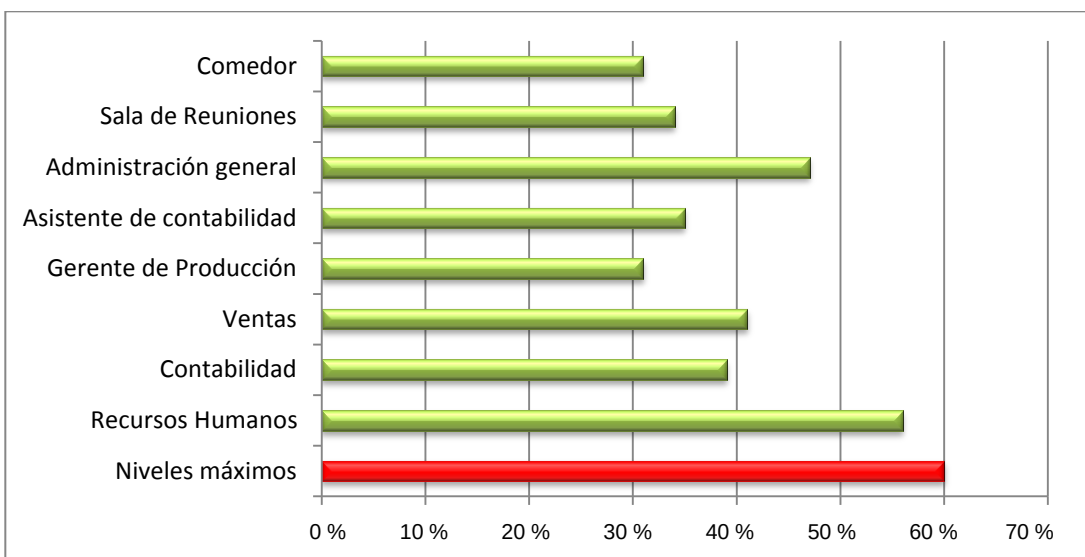
Tabla XXXVIII. **Evaluación del factor de reflexión en el área de oficinas**

Referencia	Paredes	Plano de trabajo	Paredes		Plano de trabajo	
			E 1	E 2	E 1	E 2
Niveles máximos	60 %	50 %	E 1	E 2	E 1	E 2
Recursos humanos	56 %	48 %	78	140	150	315
Contabilidad	39 %	40 %	120	310	180	450
Ventas	41 %	49 %	97	236	200	410
Gerente de producción	31 %	55 %	110	350	210	380
Asistente de contabilidad	35 %	45 %	101	289	150	330
Administración general	47 %	35 %	89	190	95	270
Sala de reuniones	34 %	50 %	80	236	210	420
Comedor	31 %	28 %	90	290	85	304

Fuente: elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra el factor de reflexión de las paredes en el área de oficinas, los resultados reflejan que se encuentran por dentro del máximo permitido por la Norma NOM-025-STPS 2008.

Figura 34. **Paredes en área de oficinas**

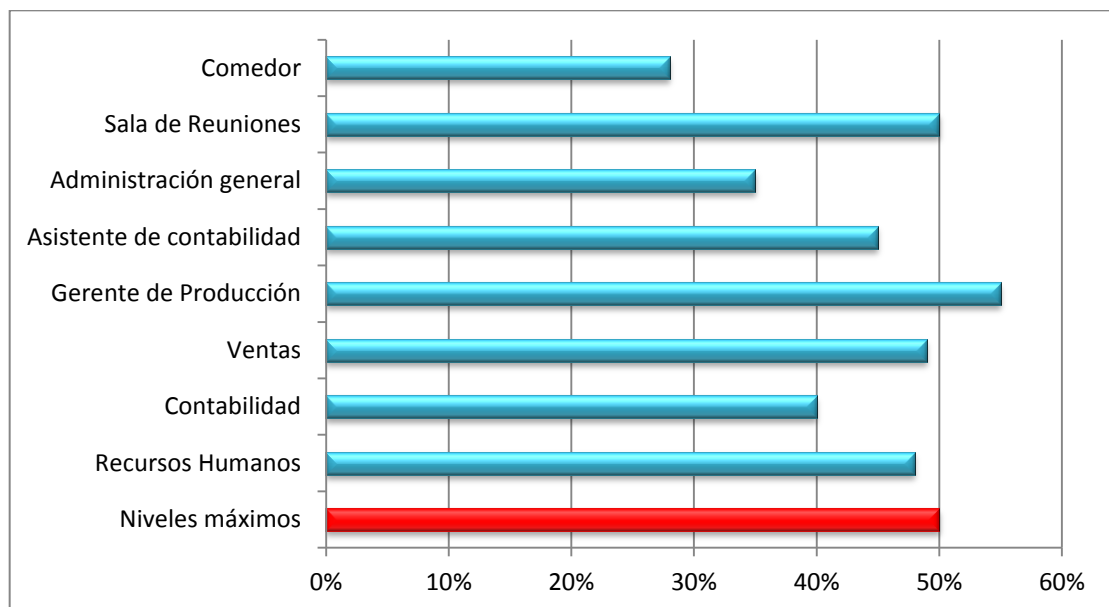


Fuente: elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra el factor de reflexión de los planos de trabajo en el área de oficinas, los resultados reflejan que todos a excepción del gerente de Producción se encuentran por dentro del máximo permitido por la Norma NOM-025-STPS 2008.

Para el plano de trabajo del gerente de Producción se recomienda cambiar el material de la superficie de trabajo para evitar el exceso de reflexión de la luz.

Figura 35. **Planos de trabajo en áreas de oficinas**



Fuente: elaboración propia.

Se realizó el cálculo de los factores de reflexión en las áreas de Producción de la misma manera que en las áreas de oficina.

