

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA
DISMINUCIÓN DE SCRAP EN EL
DEPARTAMENTO DE TERMOFORMADO
DE LA EMPRESA PLÁSTICOS
MODERNOS, S.A. EN BELÉN DE
HEREDIA, EN EL PRIMER
CUATRIMESTRE DEL 2019

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL.

WENDY PAMELA MOYA SALAZAR

TUTOR: INGENIERO ROBERTO SANCHEZ
MORALES

HEREDIA, MARZO, 2019

i. DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Wendy Moya Salazar, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 118360726 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE SCRAP EN EL DEPARTAMENTO DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MODERNOS, S.A. EN BELÉN DE HEREDIA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 18 días del mes de febrero del año dos mil 2019.



Firma del estudiante

Cédula: 1 1836 0726

ii. DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a Dios quien sabe el esfuerzo que se realiza día a día para salir adelante y que en su infinita misericordia me ha permitido terminar y alcanzar esta meta.

Además, a mis hijos y mi esposo quienes me han tenido paciencia y han soportado el sacrificio de tiempo que no les he podido dedicar.

A mis padres y suegros que a pesar de no ser de ayuda económica me han mantenido en pie gracias a sus consejos y soporte en otras áreas.

iii. AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por acompañarme en este camino, por darme la fuerza día con día para seguir adelante a pesar de la adversidad.

Agradezco a mi familia que siempre me ha apoyado y me ha animado a seguir adelante. A mis hijos que han sido mi motivación diaria para decidir todos los días levantarme y seguir adelante a pesar del cansancio y las dudas.

iv. CARTA DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

*Departamento de Registro.
Carrera: Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana.*

Estimados(as):

La estudiante Wendy Moya Salazar, cédula de identidad número 1 1836 0726, ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE SCRAP EN EL DEPARTAMENTO DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MODERNOS, S.A. EN BELÉN DE HEREDIA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019." Proyecto el cual ha elaborado para optar por grado académico Bachillerato.

En mi calidad de tutor he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los datos obtenidos por el postulante se obtiene la siguiente calificación:

a)	Formato y otros	5%	5
b)	Presentación del proyecto	2%	2
c)	Capítulo I Introducción	5%	5
d)	Capítulo II Marco teórico	5%	5
e)	Capítulo III Marco Metodológico	20%	20
f)	Capítulo IV Línea Base y análisis de causas	35%	35
g)	Capítulo V Diseño e implementación de la solución	20%	20
H)	Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones	8%	8
	Total	100%	100 ✓

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Nombre: Ing. Roberto Sánchez
Cédula de identidad: 900810622

v. CARTA DEL LECTOR

CARTA DE LECTOR

Universidad Hispanoamericana
Sede Heredia
Carrera Ingeniería Industrial

Estimado señor

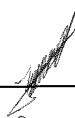
El estudiante **WENDY PAMELA MOYA SALAZAR**, cédula de identidad: 1 1836 0726, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado "PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE SCRAP EN EL DEPARTAMENTO DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MODERNOS, S.A. EN BELÉN DE HEREDIA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma



Nombre

George Dany Ramirez Vega

Cédula

1-1438 0986

vi. CARTA DE FILÓLOGO

Astrid Quirós Granados

Filología U.C.R

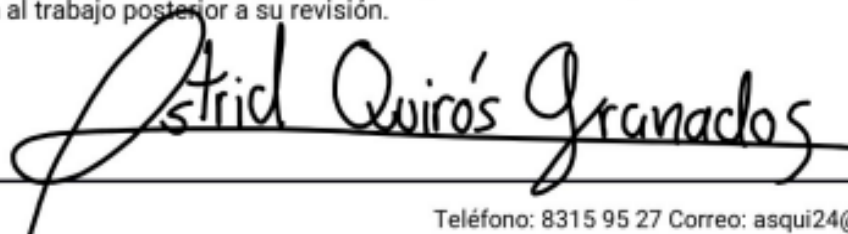
A quien interese:

Yo, Astrid Quirós Granados, Filóloga de la Universidad de Costa Rica; con cédula de identidad 3- 438 - 182, inscrita en el Colegio Licenciados y Profesores, con el carné N° 80791 y en la Asociación Costarricense de Filólogos, con el carné N° 0096, hago constar que he revisado el trabajo y sus conclusiones. Y he corregido en él, los errores encontrados en redacción, ortografía, gramática y sintaxis. El trabajo se titula:

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE SCRAP EN EL DEPARTAMENTO DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MODERNOS, S.A. EN BELÉN DE HEREDIA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019

WENDY PAMELA MOYA SALAZAR

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado, en la ciudad de San José a los tres días del mes de abril del dos mil diecinueve. La filóloga no se hace responsable de los cambios que se le introduzcan al trabajo posterior a su revisión.



Teléfono: 8315 95 27 Correo: asqui24@hotmail.es

CARTA DE LA BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

San José, 17/5/2019

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Wendy Moya Salazar con número de identificación 118360726 autor (a) del trabajo de graduación titulado PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE SCRAP EN EL DEPARTAMENTO DE TERMOFORMADO DE LA EMPRESA PLÁSTICOS MODERNOS, S.A. EN BELÉN DE HEREDIA, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2019 presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería industrial; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Firma y Documento de Identidad

ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

vii. INDICE

i.	DECLARACIÓN JURADA	2
ii.	DEDICATORIA	3
iii.	AGRADECIMIENTOS	4
iv.	CARTA DEL TUTOR	5
v.	CARTA DEL LECTOR	7
vi.	CARTA DE FILÓLOGO.....	8
vii.	INDICE	9
viii.	ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	15
ix.	RESUMEN EJECUTIVO	16
	CAPITULO 1 INTRODUCCION	18
	SECCIÓN 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	18
	SECCIÓN 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	20
	1.2.1 Descripción general de la empresa.....	20
	1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa	29
	SECCIÓN 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	30
	1.3.1 La idea del problema.....	30
	1.3.2 Definición del problema.....	30
	1.3.3 Justificación.....	31
	SECCIÓN 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	32
	1.4.1 Objetivo general.....	32
	1.4.2 Objetivos específicos	32
	SECCIÓN 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	33
	1.5.1 Alcances	33
	1.5.2 Limitaciones	33
	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	34
	SECCIÓN 2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	34
	2.1.2 Técnica de los 5 Porque	34
	2.1.3 Gráfico de Pareto	35
	2.1.4 Diagrama Causa y Efecto	37
	2.1.5 Diagrama de flujo.....	38

2.1.6 Lean Manufacturing (Manufactura esbelta).....	39
2.1.7 Gráfica de control	41
2.1.8 Calidad	41
2.1.9 Pérdidas de Calidad.....	42
2.1.10 Desechos (Scrap).....	42
2.1.11 Competitividad.....	42
2.1.12 Costos.....	42
2.1.13 Pérdidas por arranques.....	43
2.1.14 Pérdida de retrabajo	43
2.1.15 Objetivos e indicadores.....	43
2.1.16 Plan de muestreo MIL STD 414.....	44
2.1.17 Costos ocultos.....	45
SECCIÓN 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	46
2.1.1 DMAIC	46
SECCIÓN 2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	48
SECCIÓN 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	49
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	51
SECCIÓN 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	52
SECCIÓN 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	52
SECCIÓN 3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	53
SECCIÓN 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	53
SECCIÓN 3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y	53
SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	53
CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....	54
4.1 Estudio del proceso completo	54
4.1.1 Proceso de Extrusión	54
4.1.2 Proceso de Termoformado	56
4.1.3 Proceso de Imprenta.....	57
4.1.4 Diagrama de flujo del proceso completo.....	58
4.2 Obtención de datos.....	59
4.2.1 Scrap de producción	61

4.2.2 Scrap por Arranques	67
4.2.3 Scrap por rechazos (Calidad).....	70
4.2.4 Scrap total por departamento	73
4.3 Descripción del Proceso de Termoformado	76
4.4 Análisis de scrap por defectos de Termoformado	79
4.5 Gráficos de Control X-R.....	83
4.6 Plan MIL STD 41	88
4.6.1 Identificación de Tamaño de muestra y Nivel AQL.....	88
4.6.2 Cálculo de los índices	92
4.6.3 Suma de probabilidades	93
4.7 Variaciones de calibres en las láminas producidas en Extrusión	93
Prueba A: Velocidad constante.....	96
Prueba B: Velocidad Variable.....	98
4.8 Análisis de Causas y Efecto	101
4.8.1 Diagrama de Ishikawa	101
4.8.2 Clasificación de causas	102
4.8.3. Análisis de Causa Raíz (5 POR QUÉ)	108
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	112
5.1 Descripción y características	112
5.2 Costo por reprocesos debido a productos rechazados	112
5.3 Propuesta	113
5.3.1 Instalación de medidores de corriente en las máquinas de Extrusión	113
5.3.2 Plan de muestreo de aceptación por variables MIL STD 414	116
Paso 1. Determinar el tamaño del tote.....	118
Paso 2. Especificar el NCA (o AQL)	118
Paso 3. Escoger el nivel de inspección	118
Paso 4. Elegir letra de tamaño de muestra	119
Paso 5. Elegir valores M y n	119
Paso 6. Seleccionar de manera aleatoria una muestra de tamaño n	120
Paso 7. Cálculo de índices	121
Paso 8. Estimar la proporción de unidades defectuosas en el lote.	121
Paso 9. Decisión de aceptación o rechazo	124

5.3.3 Modificación de la ficha de Aprobación de la Muestra	124
5.4 Implementación	125
5.4.1 Plan de acción	126
5.4 Análisis de efectividad de la propuesta	129
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
Conclusiones	131
Recomendaciones	133
Bibliografía	136
Apéndice	138
Glosario	141
Anexos	143
Anexo 1	143
Anexo 2	144
Anexo 3	145
Anexo 4	146
Tabla 1 Datos de producción de Extrusión	62
Tabla 2 Datos de producción de Termoformado	62
Tabla 3 Datos de producción de Líneas	64
Tabla 4 Datos de producción de Inyección	64
Tabla 5 Datos de producción de Imprenta	65
Tabla 6 Datos de producción de Enfundado	65
Tabla 7 Datos de scrap por arranques	67
Tabla 8 Porcentaje de scrap de ajustes por departamento	69
Tabla 9 Porcentaje de Scrap por arranques en termoformado	70
Tabla 10 Datos de scrap por rechazos	71
Tabla 11 Análisis de kilogramos scrap promedio mensual total por departamento	73
Tabla 12 Análisis de sobreproducción de scrap de la empresa	75
Tabla 13 Scrap por tipo de rechazo en termoformado	80
Tabla 14 Datos para Gráfico de control X-R	84
Tabla 15 Datos de las láminas amarillas	90
Tabla 16 kg de scrap por defectos en extrusión	94
Tabla 17 Calibres de prueba 1 (velocidad constante)	97
Tabla 18 Clasificación de causas	102
Tabla 19 Horas de paro de máquina por mantenimiento preventivo	104
Tabla 20 Rechazos de proveedores	106
Tabla 21 Análisis de causa raíz	108

Tabla 22 Plan de acción de la propuesta	126
Tabla 23 Reducción de sobrante de scrap con la propuesta	130
Imagen 1 Organigrama	24
Imagen 2 Laminas decorativas.....	25
Imagen 3 Laminas lisas	25
Imagen 4 Láminas difusoras de luz	27
Imagen 5 Envases termoformados	27
Imagen 6 Envases inyectados	28
Imagen 7 Pareto.....	37
Imagen 8 Ishikawa	38
Imagen 9 Diagrama de Flujo	39
Imagen 10 Gráfico de Control.....	41
Imagen 11 Mejora continua.....	47
Imagen 12 Máquina de Extrusión	55
Imagen 13 Máquinas de Termoformado	56
Imagen 14 Máquinas de Imprenta.....	57
Imagen 15 Materia prima de Extrusión	59
Imagen 16 Materia prima de Termoformado.....	59
Imagen 17 Reporte del System Evolution.....	61
Imagen 18 Orillas sobrantes del proceso de termoformado.....	63
Imagen 19 Formula de resina virgen con scrap para extrusión.....	63
Imagen 20 Reportes de calidad costos de envíos al molino	71
Imagen 21 Reporte de Calidad Motivos de envió al molino.....	79
Imagen 22 Tapas de termoformado producto de las láminas amarillas	84
Imagen 23 Laminas amarillas de extrusión.....	88
Imagen 24 Tabla Nivel de Inspección	89
Imagen 25 Tabla para inspección normal y severa.....	90
Imagen 26 Tabla porcentaje de defectuoso	92
Imagen 27 Caja de ajustes para bomba de engrane.....	95
Imagen 28 Lamina blanca de extrusión 1,65 mm	96
Imagen 29 Calibres obtenidos en lámina 1,65 mm (velocidad constante).....	97
Imagen 30 Medición de calibre prueba A.....	98
Imagen 31 Calibres de prueba 2 (velocidad variable).....	98
Imagen 32 Calibres obtenidos en lámina 1,65 mm (velocidad variable).....	99
Imagen 33 Medición de calibre prueba B.....	100
Imagen 34 Informe de Gestión de calidad sobre proveedores	105
Imagen 35 Medidores de corriente de la máquina de Inyección	114
Imagen 36 Informe según grafico de potencia	115
Imagen 37 Reporte del medidor de corriente	115
Imagen 38 Controles de medidor	116
Imagen 39 Ficha de aprobación de muestra de extrusión	117

Imagen 40 Tabla Niveles de Inspección para propuesta	119
Imagen 41 Tabla para inspección normal y severa para propuesta	120
Imagen 42 Tabla porcentaje defectuoso para propuesta	122
Imagen 43 Ficha de aprobación de muestra de extrusión modificada.....	124
Diagrama 1 Proceso Completo de Plásticos Modernos.....	58
Diagrama 2 Pareto Kilogramos promedio de scrap por producción por departamento.....	66
Diagrama 3 Pareto promedio de scrap por arranques por departamento	68
Diagrama 4 Pareto Scrap por rechazos por departamento	72
Diagrama 5 Análisis de kilogramos scrap promedio mensual total por departamento	74
Diagrama 6 Mapa de proceso de termoformado	78
Diagrama 7 Pareto Kilogramos de Scrap por defecto en los productos de termoformado	80
Diagrama 8 Pareto kilogramos de scrap por defectos en los productos de termoformado	82
Diagrama 9 Ishikawa causa variación de calibre	101
Diagrama 10 Pareto Horas de paro de máquinas de termoformado	104
Diagrama 11 Pareto Rechazos de los proveedores	107
Gráfico 1 Control de Medias de las tapas amarillas	85
Gráfico 2 Control de Rangos de las tapas amarillas.....	86

viii. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

1. Seis Sigmas: metodología de mejora de procesos, busca reducir o eliminar defectos y fallas.
2. DMAIC: definir, medir, analizar, implementar y controlar
3. RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano
4. Plan Mil STD: Plan de muestreo para características variables

ix. RESUMEN EJECUTIVO

Moya Salazar, Wendy, Universidad Hispanoamericana, febrero, 2019. Mejora en la empresa Plásticos Modernos, S.A. en el departamento de Termoformado, ubicada en Belén de Heredia (Proyecto de graduación para optar por el bachillerato en Ingeniería Industrial).

El proyecto busca mejorar el departamento de termoformado, ya que la empresa ha venido teniendo excesos de scrap que no se pueden reutilizar y que son almacenados generando costos ocultos por almacenamiento y reprocesos. A pesar de ser una empresa con más de 43 años en el mercado y con una amplia cartera de clientes tanto nacionales como internacionales, la empresa no ha prestado mayor atención al desecho que genera el proceso productivo, pues la principal solución que han encontrado es poner molinos en cada departamento para la reutilización del scrap.

Como objetivo general, se pretende disminuir la cantidad de scrap que genera el departamento, la aplicación de herramientas de ingeniería por medio de la metodología DMAIC fue indispensable para identificar la causa raíz de la producción de scrap en el departamento. Inicialmente, se realiza un análisis general de todos los departamentos de Plásticos Modernos, para conocer la cantidad de desecho que genera cada uno e identificar el principal generador, una vez identificado el área de termoformado como focos principal de scrap debido a producto rechazado por defectos de calidad en los envases, se procede a realizar un diagrama de causa-raíz para tener mayor claridad de la causa principal; la cual indica que la materia prima que proviene del departamento de extrusión para la formación de envases viene con variaciones de calibres, unos más altos o bajos de lo requerido, lo cual causa problemas en el proceso de termoformado. Se identifica también, que en departamento de extrusión se produce mucho scrap debido a rollos rehazados por esta misma condición, lo cual rectifica que existe un problema real en la producción

de este producto. Se procede a investigar la causa principal por medio de entrevistas a los supervisores y operarios quienes aseguran que se debe a un inadecuado manejo en las máquinas de extrusión por alteraciones en la velocidad, esto genera variación en los calibres de los rollos, esto, debido a la falta de herramientas que permitan controlar el manejo que se le dan a las máquinas durante la producción; además, contribuye al problema la carencia de inspección iniciales de la materia prima por parte de termoformado, lo que permite continuar con el proceso productivo utilizando materia prima inadecuada incrementando el desperdicio.

Se propone instalar en las máquinas de extrusión medidores de corriente, que permitan identificar aumentos de consumo de energía cuando los operarios aumentan la velocidad de las máquinas y, sobre esto, generar medidas que permitan corregir el problema y educar a los trabajadores sobre la importancia de seguir las instrucciones de las fichas técnicas. Además, se propone poner en práctica el procedimiento de inspección del Plan Mil STD 414 que permitirá medir la calidad de las láminas utilizadas en el proceso de termoformado y aceptar o rechazar lotes inconformes, además servirá de indicador de eficiencia del departamento de extrusión. Se propone también la modificación de las fichas de aprobación de muestras que se utiliza en extrusión, pues no brinda información completa sobre sus productos finales y la medición del calibre que llevan, esto permitirá una mejor comunicación entre departamentos.

Con estas oportunidades de mejora, se espera que la compañía logre reducir sus niveles de scrap al menos en un 2%, reduciendo también los costos que representa el reproceso en la producción.

CAPITULO 1 INTRODUCCION

Este capítulo busca dar a conocer en que consiste la empresa Plásticos Modernos, S.A. y el actual manejo del scrap en los departamentos productivos. Inicialmente, se dará un acercamiento a la empresa y, posteriormente, se plantearán los puntos de mejora detectados en el departamento de termoformado y los objetivos que se desean alcanzar.

SECCIÓN 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto abarcará el área de producción de la empresa Plásticos Modernos, S.A. y se procederá a analizar el departamento de termoformado. La empresa cuenta con aproximadamente 40 años de funcionamiento, buscando la mejora continua y el garantizar la excelencia en la calidad de sus productos, las cuales consisten en envases termoformados e inyectados, es decir, son procesos que involucran una lámina de plástico calentada a altas temperaturas y que toma la forma del molde en el que se coloca.

La empresa cuenta con 4 departamentos en el área de producción bien definidos como: Termoformado - Líneas, Inyección, Extrusión e Imprenta - Enfundado, los cuales generan tres tipos de scrap que son: por producción, por producto inconforme y por set up o ajustes de máquina.

A pesar de ser una empresa de gran crecimiento y con una cartera de clientes bastante robusta, donde la mayoría de procesos se encuentran controlados puesto que son ISO 9001 y 14001 y donde la mejora continua es constante, se vienen presentando problemas con la gran cantidad de scrap resultante de los procesos totales de la planta, pues la empresa reutiliza únicamente 122 306 kilogramos de scrap en promedio al mes, pero la empresa produce 150 000 kilogramos, por lo que se acumulan 27 000 kilogramos de desecho. Para mitigar la

cantidad de desecho la empresa ha venido instalando molinos en cada máquina, estos se encargan de absorber el material y los envases desechados y transportarlos a los sacos de scrap que se encuentran en el molino general, esto permite mejorar de manera visual la cantidad de desperdicio que existe pero no lo soluciona, también la empresa ha recomendado agregar a sus fórmulas de producción de rollos de extrusión mayor porcentaje de scrap, para ir reduciendo la cantidad que se tiene almacenada, pero solo logra reducir la calidad de los envases y en las inspecciones queda como producto rechazado, generando mayor desperdicio no solo por la cantidad de scrap, sino por el costo de producción perdida.

Se pretende con este proyecto identificar la cantidad de scrap real producido por los procesos de termoformado, extrusión, inyección e imprenta, para conocer la magnitud del desperdicio de la planta e identificar el proceso que requiere mayor atención y, posteriormente, identificar dentro del proceso el tipo de scrap que se está generando en mayor cantidad, para luego plantear una propuesta de mejora.

SECCIÓN 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

1.2.1 Descripción general de la empresa

Plásticos Modernos S. A. es una empresa costarricense, con 195 empleados, 55 administrativos y 140 de planta, ubicada en la Ribera de Belén, en la provincia de Heredia. Esta empresa está dedicada a la fabricación de láminas planas, láminas decorativas, difusores, vasos, envases y tapas plásticas inyectadas y termoformados, destinados en su mayoría para productos lácteos y comidas chinas desde el 20 de noviembre 1976.

Por otra parte, cuenta con un área de construcción de 7.415 m², en donde se localiza la zona administrativa, (gerencia general, dirección de mercadeo, departamento de contabilidad, tecnología de la información, auditoría, proveeduría, recepción) planta (extrusión, termoformado, inyección, imprenta, líneas, molino, talleres precisión y mantenimiento) y logística (bodegas de materia prima, producto en proceso y producto terminado).

La planta de la compañía está constituida por cuatro departamentos en el área de producción: Inyección, Extrusión, Termoformado e Imprenta, estos últimos tres trabajan un proceso continuo o en línea. El Departamento de Extrusión es el encargado de suministrar la materia prima que empleará el Departamento de Termoformado, en bobinas de rollos, que oscilan entre 0.25 hasta 2.00 milímetros de espesor, los tonos son en colores amarillo, naranja, morado, gris, gris plata, verde, azul, rojo y en su gran mayoría blanco (todos pueden ser mates o brillantes).

Tal y como señalan Calderón, Chacón y Gutiérrez (2011), el termoformado es un proceso de transformación en el que una lámina plástica se moldea a través de la temperatura y la presión para obtener la forma deseada. Por tanto, el Departamento de Termoformado de esta empresa costarricense se encarga de

manufacturar la materia prima (bobinas), esta ingresa a un horno superior e inferior que consta de 49 resistencias; 28 para el horno superior y 21 en el horno inferior; luego pasa por el molde o troquel (éstos producen vasos, envases y tapas), algunos de estos troqueles producen polipropileno (pp) y/o poliestireno (ps) hasta obtener el envase deseado.

En este departamento se termoforman envases y tapas compuestas. Para ello, se disponen de cinco termoformadoras de una estación y cuenta con veinte y cuatro colaboradores.

Cuando se han termoformado los envases y tapas, algunos se convierten en producto final y los restantes (que son la mayoría), deben ser pasados a logística o al Departamento de Imprenta (producción Kan ban), para abastecer cuatro imprentas de vasos y dos imprentas de tapas, ellas imprimen productos de seis a ocho colores.

Cada uno de los departamentos trabaja un reporte individual por máquina, turno y producto que debe ser complementado por los operarios de máquinas; que luego son digitados de manera manual en un programa denominado Evolution Manufacturing, en el Módulo de Reportes, que evidencian las fallas, causa y tiempo.

Misión de la compañía

Para Plásticos Modernos (2008) su misión es:

Fabricar envases y otros productos de plástico de calidad tal que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, a un costo que permita competir en Centro, Norte América y el Caribe con un retorno a la inversión competitivo en el mercado financiero; en donde el compromiso del trabajador, el fomento al desarrollo del mismo, el servicio al cliente, la calidad y la tecnología adecuada serán los medios que permitirán alcanzar esta meta.

Visión de la compañía

Según Plásticos Modernos (2008), su visión consiste en:

Ser una empresa exitosa e innovadora en la fabricación y venta de productos plásticos para el mercado nacional e internacional, en la cual la búsqueda de la calidad, la seguridad de sus trabajadores y el minimizar el impacto de sus actividades al medio ambiente, son el norte que marca nuestro accionar.

Política de gestión

Para esta empresa costarricense, la innovación, así como la mejora de sus procesos y de su recurso humano, excede las expectativas de sus clientes y la entrega de los productos de óptima calidad. Por ello, alcanza de manera pro-activa y minimiza el impacto ambiental de sus actividades, fomentando el bienestar de sus colaboradores y midiendo sistemáticamente sus actividades. (Plásticos Modernos S.A, 2008)

Valores de la compañía

Los valores de una compañía se constituyen como pilares fundamentales de cualquier organización, por lo que deben de imperar en el ambiente laboral y en su equipo.

Según Plásticos Modernos S.A (2008), los valores que deben de prevalecer en su equipo humano y dentro de las doctrinas que caracterizan la empresa son la innovación, el servicio al cliente, la orientación a los resultados y el desarrollo de Recurso Humano.

Como bien se mencionó, los resultados y la constante persistencia en mantener estándares de calidad, que satisfaga a sus clientes, incitó a la empresa a certificarse como parte de ISO 9001-2000.

Certificación ISO 9001-2000

Las normas de ISO aseguran la calidad de los productos que ofertan las diversas empresas amparadas bajo su certificación. Por lo que para el año 1997, la compañía se certificó bajo la norma ISO 9001 VERSIÓN 2000. Para el año 2001, esta compañía fue la primera en América Latina que consiguió dicha certificación. La certificación abarca la elaboración e impresión de envases plásticos termoformados e inyectados y el diseño de moldes, que son utilizados en el proceso. La compañía está transformando el sistema de calidad ISO 9001, en un sistema de gestión integrado SAC (Seguridad, Ambiente y Calidad), aceptado con las normas ISO 9001: 2000, INTE ISO 14001: 2004 e INTE 18001: 2000. Lo anterior obliga a la empresa a mejoras sustanciales en todos sus ámbitos y, a su vez, le garantiza al cliente mayor calidad en los productos que acoge de Plásticos Modernos S.A.

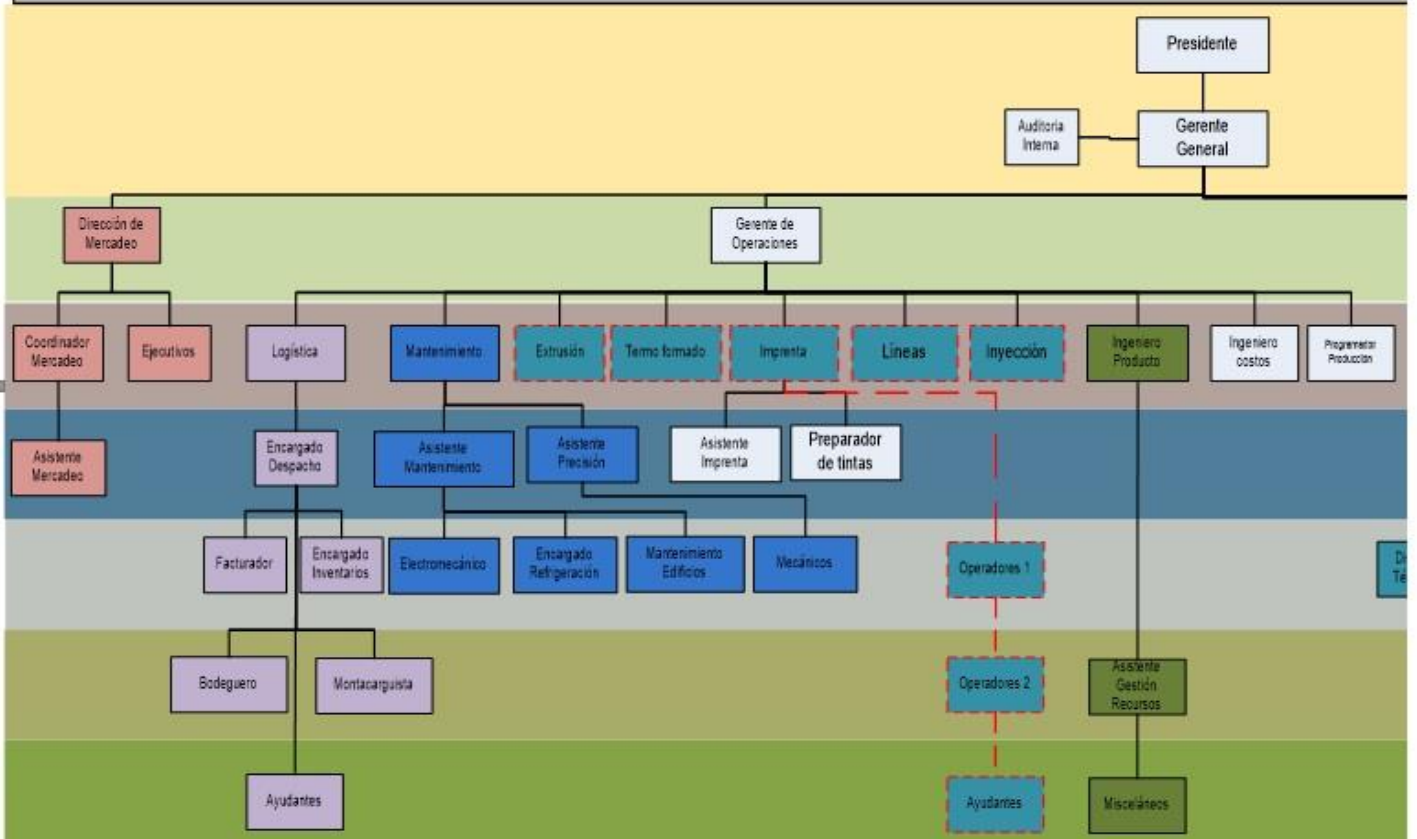
Estructura de la compañía

Plásticos Modernos S.A. es un sistema organizado que responde a ciertas necesidades, funcionalidades, así como a una estructura jerárquica. Por lo que la estructura de ella responde, entre otras cosas, a dicha jerarquía, la organización funcional, los objetivos de cada departamento, entre otros.

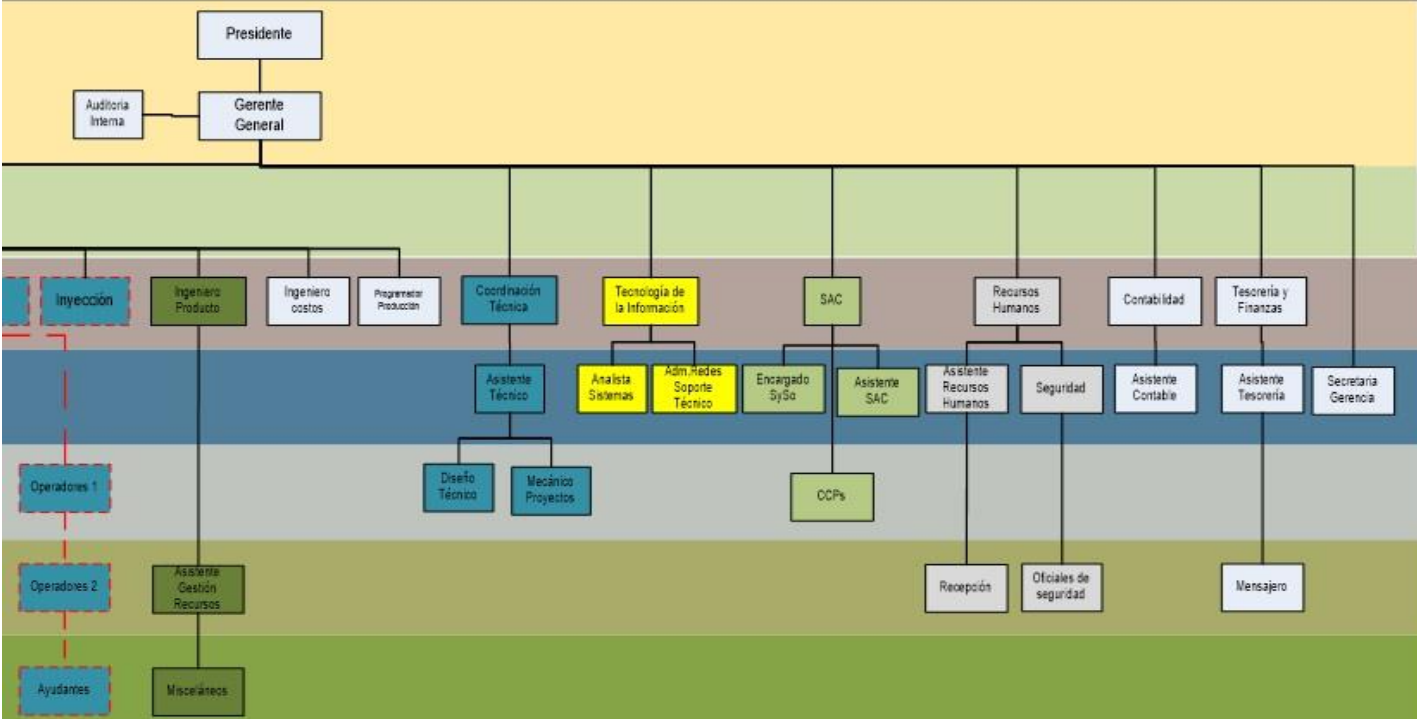
Por ende, en la cúspide de esta compañía se ubica la Gerencia General, seguido por un equipo de Auditoría Interna. Bajo el mando de esta gerencia general se hallan la Gerencia de Operaciones y la Gerencia Técnica, la Dirección de Mercadeo, Recursos Humanos, Tecnología de Información, plataforma de Integrada SAC, Contabilidad, Tesorería y Finanzas. A la Gerencia de Operaciones le reportan los Departamentos de Extrusión, Termoformado, Líneas, Inyección, Logística, Diseño, Prerensa (Artes), Talleres de Precisión y Mantenimiento. La Gerencia Técnica tiene a su cargo Diseño Técnico y Equipo de Proyectos. Al Departamento de Recursos Humanos le conciernen Recepción, Seguridad y los Misceláneos. La Plataforma Integrada SAC le compete el Asistente de SAC y el Encargado de Ambiente y SYSO. El mensajero está bajo la tutela de Tesorería y Finanzas.

Imagen 1 Organigrama

ORGANIGRAMA DE PLÁSTICOS MODERNOS



ORGANIGRAMA DE PLÁSTICOS MODERNOS S.A.



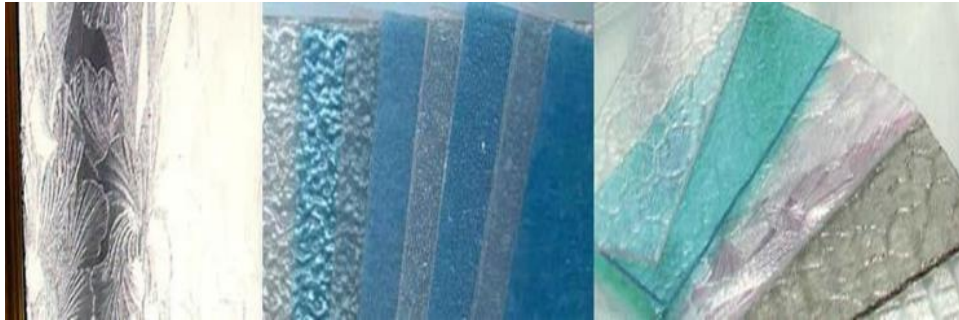
Fuente: Plásticos Modernos S.A

Productos de Plásticos Modernos S. A.

La empresa Plásticos Modernos S. A. (2008) ofrece a sus clientes diversos productos, algunos de ellos son:

- Láminas plásticas decorativas

Imagen 2 Láminas decorativas



Fuente: Plásticos Modernos S. A.

- Acabados
- Láminas lisas y rollos

Imagen 3 Láminas lisas



Fuente: Plásticos Modernos S. A.

Según Plásticos Modernos S.A (2008), en esta empresa se producen láminas lisas y rollos de poliestireno de alto impacto, para la industria de la publicidad, “muppies”, serigrafía e impresión digital; para la industria de rotulación que implica termoformar las láminas para cajas de luz, exhibidores y otros artículos de exhibición de producto, dispensadores, entre otros. Los espesores oscilan entre 0.25 mm. y 4.00 mm. En diversos colores, a saber: colores blanco, negro, gris, amarillo, verde, rojo y azul.

Estas láminas son utilizadas comúnmente como:

- Exhibidores de productos
- Dispensadores de cigarrillos
- Partes internas de refrigeradoras
- Impresión digital
- Industria Serigráfica
- Rótulos de Publicidad
- Termoformado
- Sistema Push & Pull

Imagen 4 Láminas Push & Pull



Fuente: Plásticos Modernos S. A.

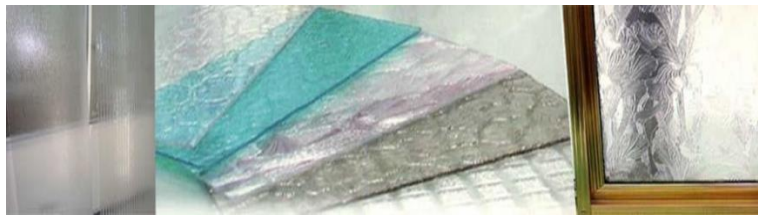
Plásticos Modernos S. A. (2008) se considera empresa líder en el Mercado Centroamericano y Panamá en lo que se refiere a la elaboración de láminas plásticas extraídas en polietileno, las cuales son muy utilizadas por las empresas en el sistema “Push & Pull” como tarimas con alta rotación.

Este tipo de láminas son muy utilizadas por empresas como:

- ✓ Plantas cementeras
- ✓ Distribuidoras cementeras
- ✓ Manejo de granos
- ✓ Manejo de productos de alta demanda que implique recuperar tarimas

a) Láminas plásticas difusoras de luz

Imagen 4 Láminas difusoras de luz



Fuente: Plásticos Modernos S. A.

Otro de sus productos son las láminas plásticas transparente en acabados de punta de diamante, en 65.5 cm por 122 cm y son utilizadas como:

- ✓ Lámparas internas
- ✓ Patios de luz
- ✓ Fabricación de lámparas difusoras De luz
- ✓ Termoformado
- ✓ Envases termoformados e impresos

Imagen 5 Envases termoformados



Fuente: Plásticos Modernos S. A.

Esta empresa costarricense se especializa en la producción de envases y tapas termoformados e inyectados para la industria alimenticia. Abarca principalmente la industria de lácteos (helados, leche, yogurt, queso cremas, natilla), por lo que sus envases deben ser de gran calidad.

Lo anterior, le abrió las puertas en otros mercados, por ejemplo, empresas que fabrican especias o condimentos, mermeladas, ceviches, jugos, son parte también, de su mercado. Incluso, mantienen clientes productores de jabones en pasta, cremas y deshumedecedores, entre otras aplicaciones (Plásticos Modernos S.A., 2008). A la producción anterior se suma la fabricación de bandejas, hueveras e incluso se producen envases para almacenar gel y productos similares.

b) Envases inyectados e impresos

Imagen 6 Envases inyectados



Fuente: Plásticos Modernos S. A.

Los envases y tapas inyectados son en polietileno, poseen un valor agregado, debido a que una vez utilizados pueden emplearse para guardar granos, alimentos u otros productos de uso doméstico.

Mercados de Plásticos Modernos S. A.

La empresa mantiene una serie de transacciones y acuerdos, donde oferta a diversos lugares sus productos. Sus clientes no solo están comprendidos por compañías costarricenses o con sedes en este país. Sino también, parte de sus mercados se encuentran, según Plásticos Modernos S.A. (2008), en: Centroamérica, Panamá, República Dominicana, Trinidad & Tobago, Barbados, Norteamérica, Indirectamente en México, África, Asia y Europa.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

Plásticos modernos se estableció en Costa Rica el 20 de noviembre de 1976, con la iniciativa y el aporte de varios socios, con el propósito de fabricar envases industriales. Este comienzo fue con aproximadamente 12 empleados y se ubicó en la zona de la Uruca, San José, Costa Rica; con un termo formador, una impresora de envases y una impresora de tapas. A mediados de los años noventa, la empresa se traslada a la Ribera de Belén en una moderna y espaciosa planta con tecnología de punta diseñada de acuerdo con las necesidades del mercado, donde se cuenta con suficiente terreno para poder cumplir con las expectativas de crecimiento que las circunstancias le obliguen.

SECCIÓN 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 La idea del problema

La empresa actualmente no cuenta con controles adecuados para el manejo de scrap, los encargados de los procesos coinciden en que las cantidades de material de desecho que ingresan a los molinos es robusta pero no saben con exactitud que lo está generando, ni cuentan con un indicador que brinde parámetros de las cantidades máximas y mínimas de scrap. Según los datos, la empresa actualmente está produciendo aproximadamente 27 369 kilogramos más de scrap al mes que no son reutilizables en extrusión, esto equivale al 7% de la producción mensual, según el análisis que se verá más adelante.

Conociendo que el problema a estudiar proviene de la cantidad de scrap que se genera en el proceso productivo es necesario plantearse las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto es el desperdicio real total de la empresa?
- ¿Cuál departamento esta generado la mayor cantidad de scrap?
- De los 4 tipos de scrap (por producción, por ajustes o rechazos de calidad) ¿cuál es el que se genera en mayor cantidad?
- Y finalmente ¿Por qué ese tipo de scrap se está, generando en mayor cantidad y como se puede reducir?

1.3.2 Definición del problema

Actualmente, la empresa está produciendo un aproximado de 27 369 kilogramos de scrap al mes que no se pueden reutilizar, para mitigar este problema se han realizado compras de molinos en las máquinas y un molino general, con el objetivo de triturar todo el material de desecho para su reproceso; sin embargo, al ser tanta la cantidad de scrap, se ha tenido que utilizar cada vez porcentajes más altos en las fórmulas químicas para producir los rollos en extrusión, lo cual genera la disminución de la calidad de los productos, aumentando el desperdicio al

desecharse lotes completos con defectos, esto genera no solo un costo por almacenamiento, sino también por reproceso de scrap, el cual es considerado como pérdida dentro de la empresa, pues sus costos son elevados y no se recuperan a corto plazo.

1.3.3 Justificación

Actualmente, en las empresas el tema de calidad es imprescindible y determinante para demostrar la competitividad de esta y son más las empresas que diariamente rigen los procesos de su cadena de suministros bajo la mejora continua y altos estándares de calidad. Jorge Acuña (2002) menciona en su libro Control de Calidad, que la clave del éxito es darle al consumidor los productos necesarios para satisfacer los requerimientos y lograr una excelente calificación reflejada en el incremento de las ventas. De la mano de la calidad de los productos va el desperdicio, ya que si la calidad es deficiente la cantidad de scrap puede incrementar. De aquí la importancia de garantizar un adecuado manejo de los procesos y conocer cuál es la calidad del producto y medir la cantidad de desecho que se genera.

Plásticos Modernos cuenta con 162 clientes de los cuales 28 son categoría A y sostienen estrictos estándares de calidad, como Dos Pinos, Rinso, Sigma, por mencionar algunos en Costa Rica, ya que también cuenta con clientes en países como Panamá, Nicaragua, República Dominicana, entre otros y es indispensable para la empresa contar con controles adecuados e indicadores específicos que garanticen la eficiencia y la eficacia de los procesos y que permitan reducir los costos asociados a la producción para hacerlos más competitivos dentro del mercado.

Una empresa que no posee controles sobre algún área o proceso, está expuesta, vulnerable a cualquier crisis, pues la toma de decisiones y las estimaciones o proyecciones serán erróneas o del todo no serán posibles. Por ello, es indispensable evaluar, identificar y controlar información tan necesaria como el desperdicio y los costos ocultos de esta.

Plásticos Modernos actualmente presenta problemas con la cantidad de scrap que se está generando, ya que en promedio es de un 7% mensual de la producción total, incrementando los costos, pues el kilo de resina virgen utilizada en los procesos de producción tiene un costo de \$2,40, pero el valor del kilo de scrap al ser reprocesado incrementa a \$2,89 por kilogramo, lo cual implica un gasto de aproximadamente \$79.096 al mes por el desecho que no se puede reprocesar.

Se buscará con este proyecto identificar la fuente principal de scrap en el departamento de termoformado y brindar soluciones viables para disminuirla y reducir los costos asociado. Termoformado fue seleccionado por ser considerado un cuello de botella para el Departamento de Imprenta, porque el 80% de los productos elaborados en este departamento es suministrado como materia prima del área de imprenta y enfundado, adicionalmente, representa uno de los departamentos con los mayores niveles de scrap como se verá más adelante.

SECCIÓN 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Reducir la cantidad de scrap de la empresa proveniente del departamento de termoformado de Plásticos Modernos a un 5% sobre la producción, permitiendo controlar el desperdicio y los costos ocultos por reproceso.

1.4.2 Objetivos específicos

- Reconocer las cantidades de scrap que se presentan en los procesos de ajustes de máquina, de producción general y de inspección de calidad del departamento de termoformado.
- identificar la causa de la sobreproducción de desecho en el proceso de termoformado
- Cuantificar los costos en que incurre el departamento de Termoformado, por concepto de pérdidas por reproceso.

- Generar una propuesta de mejora para la disminución de scrap en el departamento.

-

SECCIÓN 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 Alcances

El estudio se realizó en la compañía Plásticos Modernos S. A. ubicada en la Ribera de Belén, de la Firestone 450 metros al oeste; específicamente en el Departamento de termoformado donde se termoforma los envases y tapas plásticas de material de poliestireno (entre los meses de junio de 2018 a diciembre de 2019). Se utilizó la información proporcionada por el personal de departamento, así como la de las máquinas termoformadoras.

El Departamento de termoformado fue seleccionado por ser considerado un cuello de botella para el Departamento de Imprenta según indica el encargado de programación de la producción, ya que el 80% de los productos elaborados en este departamento es suministrado como materia prima del área de imprenta.

Se pretende evidenciar a la gerencia de producción y calidad las oportunidades de mejora que se pueden conseguir en el departamento, tan solo implementando recomendaciones.

Una vez obtenidos los análisis, se procederá a entregar un informe al encargado de calidad y se propondrá una propuesta acorde con las necesidades detectadas, en procura del beneficio del departamento y la compañía en general.

1.5.2 Limitaciones

Los reportes que se generan del sistema de Plásticos Modernos deben ser autorizados y supervisados por el encargado de la planta de producción, por lo que se deben coordinar las visitas según la disponibilidad que posea.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

SECCIÓN 2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la invención, perfeccionamiento y utilización de técnicas para la resolución de problemas que afectan directamente a los seres humanos en su actividad cotidiana. (Echertea, 2011)

La Ingeniería Industrial es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación, control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.

La Ingeniería Industrial es por convicción una herramienta interdisciplinar de conocimientos cuyo propósito es la integración de técnicas y tecnologías con miras a una producción y/o gestión competente, segura y calificada. (López, 2016)

2.1.2 Técnica de los 5 Porque

La compañía Plásticos Modernos S. A. utiliza esta teoría cuando se produce un problema con el fin de detectar la causa raíz de un problema. Esta técnica fue desarrollada por Sakichi Toyoda, empresario japonés, fundador de Toyota Industries Co. Ltd., que busca preguntarse ¿por qué?, cinco veces cuando ocurre alguna complicación o problema, con la finalidad de encontrar la raíz que lo produjo para evitar que se vuelva a presentar. Su objetivo principal es de diagnosticar, solucionar conflictos y tomar decisiones.

Los beneficios de utilizar esta técnica son:

- Permite identificar las causas más factibles del problema
- Busca obtener soluciones para eliminar la causa raíz.

- Permite relacionar las causas existentes de un problema, entre las diferentes causas de un problema.
- Se puede trabajar de manera grupal o individual.
- Se puede aplicar a cualquier tipo de problema.
- Implica un cambio cultural en la organización y los usuarios.

Sin embargo, se debe valorar el cómo aplicar la técnica. Así, se consideran los siguientes puntos.

1. Se debe hacer un buen planteamiento del problema de tal manera que lo describa claramente.
2. Se debe preguntar por qué con relación al problema planteado.
3. En aquellos casos en que la respuesta no especifica la causa raíz se debe continuar preguntándose hasta encontrar la causa raíz del problema.

2.1.3 Gráfico de Pareto

Joseph M. Jurán fue el expositor del Diagrama de Pareto (gráfico de barras) denominado también la Curva 80-20, porque el 80% de los problemas son producidos por el 20% de las causas. Sin embargo, tal y como señala la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000), su existencia se le atribuye a Vilfredo Pareto, economista italiano, quién se preocupó por realizar estudios referidos a pobreza y riqueza. También le denominan Distribución A, B, C, por ser una gráfica que ordena sus datos de forma descendente, identificando cada una de las principales causas de izquierda a derecha y separándolas por barras.

Para la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000), el Diagrama de Pareto ayuda a clasificar cada una de las características o particularidades de calidad de acuerdo con la frecuencia con que se dan y con su nivel de importancia, por lo que ayuda a mantener centrada la atención sobre aquellas particularidades que son verdaderamente importantes y no insignificantes.

Este diagrama permite exponer gráficamente el principio de Pareto, de poco importantes (vitales), muchos insignificantes (triviales), dicho de otra manera, sería

muchos problemas sin importancia, frente a problemas menos importantes. En la gráfica se colocan “poco vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha.

El objetivo de elaborar un gráfico es el de poner en evidencia donde se deben concentrar los esfuerzos, con el fin de mitigar o eliminar las causas del problema que ocurre con mayor frecuencia. Es muy usual emplear el Diagrama de Pareto en aquellos casos en donde se necesita dirigir toda la atención de un modo más ordenado a los problemas o causas.

La Distribución A, B, C, se fundamenta en:

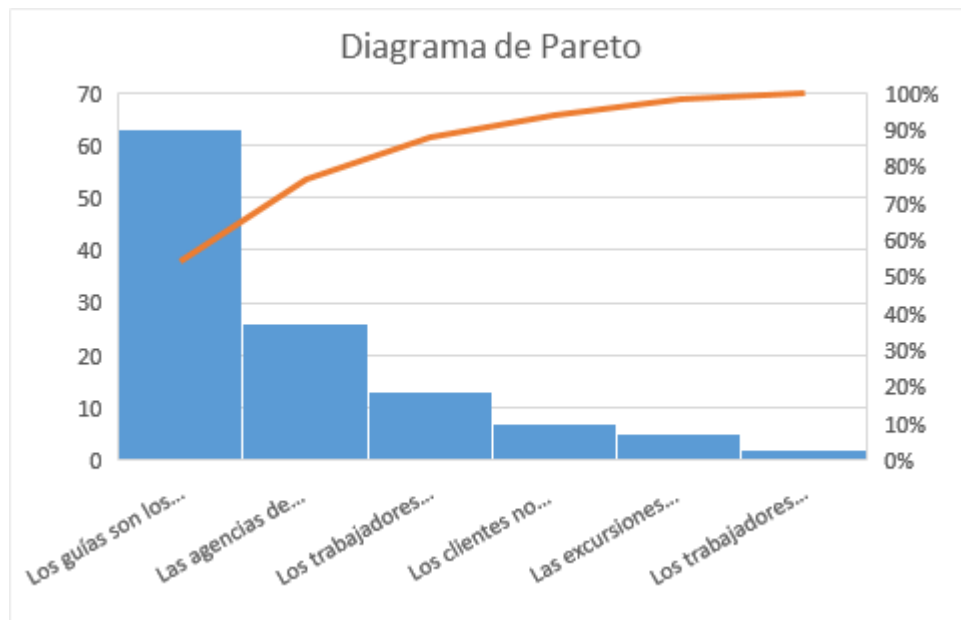
- Clase A: Está conformada por todos los elementos más importantes que oscilan entre el 65% y el 80%, generalmente son los menos numerosos, pero son los que más afectan el resultado final. Estos deben ser eliminados casi al instante porque son los que ocasionan que los productos o servicios no cumplan con las expectativas con las que fueron hechos.

- Clase B: Está conformada por todos aquellos elementos que pueden ser numerosos y que oscilan entre el 30% y el 40%; su importancia es media, con relación a la clase A; pero al colocarse en el Diagrama de Pareto representan las mayores causas del problema.

- Clase C: Está conformada por el mayor número de problemas o sea el 50%, pero éstos son los de menor importancia, dado que es mayor el esfuerzo que se hace por eliminarlos que el beneficio de se obtiene.

Aquí lo más importante es minimizar al máximo los problemas en 80% para obtener los mayores beneficios. Es importante destacar que el 20% de las causas totales son las de original 80% de los problemas por lo que se deben concentrar la mayor cantidad de esfuerzo para obtener los mayores beneficios.

Imagen 7 Pareto



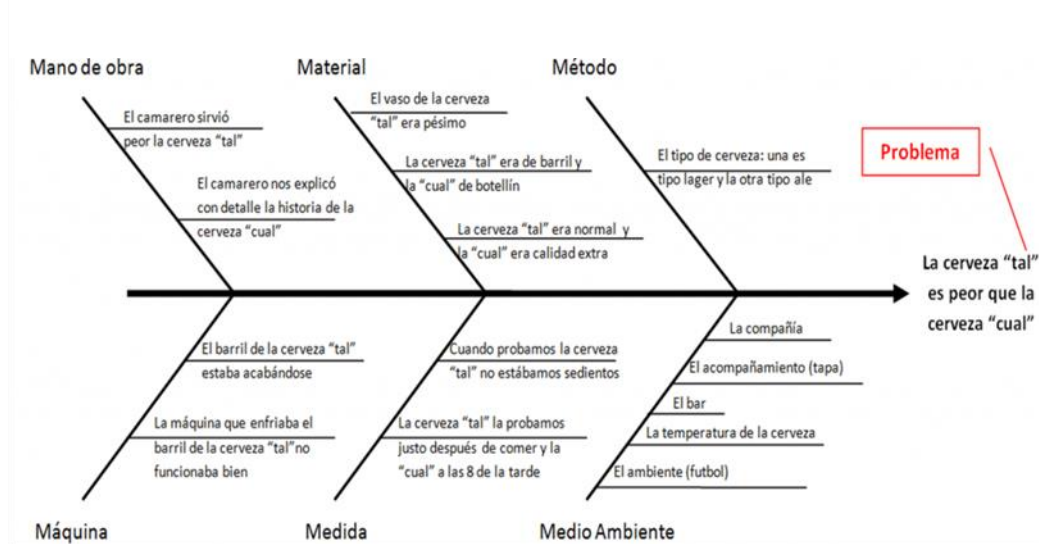
Fuente: google.com

2.1.4 Diagrama Causa y Efecto

El Diagrama Causa – efecto, o también conocido como espina de pescado, tiene como fin principal encontrar las causas y los efectos provocados por los problemas. Son utilizadas para la búsqueda y eliminación de las causas de los problemas detectados.

Para la construcción de un diagrama de espina de pescado se coloca a un lado las causas divididas en los factores de calidad principales para lo cual se pueden usar las seis M por sus nombres en inglés (material, método, mano de obra, hombre, dinero, organización) y del otro lado se colocan los efectos provocados por esas mismas causas; colocando en el centro el problema en análisis. Es muy utilizada para la identificación de las causas a los problemas de calidad y producción que se presentan en los procesos productivos.

Imagen 8 Ishikawa



Fuente: Acuña, 2002 (Pàg.151)

2.1.5 Diagrama de flujo

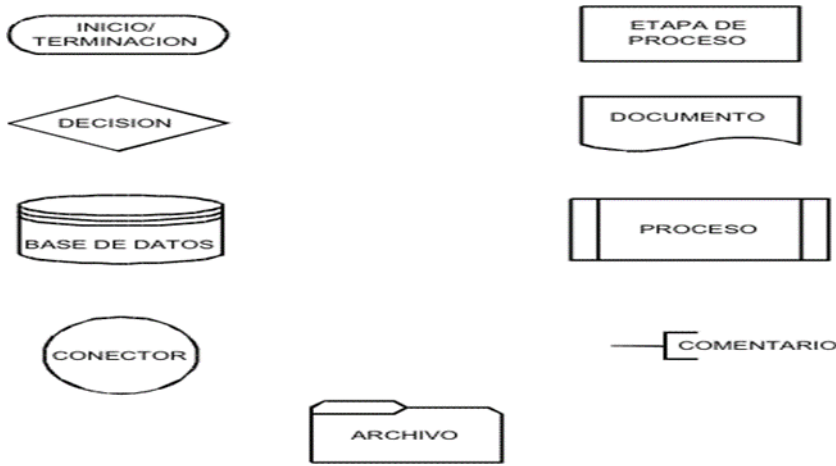
Un flujograma o diagrama de flujo es una representación gráfica de las actividades de un proceso con el fin de representar la cadena e interacción de los mismos; utilizados economía, procesos informáticos e industriales.

Ventajas

- Mejora la comprensión del proceso graficado.
- Identifica las causas o problemas, puntos críticos de control y oportunidades de mejora de los procesos y sus ciclos, así como las acciones reiteradas e innecesarias.
- Muestra las interacciones del proceso con los procesos anteriores y el siguiente.
- Permiten la capacitación de los nuevos empleados.

Los símbolos más usados son:

Imagen 9 Diagrama de Flujo



Fuente: <http://www.elprisma.com>

Es necesario definir claramente el alcance de este y deberá graficarse tal y como es la realidad del proceso al que se desea analizar.

Los pasos para elaborar un diagrama de flujo son:

- Constituir el alcance del proceso a describir.
- Identificar y enumerar las actividades principales y secundarias del proceso que se desea analizar, así como los puntos de decisión y/o verificación comprendidos dentro del proceso normal de operación.
- Se deben listar las actividades menores del proceso.
- Se deben asignar símbolos para cada una de las actividades determinadas.