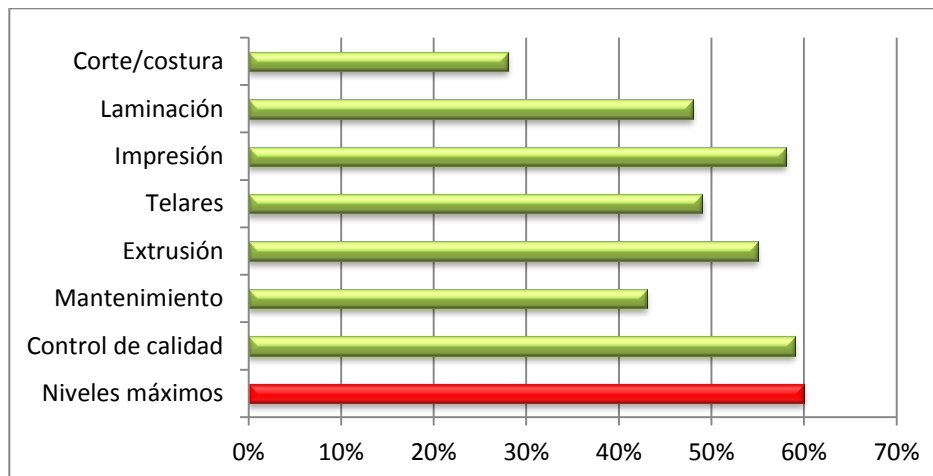
Tabla XXXIX. **Evaluación del factor de reflexión en las áreas de producción**

Referencia	Paredes	Plano de trabajo	Paredes		Plano de trabajo	
			E 1	E 2	E 1	E 2
Niveles máximos	60 %	50 %	E 1	E 2	E 1	E 2
Control de calidad	59 %	36 %	77	130	94	258
Mantenimiento	43 %	47 %	20	46	24	51
Extrusión	55 %	23 %	36	66	39	168
Telares	49 %	23 %	23	47	7	31
Impresión	58 %	15 %	18	31	4	27
Laminación	48 %	29 %	19	40	16	56
Corte/costura	28 %	14 %	12	43	6	43

Fuente: elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra el factor de reflexión de las paredes en el Área de Producción, los resultados reflejan que se encuentran por dentro del máximo permitido por la Norma NOM-025-STPS 2008.

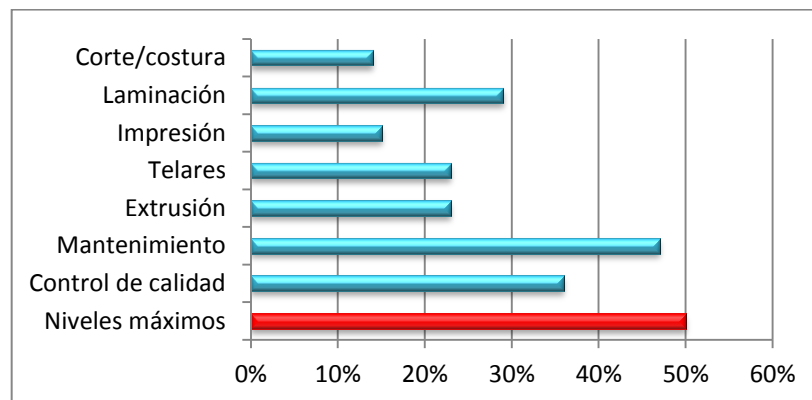
Figura 36. **Paredes en Área de Producción**



Fuente: elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra el factor de reflexión de los planos de trabajo en el Área de Producción, los resultados reflejan que se encuentran por dentro del máximo permitido por la Norma NOM-025-STPS 2008.

Figura 37. **Planos de trabajo en áreas de oficinas**



Fuente: elaboración propia.

A través del estudio de iluminación se detectó que los valores de iluminación se encuentran por debajo del mínimo, lo que puede generar deficiencias en las operaciones dentro del proceso. Una correcta iluminación es fundamental al momento de las inspecciones, ajustes en el proceso y los equipos de medición así como la maquinaria.

3.3.1. Plan de acción para el uso de iluminación natural para disminuir el consumo de energía eléctrica

Una parte del proyecto de mejora para la iluminación consiste principalmente en el cambio de láminas traslucidas deterioradas, que no permiten aprovechar de una manera más eficiente el uso de la luz natural.

Actualmente los techos cuentan con láminas metálicas y entre ellas se encuentran distribuidas 25 láminas traslucidas, las que será necesario cambiar.

Debido al estado de las lámparas es necesario reemplazarlas a un mediano plazo para alcanzar los niveles óptimos en cada una de las áreas y así evitar producto no conforme, reproceso y mermas durante los procesos.

3.3.2. Sustitución de lámparas

Tras los resultados obtenidos en el estudio de iluminación antes descrito, se considera como proyecto de mejora para la organización el cambio de luminarias. Las nuevas luminarias cuentan con un menor consumo de potencia y la reubicación de las mismas generará que se alcance el nivel mínimo de iluminación en los centros de trabajo.

Para el diseño de la distribución de lámparas se colocan a una distancia tal que la cobertura de la luz no se crucen unas con respecto de otras, para aprovechar al máximo la luz artificial.

Se utiliza el método de cavidad zonal para los cálculos de iluminación interior del área total de la producción de sacos. A continuación se muestran los cálculos para sacar el número de lámparas requeridas con las características siguientes:

- Ancho: 25 m.
- Largo: 70 m.
- Altura: 5,5 m.
- Altura área de trabajo: 0,85

- Lámpara a utilizar: lámpara fluorescente estándar 40 watts de potencia por tubo.
- Actividad: trabajo sencillo de inspección.
- Mantenimiento: regular a malo.

Colores:

- Pared: celeste
- Techo: gris claro
- Pisos: amarillo

El nivel de luz necesaria según la actividad a realizar según la tabla es:

Tabla XL. **Nivel de luz por actividades**

A	20-30-50	Áreas públicas, y alrededores oscuros
B	50-75-100	Área de orientación, corta permanencia
C	100-150-200	Área de orientación, corta permanencia
D	200-300-500	Trabajo de gran contraste o tamaño Lectura de originales y fotocopias buenas Trabajo sencillo de inspección o de banco
E	500-750-1000	Trabajo de contraste medio o tamaño pequeño Lecturas a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco
F	1000-1500-2000	Trabajos de muy poco contraste o muy pequeños de tamaño, ensamblaje difícil, etc
G	2000-3000-5000	Lo mismo durante periodos prolongados. Trabajos muy difícil de ensamblaje, inspección o de banco
H	5000-7500-10000	Trabajos muy exigentes y prolongados
I	10000-15000-20000	Trabajos muy especiales, salas de cirugía

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 125.