2.1.6 Lean Manufacturing (Manufactura esbelta)

Según la Enciclopedia Wikipedia, el término Lean Manufacturing o también conocida como Manufactura esbelta se asocia con un conjunto de técnicas desarrollada por la Compañía Toyota, para hacer más productivo el proceso sin importar el tamaño de la industria donde se desarrolle. Esta filosofía está dirigida a la reducción de los siete tipos de desperdicio que se dan en todo proceso productivo:

sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

Anulando el desperdicio, la calidad mejora, el tiempo de producción y el costo, se disminuyen. Las herramientas lean que significa sin grasa se encuentran en kaizen, kanban y los poka yoke. Donde Kaizen son sistemas orientados hacia la mejora continua de toda empresa y sus mecanismos de una manera armónica y proactiva (iniciativa propia); Kanban es un sistema de tarjetas cuyo objeto es darle al cliente lo que solicitó en el momento que lo pidió.

Por su parte, el Grupo Kaizen S.A. (sf) define Lean Manufacturing como un sistema de señalización que ayuda a entregar el pedido correcto en el momento preciso, lo cual permite nivelar la producción. Siendo así una excelente manera de balancear la línea. Añade a su vez, que Poka yoke consiste en herramientas y mecanismos utilizados para evitar los errores que pueden darse dentro de un sistema de producción permitiendo que los equipos u operaciones solo puedan ser usados o efectuados del modo correcto.

Además, este grupo define SMED como una herramienta que fue creada por Shigeo Shingo en el año de 1950, para la compañía Toyota. Esta consiste en que última pieza buena producida del último producto hasta la primera pieza buena del siguiente, contemplando no solo el tiempo de cambio y los ajustes. Su principio radica en que los tiempos de montaje de un molde o troquel no sea mayor a 10 minutos. Se deben establecer ideas innovadoras con el fin de mejorar los métodos de trabajo.

Se consideran dos tipos de ajuste:

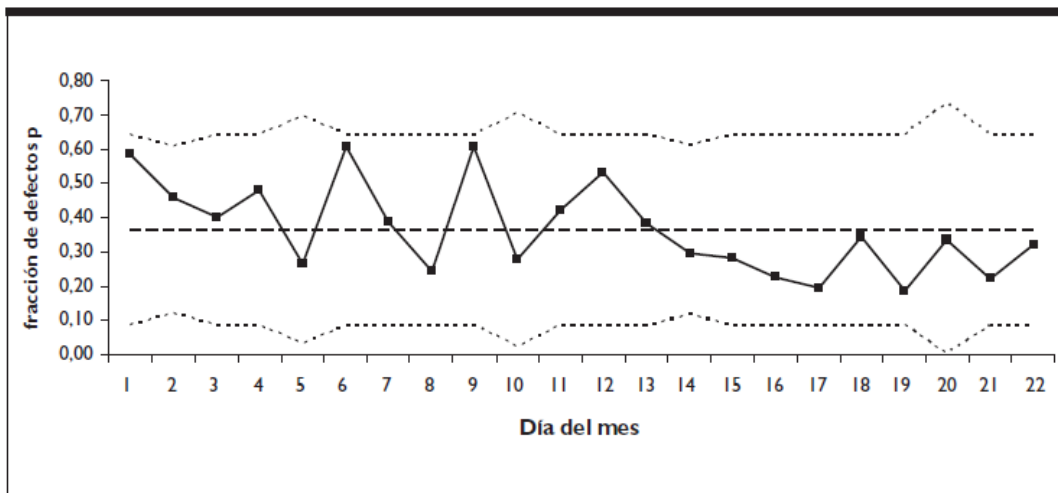
- Ajuste interno: Se hace con la máquina detenida (sin trabajar).
- Ajustes externos: Se pueden realizar con la máquina funcionando.

2.1.7 Gráfica de control

El gráfico de control es una herramienta gráfica que se utiliza para medir la variabilidad de un proceso. Consiste en valorar si el proceso está bajo control o fuera de control en función de unos límites de control estadísticos calculados se puede distinguir diversos tipos de gráficos de control en función del tipo de datos que contienen: por variables y por atributos.

- Los gráficos de control para variables son utilizados para características que tienen una magnitud variable. Ejemplo: longitud, ancho, profundidad, peso, tiempo de ciclo, temperatura, volumen, etc.
- Los gráficos de control para atributos son las que tienen características como aprobado/reprobado, bueno/malo o pasa/no pasa. Algunos ejemplos son: Número de productos defectuosos, fracción de productos defectuosos, número de defectos por unidad de producto, número de llamadas por servicio, número de partes dañadas, pagos atrasados por mes, etc.

Imagen 10 Gráfico de Control



Fuente : (Camisón & González, 2006)

2.1.8 Calidad

Calidad es el cumplimiento de un parámetro, según la percepción del cliente. Según lo menciona (Pulido & Salazar, 2009), “Es el juicio que el cliente tiene sobre

un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos”.

2.1.9 Pérdidas de Calidad

Es cuando el producto a la hora de su elaboración no es de buena calidad, lo cual hace que se produzcan:

2.1.10 Desechos (Scrap)

Son todos los productos que no cumplen con los estándares de calidad y que se pueden vender como productos de calidad menor. “El objetivo es “cero defectos”. Fabricar siempre productos de primera calidad desde la primera vez”.

2.1.11 Competitividad

Demuestra cuál es la capacidad real de la compañía para sobresalir de las demás empresas, por medio de valor agregado a sus productos Pulido & Salazar (2009) menciona que es la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores.

2.1.12 Costos

Según el diccionario de la Real Academia Española (sf) define el término costo como la cantidad que se da o se paga por algo, es decir, el dinero en que se incurre. El término es muy utilizado en las compañías debido a que este presenta el buen o mal funcionamiento de ellas, porque dependiendo del proceso de producción hace que éstos se aumenten o se disminuyan.

Las organizaciones se manejan grandemente bajo la variable costos; porque los costos reflejan el estado económico. Dependiendo de la utilización que se hagan de los recursos, hacen que estos se aumenten o disminuyan produciendo pérdidas o ganancias. Los costos más conocidos son indirectos, directos, fijos, variables y semivariables siendo éstos fijos y variables a la vez (Baldini y Casari, 2008). Los

costos mantienen una relación bidireccional con los ingresos y delimitar así, las utilidades o ganancias de la empresa, tal y como lo señala Baldini y Casari (2008).

2.1.13 Pérdidas por arranques

- Se produce durante el arranque de la máquina y hace que los primeros productos no sean de calidad.
- Cuando los productos al final de la fabricación de un lote se tornan débiles y no cumplen con los requisitos de calidad.
- Los productos que por alguna razón no se consideren de calidad.

Las compañías consideran estas pérdidas como inevitables, pero aun así se dan en grandes cantidades.

2.1.14 Pérdida de retrabajo

Son todos aquellos productos que no cumplen con los estándares de producción y se deben volver a reprocesar.

2.1.15 Objetivos e indicadores

La existencia de indicadores en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permite la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos.

Los objetivos tienen una serie de características para tener en cuenta a la hora de establecerlos; deben ser específicos, es decir, claros y positivos, con el fin de que toda la organización los pueda entender y aplicar; alcanzables, no se deben establecer objetivos poco prácticos o irreales, por el contrario deberían ser posibles de lograr alcanzar; medibles, pues si no se puede medir no se puede generar indicadores y metas para evaluar los resultados también deben contemplar el tiempo, es decir aparte de establecer lo que va a ocurrir se debe incluir el tiempo de ocurrencia.

La flexibilidad también hace parte de las características de los objetivos y hace referencia a la posibilidad de ser modificables cuando existan sucesos inesperados, sin dejar de ser firmes para asegurar la dirección.

Luego de establecer los objetivos, se procede a implementarlos. Es aquí donde se involucra el concepto de indicador. Uno de los errores más frecuentes en el establecimiento de los indicadores es que algunas personas parten de una meta para definir un indicador, o confunden lo que es un indicador con la fórmula para su cálculo o por el contrario definen primero un indicador y luego establecen el objetivo.

Los indicadores nacen a partir de definir las variables claves de cada objetivo, además que el orden lógico es establecer objetivo, indicador y meta. El proceso de definir un indicador requiere que se defina con anterioridad: qué medir, cómo medir, cuánto medir, fuente y responsable de la medición.

2.1.16 Plan de muestreo MIL STD 414

Consiste en un estándar que brinda planes para muestrear características variables como longitud, peso, espesor, entre otros, se calcula un índice que de acuerdo con su valor se rechaza o acepta el lote. En este plan se eligen muestras aleatorias del lote y a cada unidad se le realiza la medición de la característica de calidad. La principal ventaja del muestreo por variables es que la muestra a utilizar es más pequeña que en el de atributos.

Según Gutierrez (2002), los pasos a seguir para la aplicación del muestreo consisten en:

1. Determinar el tamaño del lote.
2. Especificar el NCA (o AQL).
3. Escoger el nivel de inspección (usualmente el nivel IV, que puede ser cambiado si la situación lo justifica).
4. Según el tamaño de lote y el nivel de inspección, encontrar la letra código del tamaño de la muestra.

5. De acuerdo con la letra código y el NCA, se busca el plan simple para inspección normal, que consiste en un tamaño de muestra n , y del valor M , que es el porcentaje máximo de defectuosos tolerado en el lote.
6. Partiendo de los NCA, se encuentra el plan que se emplearía con sus correspondientes valores para n y M .
7. Seleccionar de manera aleatoria una muestra de tamaño n , y a cada pieza de ésta se le mide la característica de calidad. Con los datos obtenidos calcular la media \bar{X} y la desviación estándar muestral, S .
8. De los siguientes dos índices, de acuerdo con el tipo de especificaciones que tenga la característica de calidad, calcular a uno o a ambos.

$$Z_{ES} = \frac{ES - \bar{X}}{S} \text{ para especificación superior (ES)}$$

$$Z_{EI} = \frac{\bar{X} - EI}{S} \text{ para especificación inferior (EI)}$$

9. Estimar la proporción de unidades defectuosas en el lote
10. Decisión de aceptación o rechazo, se rechaza si la suma de p_i y p_s es superior o igual al porcentaje máximo de defectuoso aceptado.

2.1.17 Costos ocultos

Son gastos innecesarios que hace la empresa y no se da cuenta, ya que no son percibidos fácilmente, porque están fuera de la empresa o forman parte de un proceso que se considera eficiente.

SECCIÓN 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.1.1 DMAIC

Es una técnica Seis Sigma (Six Sigma), se centra en la mejora del proceso, cuya base es la estadística y la recolección de información.

DMAIC es un acrónimo (por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control) de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

2.1.1.2 Pasos de DMAIC

Definir: Como su nombre lo dice define los requerimientos del cliente (necesidades y expectativas) y conoce el proceso de producción. En esta etapa se delimitan el inicio y el final de proceso de producción, para lo que se elabora un mapa del flujo del proceso.

En esta etapa se responderán las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el problema que vamos a tratar?
- ¿Cuál es el objetivo? ¿Qué resultados perseguimos conseguir?
- ¿Cómo impacta el estudio al proceso?
- ¿Cuál es el proceso que estamos investigando?

En esta etapa se elabora el mapeo del proceso, por medio del SIPOC o mapa sinóptico donde se detallan las actividades del proceso que se desea estudiar.

Se deben cumplir con los siguientes objetivos:

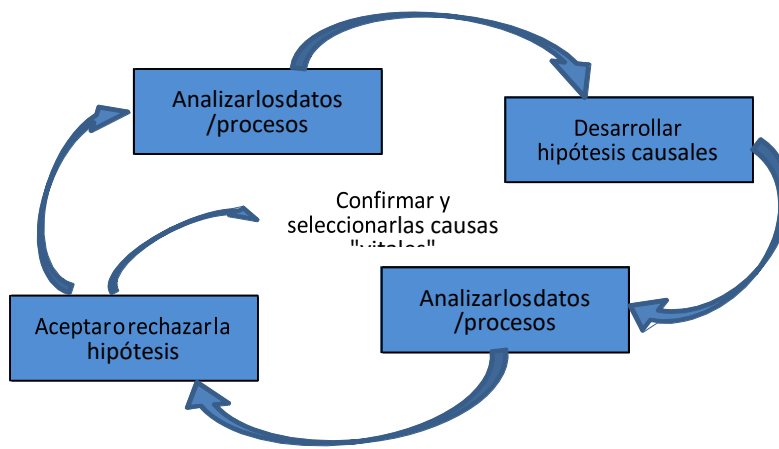
- Plantear el problema para encontrar las soluciones.
- Hacer ajuste en el proyecto en el caso de que sea muy grande, con el fin de centrar la atención en el área que se necesita.
- Buscar las posibles causas-raíz al problema.
- Clarificar las relaciones con proveedores y clientes.

- Localizar qué y dónde medir los datos clave del proceso.

Medir: Se refiere a evaluar el desempeño del proceso para mejorarlo; es necesario establecer un plan de recolección de datos e identificar las fuentes; con el fin de comparar los resultados actuales con las necesidades del cliente para determinar la dimensión de la mejora. En esta etapa se mide la magnitud del problema que se desea mejorar (causa-raíz). El gráfico de Pareto es de gran utilidad, por centrarse en los factores más importantes del problema (causa-raíz).

Analizar: Se analiza la información recolectada para determinar la causa-raíz de las y oportunidades de mejora, las herramientas como su aplicación dependerán del tipo de problema del proceso y de la manera cómo se plantee.

Imagen 11 Mejora continua



Fuente: Pande (2002) (Pág.217)

Para el análisis de datos se utilizan:

- Pareto
- Histogramas
- Gráficos de dispersión

Mejorar: Se plantean las soluciones para corregir los problemas que ocasionan la causa-raíz y se aplican las soluciones para incrementar los beneficios al máximo.

La falta de creatividad y la resistencia al cambio hacen que los beneficios no sean los más óptimos.

En esta etapa el investigador deberá plantearse:

- ¿Qué solución podría lograr un efecto más positivo y oportuno al problema en estudio?
- ¿Cómo podemos comprobar que la solución elegida es adecuada y garantiza la eficacia?

Controlar: Una vez determinadas las soluciones será necesario implementar los controles, que aseguren el nuevo norte del proceso; por lo que se deberá documentarse y monitorearlo.

SECCIÓN 2.3 EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

El impacto de un proyecto está compuesto por los efectos a mediano y largo plazo que estos tienen, para la población objetivo y para el entorno, sean estos efectos o consecuencias deseadas (planificadas) o sean no deseadas.

(Banco Mundial, 2011)

El impacto de este proyecto se vería reflejado de corto a mediano plazo haciendo que el proceso de trabajo sea más eficiente, liberando espacio en bodega del scrap almacenado, reduciendo los costos del producto final por material reprocesado y mejorando la calidad de este, ya que al reducir los niveles de scrap, se trabajaría más con materia prima virgen lo cual hace el producto final sea más puro.

SECCIÓN 2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Actualmente el tema de control del desecho se ha convertido en una parte necesaria y fundamental en la industria, pues permite volver más rentable su producción y ser más competitivos en el mercado.

A nivel nacional no ha sido posible identificar proyectos de investigación que abarquen el tema de disminución de scrap en empresas de producción de plástico, por lo que no existe referencia directa para apoyar la investigación. Sin embargo, a nivel internacional se ha hecho mención en proyectos similares como el de los estudiantes María Gabriela Pesantes Avilés y Luis Alberto López Alvarado (2017) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral de Ecuador, a través de su tesis "Reducción de scrap en una industria plástica", donde se detalla la necesidad de controlar los niveles de desecho dentro del proceso de extrusión, ya que este es de 4,8% mientras que la empresa lo ha delimitado al 2%, esto genera así grandes pérdidas económicas y materia prima. Para el desarrollo de su propuesta se trabaja con la metodología DMAIC, donde se identifica que no existe una estandarización del proceso y falta de comunicación entre los operarios y departamentos, propiciando así el error y como consecuencia el nivel de desperdicio. Los estudiantes proponen la estandarización del proceso y controles sobre la secuencia de las ordenes de producción, permitiendo así un ahorro de \$9000 dólares y la reducción de 500 kilogramos de scrap.

Un segundo trabajo de María Paula Herrera (2017) se denomina: "Propuesta de un modelo de optimización de recursos para mejorar la eficiencia en el proceso de transformación del plástico" de la Universidad Católica de Colombia. Trata de la necesidad de volver más esbeltos los procesos de transformación del plástico, disminuyendo así las mudas o desperdicios por medio de la metodología Lean y levantamiento de información por medio de la inspección del lugar de operaciones. Se concluye que la empresa genera desecho por producto no conforme dentro del proceso de producción, a niveles que incluso contaminan el ambiente y que muchos de estos problemas tienen como causa principal que la mayoría de las máquinas

son antiguas y poco eficientes; por lo que se propone inversión en maquinaria de alta tecnología, capacitación del personal, TPM y 5'S, para una reducción del 45% del desperdicio.

El artículo "Reducción de desperdicio utilizando herramientas Lean" desarrollado por los ingenieros Florentina Méndez Valentín, Iván Juan Carlos Pérez Olguín, Miriam Margarita Ruíz Sánchez y José Agustín Pérez Limón (2012) de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, hace referencia a la problemática que enfrenta la compañía COVIDIEN MMJ, pues diariamente genera 216 piezas de desperdicio por errores en la cabeza de ensamble, ya que se está produciendo con huecos sin pegamento, esto crea altos niveles de scrap y, por ende, pérdidas económicas que según los autores abarcan aproximadamente los \$275 diarios, lo cual al año implica altos costos por producto inconforme. Para su desarrollo se utiliza la metodología Lean y se utilizan herramientas de ingeniería como pareto, diagramas de causa y efecto y 5 porqués. Con esto, se logró determinar que la causa raíz que origina el problema, son las láminas sujetadoras en el área de secado, las cuales eran demasiado flexibles y no sujetan de forma adecuada al producto durante los 15 minutos que dura el proceso de secado. Para esto se propuso reemplazar las láminas por unas de mayor calibre y diseño Poka - Yoke, obteniendo una reducción diaria de 151 piezas no conformes.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo se desarrolla sobre dos tipos de investigación cuantitativo y descriptivo. Según Hernández Sampieri (2007), se establece que para que un estudio se considere bajo la base cuantitativa debe tener “objetivos de investigación, preguntas de investigación, justificación de la investigación, viabilidad de éstas y evaluación de las eficiencias en el conocimiento del problema” (p.45). Es decir, los objetivos deben de contribuir a resolver un problema en especial. Y descriptivo porque busca demostrar que la empresa está incurriendo en altos costos por pérdida de arranque y pérdidas de reproceso y en qué cantidades se presentan estos desperdicios.

En toda organización se produce resistencia al cambio y Plásticos Modernos S. A., no es la excepción, de allí la importancia de efectuar el presente estudio, en donde se demuestran las posibilidades de mejoramiento del Departamento de Termoformado. El departamento tiene todas las posibilidades de mejoramiento en mediano plazo, siempre y cuando se tenga la apertura y se elimine la resistencia al cambio.

Sujetos y fuentes de información

Sujetos

Son todos aquellos documentos personas u objetos que brindan datos para analizar y resolver todos los problemas que se dan dentro de la organización. La información fue suministrada por la compañía Plásticos Modernos S. A., mediante reportes del Departamento TI (Tecnología de la Información), personal que integran el Departamento de Termoformado y Líneas tanto colaboradores como los Operadores y supervisores suministraron la mayoría de la información).

SECCIÓN 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como fase inicial, se hace un reconocimiento del problema a analizar, para identificar qué área o proceso requieren mayor atención, por lo que se da inicio a obtención de datos cuantitativos para crear un panorama general de la situación actual y mediante herramientas como gráficos y diagramas de Pareto para irlo delimitando hasta detectar el problema real.

Para conocer más a profundidad, los departamentos que componen la empresa y en que forman parte de la producción de scrap, se muestra mediante un diagrama de flujo el proceso completo de la planta; además, se amplía el proceso de termoformado para dar mayor claridad acerca de posibles causas, así como ampliar el conocimiento que se tiene del departamento. Adicionalmente, los datos obtenidos se representarán con gráficos y diagramas de Pareto.

SECCIÓN 3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

Posteriormente, se busca medir el desempeño actual del departamento y su caracterización, por lo que se recurrirá a herramientas como gráficos de control para la característica que requiera mayor atención, esto será para conocer el desempeño del proceso y generar recomendaciones, también se aplicarán planes de muestreo sobre la producción.

Con estas herramientas se busca esclarecer si lo que está generando el proceso es lo que requiere la empresa y en qué porcentaje es la diferencia, además se verificará si el proceso se encuentra centrado y controlado, así como delimitar las cantidades permitidas según la capacidad arrojada por los gráficos como indicadores reales de control.

SECCIÓN 3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

Con el análisis realizado y los resultados obtenidos se creará una propuesta que permita mitigar los puntos de dolor. Para esto, se realizó una lluvia de ideas con la ayuda de los supervisores y operarios, de los posibles factores contribuyentes al problema, estas, se trasladan a un Diagrama de Ishikawa tomando como referencia las 6 M para identificar la principal causa raíz, posteriormente con la herramienta de los 5 por qué se ira depurando la información hasta para encontrar la causa real a los problemas identificados.

SECCIÓN 3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez identificado el problema y las posibles causas, se procede a generar recomendaciones específicas, que permitan reducirlo y sirvan para desarrollar una propuesta de mejora que sea viable para el departamento y admita su puesta en marcha a corto o mediano plazo.

SECCIÓN 3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Se desarrolla un plan de acción, para asignar las fechas y responsables del desarrollo de la propuesta. Así como un plan de seguimiento y monitoreo continuo de los datos e identificar cualquier eventualidad a tiempo.

CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1 Estudio del proceso completo

A continuación, se detallará el proceso productivo completo que abarca todos los departamentos de producción de Plásticos Modernos, para mayor comprensión del lector, para esto, se utilizará como ejemplo la formación del envase con referencia de Plásticos Modernos EN-911 para la presentación de 1892ML de helado de la Dos Pinos.

4.1.1 Proceso de Extrusión

1- Se traslada la materia prima de la bodega hacia la máquina de extrusión: estas se dividen en 3 sacos que contienen resina virgen, scrap, masterbacht y zinc. Posteriormente, se le introducen los tubos de succión.

2- El operario debe programar la máquina para que succione la cantidad de materia requerida para la fabricación del envase, las cuales corresponden a 62% de resina virgen, 23% de scrap. 3% de masterbacht y 12% de zinc. A continuación, los tubos o chuzas succionarán la cantidad indicada.

3- La materia prima es pesada automáticamente en una romana antes de mezclarse.

4- La mezcla pasa por una tolva ubicada debajo de la romana

5- Para posteriormente ingresar al extractor, el cual consiste en tubo dividido por resistencias, compuesto en su interior por un molino sin fin, la materia en este proceso será calentada aproximadamente 225 grados centígrados y mezclados para lograr su completa homogeneización.

6- La mezcla pasa por un filtro colocado en la bomba de engranaje para evitar cualquier suciedad.

7- El operario debe monitorear que la presión del extractor se mantenga estable en 80 psi, si disminuye, significa que la temperatura esta alta y que el material está muy

líquido, si por el contrario aumenta, el operario debe revisar la máquina y comprobar si hay atasco de material y cambiar el filtro.

8- La mezcla filtrada posteriormente pasa por un labio metálico, el cual se encarga de darle el grosor requerido a la lámina.

9- La lámina es recibida por los rodillos cromados para darle tensión.

10- Pasa por los rodillos de arrastre o también llamado calamidia hacia el árbol de cuchillas, donde será ajustado el ancho de la lámina.

11- El scrap resultante es cortado y trasladado por medio de una banda al molino, donde será triturado y, seguidamente, utilizada para ser reprocesado.

12- La lámina cortada pasa por el contador de metros para darle el largo.

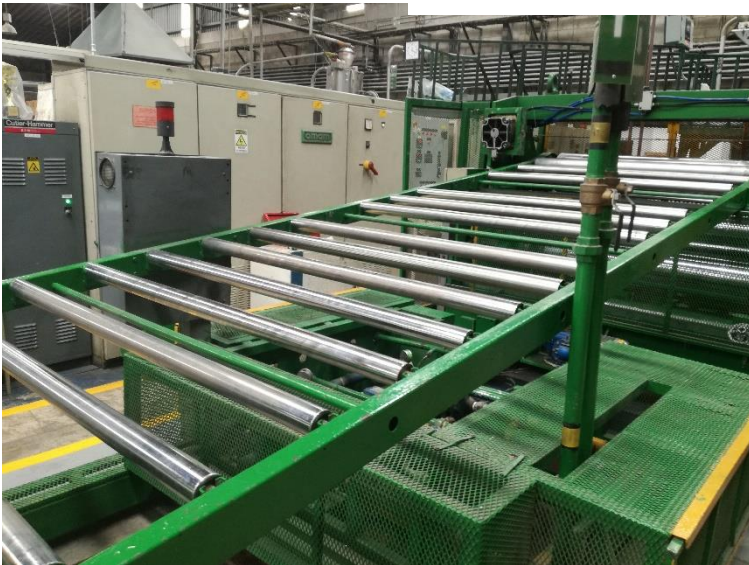
13- Luego pasa al sistema de arrollado, donde la lámina será enrollada.

14- El operario hace inspección de calidad.

15- Se empaca en una bolsa y se identifica.

16- Y se lleva a producto terminado.

Imagen 12 Máquina de Extrusión



Fuente: Plásticos Modernos

4.1.2 Proceso de Termoformado

- 1- Se instala el rollo en la máquina.
- 2- Pasa por el sistema de horno a temperaturas de 150 a 200 grados para suavizar el material.
- 3- El molde hace contacto con la lámina para darle la forma del envase.
- 4- El envase cae en la canasta de producto final.
- 5- El operario hace inspección y lo acomoda según la cantidad que entra en la caja.
- 6- Se empaca y se identifica el envase.
- 7- Se lleva a producto terminado.
- 8- El scrap resultante es absorbido por tubos conectados al molino, donde posteriormente será reprocesado.



Imagen 13 Máquinas de Termoformado

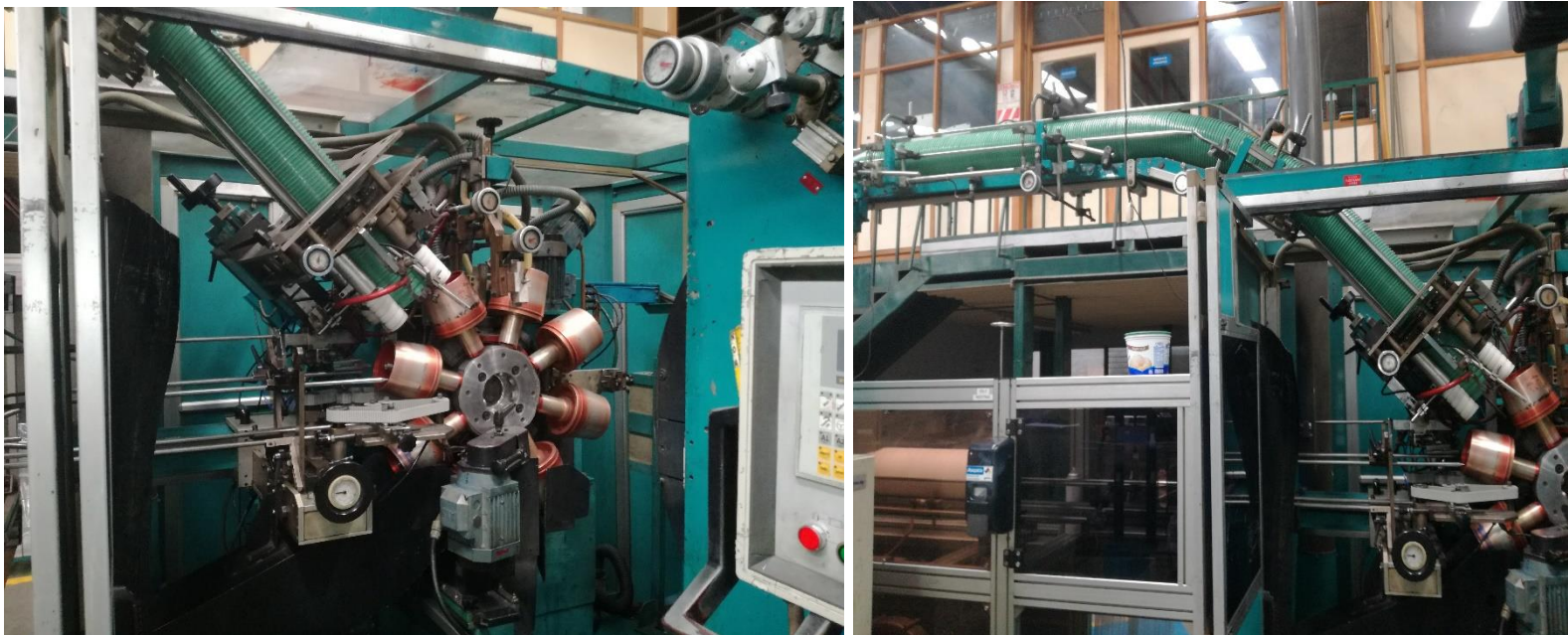


Fuente: Plásticos Modernos

4.1.3 Proceso de Imprenta

- 1- Se colocan los envases en el recibidor
- 2- Se ajusta la máquina con los colores descritos en la ficha técnica
- 3- La máquina coloca los envases en las unidades de color e imprime el cliché.
- 4- Los envases son desplazados por el canal de producto terminado.
- 5- El operario recibe los envases y hace inspección de calidad;
- 6- Se empaca el producto en cajas y se identifica
- 7- El scrap resultante es absorbido por tubos conectados al molino, donde posteriormente será reprocesado.