La actividad a realizar es trabajo sencillo de inspección por lo que se elige la sección D ubicándonos en un nivel intermedio 300 luxes.

Para escoger los niveles de reflectancia de la luz en las superficies de paredes, techos y pisos, se utiliza la tabla a continuación:

Tabla XLI. **Reflectancias**

	Color	Factor de Reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.5
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 134.

- Pared: celeste 0,5 =50 %= P_p
- Techo: gris claro 0,5 =50 %= P_c
- Pisos: amarillo 0,3 =30 %= P_f

Para el factor de mantenimiento se utiliza la siguiente tabla:

Tabla XLII. **Factor de mantenimiento**

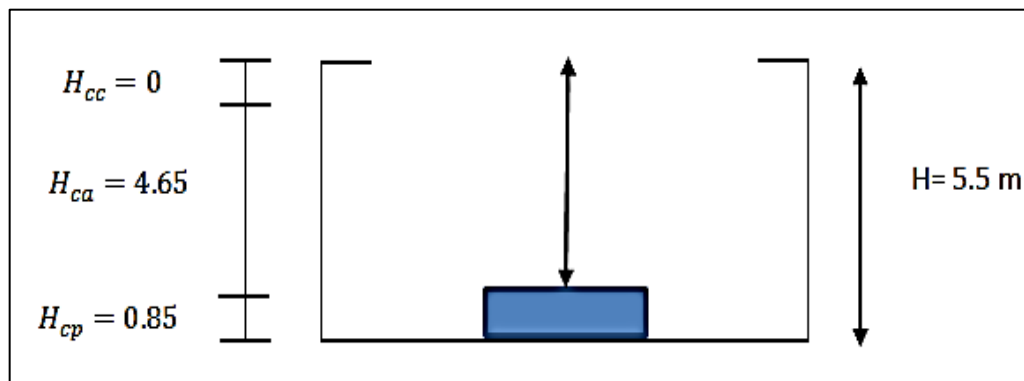
Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 141.

El factor de mantenimiento en las luminarias por ir de regular a malo, se utiliza el 0,6.

Las lámparas están instaladas directamente en el techo, encontrando a continuación los valores de las relaciones de cavidad zonal:

Figura 38. **Relaciones de cavidad zonal**



Fuente: elaboración propia.

$$R_{ca} = \frac{5(H_{ca})(L + A)}{(L * A)} = \frac{5(4,65)(70 + 25)}{(70 * 25)} = 1,26$$

$$R_{cp} = \frac{5(H_{cp})(L + A)}{(L * A)} = \frac{5(0,85)(70 + 25)}{(70 * 25)} = 0,23$$

$$R_{ca} = \frac{5(H_{cc})(L + A)}{(L * A)} = \frac{5(0)(70 + 25)}{(70 * 25)} = 0$$

Se procede a buscar la reflectancia efectiva de cavidad de piso en la tabla de reflectancias donde:

$$P_f = 30$$

$$P_p = 50$$

$$R_{cp} = 0,23$$

Figura 39. **Tabla de reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso**

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70			50				30			10		
% Reflectancia de paredes	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10
Indice de cavidad																					
0.2	85	86	86	85	78	78	77	76	68	67	66	48	48	47	38	29	28	28	10	10	09
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	67	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 147.

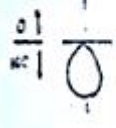
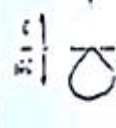
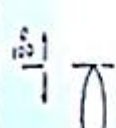
Interceptando los valores en la tabla se obtiene un valor de:

$$P_{cc} = 29$$

Para obtener el coeficiente de utilización se utiliza la tabla siguiente con los valores:

$$P_{cc} = 29, P_p = 50, R_{ca} = 0.9$$

Figura 40. Tabla de coeficiente de utilización

Distribución típica	P _{cc} P _p	80				70				50				30				10			
		70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	RCA	Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, P _{cc} = 20																			
	1	.85	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.71	.72	.71	.70	.69	.68	.65	.63	.62
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.63	.65	.64	.65	.63	.62	.61	.59	.57
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.57	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.54	.51
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.51	.58	.55	.52	.56	.54	.51	.49	.47
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.46	.50	.48	.49	.45	.43	.41	.39	.37
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.41	.46	.42	.43	.41	.38	.35	.33	.31
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.37	.43	.39	.36	.41	.38	.35	.32	.30
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.33	.41	.35	.33	.38	.35	.32	.29	.27
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.30	.40	.35	.33	.34	.31	.28	.25	.23
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.25	.35	.31	.28	.34	.30	.27	.24	.21
	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.61	.63	.62	.61	.61	.60	.59	.57	.55
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.51	.57	.55	.53	.55	.54	.52	.50	.48
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.44	.52	.49	.47	.51	.48	.46	.44	.41
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.39	.47	.44	.41	.46	.44	.41	.38	.36
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.33	.43	.39	.36	.41	.38	.36	.34	.32
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.29	.39	.35	.32	.38	.34	.31	.28	.26
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.25	.35	.31	.28	.34	.31	.28	.25	.23
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.22	.32	.28	.25	.31	.27	.24	.21	.19
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.19	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.18	.16
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.16	.26	.22	.19	.25	.22	.19	.16	.14
	1	.98	.96	.95						.92	.91	.90		.87	.86	.85					
	2	.94	.91	.89						.89	.87	.86		.85	.84	.83					
	3	.90	.87	.85						.87	.85	.83		.83	.82	.80					
	4	.87	.83	.81						.84	.81	.80		.81	.79	.78					
	5	.83	.80	.77						.81	.78	.76		.79	.77	.75					
	6	.81	.77	.75						.79	.76	.74		.77	.75	.73					
	7	.78	.74	.72						.76	.73	.71		.74	.72	.70					
	8	.75	.72	.69						.74	.71	.69		.72	.70	.68					
	9	.73	.69	.67						.72	.68	.66		.70	.68	.66					
	10	.70	.67	.64						.69	.66	.64		.68	.66	.64					

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 156.