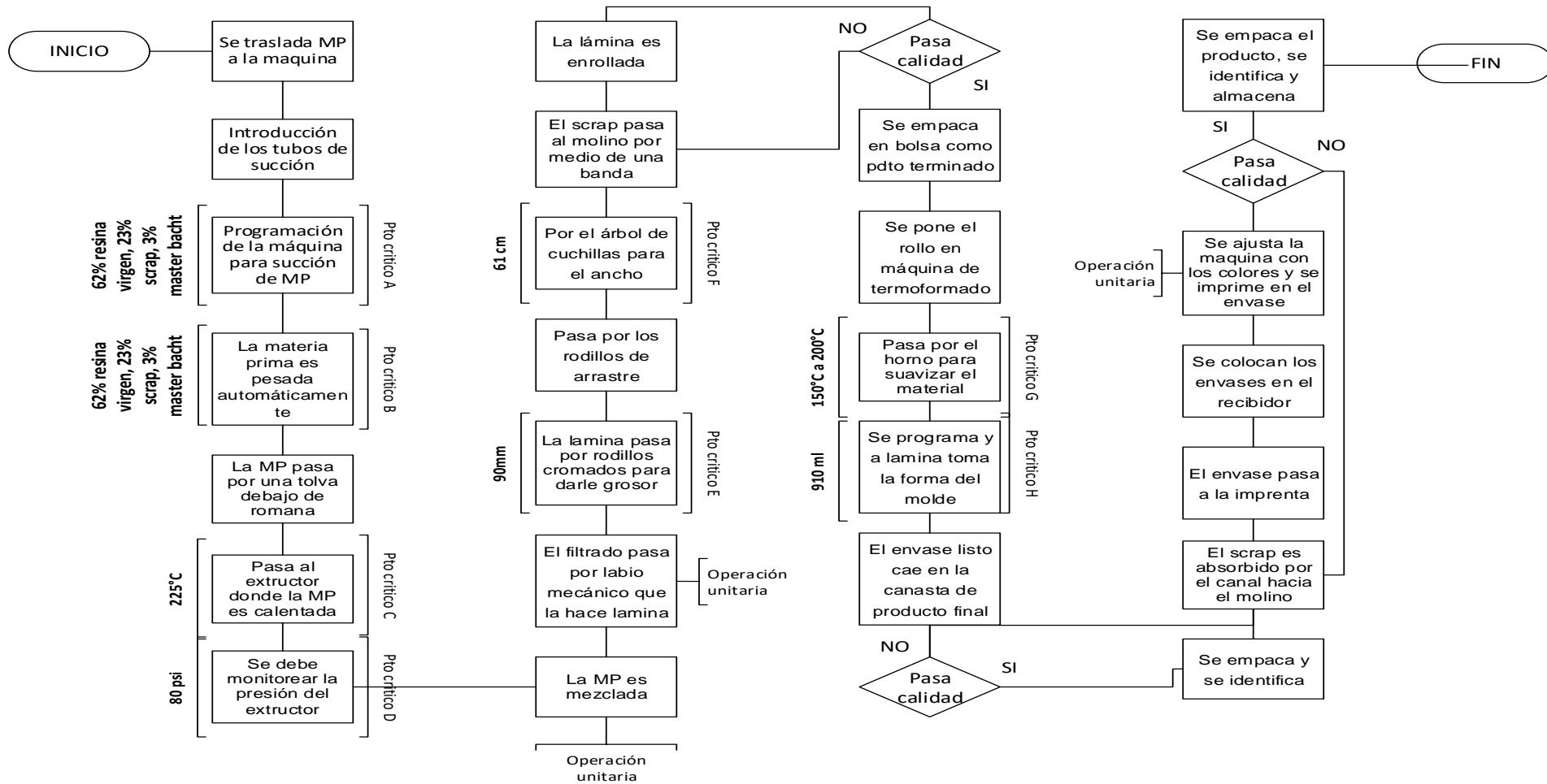
Imagen 14 Máquinas de Imprenta



Fuente: Plásticos Modernos

4.1 4 Diagrama de flujo del proceso completo

Diagrama 1 Proceso Completo de Plásticos Modernos



Fuente: Elaboración propia

4.2 Obtención de datos

De los 4 departamentos en el área de producción solo inyección utiliza únicamente con resina virgen como materia prima; sin embargo, otros departamentos como extrusión y líneas, trabajan con resina virgen y 20% (recomendado) de scrap, este porcentaje puede aumentar dependiendo de la cantidad de desecho que se haya generado en producciones anteriores, este aumento si es muy significativo podría disminuir la calidad de los productos finales. Para departamentos como Termoformado, imprenta y enfundado, la materia prima son los productos obtenidos de los otros departamentos.

Imagen 16 Materia prima de Termoformado



Fuente: Plásticos Modernos

Imagen 15 Materia prima de Extrusión



Se procede a resumir los datos obtenidos del System Evolution, los reportes diarios de producción de los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2018, facilitados por el Gerente de Producción (ver anexo 1). El sistema reporta:

- Número de reporte
- Orden de producción
- Departamento
- Máquina
- Fecha del reporte
- Descripción del producto
- Peso
- Kilogramos producidos
- Cantidad producida
- Horas producidas
- Materia prima
- Empaque
- Sobrantes
- Producto intermedio
- Cantidad de orillas
- Arranques
- Cantidad de producto defectuoso
- Cantidad de mal impresos
- Cantidad de purgas

Imagen 17 Reporte del System Evolution

DESCRIPCION DE LA MAQUIN	FECHA DEL REPORTE	KILOS PRODUCIDOS	MATERIA PRIMA	CANTIDAD DE ORILLAS	ARRAQUES	CANTIDAD PURGAS	TOTAL SOBRANTES
Bandera	5/9/2018	770,96	535	64	75	0	139
Bandera	5/9/2018	905,04	557	73	25	0	98
Bandera	8/9/2018	0	0	0	0	0	0
Bandera	8/9/2018	412	370	14	150	0	164
Bandera	8/9/2018	206	122	16	0	0	16
Bandera	8/9/2018	497	367	34	85	0	119
Bandera	8/9/2018	248,5	177	18	35	0	53
Bandera	10/9/2018	0	770	0	0	0	0
Bandera	10/9/2018	1.665,00	1.048,00	36	180	0	216
Bandera	10/9/2018	486,18	518	18	0	0	18
Bandera	10/9/2018	386,28	290	15	80	0	95
Bandera	11/9/2018	1.665,00	917	50	35	0	85
Bandera	11/9/2018	639,36	674	35	0	0	35
Bandera	11/9/2018	248,5	228	9	95	0	104
Bandera	11/9/2018	248,5	263	15	0	0	15
Bandera	11/9/2018	88,75	133	44	0	0	44
Bandera	11/9/2018	206	264	58	0	0	58
Bandera	11/9/2018	88,75	118	29	0	0	29
Bandera	11/9/2018	177,45	119	20	10	0	30
Bandera	11/9/2018	0	0	0	0	0	0
Bandera	11/9/2018	824	538	45	80	0	125
Bandera	11/9/2018	333	286	20	90	0	110

Fuente: System Evolution

4.2.1 Scrap de producción

Según los datos obtenidos, se logra identificar la cantidad de producción en kilogramos de los tres meses, así como la cantidad de materia prima y scrap utilizado según sea el departamento y el scrap generado por la producción. Para lo que se usará la fórmula:

$$\text{MP virgen} + \text{Scrap reutilizado} = \text{MP total} - \text{Producto final} = \text{Scrap generado}$$

Tabla 1 Datos de producción de Extrusión

<u>Extrusión</u>	MP virgen (Kg)	Scrap reutilizado (Kg)	% de scrap reutilizado (Kg)	Producto final (kg)	Scrap generado producción (Kg)	% scrap generado
Setiembre	221 006	84 719	28%	283 646	22 080	7%
Octubre	312 706	121 729	28%	411 042	23 393	5%
Noviembre	313 232	160 468	34%	495 134	27 572	6%
Promedio	282 315	122 306	30%	396 607	24 349	6%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

El departamento de extrusión utiliza en un mes un promedio de 282.315 kilogramos de resina virgen y se le agrega en promedio 30% de scrap. Se genera en promedio 396.607 kilogramos de producto terminado y 6% de scrap.

Tabla 2 Datos de producción de Termoformado

<u>Termoformado</u>	MP de extrusión (Kg)	kg procesados	Scrap producción (Kg)	% scrap generado
Setiembre	106 176	65 682	40 934	39%
Octubre	183 230	110 758	72 472	40%
Noviembre	145 890	118 560	72 595	49%
Promedio	145 098	98 333	62 000	42%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

En el departamento de Termoformado se utiliza como materia prima el producto final de Extrusión que son rollos de plástico, en promedio mensualmente se invierten 145.098 kilogramos, se generan 98.333 kilogramos en envases

termoformados y se produce aproximadamente 42% de scrap, lo cual corresponde en casi la mitad de la materia prima utilizada.

El porcentaje de scrap permitido para termoformado es de 50%, de los cuales 40% corresponde a producción y 10% a ajustes de máquina. Los niveles de scrap de termoformado son superiores al departamento de extrusión, pues su proceso como tal, genera mayor desperdicio debido a las orillas sobrantes por cavidad cuando se termoforma el envase. Sin embargo, este 40% es nuevamente reutilizado en el departamento de extrusión, el exceso se almacena o se trata de invertir en las fórmulas para la producción de los rollos.

Imagen 18 Orillas sobrantes del proceso de termoformado



Fuente: Plásticos Modernos

Imagen 19 Formula de resina virgen con scrap para extrusión



Fuente: Plásticos Modernos

Tabla 3 Datos de producción de Líneas

<u>Líneas</u>	<i>MP virgen</i>	<i>Scrap reutilizado</i>	<i>% de scrap reutilizado</i>	<i>Producto final en Kg</i>	<i>Scrap generado producción</i>	<i>% scrap generado</i>
<i>Setiembre</i>	79 554	56 975	42%	71 060	65 468	48%
<i>Octubre</i>	109 477	81 257	43%	98 505	92 228	48%
<i>Noviembre</i>	81 549	67 905	45%	63 894	85 560	57%
Promedio	90 193	68 712	43%	77 820	81 086	51%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

El departamento de Líneas utiliza en promedio 90.193 kilogramos de resina virgen y se le agrega un 43% de scrap, se producen 77.820 kilogramos en producto terminado y se genera un 51% de scrap. El departamento de Líneas funciona de manera independiente, ya que las máquinas realizan todo el proceso completo, además posee su propio molino que le permite reutilizar todo el scrap generado. Sus niveles elevados de scrap se deben a que realiza el proceso de extrusión y termoformado a la vez.

Tabla 4 Datos de producción de Inyección

<u>Inyección</u>	<i>MP virgen</i>	<i>Producto final en Kg</i>	<i>scrap generado producción</i>	<i>% scrap generado</i>
<i>Setiembre</i>	23 628	23 551	77	0%
<i>Octubre</i>	32 890	32 290	600	2%
<i>Noviembre</i>	32 729	35 573	156	0%
Promedio	29 749	30 471	277	1%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

En Inyección, se utilizan 29.749 kilogramos de materia prima y se genera un 1% de scrap, lo que indica que el desecho se encuentra bastante controlado.

Tabla 5 Datos de producción de Imprenta

<u>Imprenta</u>	<i>MP de termo</i>	<i>Producto final en Kg</i>	<i>scrap generado producción</i>	<i>% scrap generado</i>
<i>Setiembre</i>	64 448	64 420	28	0%
<i>Octubre</i>	79 341	79 293	48	0%
<i>Noviembre</i>	56 358	56 325	33	0%
<i>Promedio</i>	66 716	66 679	36	0%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

En la Imprenta se utilizan en promedio por mes 66.716 kilogramos de materia prima y todo es aprovechado en la producción, por lo que el scrap que genera es del 0%.

Tabla 6 Datos de producción de Enfundado

<u>Enfundado</u>	<i>MP de termo</i>	<i>Producto final en Kg</i>	<i>scrap generado producción</i>	<i>% scrap generado</i>
<i>Setiembre</i>	51 382	51 013	368	1%
<i>Octubre</i>	65 436	65 037	399	1%
<i>Noviembre</i>	74 712	74 087	624	1%
<i>Promedio</i>	63 843	63 379	464	1%

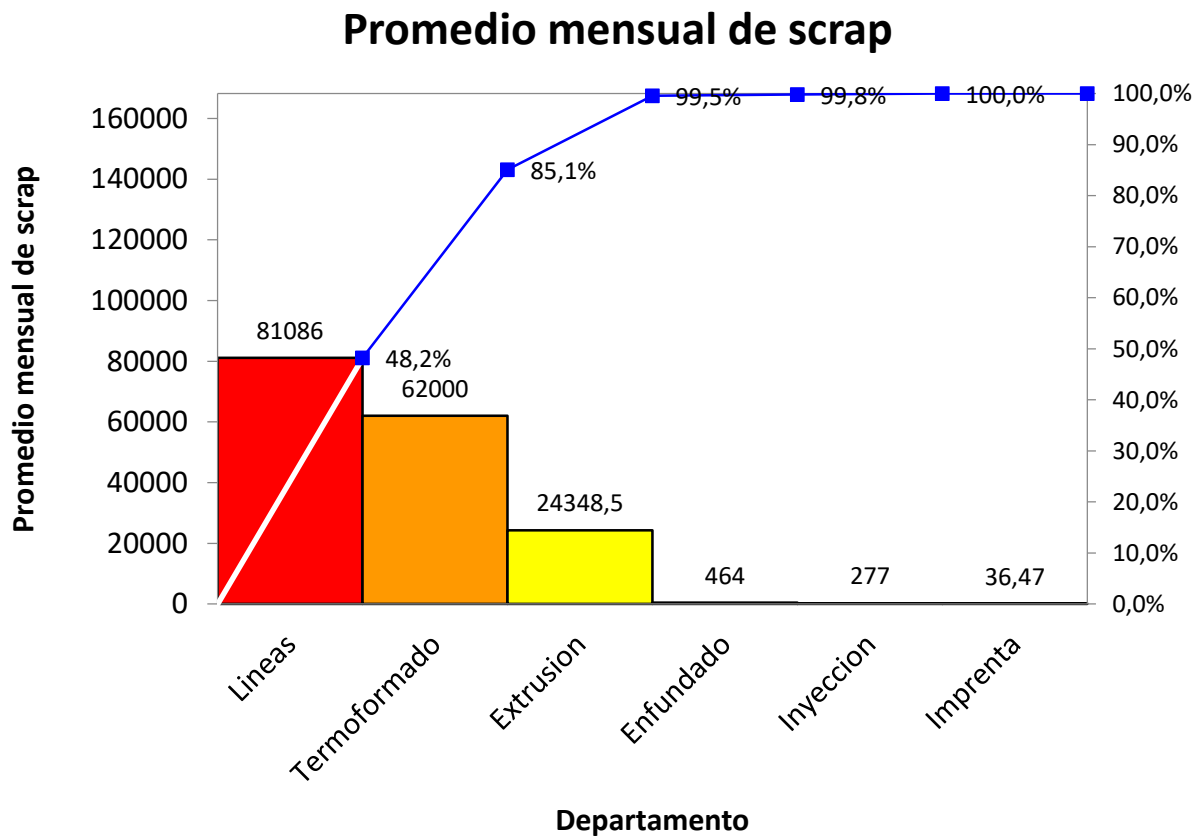
Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

En enfundado la materia prima a utilizar es de 63.843 kilogramos en envases de termoformado y se aprovecha el 99% de la producción, por lo que se genera un 1% de scrap.

Análisis de tablas:

Es importante mencionar que el scrap por producción no puede ser disminuido, ya que según el proceso está predispuesto para generar esa cantidad de desecho, por orillas y purgas, sin embargo; se puede analizar la cantidad de scrap que corresponden a este.

Diagrama 2 Pareto Kilogramos promedio de scrap por producción por departamento



Fuente: Elaboración propia

Descripción

Basados en el gráfico anterior, se puede observar como el proceso de Líneas producen 81 toneladas de scrap en la producción, termoformado 62 toneladas y extrusión 24 toneladas. Mientras que imprenta, enfundado e inyección no llegan 500 kilogramos.

Análisis

Según los datos arrojados, los departamentos de termoformado y líneas representan el 85.1% de los desperdicios de materia prima en producción. Sin embargo, esos costos están contemplados de antemano, ya que pertenecen a condiciones de máquina y corte de material. Por tanto no es posible proponer mejoras que permitan su reducción.

4.2.2 Scrap por Arranques

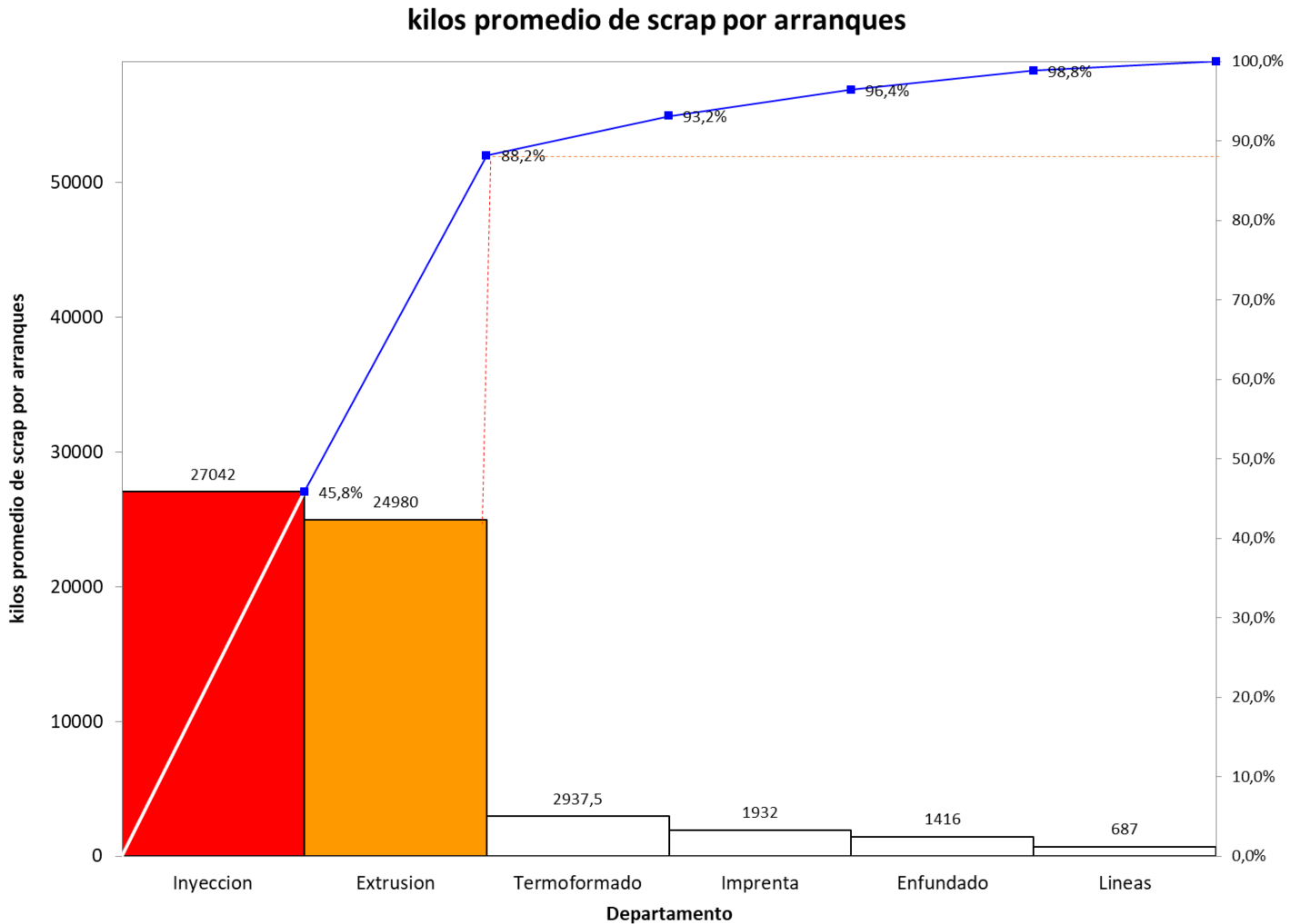
El segundo tipo de scrap que genera la empresa, es por ajustes de máquina para los arranques de producción. La empresa considera que el porcentaje tolerable de scrap por arranques para termoformado es de un 10% sobre la producción.

Tabla 7 Datos de scrap por arranques

<i>Departamento</i>	<i>Kilogramos de scrap por arranques</i>			
	Kilogramos de scrap setiembre	Kilogramos de scrap octubre	Kilogramos de scrap noviembre	Promedio mensual
<i>Extrusión</i>	22 166	24 394	28 381	24 980
<i>Termoformado</i>	2 455	3 238	3 120	2 938
<i>Líneas</i>	441	1 140	479	687
<i>Inyección</i>	21 095	8 861	51 169	27 042
<i>Imprenta</i>	2 188	1 967	1 642	1 932
<i>Enfundado</i>	1 211	1 643	1 393	1 416

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Diagrama 3 Pareto promedio de scrap por arranques por departamento



Fuente: Elaboración propia

Descripción

Según el gráfico, extrusión genera 24.980 kilogramos de scrap en los arranques, mientras que inyección, 27.042 kilogramos, termoformado 2.938 kilogramos y enfundado e imprenta 1.416 y 1.932 kilogramos de scrap al mes en promedio.

Análisis

Según los datos arrojados, extrusión e inyección generan el 88.2% de scrap por ajustes. Sin embargo, el encargado de producción indica que hay una tolerancia del 10% de scrap sobre la producción para la realización de ajustes y pruebas de máquina.

Cuando se realiza un análisis del scrap que genera cada departamento por ajustes de máquina en los arranques, se puede observar que todos los departamentos se encuentran dentro del 10% permitido a excepción de inyección que muestra un 89% de scrap.

Se hace la consulta al encargado de calidad para determinar la causa del aumento del nivel de scrap en ajustes en inyección y comenta que se debió a un envase nuevo para yogurt, por lo que se debieron realizar ajustes del equipo de manera que se adaptara a lo requerido por el cliente, al principio pensaron que el envase no sería posible debido a la capacidad de la máquina para desarrollar las características del producto, no obstante, después de varias pruebas lograron ajustar el equipo al requerimiento. Este evento, fue lo que incremento la cantidad de desecho en los ajustes, por lo que se descarta como un problema para analizar.

Tabla 8 Porcentaje de scrap de ajustes por departamento

<i>Kilogramos de scrap por arranques de máquina</i>			
<i>Departamento</i>	<i>Promedio (Kg) mensual de scrap por ajustes</i>	<i>Promedio (Kg) mensual de producción</i>	<i>% de scrap por ajustes</i>
<i>Extrusión</i>	24 980	396 607	6%
<i>Termoformado</i>	2 938	98 333	3%
<i>Inyección</i>	27 042	30 471	89%
<i>Imprenta</i>	1 932	66 679	3%
<i>Enfundado</i>	1 416	63 379	2%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

4.2.2.1 Porcentaje de Scrap por arranques en Termoformado

Tabla 9 Porcentaje de Scrap por arranques en termoformado

Termoformado	Producto final en Kilogramos	Kilogramos de scrap por arranque	% de scrap
Setiembre	65 681	2 454	4%
Octubre	110 758	3 238	3%
Noviembre	118 560	3 120	3%
Promedio	98 333	2 937	3%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Según los datos, Termoformado se encuentra dentro del 10% permitido para scrap por ajustes, por lo que el tipo de desecho no representa un problema para la empresa.

4.2.3 Scrap por rechazos (Calidad)

El producto inconforme, ya sea por deformidad, fuera de los límites especificados o porque no le gusta al cliente, es scrap no permitido por la empresa, ya que no debería existir en altas cantidades, debido a que la empresa cuenta con certificaciones de calidad que respaldan la eficiencia de sus procesos y la inocuidad de sus productos, por lo que ni siquiera cuentan con un parámetro para medir si se encuentra dentro de lo normal o no, pues no es posible eliminar por completo este tipo de desecho, debido a que es parte de todo proceso. Se realiza un análisis de los datos que corresponden a este tipo de desperdicio para identificar las cantidades que se generan al mes.

Tabla 10 Datos de scrap por rechazos


Kilogramos de scrap generados por rechazo

Departamento	Setiembre	Octubre	Noviembre	Promedio mensual	Costo
Enfundado	35	34	2 642	2 711	¢7 053 418,24
Extrusión	1 089	4 548	1 081	6 718	¢5 493 623,00
Termoformado	20	60	2 990	3 070	¢4 407 230,00
Líneas	514	10	521	1 045	¢2 040 929,00
Imprenta	37	56	12	105	¢945 732,99
Inyección	8	6	103	117	¢168 344,94

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Se observa que extrusión y Termoformado genera mayor cantidad de scrap por producto rechazado y que los costos por dicha muda son bastante significativos, por otra parte, enfundado encabeza los costos por inconforme, sin embargo, se descarta, ya que para noviembre los reportes indican un rechazo de lotes por parte del cliente por no gustarle el diseño del envase. Los costos fueron calculados gracias a los Reportes *Costos de Calidad de Productos que se envían al Molino* (por departamento) generados por calidad. El costo por enviar producto terminado rechazado al molino en promedio fue 4.407.230,88 colones. (Ver anexo 2).

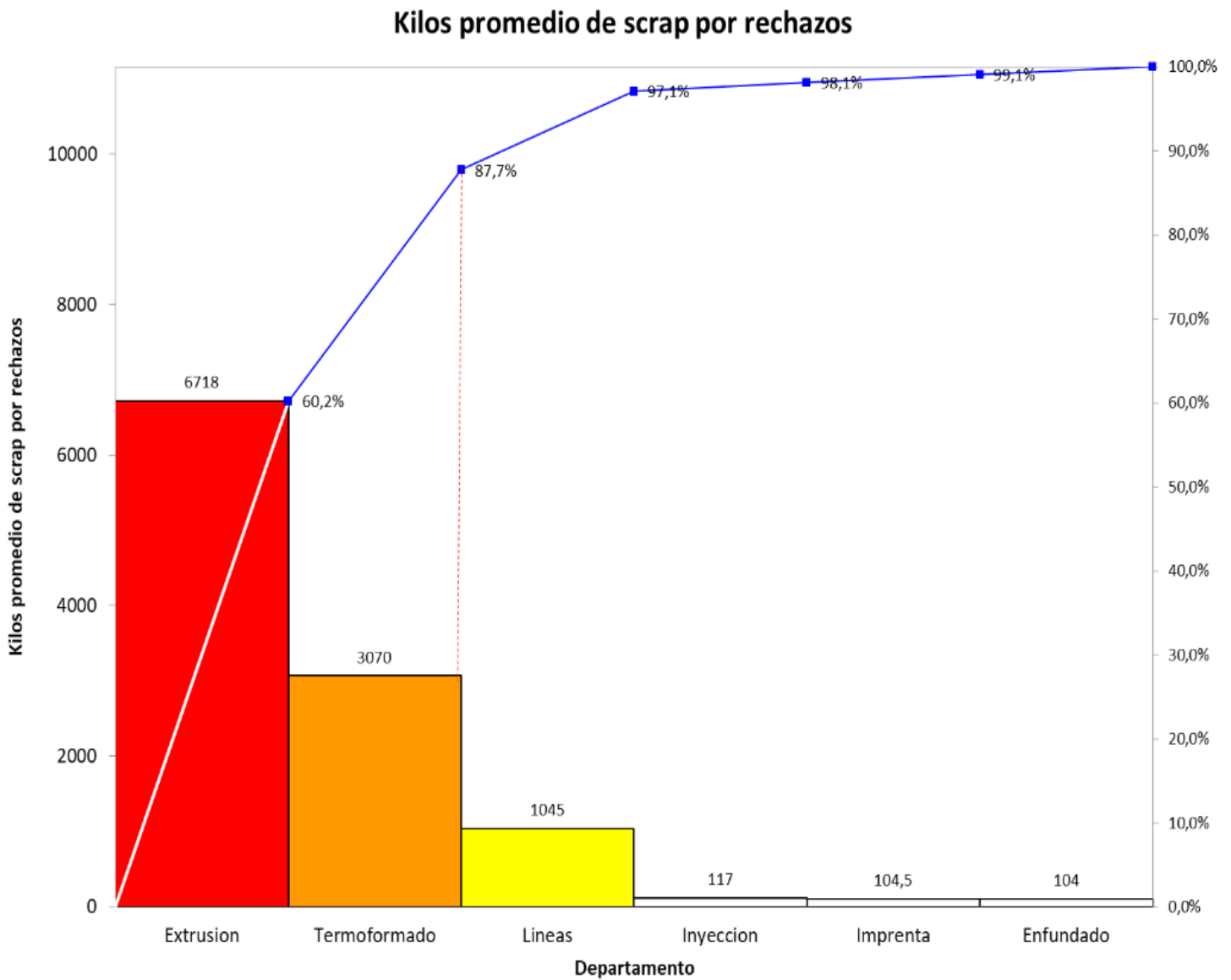
Imagen 20 Reportes de calidad costos de envíos al molino

 Plásticos Modernos, S.A. <small>• Teléfono: (506) 4700-6000 • Fax: (506) 2293-4017 • E-mail: info@plasticos-modernos.com • Po Box: 451-4005, La Ribera de Belén, Heredia, Costa Rica www.plasticos-modernos.com</small>		COSTOS DE CALIDAD DE PRODUCTOS QUE SE ENVÍAN A MOLINO							
FECHA DE ENVÍO A MOLINO	ÁREA RESPONSABLE	ORIGEN DE ENVÍO	DETALLE DEL MOTIVO	NÚMERO DE LOTE	CÓDIGO DE PRODUCCIÓN	DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL PRODUCTO	ENVÍOS A MOLINO EN KG	COSTO SKU PROMEDIO POR KG	COSTO DE CALIDAD
28/8/2018	TERMOFORMADO	INTERNO	PROBLEMAS DE ALTURA	73935	T1-2-24-08-18	EN-0215 BCO BTE	19,00	¢1 331,85	¢25 305,23
10/9/2018	TERMOFORMADO	INTERNO	CONTAMINACION CON ACEITE O GRASA	74048	T2-2-16-08-18	TP-1740 BCA	59,40	¢1 873,81	¢111 304,43
21/11/2018	TERMOFORMADO	EXTERNO	APILAMIENTO	75498	T4-1-9-11-18	EN-097 BCO BTE	2 991,70	¢1 427,49	¢4 270 621,22
Total			3				3 070,10		¢4 407 230,88

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Si se elimina el dato de enfundado que posee una causa asignable, ya que el cliente rechazo la totalidad del producto debido a que no le gusto el diseño de los envases, el gráfico nos muestra los datos de la siguiente forma.