Como la lámpara está empotrada al techo se buscó en la última sección de la tabla, sin embargo, en esta sección los valores están en blanco lo que indica que se tomaron los valores de la sección anterior, o sea $P_{cc} = 10$, dando como resultado: $K = 0,87$.

Para calcular el flujo lumínico se utiliza la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{(\text{área} * \text{intensidad lumínica})}{(\text{factor de mantenimiento} * K)} = \frac{(1\,750\, m^2 * 300)}{(0,6 * 0,87)} = 1\,005\,747,13\, Lux$$

Con esto se calcula el número de lámparas necesarias:

$$1\, watt = 80\, lumens$$

$$4\, lámparas * 40\, watts\, c/u = 160\, watts$$

$$160 * 80 = 12\,800\, lumens / lámpara\, de\, 4\, tubos$$

$$NL = \frac{\text{Flujo lumínico}}{\text{Potencia de la lámpara elegida}} = \frac{1\,005\,747,13}{12\,800} = 78\, lámparas$$

El área cubierta por este número de lámparas es:

$$AC = \frac{\text{Área}}{NL} = \frac{(70 * 25)}{78} = 22$$

El espaciamiento entre lámparas es:

$$E = \sqrt{22} = 4,69\, m$$

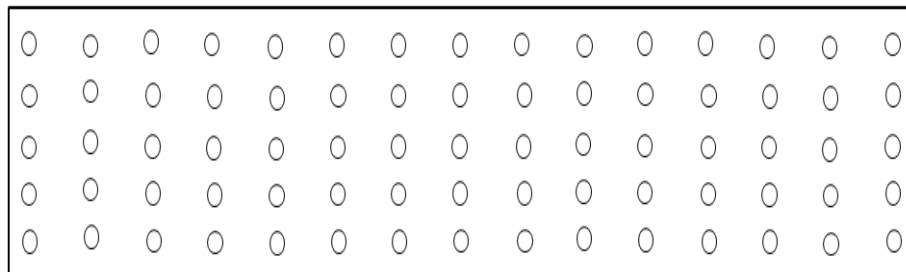
El número de lámparas a lo largo es:

$$NLL = \frac{largo}{E} = \frac{70}{4,69} = 14,9 \approx 15 \text{ lámparas}$$

$$NLA = \frac{ancho}{E} = \frac{25}{4,69} = 5,3 \approx 5 \text{ lámparas}$$

Se necesitan 15 lámparas a lo largo y 5 lámparas a lo ancho con un espaciamiento de 4,69 m.

Figura 41. **Distribución de lámparas**



Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Costos de la propuesta

Una correcta iluminación depende de varios factores que pueden ser alterados para alcanzar los niveles mínimos para un ambiente de trabajo con buenas condiciones de iluminación, los factores que afectan la iluminación dentro de la planta son las láminas traslucidas, las luminarias y la reflexión de las superficies.

Dentro de los costos de la propuesta de mejora en la iluminación natural y artificial, se deben tomar en cuenta la adquisición de materiales eléctricos que permitan alcanzar una mayor eficiencia en el uso de la energía eléctrica.

En la siguiente se observa la distribución entre actividades, cantidad y costos de la propuesta del proyecto de mejora en iluminación.

Tabla XLIII. **Costos de la propuesta**

Actividad	Cantidad	Costo	Total
Láminas traslúcidas	25	Q 200,00	Q 5 000,00
Instalación de láminas	25	Q 90,00	Q 2 250,00
Luminarias	78	Q 1 550,00	Q 120 900,00
Instalación y cableado de luminarias	78	Q 680,00	Q 53 040,00
		TOTAL	Q 181 190,00

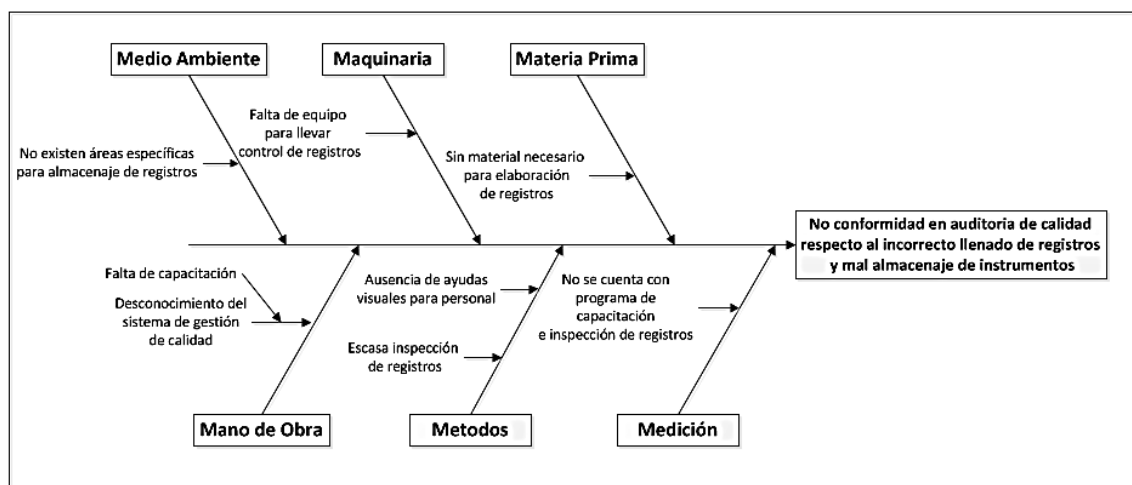
Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación

La empresa decidió someterse a la certificación ISO 9001:2008, la cual tiene como requisito que los operarios de los procesos tengan las competencias necesarias para establecer y mantener los procedimientos que respaldan el control de la calidad. En vista que son procesos de reciente implementación, se asume que existe la necesidad de capacitar a los operarios en el uso de los distintos instrumentos que se utilizan para el aseguramiento de la calidad. Se estableció que todos los empleados debían someterse al proceso de capacitación.