Diagrama 4 Pareto Scrap por rechazos por departamento



Fuente: Elaboración propia

Descripción

Según el gráfico, los departamentos de extrusión y termoformado producen de scrap por rechazos cada trimestre 6.718 kilogramos y 3.070 kilogramos respectivamente, mientras que líneas produce 1045 kilogramos e imprenta e inyección solamente 100 kilogramos.

Análisis

Los departamentos de extrusión y termoformado generan casi 87,7% de scrap por calidad, lo que generan mayores costos por producto terminado rechazado.

4.2.4 Scrap total por departamento

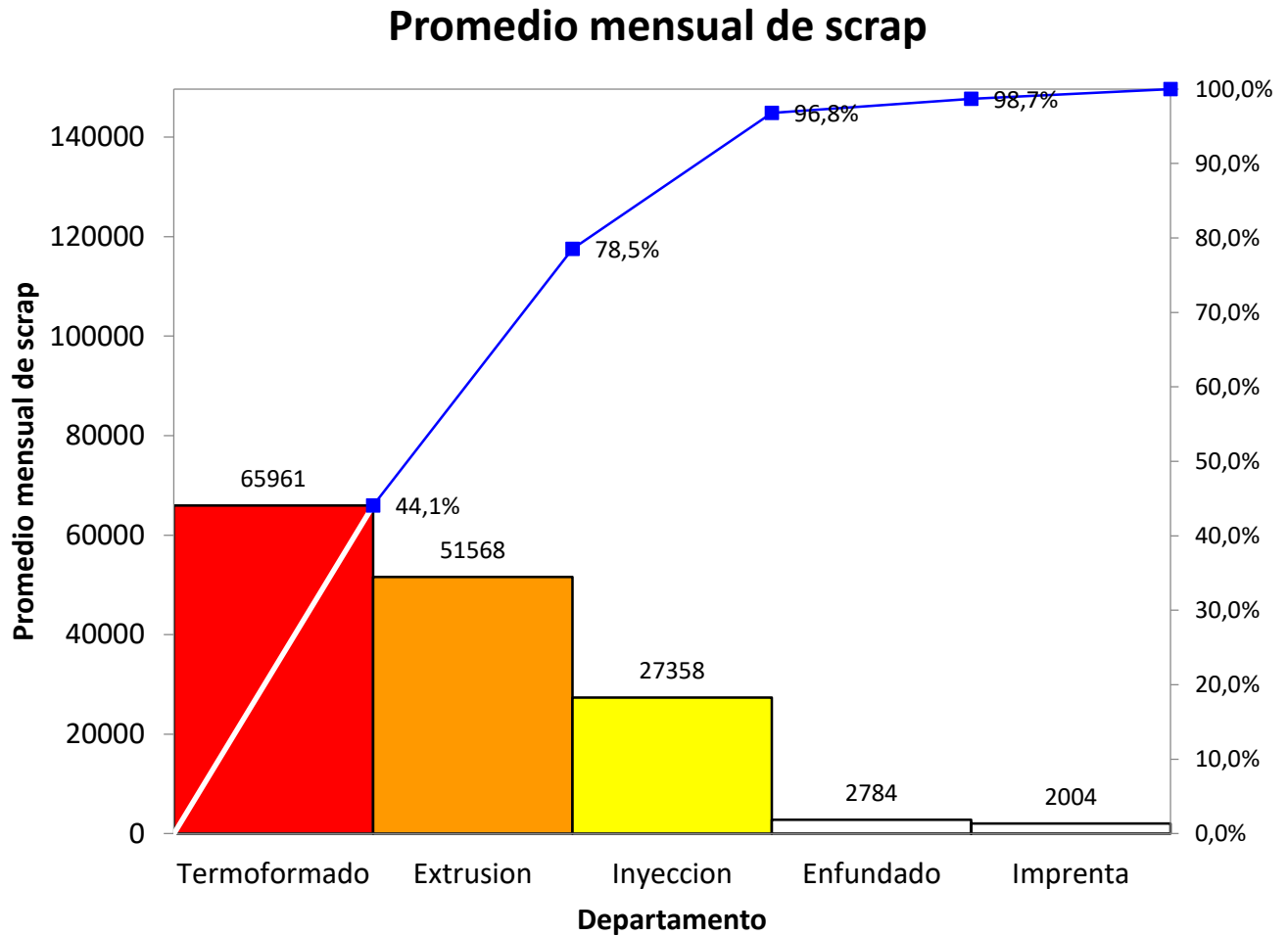
El departamento de Líneas posee máquinas que trabajan de manera independiente a los demás departamentos, ya que estas realizan todo el ciclo completo de producción, desde extrusión hasta termoformado; además, posee molinos propios que se encargan de reprocesar todo el scrap que se va generando. Por esta razón, el departamento de Líneas no se tomará en cuenta en los siguientes análisis, ya que sus niveles de desecho no representan un problema mayor para la compañía y podrían crear confusión en el análisis final.

Tabla 11 Análisis de kilogramos scrap promedio mensual total por departamento

<i>Departamento</i>	<i>Kilogramos de Scrap total</i>
<i>Extrusión</i>	51 568
<i>Termoformado</i>	65 961
<i>Inyección</i>	27 358
<i>Imprenta</i>	2 003
<i>Enfundado</i>	2 783

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Diagrama 5 Análisis de kilogramos scrap promedio mensual total por departamento



Fuente: Elaboración propia

Descripción

Según el gráfico, termoformado genera un promedio mensual 65.961 kilogramos en promedio de scrap mensual, extrusión 51.568 kilogramos. Esto tomando en cuenta los tres tipos de scrap: por producción, por arranques y por rechazos.

Análisis

Termoformado y extrusión son los departamentos que produce la mayor cantidad de scrap al mes, 78.5% aproximadamente, se podría suponer que es debido a la cantidad de producto terminado que genera mensualmente.

Actualmente, la empresa produce en 396.607 kilogramos en promedio de materia prima. Se produce en toda la empresa sin contar al departamento de líneas, 149.675 kilogramos de scrap, de los cuales solo se pueden reutilizar en el proceso de extrusión 122.306 kilogramos para producir materia prima, por lo que en promedio hay una sobreproducción de scrap de 27.369 kilogramos que corresponden al 7% de la producción de materia prima.

Tabla 12 Análisis de sobreproducción de scrap de la empresa

Mes	Producto final en kilogramos de extrusión	Total de scrap promedio generado por mes en Kg (todos los departamentos)	Scrap en kg reutilizado por Extrusión	Scrap en sobreproducción (toda la empresa)	% sobrante sobre la producción
setiembre	283 646	113 791	84 719	29 072	10%
octubre	411 042	141 720	121 729	19 991	5%
noviembre	495 134	193 514	160 468	33 046	7%
Promedio	396 607	149 675	122 306	27 369	7%

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

4.3 Descripción del Proceso de Termoformado

Una vez que se ha comprendido el proceso en su totalidad y se ha identificado que el mayor problema de scrap está localizado en el departamento de Termoformado, se detallará el proceso, el cual está conformado por cinco termoformadoras, la lámina que utiliza es de un ancho de 515 milímetros y el espesor oscila de 0,25 a 2,0 milímetros, producto proveniente de Extrusión.

Las termoformadoras inician su proceso con el cambio de molde o set up, que dura aproximadamente dos horas, una vez realizado el montaje, se empieza con el arranque, que se hace con base en la ficha técnica (especificaciones dadas por escrito):

- Temperatura de los hornos (superior e inferior)
- Presión de aire (vacío)
- Tiempos de ciclo (periodos de formado y expulsión)
- Carrera de la máquina (separación entre un golpe y otro para minimizar el desperdicio).

Para la fabricación o elaboración de un producto se debe de contar con una Orden de Producción, emitida por el Programador de Producción, quien a su vez la entrega al Coordinador del Departamento, en donde se especifican: cantidad a producir, máquina termoformadora en la que se producirá, código del producto, descripción del producto a termoformar, cantidad de unidades a producir, peso mínimo, peso nominal y máximo, nombre del cliente y en caso de que se requiera se pueden poner observaciones. (Ver anexo 4)

Cuando se inicia el proceso de producción el Departamento de SAC (Seguridad Ambiente y Calidad), es el ente encargado de autorizar la producción, dado que ellos son los responsables de velar por el cumplimiento de la calidad del producto, entre ellas están:

- Altura del envase
- Borde del envase

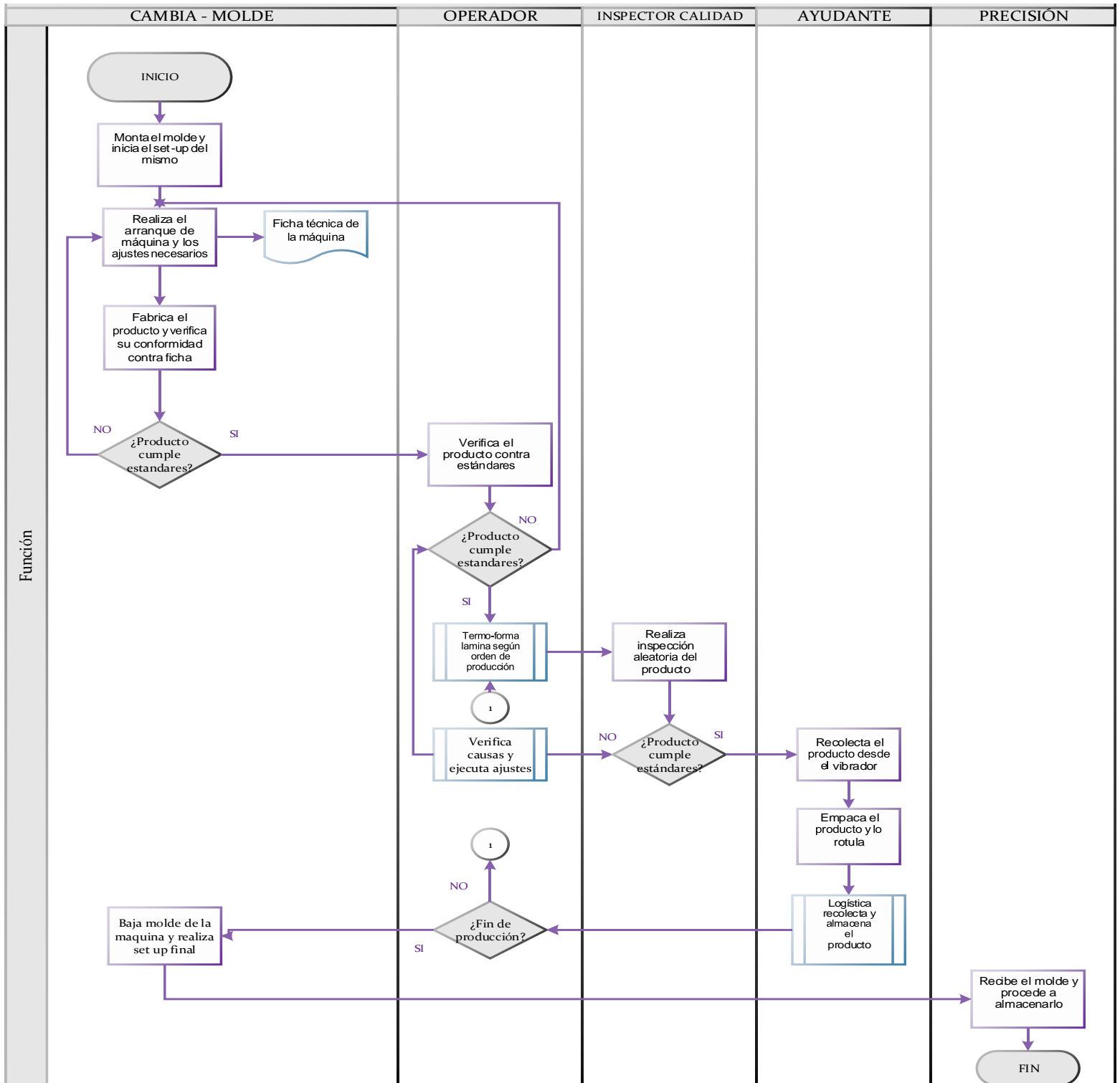
- Cejilla del envase
- Cierre de envase contra la tapa
- Pared del envase
- Distribución de material en el fondo
- Tapa
- Formado de tapa
- Cejilla de tapa
- Cierre de tapa contra envase

Una vez finiquitado el proceso de aprobación, la máquina será entregada al operador (encargado de la producción de la máquina), para que continúe con la recolección y empaque del producto; el Operador de la Máquina en conjunto con su ayudante deberán de realizar inspecciones aleatorias del producto cada treinta minutos para validar su calidad.

El Operador de la Máquina es el responsable de confeccionar un Reporte de Producción Diario por cada producto, por máquina y por turno (mañana uno, tarde dos o noche tres). (Ver anexo No. 2)

Una vez terzinado el turno, el CCP (Certificador de Control de Producto), efectúa una inspección de calidad para dar su visto bueno. Cuando el producto no cumple con las especificaciones de calidad se confecciona Boleta de Rechazo y es trasladado al Área de Cuarentena para que se revise más minuciosamente el producto y se detecte si el producto cumple o no; de no cumplir se envía al Molino para convertirse en materia de reprocesado. Si la producción, es aprobada, personal de Logística, lo recolecta para trasladarlo a Bodega de Producto en Proceso, en caso de que sea materia prima de Departamento de Imprenta; o de ser producto final a la Bodega de Producto Terminado.

Diagrama 6 Mapa de proceso de termoformado



Fuente: Elaboración propia

4.4 Análisis de scrap por defectos de Termoformado

Según los datos recolectados, en la tabla 9, el problema principal de scrap en Termoformado, radica en los rechazos por defectos de calidad y que además representa un costo elevado para la empresa. El scrap por arranques también es significativo, pero se descarta ya que se encuentra dentro del 10% permitido por la empresa por lo que cualquier costo ya ha sido contemplado con anterioridad al igual que el scrap por producción.

Se realiza un resumen de los reportes *Lista de Motivos de Envió a Molino* del área de calidad de octubre a noviembre del 2018, para identificar la característica de rechazo que se presenta en mayor frecuencia en el departamento. (Ver anexo 3)

Imagen 21 Reporte de Calidad Motivos de envió al molino

#	ÁREAS RESPONSABLES	DETALLE DEL MOTIVO
2	TER-LIN/ENF-ETQ/INY	APILAMIENTO
5	TER-LIN	BORDE INCLINADO
8	TER-LIN	CASQUILLO DEBIL
31	TER-LIN	FONDOS DEBILES
33	TER-LIN/INY	GOLPES
35	TER-LIN/EXT	HUECOS/PERFORACIONES
41	TER-LIN-INY	MAL FORMADO
45	TER-LIN	MALA DEFINICION DE PRENSALAMINA
54	TER-LIN	PAREDES DEBILES
56	TER-LIN-EXT-INY	PESO FUERA DE ESPECIFICACION
60	TER-LIN-INY	PROBLEMAS DE AJUSTE CON MANDRIL
61	TER-LIN	PROBLEMAS DE ALTURA
62	TER-LIN-INY	PROBLEMAS DE CIERRE
64	TER-LIN-EXT-INY	PROBLEMAS DE CORTE
65	TER-LIN	PROBLEMAS DE OPACIDAD
66	TER-LIN	PROBLEMAS DE POROSIDAD
69	TER-LIN	PRODUCTO NO ACEPTADO CON PASA-NO PASA
79	TER-LIN-EXT-INY	VARIACION DE TONO
81	TER-LIN	VERDUGON

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

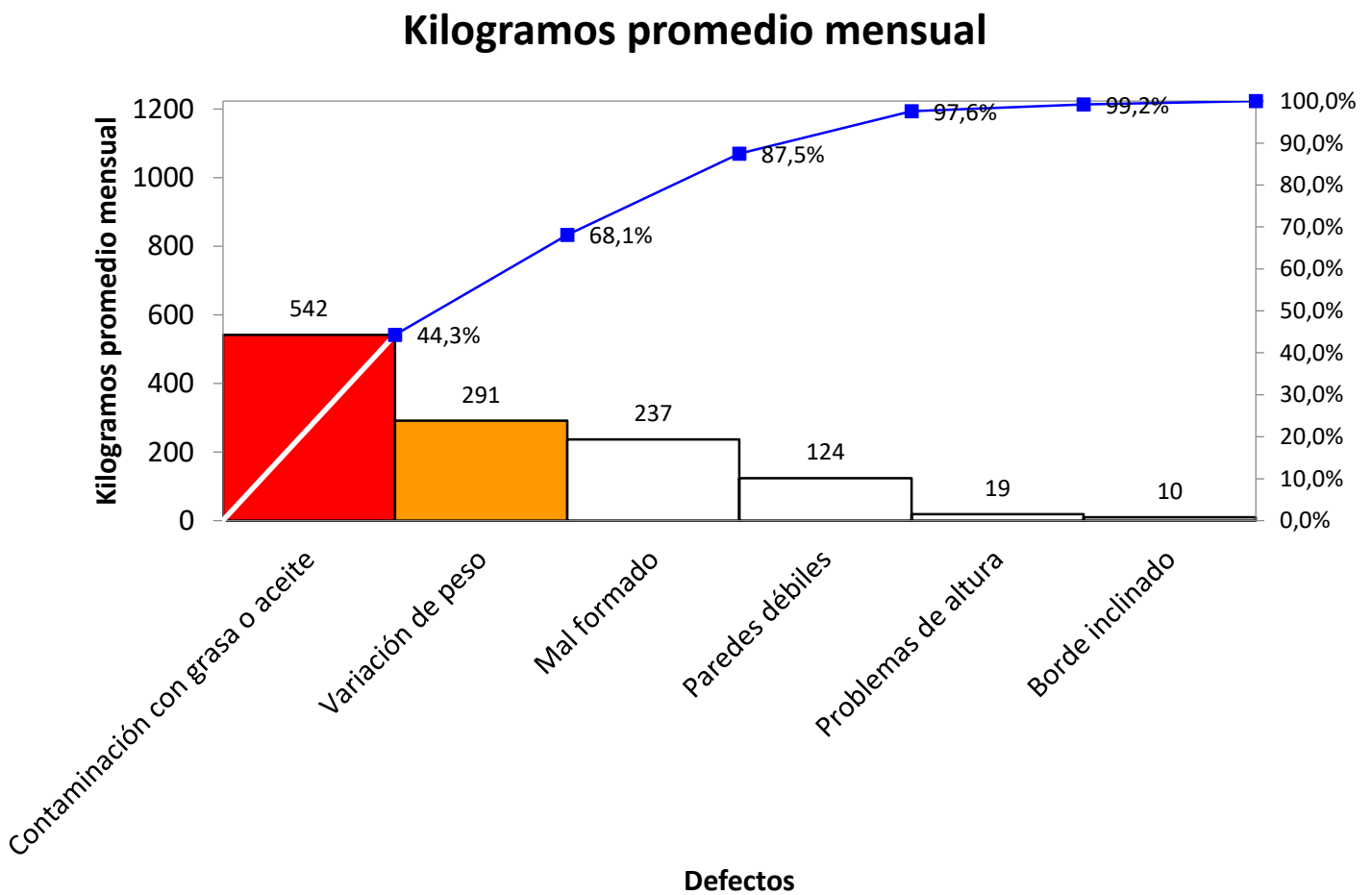
Tabla 13 Scrap por tipo de rechazo en termoformado

Termoformado sep-nov

Defectos	Kilogramos promedio mensual
Borde inclinado	10
Contaminación con grasa o aceite	542
Mal formado	237
Problemas de altura	19
Paredes débiles	124
Variación de peso	291

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Diagrama 7 Pareto Kilogramos de Scrap por defecto en los productos de termoformado



Fuente: Elaboración propia

Descripción

Según el diagrama de Pareto, la frecuencia de contaminación con aceite se encuentra en 541 kilogramos, mientras que la variación de peso en 291 kilogramos, mal formado 237 kilogramos y paredes débiles 124 kilogramos.

Análisis

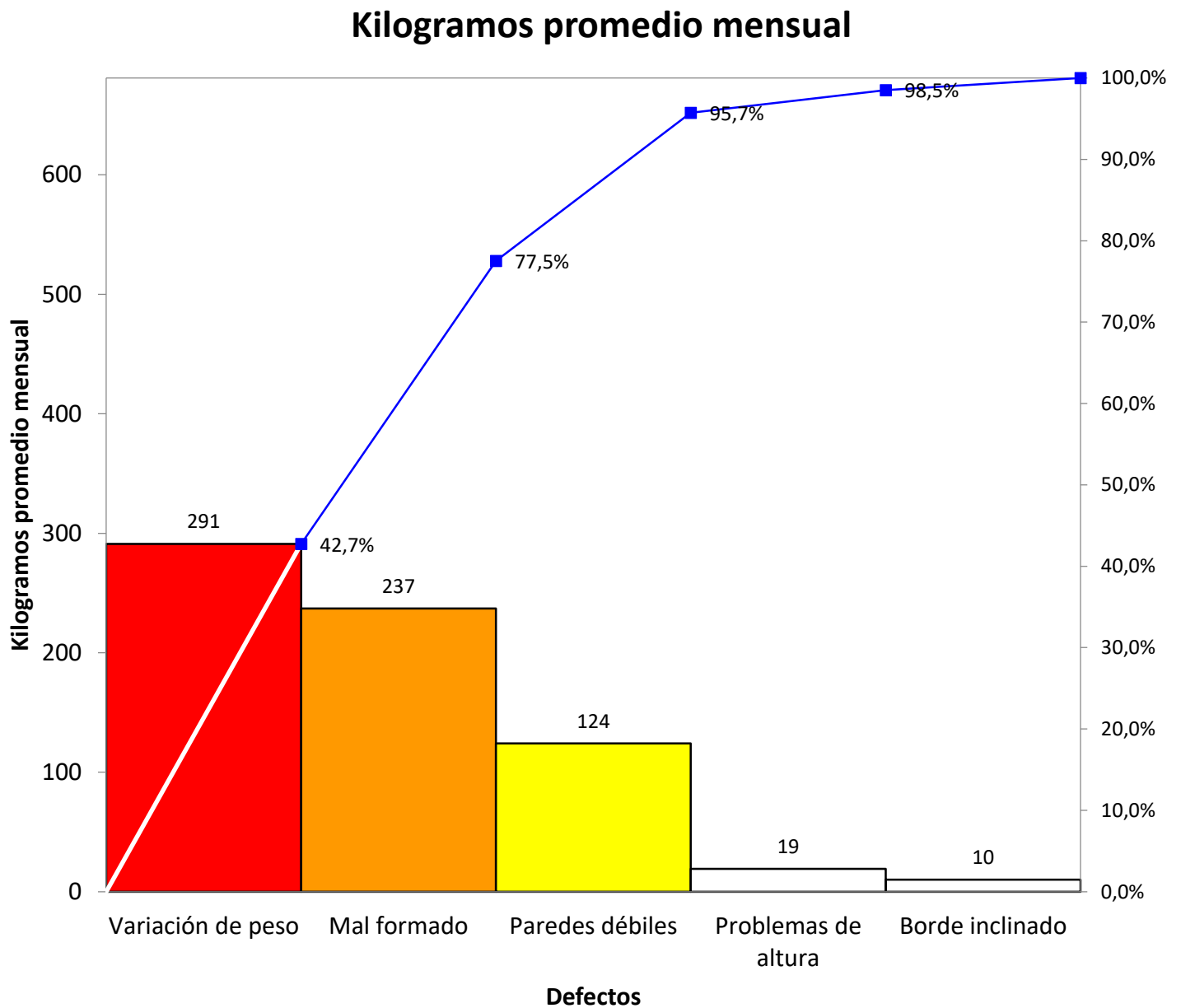
El 68% de los problemas de calidad en Termoformado corresponden al 32% de las causas. Siendo necesario revisar la contaminación por aceite y la variación de peso. En el caso de envases con problemas de peso por variación de calibre se pueden reprocesar y utilizarse como scrap para crear otros productos; sin embargo, los contaminados deben desecharse en su totalidad sin oportunidad de aprovecharse.

Durante el proceso de muestreo, se identifican problemas de calidad por contaminación de aceite en los envases, por esto, se realiza una observación en la planta del producto final de termoformado para comprobar la condición de los productos; sin embargo, no se encuentra, ya que el supervisor indica que fueron desechados. Esto no deja de causar preocupación debido a que los envases provenientes del departamento de termoformado son en su mayoría para almacenado de alimentos y la contaminación corresponden a una deficiencia en la inocuidad del producto final.

Se entrevista a los encargados de calidad para detectar las causas de la contaminación, a lo que ellos indican que son problemas con los montacargas, ya que estos derraman aceite y ensucian el producto. Sin embargo, los reportes mostraron alzas en esta característica debido a un problema que se estaba teniendo con un montacargas en el mes de noviembre, ya que estaba derramando aceite y no se habían percatado, aunque fue en pocas cantidades, los rollos trasladados en ese montacargas quedaron contaminados y al termoformarse el envase, la situación fue más evidente, debido a que se podían observar pequeñas líneas de color marrón en el producto, por ello, los lotes debieron ser desechados. Actualmente, el montacargas se encuentra fuera de circulación mientras se repara y la situación se encuentra bajo control.

Se realiza una nueva revisión de los datos de diciembre y la característica de rechazo por contaminación de aceite no aparece dentro de los reportes, por lo que se descarta esta característica de calidad.

Diagrama 8 Pareto kilogramos de scrap por defectos en los productos de termoformado



Fuente: Elaboración propia

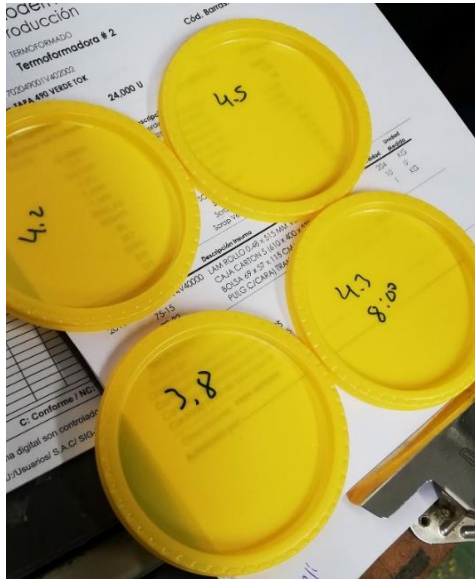
Con respecto a la variación de pesos en los envases, se indica que las láminas producidas en extrusión no siempre cuentan con el calibre requerido y así se pasan a termoformado; cuando es recibida en este departamento, los operarios no realizan inspecciones iniciales en las láminas, ellos únicamente montan el rollo en la máquina termoformadora y proceden con la producción de los envases. Esta variación de calibre en las láminas puede generar diferentes defectos en los envases, como variaciones en el peso, fondos débiles, mal formado y problemas de cierre en las tapas. De esta forma, se puede identificar que la causa principal de la mayoría de problemas de calidad de los envases se debe a las variaciones de calibre de las láminas que provienen de extrusión.