Figura 42. Diagrama causa y efecto incorrecto llenado de registros de calidad



Fuente: elaboración propia

4.2. Plan de capacitación

Objetivo

Asegurar que todos los operarios de la planta poseen las competencias necesarias para mantener y hacer sostenibles los procesos de aseguramiento de la calidad.

Actividades:

Tabla XLIV. Actividades de plan de capacitación

Actividad	Descripción	insumos
Preparación de materiales educativos	Se elaboró una presentación con todos los elementos relativos al control de calidad y uso de formatos. Se imprimieron los formatos.	Computadora portátil Cañonera Formatos impresos
Elaboración de la programación y adecuación de turnos	Se consensuó con los supervisores y operarios el mejor horario para realizar la capacitación.	Sala de reuniones
Convocatoria	Se circuló mediante anuncios de recursos humanos la convocatoria general y se invitó a cada uno de los operarios involucrados.	Cartelera comunicación directa
Desarrollo de la capacitación	Se impartió la capacitación.	Salón de capacitaciones Computadora portátil cañonera
Evaluación	Se elaboró una boleta de evaluación.	Boleta impresa Lapiceros

Fuente: elaboración propia.

El contenido de la capacitación se presenta a continuación:

Figura 43. Presentación de capacitación

CORRECTO LLENADO DE FORMATOS Y OBTENCIÓN DE REGISTROS CONFIABLES



OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN

- Reconocer la importancia de los formatos y registros en un sistema de gestión de calidad.
- Conocer la diferencia entre formato y registro.
- Aprender el correcto llenado de los formatos para obtener registros confiables.

DEFINICIONES

- **Formato:**
Hoja electrónica o de papel con espacios definidos para ser utilizados y crear registros.
- **Registro:**
Son documentos que presentan resultados obtenidos o evidencia de actividades desempeñadas.

Registro = Formato con resultados escritos

• Formato



• Registro



CORRECTO LLENADO DE FORMATOS

REGLAS BÁSICAS:

1. Llene todos los formatos **CON TINTA** para asegurar legibilidad a largo plazo y evitar modificaciones en ellos.
2. Llene todos los espacios con información, "no deje espacios vacíos" y si hay casillas en donde no aplique colocar algún dato escriba las iniciales **N/A**, o un guión (—)
3. Utilice letra legible.

Ejemplo: "no deje espacios vacíos"

Artículo	Ancho	Largo	Fondo
Saco Fondo Plano	60cm	100 cm	16 cm
Saco de fondo valvulado	48cm	78 cm	11 cm
Saco fondo costurado	22 plg	38 plg	N/A
Saco fondo costurado	24 plg	40 plg	—
Saco fondo costurado	24 plg	40 plg	—
Saco fondo costurado	24 plg	40 plg	X

Continuación de la figura 43.

CORRECTO LLENADO DE FORMATOS

Para corregir un error en un dato registrado:

1. Trace una línea sobre el error.
96.3
2. Escriba la corrección lo más cerca posible al error.
~~96.3~~ - 95.6
3. Escriba su nombre y apellido o una inicial de su nombre y apellido a un lado de la corrección realizada.
~~96.3~~ - 95.6 L. García

Para corregir un error en un dato registrado

- NO TACHE COMPLETAMENTE EL DATO ERRONEO
- NO UTILICE CORRECTOR
- NO INTENTE ESCRIBIR SOBRE EL DATO ERRONEO

125 - 125

Artículo	Cantidad	Retirado por	Tamaño (Pig)
Bolaca	18	O. Pérez	
Tornillo	20	V. García	
Tuercas			
Etiquetas	35000	c	N/A
Vozes	6752	a	
Botellas	300	a	
Tapas	1000	z	
Carrugada	800	a	
Separador	850	z	
Cinta			
Tinta			
Perfume			

• NO tache el error que escribió
 • NO deje espacios en blanco
 • NO haga enmendaduras sobre el mismo error
 • NO utilice comillas (") Las observaciones en general para casillas en común pueden hacerse en forma vertical y no colocando comillas.
 • NO tachar los espacios en blanco. Utilizar guión.

Artículo	Cantidad	Retirado por	Tamaño (Pig)
Bolaca	18	O. Pérez	
Tornillo	20	V. García	
Tuercas			
Etiquetas	35000	c	N/A
Vozes	6752	a	N/A
Botellas	300	a	N/A
Tapas	1000	z	N/A
Carrugada	800	a	N/A
Separador	850	z	N/A
Cinta			
Tinta			
Perfume			

EL CORRECTO LLENADO DE FORMATOS PERMITE LA OBTENCIÓN DE REGISTROS CONFIABLES



FIN

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Cronograma de capacitaciones

A continuación en la tabla XLV se hace una descripción del cronograma de capacitaciones.

Tabla XLV. Cronograma de capacitaciones

AREAS	Febrero 1er grupo DIA	Febrero 2ndo grupo DIA	Hora
Papelera	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:05
Bodega de Producto Terminado	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:05
Mantenimiento 1 (mitad del grupo)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:05
Extrusor 1 (2 colaboradores)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:45
Laminacion 1 (1 colaborador)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:45
Telares 1 (8 de colaboradores)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:45
Impresión	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	07:45
Mantenimiento 2 (mitad del grupo)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	08:30
Extrusor 2 (2 colaboradores)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	08:30
Laminacion 2 (1 colaboradores)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	08:30
Telares 2 (8 colaboradores)	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	08:30
Corte	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	08:30
Convertex	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	09:45
Costura	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	09:45
Empaque	2 de marzo de 2013	9 de marzo de 2013	09:45
Administracion	-	12 de marzo de 2013	09:30

Fuente: elaboración propia.