Se procederá a analizar el problema de calidad en los envases de termoformado por pesos fuera de especificaciones por ser la característica de mayor importancia en el rechazo de producto terminado.

4.5 Gráficos de Control X-R

Se realiza in análisis de las tapas amarillas tipo 490 del helado Trips de Dos Pinos para el peso que presentan. La tapa debería pesar 4 gramos con 0,2 gramos de tolerancia. Las tapas se agrupan en 16 grupos de 3 tapas cada uno y se procede a medir el peso que presentan.

Imagen 22 Tapas de termoformado producto de las láminas amarillas



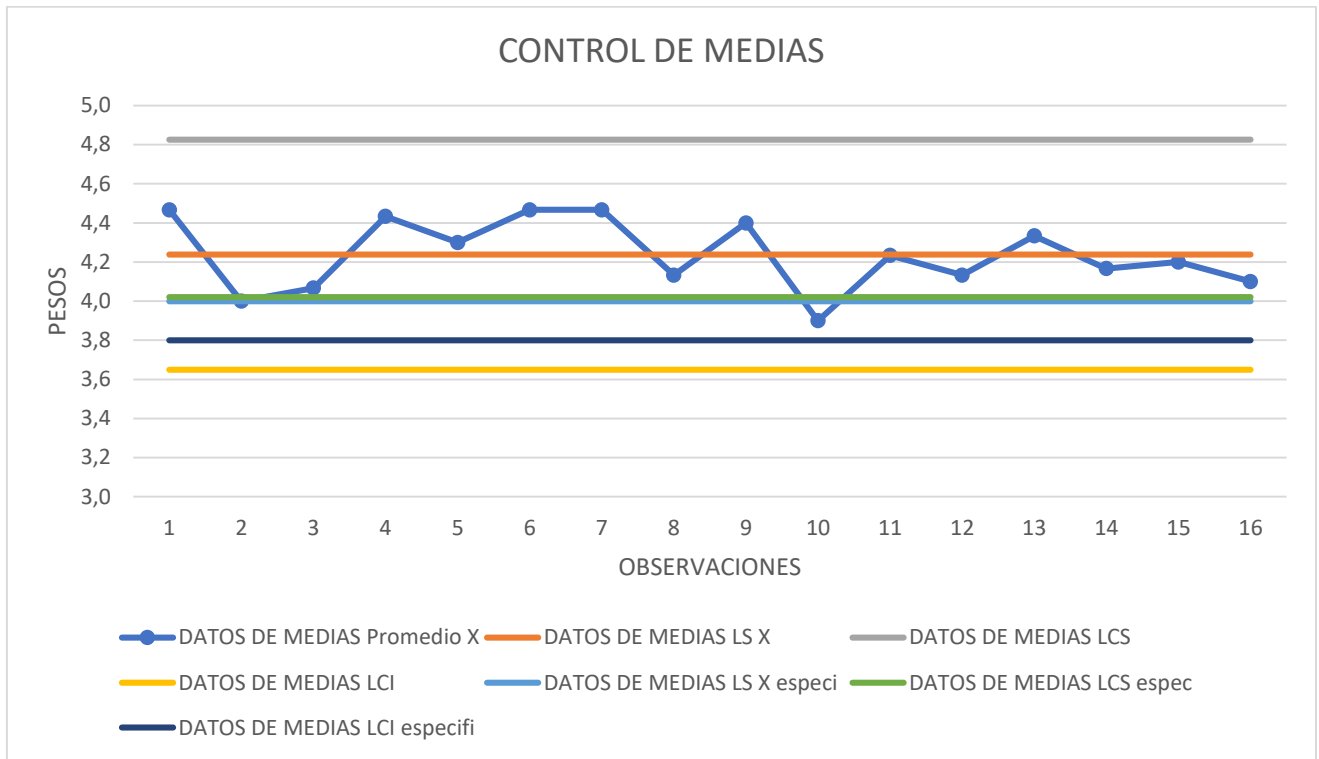
Fuente: Plásticos Modernos

Tabla 14 Datos para Gráfico de control X-R

OBSERVACIONES				DATOS DE MEDIAS				DATOS DE RANGOS			
M	n1	n2	n3	Promedio X	LS X	LCS	LCI	R	LC R	LCS	LCI
1	4,8	4,5	4,1	4,5	4,2	4,8	3,6	0,7	0,6	1,5	0,0
2	3,8	4,3	3,9	4,0	4,2	4,8	3,6	0,5	0,6	1,5	0,0
3	4,2	3,8	4,2	4,1	4,2	4,8	3,6	0,4	0,6	1,5	0,0
4	4,3	4,2	4,8	4,4	4,2	4,8	3,6	0,6	0,6	1,5	0,0
5	4,5	4,3	4,1	4,3	4,2	4,8	3,6	0,4	0,6	1,5	0,0
6	4	4,8	4,6	4,5	4,2	4,8	3,6	0,8	0,6	1,5	0,0
7	4,2	4,3	4,9	4,5	4,2	4,8	3,6	0,7	0,6	1,5	0,0
8	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,8	3,6	0,1	0,6	1,5	0,0
9	4,5	3,9	4,8	4,4	4,2	4,8	3,6	0,9	0,6	1,5	0,0
10	3,7	4,1	3,9	3,9	4,2	4,8	3,6	0,4	0,6	1,5	0,0
11	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,8	3,6	0,1	0,6	1,5	0,0
12	4,5	3,9	4	4,1	4,2	4,8	3,6	0,6	0,6	1,5	0,0
13	4,9	4,2	3,9	4,3	4,2	4,8	3,6	1,0	0,6	1,5	0,0
14	4,3	4	4,2	4,2	4,2	4,8	3,6	0,3	0,6	1,5	0,0
15	3,5	4,8	4,3	4,2	4,2	4,8	3,6	1,3	0,6	1,5	0,0
16	3,9	4,3	4,1	4,1	4,2	4,8	3,6	0,4	0,6	1,5	0,0
				4,2				0,6			

Fuente: Plásticos Modernos

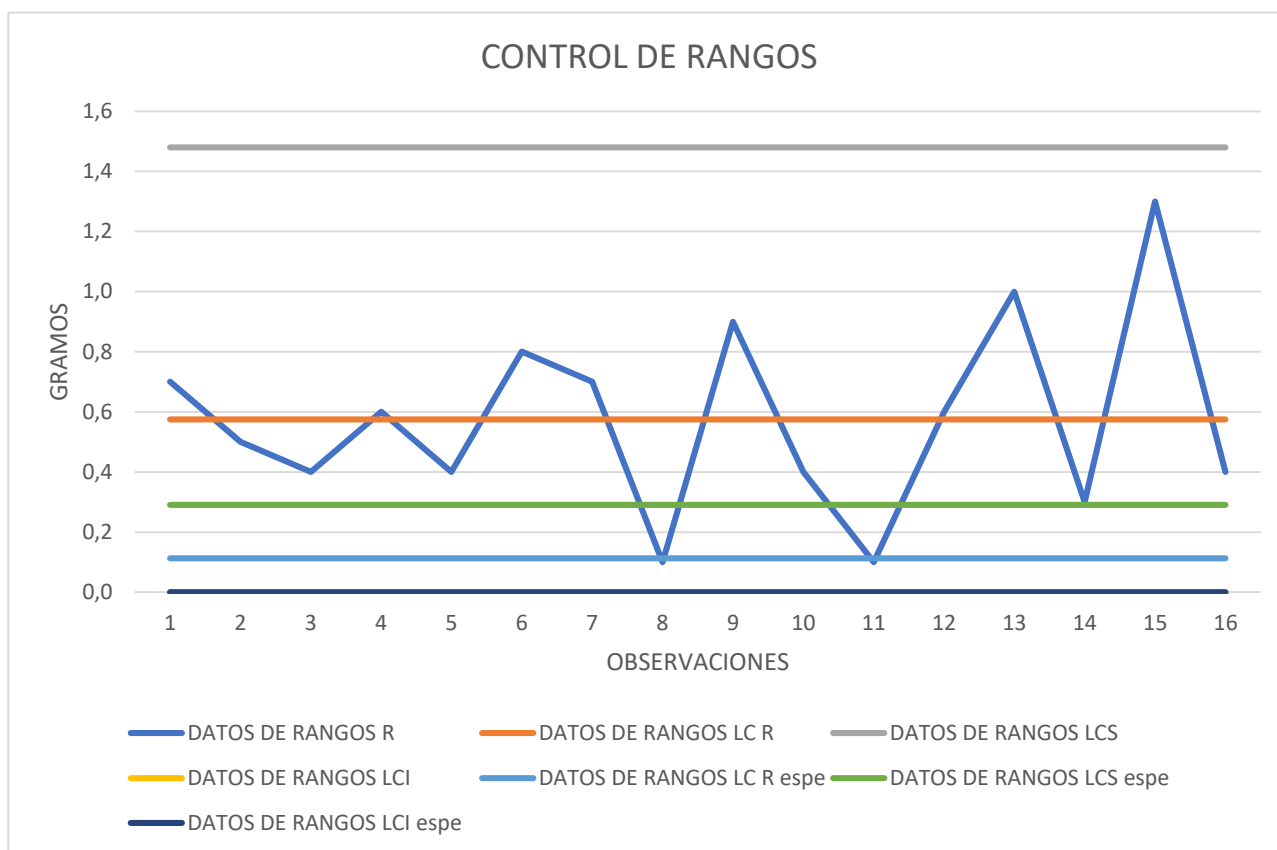
Gráfico 1 Control de Medias de las tapas amarillas



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico de control de medias se presenta una situación 4 según Jorge Acuña (2009) en su libro Control de Calidad, donde los límites de control de proceso se encuentran dentro de los límites de proceso y el proceso está descentrado, ya que presenta mucha variación de datos alrededor de la media y difieren en 0,2 gramos. No se realizan depuraciones por lo que está controlado; sin embargo, se encuentra ligeramente dentro de los límites especificados por el cliente.

Gráfico 2 Control de Rangos de las tapas amarillas



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico de Rangos, se presenta la misma situación del gráfico de promedios, los datos se encuentran dentro de los límites de proceso, pero levemente fuera de los límites especificados; sin embargo, el proceso se encuentra controlado, ya que no se debió realizar depuraciones por causas asignables de datos fuera de los límites del proceso y no está centrado, pues difiere de la media en 0,5 gramos de variación.

Según los datos arrojados por los gráficos de control, el proceso está descentrado, debido a que la media y la especificación no coinciden y existe mucha

variación de los pesos de las tapas, lo cual provoca que muchas de ellas se rechacen por estar fuera de los límites especificados.

Por lo que se realiza una inspección para características variables en las láminas de donde provienen las tapas, la cual sería lámina amarilla primorosa 0,48 mm x 51,5 mm para medir su calibre por medio de un Plan MIL STD 414 y determinar el nivel de calidad aceptable y si las láminas que está entregando el proveedor (departamento de extrusión) se producen según lo requerido por el departamento de termoformado.

4.6 Plan MIL STD 41

4.6.1 Identificación de Tamaño de muestra y Nivel AQL

Se trabaja con un lote de 12 rollos de la lámina Amarilla calibre 0,50 mm, con una especificación de $0,48 \pm 0,2$ mm.

Imagen 23 Láminas amarillas de extrusión



Fuente: Plásticos Modernos

El tamaño de la muestra se asigna la letra código: B, ya que el nivel de inspección a utilizar es IV, debido a que es un nivel intermedio de rigurosidad, se utilizará un AQL de 2,50% ya que la jefatura acepta como nivel de calidad, por ser un nivel intermedio, por lo que el tamaño de muestra es de 3 rollos y su M será de 7,59. Se toman 3 mediciones de calibre de los 3 rollos, en las esquinas y al centro de las muestras y se obtienen los promedios en cada una de ellas; es importante recalcar que la empresa cuenta con un sistema de verificación de los equipos de medición, esto garantiza que los valores obtenidos provienen de un equipo calibrado o controlado por la unidad de metrología.

Imagen 24 Tabla Nivel de Inspección

Niveles de inspección					
Tamaño del lote	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3200	F	H	J	L	M
3201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22000	H	J	M	N	O
22001 a 110000	I	K	N	O	P
110001 a 550000	I	K	O	P	Q
550001 y más	I	K	P	Q	Q

Fuente: (Gutierrez, 2002)

Imagen 25 Tabla para inspección normal y severa

LETRA CÓDIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: NCA O AQL (INSPECCIÓN NORMAL)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7	↓	↓	↓	↓	0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10	↓	↓	↓	0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	0.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	

Niveles de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección severa)

Fuente: (Gutierrez, 2002)

Tabla 15 Datos de las láminas amarillas

Lamina 0,50 color amarillo	
Límites de calibre	mm
Mínimo	0,46
Promedio	0,48
Máximo	0,50

N= 3

M= 7,59

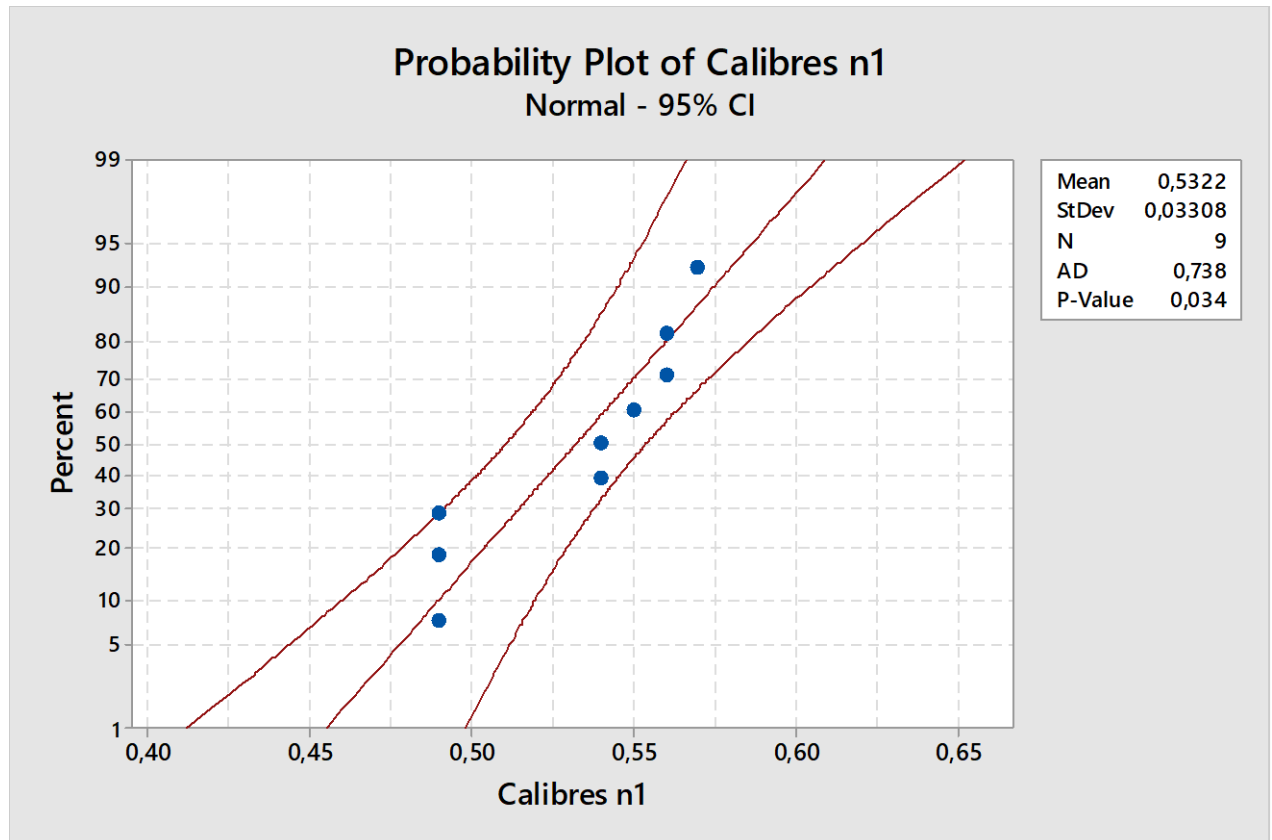
Media	0,53
Desviación estándar	0,037

Muestras (mm)	Calibres			Promedio
1	0,49	0,49	0,49	0,49
2	0,57	0,56	0,55	0,56
3	0,54	0,56	0,54	0,55

Fuente: Plásticos Modernos

Es importante mencionar que la aplicación del plan de muestreo para variables Mil STD 414 es únicamente para población con distribución normal. Por lo que se procede a realizar una prueba de normalidad para comprobar que es posible la aplicación de la herramienta de inspección.

Gráfico Probabilidad



Fuente: Plásticos Modernos

Según el gráfico, el resultado de P-Value es mayor a 0,01, por lo tanto, la población corresponde a una distribución normal.

4.6.2 Cálculo de los índices

$$Z_{ES} = \frac{ES - \bar{X}}{S} \text{ para especificación superior (ES)}$$

$$Z_{EI} = \frac{\bar{X} - EI}{S} \text{ para especificación inferior (EI)}$$

ZES: 0,86692785 \longrightarrow P= 23,67

ZEI= 1,943114146 \longrightarrow P=0

Imagen 26 Tabla porcentaje de defectuoso

Z_{ES} o Z_{EI}	TAMAÑO DE LA MUESTRA															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
0	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
0.1	47.24	46.67	46.44	46.26	46.16	46.10	46.08	46.06	46.06	46.05	46.04	46.04	46.03	46.03	46.02	46.02
0.3	41.63	40.00	39.37	38.87	38.60	38.44	38.37	38.33	38.31	38.29	38.28	38.27	38.25	38.24	38.22	38.22
0.35	40.20	38.33	37.62	37.06	36.75	36.57	36.49	36.45	36.43	36.41	36.40	36.38	36.36	36.35	36.33	36.33
0.45	37.26	35.00	34.16	33.49	33.23	32.92	32.84	32.79	32.76	32.74	32.73	32.72	32.68	32.67	32.66	32.65
0.50	35.75	33.33	32.44	31.74	31.37	31.15	31.06	31.01	30.98	30.96	30.95	30.93	30.90	30.89	30.87	30.87
0.55	34.20	31.67	30.74	30.01	29.64	29.41	29.32	29.27	29.24	29.22	29.21	29.19	29.16	29.15	29.14	29.13
0.60	35.61	30.00	29.05	28.32	27.94	27.72	27.63	27.58	27.55	27.53	27.52	27.50	27.47	27.46	27.45	27.44
0.70	29.27	26.67	25.74	25.03	24.67	24.46	24.38	24.33	24.31	24.29	24.28	24.26	24.24	24.33	24.21	24.21
0.75	27.50	25.00	24.11	23.44	23.10	22.90	22.83	22.79	22.76	22.75	22.73	22.72	22.70	22.69	22.68	22.67
0.80	25.64	23.33	25.51	21.88	21.57	21.40	21.33	21.29	21.27	21.26	21.25	21.23	21.22	21.21	21.20	21.20
0.85	23.67	21.67	20.93	20.37	20.10	19.94	19.89	19.86	19.84	19.82	19.82	19.80	19.79	19.78	19.78	19.77
1.70	0.00	0.00	0.66	2.62	3.41	3.84	4.02	4.12	4.18	4.22	4.25	4.30	4.35	4.38	4.41	4.42
1.75	0.00	0.00	0.19	2.11	2.93	3.37	3.56	3.66	3.72	3.77	3.80	3.84	3.90	3.93	3.95	3.97
1.80	0.00	0.00	0.00	1.65	2.49	2.94	3.13	3.24	3.30	3.35	3.38	3.43	3.48	3.51	3.54	3.55
1.85	0.00	0.00	0.00	1.26	1.09	2.56	2.75	2.85	2.92	2.97	3.00	3.05	3.10	3.13	3.16	3.17
1.90	0.00	0.00	0.00	0.93	1.75	2.21	2.40	2.51	2.57	2.62	2.65	2.70	2.76	2.79	2.82	2.83
1.95	0.00	0.00	0.00	0.65	1.44	1.90	2.09	2.91	2.26	2.31	2.34	2.39	2.45	2.48	2.50	2.52

Fuente: (Gutierrez, 2002)

4.6.3 Suma de probabilidades

$$23,67 + 0 = 23,67\%$$

Según los datos, 23,67% es mayor que el valor $M= 7,50\%$ por lo que el lote se rechaza. Esto indica que el proveedor de rollos, el departamento de extrusión, está entregando materia prima fuera de las especificaciones requeridas por termoformado y según la inspección se debería rechazar el lote completo de rollos, ya que no son aptos para la formación de los envases. Si el departamento de termoformado decide continuar la producción con estas láminas, existe una alta probabilidad de rechazo del producto final por problemas de calidad, ya sea por deformación, problemas de peso o paredes débiles, debido a las variación de calibres que estas presentan.

4.7 Variaciones de calibres en las láminas producidas en Extrusión

Según el plan de inspección para variables STD MIL 414, el departamento de extrusión está entregando rollos con variaciones en los calibres más altos o más bajos de lo especificado.

Se realiza un análisis del scrap producido por defectos de calidad en el departamento de extrusión para conocer si la variación de calibre se presenta con frecuencia dentro del departamento. Se toma del reporte de *Lista de Motivos de Envió a Molino* (ver anexo 3).

Tabla 16 kg de scrap por defectos en extrusión

Extrusión septiembre- noviembre 2018	Kg promedio por mes
DEFECTOS	Kilos
<i>Variación de Calibre</i>	6909
<i>Rollo con marcas</i>	1987
<i>Paredes débiles</i>	700
<i>Rollos sin brillo</i>	295
<i>lamina porosa</i>	1375
<i>Variación de medidas</i>	900
<i>Contaminación</i>	273
<i>Lámina con marcas</i>	88
<i>Variación de tono</i>	1033
<i>Lámina con ondulaciones</i>	122
<i>Rollos flojos</i>	6040

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Según los datos, la mayor cantidad de kilogramos de scrap que se generan en extrusión por rechazos de calidad son por variación de calibre que presentan los rollos. Se rechazan aproximadamente 6.909 kilogramos de producto al mes, por lo que se procede a analizar esta característica.

Se entrevista al supervisor del departamento de extrusión y a los operarios e indican que esta variación se debe al mal manejo que le están dando a las máquinas, ya que ellos pueden aumentar la velocidad de la producción cuando aumentan las revoluciones de máquina, esto se logra presionando la bomba engrane y por ende la presión. Los operarios inician la producción en 50 a 53 revoluciones por minuto que es lo ideal y establecido por la ficha técnica, para una presión de 700 psi inicialmente y se estabiliza a 690 psi. Sin embargo, ellos tienen la posibilidad de disminuir el tiempo de producción al cambiar en la bomba de engrane la cantidad de revoluciones incluso a 70 por minuto, este cambio genera

que la máquina presente una caída de presión a 550 psi y se establezca a 700 psi. Esta variación de velocidad y por ende de presión, causa que las láminas resulten en variación de calibre debido a la inestabilidad del proceso.

No obstante, no todas las láminas son inspeccionadas, solo dos por hora para un lote de 6 rollos, por lo que existe la posibilidad de que los demás rollos se hayan visto afectados por el cambio de la velocidad.

Imagen 27 Caja de ajustes para bomba de engrane



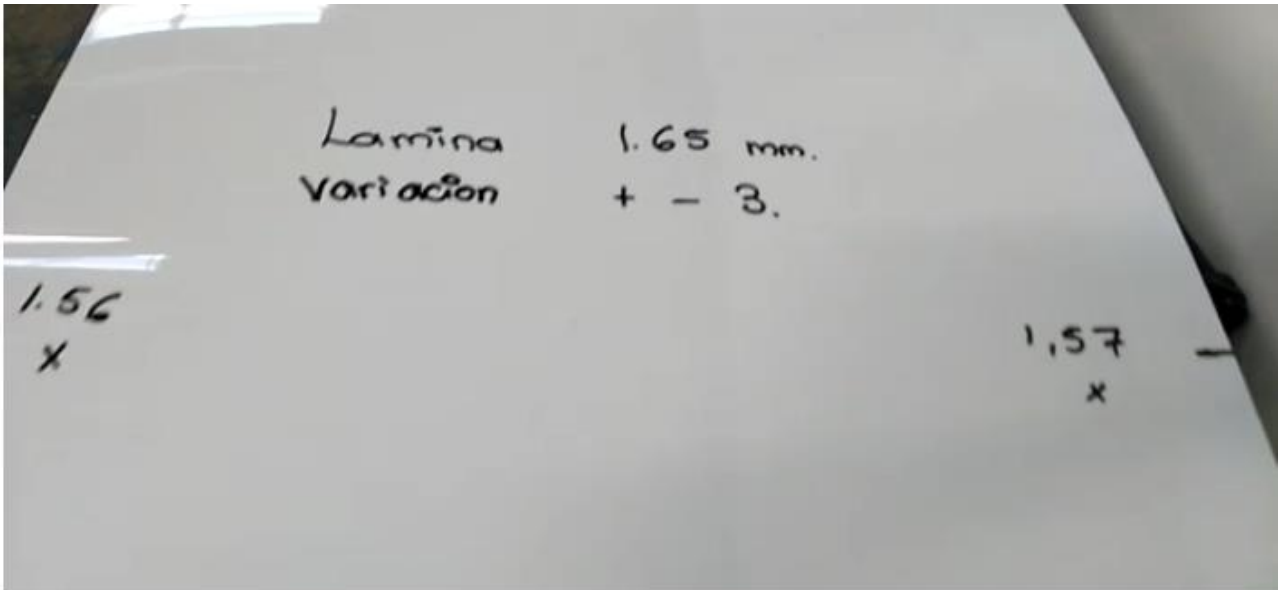
Fuente: Plásticos Modernos

Cuando se solicita al encargado del departamento de extrusión un reporte que permita verificar la relación que existe entre la variación de velocidad de la máquina y la variación del calibre de las láminas, indican que la empresa no genera ese tipo de reportes ni físicos ni digitales, pues las máquinas no cuentan con un sistema de control en la bomba de engrane porque son antiguas y tampoco se les solicita a los operarios y encargados de la producción llevar el control de estos datos. Por lo que se hace necesario realizar pruebas para comprobar si los cambios en la velocidad de la bomba son determinantes en las variaciones de calibres que presentan las láminas.

Prueba A: Velocidad constante

- Inicialmente se selecciona un producto, para esto se toma la lámina blanca de 1,65 mm \pm 0,3 mm.