Estas capacitaciones se realizaron para todos los empleados mediante dos talleres, uno para los trabajadores del turno diurno y otro para los del turno nocturno. En cada taller se discutió y se trabajó sobre el manejo adecuado de los instrumentos de recopilación de información, y sobre el almacenaje apropiado de los instrumentos.

4.2.2. Cantidad de personas a capacitar

A continuación en la tabla XLVI se hace una descripción de la cantidad de personas a capacitar.

Tabla XLVI. **Personas a capacitar**

AREAS	Cantidad de personas
Papelera	10
Bodega de Producto Terminado	10
Mantenimiento	15
Extrusor 1	8
Laminacion 1	4
Telares 1	16
Impresión	8
Corte	4
Convertex	6
Costura	10
Empaque	15

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Metodologías a utilizar

El método para impartir las capacitaciones al personal será a través de presentaciones cortas, para dar a conocer la información de manera práctica, comprensible y dinámica. Esto permitirá que se pueda interactuar con los colaboradores, en busca de un mayor aprendizaje y de crear conciencia sobre la importancia del correcto llenado de registros.

4.3. Evaluación de capacitaciones

El proceso de evaluación se llevará a cabo al finalizar la capacitación, a través de una serie de preguntas enfocadas a los puntos más relevantes atribuibles al correcto llenado de registros.

Las preguntas formuladas se aprecian en el formato siguiente:

Figura 44. Evaluación de capacitación

NOMBRE: _____	
PUESTO QUE DESEMPEÑA: _____	
FECHA: _____	FIRMA: _____
CALIFICACIÓN: _____	CALIFICÓ: _____
INSTRUCCIONES: Seleccione anotando una "x" a la par de "F" si el enunciado es falso o de "V" si es verdadero.	
1. Registrar datos y firmas antes que el trabajo se haya realizado.	
F _____	V _____
2. Los registros deben llenarse con tinta permanente de preferencia azul desde el inicio.	
F _____	V _____
3. Se puede corregir errores utilizando corrector.	
F _____	V _____
4. Al llenar un registro puede firmar por otra persona.	
F _____	V _____
5. Se deben escribir los datos firma y fecha inmediatamente después de realizar la tarea.	
F _____	V _____
6. No se deben tachar, borrar o destruir los datos originales aunque sean erróneos. Se debe corregir con una línea, escribir la información correcta a un lado, firmar y colocar la fecha.	
F _____	V _____
7. Puede anotar datos para los que no exista soporte.	
F _____	V _____
8. Los registros deben llenarse con lápiz por si es necesario borrar.	
F _____	V _____

Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos de la capacitación

A continuación se presentan los costos para el desarrollo de las capacitaciones para todo el personal.

Tabla XLVII. Costos capacitación

Recurso	Cantidad	Costo	Total
Reproducción de evaluaciones	160	Q 1	Q 80
Reproducción de diapositivas	250	Q 1	Q 125
Capacitador	1	Q 1 500	Q 1 500
TOTAL			Q 1 705

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un sistema de control de calidad para la empresa Tecnifibras, S. A., que busca la mejora de procesos de producción, con lo que a partir de su implementación no afecta la calidad del producto final, mejorando la competitividad de la empresa en el mercado.
2. El sistema de control estadístico, permitió establecer que la calidad de la materia prima que se utiliza en la fabricación del hilo, es fundamental para el resto del proceso y para la calidad final del producto. Mejorando la calidad de la materia prima, y obteniendo un producto de alta calidad.
3. Las causas de variación de la calidad que se identificaron en las distintas fases del proceso de producción, fueron de índole assignable, es decir que fue posible establecer con un alto grado de certeza el momento, lugar y operario que ocasionaba el fallo. Esto permitió el desarrollo de intervenciones, tales como ajustes de las máquinas, aumentos o disminución de materia prima en cada proceso, mejorar la atención del operador, entre otras, todo lo cual permitió reducir o eliminar variaciones, estabilizando el control en cada proceso.
4. Con el control metrológico se logró obtener datos más certeros para la realización de las cartas de control, lo cual ayudó a fortalecer y hacer más técnico el proceso de toma de decisiones, mostrando que algunas de las variaciones tenían su origen, no a problemas de maquinaria o procesos internos, sino al uso de materias primas de algunos proveedores que no lograban las calidades requeridas. Esto produjo una

nueva estrategia de compra de materia prima que redundó en una mejor calidad del producto final.

5. En las distintas mediciones se logró establecer que de todas las áreas, el Área de Producción es la que incurre en el mayor consumo energético, y en ésta, el Área de Corte/costura es la de mayor demanda. Esto se debe a que este proceso es dependiente de la alimentación constante del producto del área de laminación e impresión. De manera frecuente, al existir retrasos en estos últimos productos, se produce un tiempo muerto que puede durar varias horas, en el que la máquina permanece encendida y sin producción por las ya mencionadas demoras en los procesos procedentes.
6. Se diseñó un plan de medición global donde se estableció que el consumo mensual en las instalaciones es de 2 360 354 kW/h. Este dato se convirtió en el parámetro de máximo consumo, y, a partir de este, se establecen las metas de reducción a través del uso correcto de los equipos de alta potencia, así como la suma de los equipos de baja potencia.
7. Se diseñó un plan de capacitación para asegurar que todos los operarios de la planta poseen las competencias necesarias para mantener y hacer sostenible los procesos de aseguramiento de la calidad.

RECOMENDACIONES

1. A la Alta Gerencia: después de implementar las cartas de control y el análisis de las mismas, es importante que la Alta Gerencia gestione y monitoree el avance obtenido en el Área de Calidad, estableciendo metas y objetivos para períodos que consideren necesarios. Esta acción es necesaria para darle sostenibilidad a los procesos iniciados y que han demostrado una mejora en el control de la calidad.
2. Al Departamento de Mantenimiento: es importante que se trabaje en forma conjunta con sus proveedores, para lograr mejorar y mantener la calendarización de calibración de todos los instrumentos de medición. Estos procedimientos, además de asegurar la calidad de los productos y redundar en la competitividad, genera ahorros de tiempo, materiales y recursos energéticos.
3. Al Departamento de Compras y Calidad: evaluar nuevas opciones en la compra de materias primas, las cuales permitan disminuir las variaciones que afecten la calidad y especificaciones del producto.
4. Al Departamento de Control de Calidad: evaluar indicadores que se puedan implementar en los diversos departamentos, y que esto se haga de manera sistemática valiéndose de los instrumentos estadísticos desarrollados y probados.
5. Al Departamento de Control de Calidad: contar y cumplir con un programa de capacitaciones establecido para determinado período, el

cual genera un respaldo y valor agregado a la empresa al instante en que se busque una recertificación de calidad o en el transcurso de una auditoria interna, al contar con un personal correctamente capacitado sobre sus funciones y atribuciones se disminuyen los errores y reproceso, aumentando así la eficiencia del proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. CANTÚ DELGADO, José Humberto. *Desarrollo de una cultura de calidad*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 2011. 277 p.
2. CUYAN CULAJAY, José Francisco. *Actualización de los perfiles de operación, funcionamiento e historial de la maquinaria y equipos auxiliares de la planta INTUPERSA, para apoyo en la programación de su mantenimiento*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 110 p.
3. GUTIERREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw Hill, 2010. 421 p.
4. MATEU MAHIQUES, Jorge. *Ingeniería industrial: control estadístico de la calidad teoría y aplicaciones*. México: McGraw-Hill, 2006. 86 p.
5. MENDOZA BARQUÍN, Jose Manuel. *Construcción e implementación a nivel institucional de una metodología para la medición de indicadores del programa justicia y seguridad: reducción de la impunidad*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 156 p.

6. NIEBELB, Benjas W.; FREIVALDS Andris. *Ingeniería industrial, métodos estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 586 p.
7. Norma Internacional ISO 9001: sistemas de gestión de la calidad: requisitos. 4a ed. Ginebra: Traslación Management Group. 2008. 32 p.
8. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 7a ed. Facultad de Ingeniería USAC, 2004. 256 p.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de extrusores de polipropileno, análisis de hilo rafia

[illegible]

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 2. Datos muestras para elaboración carta de control extrusión

TECNIFIBRAS, S.A. DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD
Departamento de Extrusión

MUESTRA	LCI	LCS	Denier Teórico	Denier Real
1	824.50	875.50	850.00	852.00
2	824.50	875.50	850.00	852.00
3	824.50	875.50	850.00	847.00
4	824.50	875.50	850.00	871.00
5	824.50	875.50	850.00	877.00
6	824.50	875.50	850.00	839.90
7	824.50	875.50	850.00	848.00
8	824.50	875.50	850.00	854.00
9	824.50	875.50	850.00	847.00
10	824.50	875.50	850.00	819.00
11	824.50	875.50	850.00	842.00
12	824.50	875.50	850.00	863.00
13	824.50	875.50	850.00	846.00
14	824.50	875.50	850.00	869.00
15	824.50	875.50	850.00	853.00
16	824.50	875.50	850.00	847.00
17	824.50	875.50	850.00	849.00
18	824.50	875.50	850.00	831.00
19	824.50	875.50	850.00	837.00
20	824.50	875.50	850.00	873.00
21	824.50	875.50	850.00	852.00
22	824.50	875.50	850.00	839.00
23	824.50	875.50	850.00	850.00
24	824.50	875.50	850.00	853.00
25	824.50	875.50	850.00	879.00
26	824.50	875.50	850.00	859.00
27	824.50	875.50	850.00	859.00
28	824.50	875.50	850.00	849.00
29	824.50	875.50	850.00	864.00
30	824.50	875.50	850.00	861.00
31	824.50	875.50	850.00	854.00

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 3. Registro control de telares



TECNIFIBRAS, S.A.
DEPARTAMENTO DE SISTEMA DE CALIDAD
CONTROL DE CALIDAD TELARES

Código:
TF-GC-42-017

Versión: 1

FECHA:

FORMA DE REGISTRO:

NO.	PROYECTO	PROCESO	PROBLEMA	CAUSA	EFFECTO	ACCIONES	RESPONSABLE
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							

REVISIONES

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 4. **Tabla de símbolos Therblings**

Nombre del símbolo	Símbolo Therbling
Buscar	B
Seleccionar	S
Coger	C
Transporte en vacío	TV
Trasporte con carga	TC
Sostener	So
Dejar la carga	Dc
Poner en posición	PP
Dejar en posición	DP
Inspeccionar	I
Montar	M
Desmontar	D
Utilizar	U
Espera inevitable	EI

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 5. Datos muestras para elaboración carta de control telares

TECNIFIBRAS, S.A. DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD
Departamento de telares

TELAR	LCI	LCS	Gramaje rollo	Gramaje muestra	Gramaje promedio rollo vrs teórico	Gramaje muestra final de rollo vrs teórico
1	-2.00	2.00	57.44	59.5	-2.56	-0.50
2	-2.00	2.00	79.28	79.1	1.28	1.10
3	-2.00	2.00	58.17	58.7	-1.83	-1.30
4	-2.00	2.00	67.22	68.4	0.22	1.40
5	-2.00	2.00	70.03	67.5	2.03	-0.50
6	-2.00	2.00	58.87	59.8	-1.13	-0.20
7	-2.00	2.00	67.79	68.6	0.79	1.60
8	-2.00	2.00	59.33	59.8	-0.67	-0.20
9	-2.00	2.00	60.68	61.1	0.68	1.10
10	-2.00	2.00	110.00	110	0.00	0.00
11	-2.00	2.00	76.83	77.6	-1.17	-0.40
12	-2.00	2.00	67.84	67.8	0.84	0.80
13	-2.00	2.00	67.73	67.1	0.73	0.10
14	-2.00	2.00	110.00	110	0.00	0.00
15	-2.00	2.00	67.58	66.4	0.58	-0.60
16	-2.00	2.00	60.00	60	0.00	0.00
17	-2.00	2.00	59.22	60.2	-0.78	0.20
18	-2.00	2.00	59.00	61.4	-1.00	1.40
19	-2.00	2.00	60.16	59.8	0.16	-0.20
20	-2.00	2.00	68.09	69	1.09	2.00
21	-2.00	2.00	66.36	67.8	-0.64	0.80
22	-2.00	2.00	61.51	62	1.51	2.00
23	-2.00	2.00	110.76	109.4	0.76	-0.60
24	-2.00	2.00	109.93	110.6	-0.07	0.60
25	-2.00	2.00	40.93	40.8	0.93	0.80
26	-2.00	2.00	68.23	67.9	1.23	0.90
27	-2.00	2.00	112.18	111	2.18	1.00
28	-2.00	2.00	67.32	67.8	0.32	0.80
29	-2.00	2.00	110.32	111.6	0.32	1.60
30	-2.00	2.00	67.97	67.8	0.97	0.80
31	-2.00	2.00	67.96	68.5	0.96	1.50
32	-2.00	2.00	66.89	67.1	-0.11	0.10
33	-2.00	2.00	67.62	69	0.62	2.00
34	-2.00	2.00	67.42	70	0.42	3.00
35	-2.00	2.00	66.86	66.4	-0.14	-0.60
36	-2.00	2.00	69.13	68.4	2.13	1.40
37	-2.00	2.00	68.88	67	1.88	0.00
38	-2.00	2.00	68.81	70	1.81	3.00
39	-2.00	2.00	67.50	70	0.50	3.00
40	-2.00	2.00	67.52	68.2	0.52	1.20
41	-2.00	2.00	68.49	67.3	1.49	0.30