Imagen 28 Lamina blanca de extrusión 1,65 mm



Fuente: Plásticos Modernos

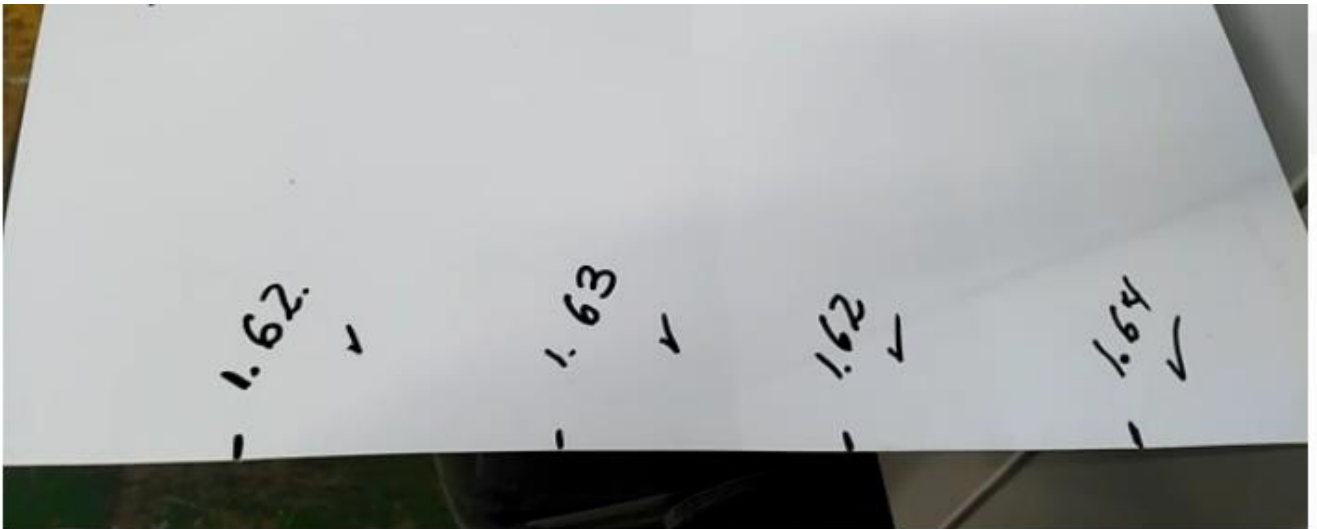
- Se inicia la producción a una velocidad de 56 revoluciones por minuto y se espera el primer tiraje de 2 rollos en 20 minutos. Se realiza una medición con el micrómetro a lo largo de un metro del rollo y los calibres obtenidos son los siguientes:

Tabla 17 Calibres de prueba 1 (velocidad constante)

Calibres (mm) obtenidos a 56 revoluciones por minuto			
Rollo 1	1,64	1,65	1,64
	1,64	1,63	1,65
	1,62	1,64	1,65
Rollo 2	1,63	1,63	1,65
	1,64	1,65	1,64
	1,62	1,65	1,64
Promedio: 1,64 mm			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 29 Calibres obtenidos en lámina 1,65 mm (velocidad constante)



Fuente: Plásticos Modernos

Imagen 30 Medición de calibre prueba A



Fuente: Plásticos Modernos

Prueba B: Velocidad Variable

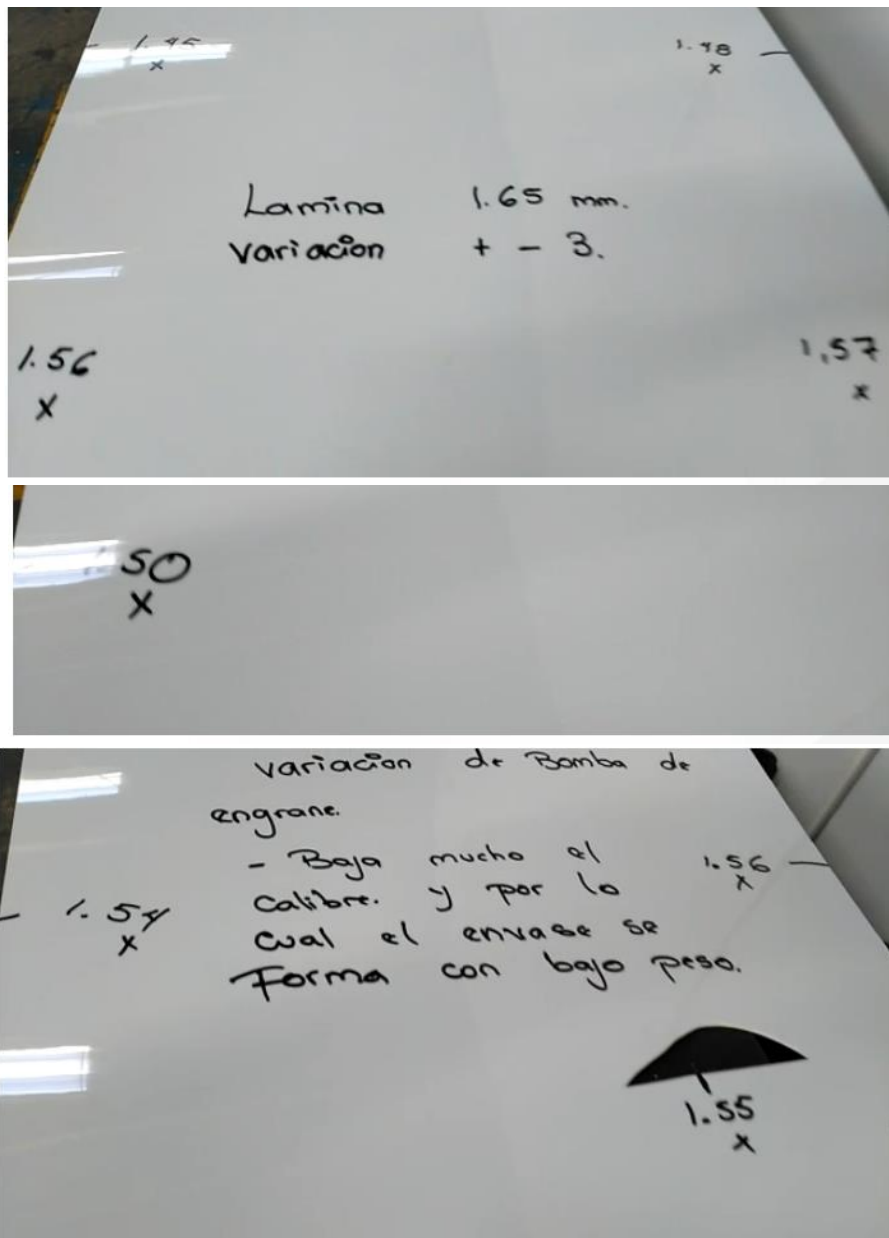
- Posteriormente, se aumenta la velocidad de la máquina a 72 revoluciones por minuto y se espera el segundo tiraje de 2 rollos en 20 minutos. Se procede a revisar con el micrómetro los calibres en un metro de los rollos y los datos obtenidos son los siguientes:

Imagen 31 Calibres de prueba 2 (velocidad variable)

Calibres (mm) obtenidos a 72 revoluciones por minuto			
Rollo 3	1,62	1,63	1,64
	1,56	1,57	1,45
	1,48	1,50	1,52
Rollo 4	1,54	1,54	1,56
	1,52	1,5	1,55
	1,53	1,57	1,58
Promedio: 1,55 mm			

Fuente: Elaboración propia

Imagen 32 Calibres obtenidos en lámina 1,65 mm (velocidad variable)



Fuente: Plásticos Modernos

Imagen 33 Medición de calibre prueba B



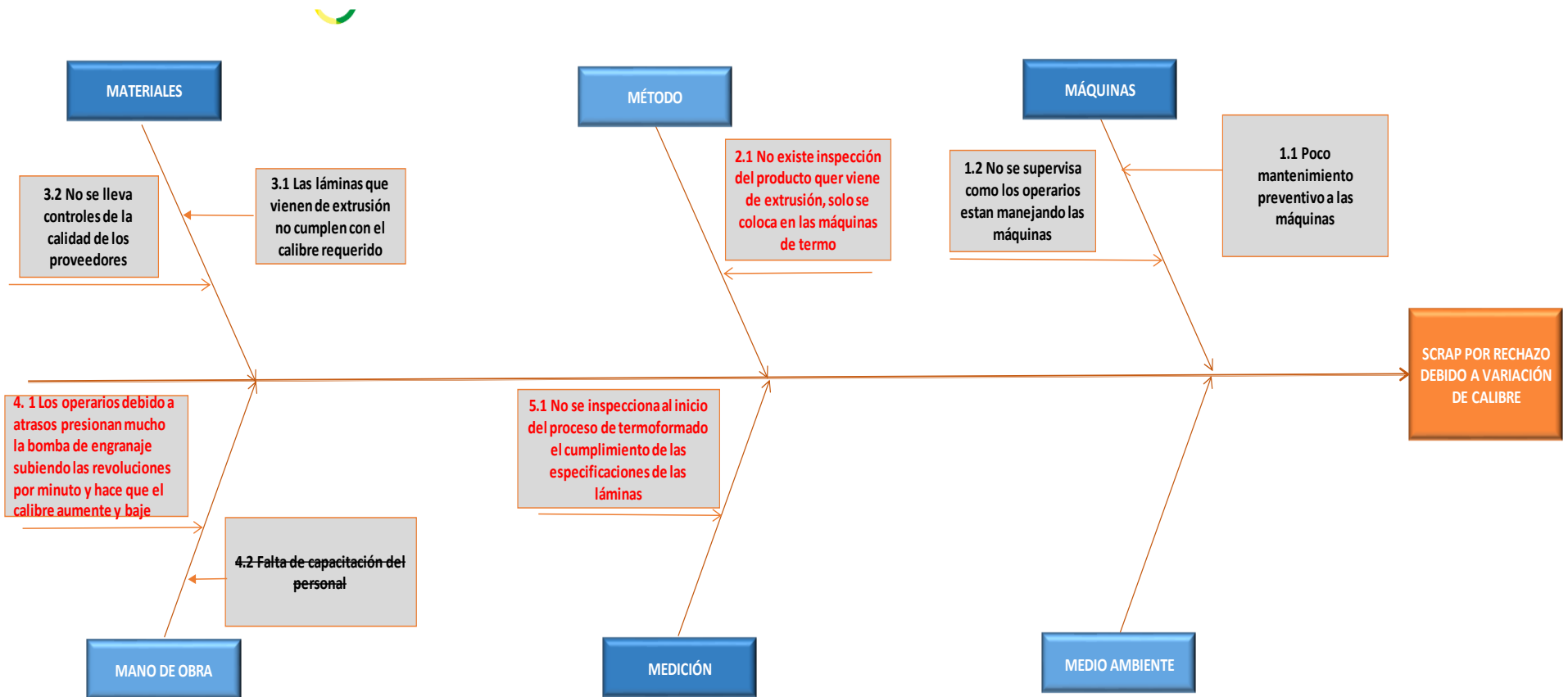
Fuente: Plásticos Modernos

Según los datos obtenidos, en la prueba A, los calibres obtenidos en la lámina se encuentran dentro de los límites especificados por la ficha técnica para un promedio de 1,64 mm, la velocidad a la que se produjeron los dos rollos es a velocidad constante de 56 revoluciones por minuto, mientras que en la prueba B, los calibres varían mucho y bajan con respecto a la especificación, para un promedio de 1,55 mm, esto debido al aumento en la velocidad de la máquina a 72 revoluciones por minuto. Si calidad solo revisa los 2 primeros rollos del proceso, es probable que pase la inspección debido a que los calibres se encuentran dentro de la especificación, obviando que el resto de los rollos debido a alteraciones de las máquinas podrían estar fuera de lo requerido, si el departamento de termoformado recibe el lote completo de los rollos sin una revisión previa del producto, los envases termoformado podrían resultar en inconformes por deformaciones, paredes débiles y bajos de peso.

4.8 Análisis de Causas y Efecto

4.8.1 Diagrama de Ishikawa

Diagrama 9 Ishikawa causa variación de calibre



Fuente: Elaboración propia

4.8.2 Clasificación de causas

Tabla 18 Clasificación de causas

#	Causa Potencial (Coloque la causa del Ishikawa)	¿Se cuenta con evidencia para descartar la causa potencial?	Evidencia	Acción a tomar
1.1	1.1 Poco mantenimiento preventivo a las máquinas	Sí	Según los reportes, el departamento de termoformado invierte más horas en mantenimiento preventivo que en otros procesos.	Descartar esta causa
1.2	1.2 No se supervisa como los operarios están manejando las máquinas	No		Incluir esta causa en 5 POR QUÉ
2.1	2.1 No existe inspección del producto que viene de extrusión, solo se coloca en las máquinas de termo	No		Incluir esta causa en 5 POR QUÉ
3.1	3.1 Las láminas que vienen de extrusión no cumplen con el calibre requerido	No		Incluir esta causa en 5 POR QUÉ

3.2	3.2 No se lleva controles de la calidad de los proveedores	Sí	La empresa cuenta con proveedores específicos que han demostrado ser la mejor opción en cuanto a calidad y precio	Descartar esta causa
4.1	4.1 Los operarios debido a atrasos presionan mucho la bomba de engranaje subiendo las revoluciones por minuto y hace que el calibre aumente o baje	No		Incluir esta causa en 5 POR QUÉ
4.2	4.2 Falta de capacitación del personal	Sí	Los supervisores indican que los operarios reciben capacitación mediante reuniones todas las semanas.	Descartar esta causa
5.1	5.1 Termoformado al inicio de la producción no revisa si las láminas cumplen con las especificaciones	No		Incluir esta causa en 5 POR QUÉ

Fuente: Elaboración propia

4.8.2.1 Causa potencial 1.1

Se revisa el sistema de Control de Producción Evolution System para determinar la cantidad de paros que se realizaron en termoformado y a que corresponde cada uno de esos paros y determinar si las máquinas están recibiendo mantenimiento constante.

Tabla 19 Horas de paro de máquina por mantenimiento preventivo

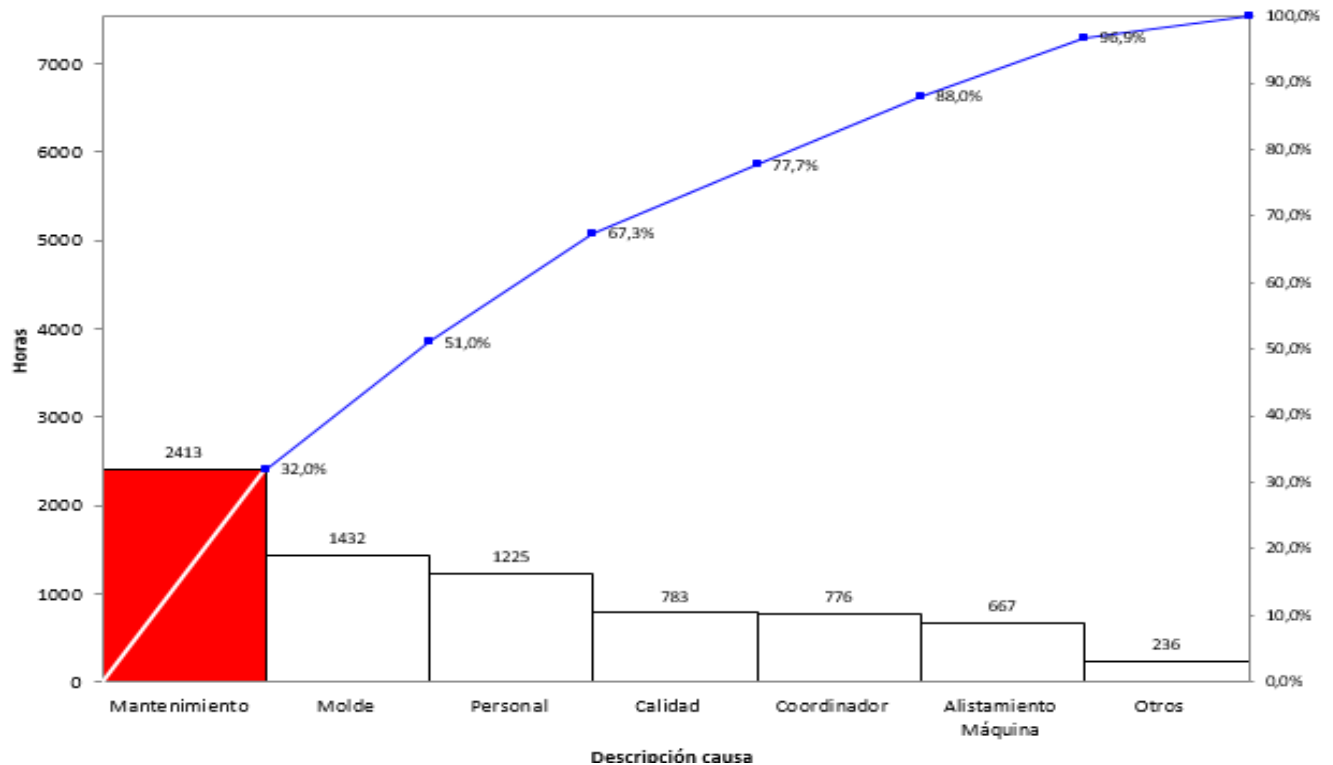
Horas de paro de máquinas de termoformado entre el 01 de enero al 23 de diciembre del 2018

Descripción causa	Horas
Mantenimiento preventivo	2 413
Molde	1 432
Personal	1 225
Calidad	783
Coordinador	776
Alistamiento Máquina	667
Otros	236
Total 8.212 100	8 212

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Diagrama 10 Pareto Horas de paro de máquinas de termoformado

Horas de paro de maquinas de termoformado entre el 01 de enero al 23 de diciembre del 2018



Como se puede observar, el 100% de las horas de paro de las máquinas de termoformado corresponde a mantenimiento preventivo de máquina, molde, personal y calidad y corresponden al 80% del tiempo en horas de paro. Por lo que el departamento si realiza mantenimiento preventivo constante.

4.8.2.2 Causa potencial 3.2

Se extrae de los datos recopilados por el departamento de calidad, los rechazos que han tenido los 13 proveedores de la Plásticos Modernos en la fecha de enero 2017 a junio 2018. Lo que evidencia que si llevan un control detallado de la calidad que está presentando cada proveedor. (Ver anexo 4)

Imagen 34 Informe de Gestión de calidad sobre proveedores



Informe de Gestión de la Calidad, Proveedores

jun-18

Departamento	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	Total
1 Dacsá	1	0	7	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0							13
2 Etiprés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0							1
3 Flexográfica	2	3	8	2	6	5	3	5	1	1	2	3	1	2	0	0	1	3							48
4 NDS Intal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
5 Plastic Film	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0							5
6 Poliart	1	6	10	0	3	0	2	3	2	6	9	3	2	4	1	0	3	1							56
7 Corrugados del Guarco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
8 Plamar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
9 Robiisa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
10 Gozaka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
11 EMCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
12 Grupo EcoPlast	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0							6
13 Corrugados Alta Vista	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							1
Totales	5	9	26	2	11	6	8	11	3	8	14	6	3	7	1	1	5	4	0	0	0	0	0	0	129

Rechazos por Proveedores

Proveedor	Cantidad	%
1 Flexográfica	3	75,00%
2 Poliart	1	25,00%
Total	4	100%

Unds. Rechazadas

Proveedor	Cantidad
1 Flexográfica	18 655 Unds.
2 Poliart	64 550 Unds.
Total	64 550 Unds.

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

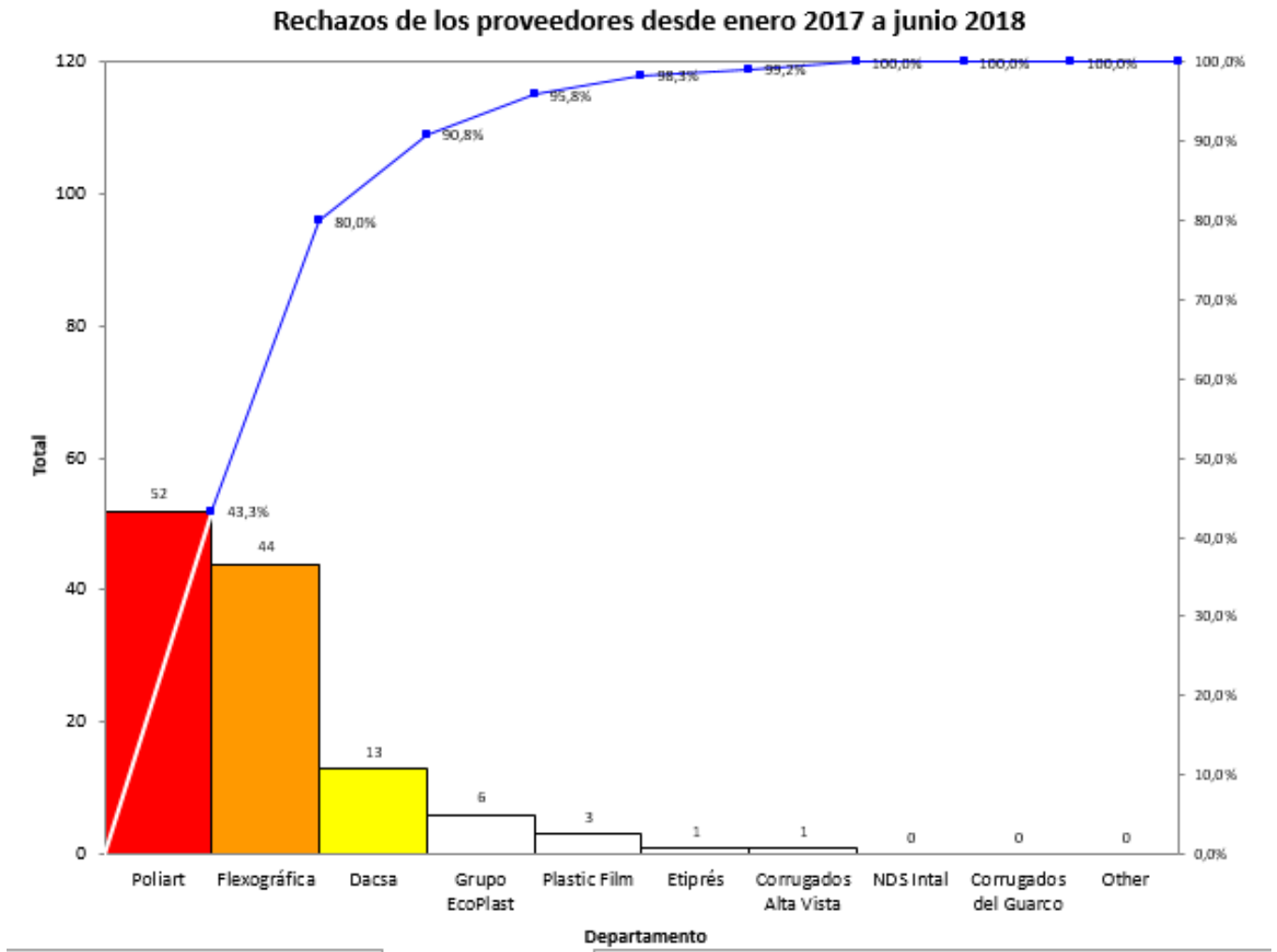
Tabla 20 Rechazos de proveedores

Rechazos de los proveedores desde enero 2017 a junio 2018

	Proveedor	Total de rechazos
1	Dacsa	13
2	Etiprés	1
3	Flexográfica	44
4	NDS Intal	0
5	Plastic Film	3
6	Poliart	52
7	Corrugados del Guarco	0
8	Plamar	0
9	Robiisa	0
10	Gozaka	0
11	EMCA	0
12	Grupo EcoPlast	6
13	Corrugados Alta Vista	1
	Totales	119

Fuente: Sistema de Control de Producción Evolution System

Diagrama 11 Pareto Rechazos de los proveedores



Fuente: Elaboración Propia

Según el gráfico el 100% de los rechazos los representa Poliart y Flexografica, la cual corresponden al 80% de los rechazos que se les han realizado a los proveedores en año y medio. Esto indica que la calidad de la materia prima que está recibiendo Plásticos Modernos es inspeccionada y reportada con detalle, lo que no puede ser una causa de problemas en los rechazos que está presentando termoformado en la variación de calibre.

4.8.2.3 Causa potencial 5.1

Según entrevistas con el encargado de calidad el Ing. Manuel Rojas, indica que los operarios reciben capacitación por parte de los supervisores y charlas de retroalimentación en cuanto al manejo de las máquinas y manipulación de materia prima y producto terminado, además la rotación de personal es casi nula, por lo que no podría suponerse curvas de aprendizaje constantes en el departamento. Actualmente no se acostumbra a realizar minutas o agendas, pero si tienen días para lo que ellos llaman MCI y rendición de cuentas.

4.8.3. Análisis de Causa Raíz (5 POR QUÉ)

Tabla 21 Análisis de causa raíz

PROPUESTO							
#	CAUSAS	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	SOLUCIÓN PROPUESTA
1.2	1.2 No se supervisa como los operarios están manejando las máquinas.	Los operarios cuando se ven atrasados, suben las revoluciones de las máquinas para terminar la producción a tiempo.	Los supervisores no están regularmente pendientes de lo que realizan los operarios.	No hay controles específicos sobre los operarios que midan como se está realizando la producción, únicamente se verifica si se cumplió la cantidad requerida.			1.2 Crear controles para los operarios que garanticen que las máquinas están trabajando según las fichas técnicas y las especificaciones del equipo.

#	CAUSAS	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	SOLUCIÓN PROPUESTA
2.1	2.1 No existe inspección del producto que viene de extrusión, solo se coloca en las máquinas de termo.	Porque los operarios suponen que el producto viene debidamente inspeccionado y que cumple con las especificaciones.	Porque no existen controles al inicio del proceso de producción de termoformado que garanticen la calidad del producto.	No hay conciencia de la cantidad de scrap generado debido al inconforme que proviene de extrusión.			2.1 Se recomienda crear un plan de muestreo según la tabla militar, para determinar si el producto cumple o si se rechaza por exceso o falta de calibre. Se debe realizar antes de insertar el rollo en la máquina termoformadora garantizando así el ahorro del costo que implica la producción del envase defectuoso más su reproceso.

#	CAUSAS	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	SOLUCIÓN PROPUESTA
3.1	3.1 Las láminas que vienen de extrusión no cumplen con el calibre requerido	Porque los operarios realizan un manejo inadecuado de las máquinas de extrusión elevado las revoluciones por minuto. Además no se realizan inspecciones del producto final con datos reales o se pasa con excesos de calibre.	Por falta de supervisión y de inspecciones regulares, no existen mediciones, solo se guían por sentidos organolépticas, por olor y vista; además porque juegan con el ajuste de la máquina termoformadora, sabiendo que si la lámina que salió de extrusión tiene un calibre superior al indicado, en termoformado deben aumentar el calor de la máquina para que el envase salga con el peso correcto.	Falta de controles			3.1 Diseñar controles de inspección regular que no se guíen por la vista sino en las mediciones del calibre y rechazar de manera definitiva los rollos que no cumplan con lo requerido por termoformado.

#	CAUSAS	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	SOLUCIÓN PROPUESTA
4.1	4.1 Los operarios debido a atrasos presionan mucho la bomba de engrane subiendo las revoluciones por minuto y hace que el calibre aumente o baje	Los operarios dedican mucho tiempo en alimentación, socializar con otros compañeros e incluso pasear por la planta fuera de sus horarios de descanso, creando atrasos en la producción que después deben reponer ajustando de manera indebida la máquina.	Porque no se les supervisa el tiempo, no deben marcar entradas ni salidas de los horarios de descanso y los supervisores no le prestan atención a estos detalles.	No hay indicadores de desempeño personales, solo por departamentos, lo que no les insta y motiva a cumplir su trabajo con mayor eficiencia.	Falta de controles sobre el trabajo de los operarios y de las máquinas.		4.1 Un sistema restrinja el manejo de los ajustes, o que permita generar reportes de la velocidad o presión de la máquina para identificar a los operarios que alteran la bomba de engrane y varía las revoluciones de la misma afectando el producto.

Fuente: Elaboración propia

Causa Raíz

Se determina que la causa raíz de los problemas de calidad de los envases de termoformado por variaciones de pesos, es debido a:

Variaciones de calibre en las láminas que provienen de extrusión

Extrusión está entregando rollos con variaciones en los calibres. Esto se da por alteraciones en las máquinas, pues los operarios presionan la bomba de engrane para aumentar la velocidad de la producción, creando bajas y subidas de presión sobre las láminas, esto produce alteraciones en el calibre, resultando en rollos inconformes para la producción de envases; todo esto se da debido a la falta de controles y supervisión del trabajo del operario.

Falta de inspecciones iniciales de las láminas que ingresan a termoformado

Termoformado no revisa las láminas que entrega extrusión para la formación de los envases, ya que confían que viene con las medidas solicitadas, además, si alguna lámina viniera con calibres mayores o menores a lo requerido, se lo indican al encargado de producción de termoformado para que ajusten la temperatura de la termoformadora y aproximarse a los pesos del envase que solicita el cliente y para evitar la deformación o debilidad de los mismos. Sin embargo, estas medidas son poco eficientes, ya que mucho de la producción se desecha por estas características.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Descripción y características

La compañía Plásticos Modernos S. A. tiene oportunidades de mejoramiento en el Departamento de termoformado y extrusión, se analizaron los datos que comprenden de septiembre a noviembre del 2018. Con la información recopilada, se logra conocer la cantidad de scrap en el departamento y sus causas principales. Luego de conocer con detalle que el tipo de scrap que más se genera es por rechazos de calidad debido a variaciones de calibre, se cuantificaron de manera económica para demostrar las pérdidas que se están ocasionando y que impiden que la eficiencia mejore.

5.2 Costo por reprocesos debido a productos rechazados

A continuación, se detallan los costos ocultos en los que la empresa está incurriendo debido al desecho generado en el departamento de termoformado por falta de controles de calidad que permitan optimizar los procesos y garantizar la inocuidad de los productos.

Se conoce según los reportes del Sistema de Control de Producción Evolution System, que en promedio mensualmente se generan por productos rechazados 1223 kilogramos de los cuales 652 kilogramos corresponden a rechazos por envases con paredes débiles, deformes o con variaciones de peso, se hace una revisión de causas y se determina que uno de los principales problemas es la materia prima que proviene de extrusión y que corresponden a los rollos que se instalan en termoformado para la producción de envases, ya que vienen con problemas de calibre. Cada rollo tiene un costo por kilogramo de \$2,31 que según el tipo de cambio actual corresponde a ¢1 427 por kilogramo. Además, se conoce gracias a los reportes que los costos por enviar material de scrap al molino

corresponde a ¢1 703,41 por kilogramo. Se conoce también que la tasa horaria de producción corresponde a \$ 198,25 por hora, lo que por el tipo de cambio corresponde a ¢122 518,00 la hora, se producen en promedio 42,92 kilogramos por hora. Según se tienen definido, el reproceso del scrap tiene un costo de \$2,89 por kilogramo, lo que por el tipo de cambio corresponde a ¢1 786,00 el kilogramo de scrap. Por lo que son muchos los costos implícitos dentro del proceso de producción que se pierden con los rechazos y que aumenta con el precio del reproceso. Analizar los costos en su totalidad no sería posible para la dimensión del proyecto por falta de información más específica. Sin embargo, si solo se toma en cuenta el precio de reprocesar cada kilogramo de scrap ¢1 786,00 por 652 kilogramos de producto defectuoso debido a problemas de calibre de las láminas de extrusión, los costos al mes corresponden a ¢ 1 152 736 lo que al año supondría un costo de ¢ 13 832 832.