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 6. **Datos muestras para elaboración carta de control corte/costura**

TECNIFIBRAS, S.A. DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD
Departamento de corte/costura

MUESTRA	LCI	LCS	MEDIDAS CORTE/COSTURA
1	0.15	0.25	0.20
2	0.15	0.25	0.25
3	0.15	0.25	0.21
4	0.15	0.25	0.21
5	0.15	0.25	0.20
6	0.15	0.25	0.18
7	0.15	0.25	0.25
8	0.15	0.25	0.20
9	0.15	0.25	0.15
10	0.15	0.25	0.23
11	0.15	0.25	0.21
12	0.15	0.25	0.20
13	0.15	0.25	0.18
14	0.15	0.25	0.25
15	0.15	0.25	0.18
16	0.15	0.25	0.25
17	0.15	0.25	0.25
18	0.15	0.25	0.20
19	0.15	0.25	0.15
20	0.15	0.25	0.23
21	0.15	0.25	0.20
22	0.15	0.25	0.25
23	0.15	0.25	0.21
24	0.15	0.25	0.21
25	0.15	0.25	0.20
26	0.15	0.25	0.15
27	0.15	0.25	0.23
28	0.15	0.25	0.20
29	0.15	0.25	0.15
30	0.15	0.25	0.23
31	0.15	0.25	0.24

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 7. **Datos muestras para elaboración carta de impresión**

TECNIFIBRAS, S.A. DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD
Departamento de impresión

MUESTRA	LCI	LCS	Medición de viscosidad
1	17.00	35.00	25.00
2	17.00	35.00	18.00
3	17.00	35.00	32.00
4	17.00	35.00	24.00
5	17.00	35.00	26.00
6	17.00	35.00	28.00
7	17.00	35.00	20.00
8	17.00	35.00	40.00
9	17.00	35.00	26.00
10	17.00	35.00	19.00
11	17.00	35.00	26.00
12	17.00	35.00	32.00
13	17.00	35.00	24.00
14	17.00	35.00	26.00
15	17.00	35.00	26.00
16	17.00	35.00	19.00
17	17.00	35.00	26.00
18	17.00	35.00	32.00
19	17.00	35.00	25.00
20	17.00	35.00	18.00
21	17.00	35.00	32.00
22	17.00	35.00	24.00
23	17.00	35.00	20.00
24	17.00	35.00	33.00
25	17.00	35.00	21.00

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 8. Datos muestras para elaboración carta de laminación

TECNIFIBRAS, S.A. DEPARTAMENTO DE GESTIÓN DE CALIDAD
Departamento de laminación

MUESTRA	LCI	LCS	Gramaje teórico	Gramaje Muestra	Muestra Rollo Laminado
1	-2.00	2.00	60	59.7	-0.30
2	-2.00	2.00	78	78	0.00
3	-2.00	2.00	60	59.7	-0.30
4	-2.00	2.00	67	68.8	1.80
5	-2.00	2.00	68	67	-1.00
6	-2.00	2.00	60	59.2	-0.80
7	-2.00	2.00	67	68.2	1.20
8	-2.00	2.00	60	61.1	1.10
9	-2.00	2.00	60	61.3	1.30
10	-2.00	2.00	110	111	1.00
11	-2.00	2.00	78	78	0.40
12	-2.00	2.00	67	69	2.00
13	-2.00	2.00	67	67.6	0.60
14	-2.00	2.00	110	109.2	0.80
15	-2.00	2.00	67	68.3	1.30
16	-2.00	2.00	60	61.4	1.40
17	-2.00	2.00	60	59.7	-0.30
18	-2.00	2.00	60	60.2	0.20
19	-2.00	2.00	60	61.1	1.10
20	-2.00	2.00	67	68.5	1.50
21	-2.00	2.00	67	68.1	1.10
22	-2.00	2.00	60	61.8	1.80
23	-2.00	2.00	110	111.8	1.80
24	-2.00	2.00	110	111	1.00
25	-2.00	2.00	60	58.8	1.20
26	-2.00	2.00	67	68.4	1.40
27	-2.00	2.00	110	110.1	0.10
28	-2.00	2.00	67	66.5	-0.50
29	-2.00	2.00	110	112	2.00
30	-2.00	2.00	67	68.8	1.80
31	-2.00	2.00	67	68.8	1.80

Fuente: Tecnifibras, S. A.

Anexo 9. Valor mínimo de iluminación según Norma Mexicana NOM-025-STPS-2008

Tarea Visual del puesto de trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En Interiores	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de visuales: -de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; -exactar y muy prolongadas,y -muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2000

Fuente: Tecnifibras, S. A.