5.3 Propuesta

5.3.1 Instalación de medidores de corriente en las máquinas de Extrusión

Según el análisis realizado en el capítulo anterior, los defectos más recurrentes en los envases de termoformado se debe a variaciones en los calibres de las láminas que está proporcionando extrusión, estas variaciones se debe a la alteración de la velocidad de los equipos que producen los rollos, ya que no existen restricciones o controles por medio de reportes que den visibilidad a los ajustes que se realizan a las máquinas, esto impide una trazabilidad completa de la gestión que están realizando los operarios para lograr la producción y verificar si están trabajando según lo que especifica las fichas técnicas con respecto a la velocidad y presión de las máquinas para obtener producto terminado conforme a lo requerido.

Por lo que se propone incluir en las máquinas de extrusión un medidor de corriente. Cuando los operarios presionan la bomba de engrane para aumentar las revoluciones de esta, aumenta la velocidad de la máquina, generando un consumo de energía mayor al que está previsto para la producción, por lo que genera un

reporte con la fecha hora y la máquina utilizada, esto permitirá llevar un control actualizado de cuáles operarios han alterado las indicaciones de la ficha técnica y se podrán diseñar medidas correctivas sobre los trabajadores que busquen crear un cambio y crear conciencia sobre la importancia de seguir las instrucciones diseñadas por medio de las fichas técnicas y, de esta forma, ir reduciendo la recurrencia de errores en los productos.

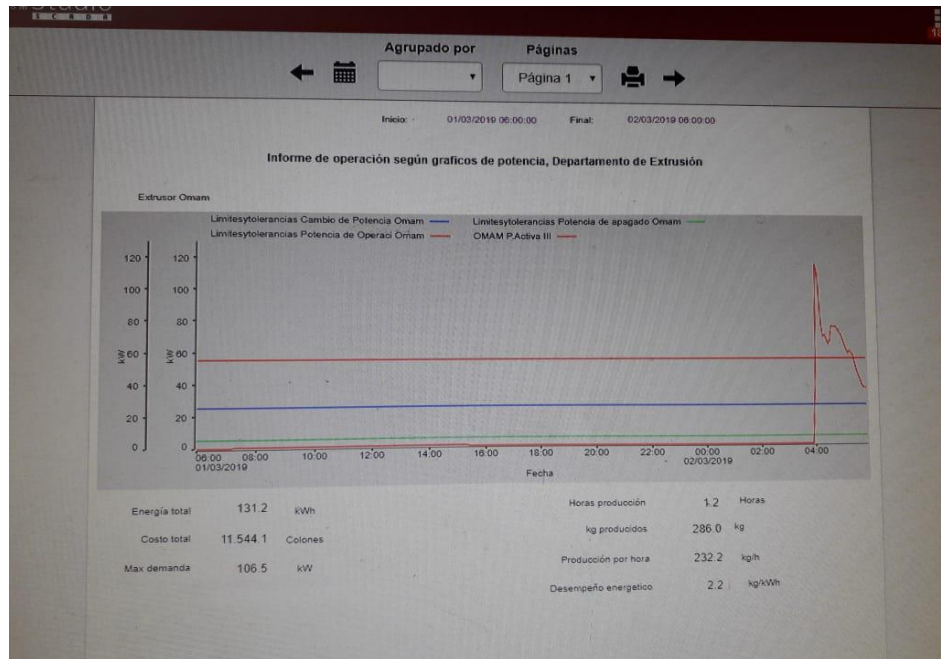
Actualmente, la empresa cuenta con un medidor de corriente en una de las máquinas de Inyección, esto les ha servido para controlar los consumos del equipo, además de verificar si la máquina se ha apagado correctamente o si requieren mantenimiento; sin embargo, esta herramienta podría ser de mucha utilidad en las máquinas de extrusión para controlar la velocidad a las que son sometidas durante la producción. El medidor de corriente permite generar un gráfico con datos en tiempo real del consumo de energía realizado, proyectando en un monitor si existe estabilidad en el consumo o si por el contrario hay picos altos o bajos que indiquen modificaciones en el equipo, ya sea por paros de máquina o alteraciones en la velocidad, además posee una memoria interna que le permite almacenar datos para su revisión.

Imagen 35 Medidores de corriente de la máquina de Inyección



Fuente: Plásticos Modernos

Imagen 36 Informe según grafico de potencia



Fuente: Plásticos Moderno

Imagen 37 Reporte del medidor de corriente



Fuente: Plásticos Modernos

Imagen 38 Controles de medidor



Fuente: Plásticos Modernos

5.3.2 Plan de muestreo de aceptación por variables MIL STD 414

Se propone, para mitigar la cantidad de scrap generada por problemas de variaciones de peso, envases con deformaciones y paredes débiles, realizar controles de inspección que permitan garantizar la calidad de la materia prima que está recibiendo extrusión. Actualmente, las inspecciones que se aplican sobre la materia prima de termoformado, la realizan exclusivamente los operarios de extrusión cuando producen las láminas, pero únicamente toman como muestra 2 rollos y miden su calibre, sin embargo, no cuentan con herramientas que transmitan información clara a termoformado donde se detalle los calibres logrados en la

lámina, únicamente se utiliza una ficha con mayor énfasis en el color, formulación y textura del producto, mas no del calibre exacto que llevan.

Por su parte, termoformado recibe el producto y lo monta en la máquina para iniciar la producción sin saber si la lámina cumple o no con lo requerido.

Imagen 39 Ficha de aprobación de muestra de extrusión

Plásticos Modernos
ISO 9001:2008
ISO 14001:2004
INTE 18001:2009

APROBACIÓN DE MUESTRA

Formulación de Lámina

Fecha: 9 / 10 / 18

Máquina: Oman

Producto: L. Rollo 048x51.5

Tono: Amarillo Primoroso

Extrusor: 65.25% Resina Hips
30% Scrap Amarillo Primoroso
2.75% Master batch Amarillo Primoroso
5% Styrolox

Co Extrusor 1: 62.8% Resina Hips
30% Scrap Amarillo Primoroso
2.2% Master batch Amarillo Primoroso
5% Styrolox

Co Extrusor 2:

APROBACION de Formulación: *[Firma]*

APROBACION Tono por Cliente o Mercadeo: *[Firma]*

Fuente: Plásticos Modernos

Por lo que se recomienda realizar un plan de muestreo del calibre; además, es importante tomar en cuenta las demás condiciones de calidad requeridas por el

cliente para la inspección del rollo, como color, inocuidad y textura, esto para evitar que el producto sea rechazado por cualquiera de las características mencionadas.

A pesar de ser departamentos de una misma empresa es válido ver ambos como una relación cliente – proveedor interno de la empresa.

Este plan de muestreo se utiliza para medir una característica variable como peso, longitud, espesor, etc. Por lo que será lo más recomendado para medir el calibre que tienen los rollos que vienen de extrusión, además su ventaja principal es que el tamaño de muestra es considerablemente menor que el de atributos.

Los lotes normalmente se entregan a termoformado con 12 rollos, por lo que se trabajará con tamaño de lote de 9 a 15 rollos y se usara niveles generales de inspección, tomando en cuenta que las muestras no son destructivas, el nivel IV será el recomendado por ser el más común y de rigurosidad intermedia, el nivel de calidad o AQL a seleccionar será de 2,5% como el aceptado por la empresa. Por lo que se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

Paso 1. Determinar el tamaño del lote

Es importante determinar cuántos rollos trae el lote a muestrear, la empresa ya tiene determinado 12 rollos por lote, por lo que se trabajará el plan con esta cantidad.

Paso 2. Especificar el NCA (o AQL)

Se debe elegir el nivel de calidad requerido por la empresa. Plásticos Modernos determina que el nivel de calidad aceptable deberá estar en 2,5 %, por lo que se trabajará con este AQL.

Paso 3. Escoger el nivel de inspección

En tanto mayor sea el nivel de inspección más estricto es el plan. Se recomienda utilizar el nivel IV, ya que es estricto a nivel intermedio.

Paso 4. Elegir letra de tamaño de muestra

De acuerdo con el tamaño de lote y el nivel de inspección, encontrar la letra código del tamaño de la muestra. Se guiará según los niveles elegidos para determinar la porción a medir. Según el tamaño de lote y nivel de inspección seleccionado, el tamaño de muestra siempre será la letra B.

Imagen 40 Tabla Niveles de Inspección para propuesta

TAMAÑO DEL LOTE	NIVELES DE INSPECCIÓN				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3200	F	H	J	L	M
3201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22000	H	J	M	N	O
22001 a 110000	I	K	N	O	P
110001 a 550000	I	K	O	P	Q
550001 y más	I	K	P	Q	Q

Fuente: (Gutierrez, 2002)

Paso 5. Elegir valores M y n

De acuerdo con la letra código y el NCA, se busca el plan simple para inspección normal, que consiste en un tamaño de muestra n, y del valor M, que es

el porcentaje máximo de defectuosos tolerado en el lote. Una vez identificada la letra, en este tamaño de muestra a utilizar, o sea 3 rollos, seguido del AQL

seleccionado que es de 2,50, eso mostrará M o porcentaje máximo de defectos a tolerar. M= 7,59.

Imagen 41 Tabla para inspección normal y severa para propuesta

LETRA CÓDIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE: NCA O AQL (INSPECCIÓN NORMAL)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3										7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4								1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5							1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7					0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10				0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.099	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.135	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.156	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.179	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.170	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.179	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.163	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	1.147	0.147	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.145	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.134	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.135	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	0.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	

Niveles de calidad aceptable: NCA o AQL (inspección severa)

Fuente: (Gutierrez, 2002)

Paso 6. Seleccionar de manera aleatoria una muestra de tamaño n

A cada pieza de esta se le mide la característica de calidad, para termoformado serían los 3 rollos, tomar 3 calibres de los 3 rollos, en las esquinas y

al centro, para posteriormente obtener un promedio de las 3 muestras. Con los datos obtenidos calcular la media \bar{X} y la desviación estándar muestral, S .

Paso 7. Cálculo de índices

De los siguientes dos índices, de acuerdo con el tipo de especificaciones que tenga la característica de calidad, calcular a uno o a ambos. Se debe tomar en cuenta el calibre mínimo y máximo especificado por el cliente para la aplicación de las formulas.

$$Z_{ES} = \frac{ES - \bar{X}}{S} \text{ para especificación superior (ES)}$$

$$Z_{EI} = \frac{\bar{X} - EI}{S} \text{ para especificación inferior (EI)}$$

Paso 8. Estimar la proporción de unidades defectuosas en el lote.

Para ello, revisando las tablas indicadas en las imágenes 11 y 12, se debe identificar el valor obtenida en Z (índices) para obtener la probabilidad tanto para el índice inferior como superior (p_i , p_s) el cual corresponde a la estimación del porcentaje de defectuosos del lote.

Imagen 42 Tabla porcentaje defectuoso para propuesta

Z_{α} Z_{β}	TAMAÑO DE LA MUESTRA															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
0	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
0.1	47.24	46.67	46.44	46.26	46.16	46.10	46.08	46.06	46.06	46.05	46.04	46.04	46.03	46.03	46.02	46.02
0.3	41.63	40.00	39.37	38.87	38.60	38.44	38.37	38.33	38.31	38.29	38.28	38.27	38.25	38.24	38.22	38.22
0.35	40.20	38.33	37.62	37.06	36.75	36.57	36.49	36.45	36.43	36.41	36.40	36.38	36.36	36.35	36.33	36.33
0.45	37.26	35.00	34.16	33.49	33.23	32.92	32.84	32.79	32.76	32.74	32.73	32.72	32.68	32.67	32.66	32.65
0.50	35.75	33.33	32.44	31.74	31.37	31.15	31.06	31.01	30.98	30.96	30.95	30.93	30.90	30.89	30.87	30.87
0.55	34.20	31.67	30.74	30.01	29.64	29.41	29.32	29.27	29.24	29.22	29.21	29.19	29.16	29.15	29.14	29.13
0.60	33.61	30.00	29.05	28.32	27.94	27.72	27.63	27.58	27.55	27.53	27.52	27.50	27.47	27.46	27.45	27.44
0.70	29.27	26.67	25.74	25.03	24.67	24.46	24.38	24.33	24.31	24.29	24.28	24.26	24.24	24.23	24.21	24.21
0.75	27.50	25.00	24.11	23.44	23.10	22.90	22.83	22.79	22.76	22.75	22.73	22.72	22.70	22.69	22.68	22.67
0.80	25.64	23.33	22.51	21.88	21.57	21.40	21.33	21.29	21.27	21.26	21.25	21.23	21.22	21.21	21.20	21.20
0.85	23.67	21.67	20.93	20.37	20.10	19.94	19.89	19.86	19.84	19.82	19.82	19.80	19.79	19.78	19.78	19.77
0.90	21.55	20.00	19.38	18.90	18.67	18.54	18.50	18.47	18.46	18.45	18.44	18.43	18.42	18.42	18.41	18.41
0.95	19.25	18.33	17.86	17.48	17.29	17.20	17.17	17.15	17.14	17.13	17.13	17.12	17.12	17.11	17.11	17.11
1.00	16.67	16.62	16.36	16.10	15.97	15.91	15.89	15.88	15.88	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87	15.87
1.05	13.66	15.00	14.91	14.77	14.71	14.68	14.67	14.67	14.67	14.67	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68
1.10	9.84	13.33	13.48	13.49	13.50	13.51	13.52	13.52	13.53	13.54	13.54	13.54	13.55	13.55	13.56	13.56
1.15	0.29	11.67	12.10	12.27	12.34	12.39	12.42	12.44	12.45	12.46	12.46	12.47	12.48	12.49	12.49	12.30
1.20	0.00	10.00	10.76	11.10	11.24	11.34	11.38	11.41	11.42	11.43	11.44	11.46	11.47	11.48	11.49	11.49
1.25	0.00	8.33	9.46	9.98	10.21	10.34	10.40	10.43	10.46	10.47	10.48	10.50	10.52	10.53	10.54	10.56
1.30	0.00	6.67	8.21	8.93	9.22	9.40	9.48	9.52	9.55	9.57	9.58	9.60	9.63	9.64	9.65	9.66
1.35	0.00	5.00	7.02	7.92	8.30	8.52	8.61	8.66	8.69	8.72	8.74	8.76	8.79	8.81	8.82	8.83
1.40	0.00	3.33	5.88	6.98	7.44	7.69	7.80	7.86	7.90	7.92	7.94	7.97	8.01	8.02	8.04	8.05
1.45	0.00	1.67	4.81	6.10	6.63	6.92	7.04	7.11	7.15	7.18	7.21	7.24	7.28	7.30	7.31	7.33
1.50	0.00	0.00	3.80	5.28	5.87	6.20	6.34	6.41	6.46	6.50	6.52	6.55	6.60	6.61	6.64	6.65
1.55	0.00	0.00	2.87	4.52	5.18	5.54	5.69	5.77	5.82	5.86	5.88	5.92	5.97	5.99	6.01	6.02
1.60	0.00	0.00	2.03	3.83	4.54	4.92	5.09	5.17	5.23	5.27	5.30	5.33	5.38	5.41	5.43	5.44
1.65	0.00	0.00	1.28	3.19	3.95	4.36	4.83	4.62	4.68	4.72	4.75	4.79	4.85	4.87	4.90	4.91
1.70	0.00	0.00	0.66	2.62	3.41	3.84	4.02	4.12	4.18	4.22	4.25	4.30	4.35	4.38	4.41	4.42
1.75	0.00	0.00	0.19	2.11	2.93	3.37	3.56	3.66	3.72	3.77	3.80	3.84	3.90	3.93	3.95	3.97
1.80	0.00	0.00	0.00	1.65	2.49	2.94	3.13	3.24	3.30	3.35	3.38	3.43	3.48	3.51	3.54	3.55
1.85	0.00	0.00	0.00	1.26	1.09	2.56	2.75	2.85	2.92	2.97	3.00	3.05	3.10	3.13	3.16	3.17
1.90	0.00	0.00	0.00	0.93	1.75	2.21	2.40	2.51	2.57	2.62	2.65	2.70	2.76	2.79	2.82	2.83
1.95	0.00	0.00	0.00	0.65	1.44	1.90	2.09	2.91	2.26	2.31	2.34	2.39	2.45	2.48	2.50	2.52
2.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.17	1.62	1.81	1.91	1.98	2.03	2.06	2.10	2.16	2.19	2.22	2.23
2.05	0.00	0.00	0.00	0.26	0.94	1.37	1.56	1.66	1.73	1.77	1.80	1.85	1.91	1.94	1.96	1.98
2.10	0.00	0.00	0.00	0.14	0.74	1.16	1.34	1.44	1.50	1.54	1.58	1.62	1.68	1.71	1.73	1.75
2.15	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	0.97	1.14	1.24	1.30	1.34	1.37	1.42	1.47	1.50	1.53	1.54
2.20	0.000	0.00	0.000	0.015	0.437	0.803	0.968	1.061	0.120	1.161	1.192	1.233	1.287	1.314	1.340	1.352
2.25	0.000	0.00	0.000	0.001	0.324	0.660	0.816	0.905	0.962	1.002	1.031	1.071	1.123	1.148	1.173	1.186
2.30	0.000	0.00	0.000	0.000	0.233	0.538	0.685	0.769	0.823	0.861	0.888	0.927	0.977	1.001	1.025	1.037

$Z_{\alpha/2}$	TAMAÑO DE LA MUESTRA															
	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	150	200
2.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.163	0.435	0.571	0.650	0.701	0.736	0.763	0.779	0.847	0.870	0.893	0.905
2.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.109	0.348	0.473	0.546	0.594	0.628	0.653	0.687	0.732	0.755	0.777	0.787
2.45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.069	0.275	0.389	0.457	0.501	0.533	0.556	0.589	0.632	0.653	0.673	0.684
2.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.214	0.317	0.380	0.421	0.451	0.473	0.503	0.543	0.563	0.582	0.592
2.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.165	0.257	0.314	0.352	0.379	0.400	0.428	0.465	0.484	0.502	0.511
2.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.125	0.207	0.258	0.293	0.318	0.337	0.363	0.398	0.415	0.432	0.441
2.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.094	0.165	0.211	0.243	0.265	0.282	0.307	0.339	0.355	0.371	0.379
2.70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.069	0.130	0.171	0.200	0.220	0.236	0.258	0.288	0.302	0.317	0.325
2.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.102	0.138	0.163	0.182	0.196	0.216	0.243	0.257	0.271	0.277
2.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.079	0.110	0.133	0.150	0.162	0.181	0.205	0.218	0.230	0.237
2.85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.060	0.088	0.108	0.122	0.134	0.150	0.173	0.184	0.195	0.201
2.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.046	0.069	0.087	0.100	0.110	0.125	0.145	0.155	0.165	0.171
2.95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.034	0.054	0.069	0.081	0.090	0.103	0.121	0.130	0.140	0.144
3.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.025	0.042	0.056	0.065	0.073	0.084	0.101	0.109	0.118	0.122
3.05	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.018	0.032	0.043	0.052	0.059	0.069	0.083	0.091	0.099	0.103
3.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.013	0.024	0.034	0.041	0.047	0.056	0.069	0.076	0.083	0.086
3.15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.018	0.026	0.033	0.038	0.046	0.067	0.063	0.069	0.072
3.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.014	0.020	0.026	0.030	0.037	0.047	0.062	0.057	0.060
3.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.010	0.015	0.020	0.024	0.030	0.038	0.043	0.048	0.050
3.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.007	0.012	0.015	0.019	0.024	0.031	0.035	0.039	0.042
3.35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.009	0.012	0.015	0.019	0.025	0.029	0.032	0.034
3.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.007	0.009	0.011	0.015	0.020	0.023	0.027	0.028
3.45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007	0.009	0.012	0.016	0.019	0.022	0.023
3.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.005	0.007	0.009	0.013	0.015	0.018	0.019
3.55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.005	0.007	0.011	0.012	0.015	0.016
3.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012	0.013
3.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.004	0.007	0.008	0.010	0.010
3.70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.008
3.75	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.007
3.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006
3.85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004
3.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.004

Fuente: (Gutierrez, 2002)

Paso 9. Decisión de aceptación o rechazo

De las probabilidades superior e inferior identificadas, se deben sumar y determinar si son mayor, menor o igual al valor M.

Tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ Para variables solo con especificación inferior. Aceptar el lote si p_i es menor o igual al valor de M (encontrado en el paso 6). En caso contrario rechazarlo.
- ✓ Para variables sólo con especificación superior. Aceptar el lote si p_s es menor o igual que M. En caso contrario rechazarlo.
- ✓ Para variables con doble especificación. Aceptar el lote si la suma del porcentaje inferior más que el superior, $p = p_i + p_s$, es menor o igual a M. En caso contrario rechazar el lote.

5.3.3 Modificación de la ficha de Aprobación de la Muestra

Se recomienda modificar la ficha de información, donde sea visible la medida de calibre que lleva la lámina.

Imagen 43 Ficha de aprobación de muestra de extrusión modificada

APROBACIÓN DE MUESTRA FECHA ___/___/___

ISO 9001:2009
ISO 14001:2004
INTE 18001:2009

Formulación de lámina

EXTRUSOR:

CO EXTRUSOR 1:

Maquina: _____

Producto: _____

Tono: _____

Calibre: _____

Aprobación _____
de formulación

Aprobación _____
Tono por el cliente o mercadeo

Fuente: Elaboración propia

5.4 Implementación

Para la implementación de esta propuesta es necesario que la empresa Plásticos Modernos S.A., le dé la prioridad a la oportunidad de mejora que existe al controlar el trabajo de los operarios sobre el equipo de producción del departamento de extrusión, invirtiendo en la compra de 3 medidores de corriente para las máquinas del departamento; además de la revisión constante de los reportes generados por los medidores para comprobar la correcta gestión de los trabajadores y garantizar la disminución de producto inconforme tanto en extrusión como en termoformado.

Una vez que se han implementado estas herramientas de verificación en los equipos es importante crear un procedimiento estandarizado de inspecciones sobre la materia prima de termoformado, con el fin de reducir el scrap por rechazos. Se debe capacitar al personal sobre la aplicación del plan de muestreo a utilizar con el objetivo de que se realice de la manera correcta.

La puesta en marcha al proyecto o propuesta se puede estar ejecutando en un plazo de 6 meses a partir del mes de mayo, siempre y cuando la Gerencia general y el departamento extrusión autoricen la compra del equipo y la instalación del mismo en las 3 máquinas. Además, dependerá del compromiso por parte del departamento de calidad en el establecimiento de indicadores para revisiones semanales en conjunto con los coordinadores de Termoformado y de Extrusión, esto, para verificar el cumplimiento de lo propuesto y validar los resultados.

5.4.1 Plan de acción

Tabla 22 Plan de acción de la propuesta

	ACCIÓN	OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN	RESPONSABLE	FECHA		STATUS					COMENTARIOS
				INICIO	CIERRE	0%	25%	50%	75%	100%	
#	INSTALACION DE MEDIDORES										
1	Compra de los medidores	Se debe solicitar al proveedor 3 medidores adaptables a las máquinas de extrusión	Gerencia general y departamento de compras	6-may-19	16-may-19	X					
2	Instalación de los medidores	Se ajustará a las máquinas del departamento de extrusión	Supervisor de extrusión y Proveedor	18-may-19	22-may-19	X					
3	Realización de pruebas y análisis de reportes generados	Se deberá realizar pruebas para comprobar que los controles que se desean implementar cumplen con el objetivo previsto.	Manuel Rojas y Max Calderón	25-may-19	29-may-19	X					

	ACCIÓN	OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN	RESPONSABLE	FECHA		STATUS					COMENTARIOS
				INICIO	CIERRE	0%	25%	50%	75%	100%	
	PLAN DE INSPECCION										
4	Puesta en marcha de planes de inspección STD 414	Solicitar al encargado de calidad el desarrollo del procedimiento del plan de inspección, ya sea manual o por medio de un software	Manuel Rojas	3-jun-19	28-jun-19	X					
5	Capacitación del personal en la aplicación de planes de inspección	Solicitar al encargado de calidad capacitar a los operarios en el plan de inspección capacitación.	Manuel Rojas, Sergio y Hugo Garita	1-oct-18	31-Dec-18	X					
6	5.1.2 Realizar evaluaciones de los resultados	Realizar durante tres meses, evaluaciones al azar de las especificaciones de los envases para comprobar que los problemas por variación de calibre han disminuido	Rolando Delgado	1-nov-19	12-nov-19	X					

	ACCIÓN	OBJETIVO / JUSTIFICACIÓN	RESPONSABLE	FECHA		STATUS					COMENTARIOS
				INICIO	CIERRE	0%	25%	50%	75%	100%	
	MODIFICACIONES DE LAS FICHAS DE APROBACION										
7	Cambios en la ficha de aprobación de muestras de extrusión	Se deben realizar cambios a la ficha de aprobación de muestras que se utiliza en extrusión, para agregar un espacio donde se detalle el calibre que llevan los rollos y permitir mejor comunicación con el departamento de termoformado	Manuel Rojas o Hugo Garita	25-nov-19	2-Dec-19	X					

Número de Tareas 7

% Avance 0%

Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis de efectividad de la propuesta

Al reducir los problemas que presentan las láminas de extrusión por calibres fuera de especificación, se logran reducir defectos en los envases de termoformado por deformaciones, paredes débiles y variaciones de peso, lo cual permite alcanzar una reducción de scrap en ambos departamentos.

DEPARTAMENTO	SCRAP (KG) REDUCIDO CON LA PROPUESTA
TERMOFORMADO	652
EXTRUSION	6 909
TOTAL	7 561

Según lo mostrado en la Tabla #11 los niveles de sobreproducción de scrap representan el 7% de la producción de producto en extrusión que alimenta todos los procesos de la empresa.

Mes	Producto final en kilogramos de extrusión	Total de scrap promedio generado por mes en Kg (todos los departamentos)	Scrap en kg reutilizado por Extrusión	Scrap en sobreproducción (toda la empresa)	% sobrante de scrap sobre la producción
setiembre	283 646	113 791	84 719	29 072	10%
octubre	411 042	141 720	121 729	19 991	5%
noviembre	495 134	193 514	160 468	33 046	7%
Promedio	396 607	149 675	122 306	27 369	7%

Sin embargo, con la propuesta se puede reducir 7.561 kilogramos por productos rechazados por defectos en la variación de calibres de las láminas de extrusión. Lo que permite pasar de un 7% de sobrantes de scrap sobre la producción a 5%. Además de un ahorro de ₡ 13 367 848 por mes por reproceso de scrap.

Tabla 23 Reducción de sobrante de scrap con la propuesta

Mes	Producto final en kilogramos de extrusión	total de scrap promedio generado por mes en Kg (todos los departamentos)	Scrap en kg reutilizado por Extrusión	Scrap en sobreproducción (toda la empresa)	% sobrante de scrap sobre la producción
Resultado	396 607	142 114	122 306	19 808	5%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Con el estudio realizado en la empresa Plásticos Modernos, se logra identificar puntos de mejora, que si no son resueltos a largo plazo podrían representar pérdidas para la organización tanto a nivel económico como organizacional.

1. De las tablas de obtención de datos se evidencia que los departamentos que generan mayor cantidad de scrap son extrusión y termoformado, los cuales presentan scrap no permitido en el área de calidad por defectos en sus productos.
2. La cantidad de scrap que más se genera en termoformado, es debido a la variación de calibre de las láminas de extrusión por lo que la empresa está gastando aproximadamente ₡ 1 152 736 al mes solo en termoformado.
3. Según los gráficos de control, aplicados sobre los pesos de las tapas que se obtienen de termoformado, indican que el proceso no está centrado, ya que difiere en las medias en 0,2 gramos, los pesos se encuentran dentro de los límites de proceso, pero se sale levemente de los límites especificados, además; los datos confirman que existe mucha variabilidad en el proceso.
4. El plan de muestreo para variables Plan MIL STD 414 aplicado a las láminas del departamento de extrusión para verificar su calibre, indican que el porcentaje de error que presentan es mayor que el permitido por la empresa, por lo que el lote inspeccionado debió rechazarse, con esto se concluye que existen problemas de calidad de la materia prima usada en termoformado. Se observa además que no hay inspecciones de la materia prima que ingresa a termoformado, proveniente de extrusión, lo cual genera defectos en los

productos finales. No se han diseñado planes de muestreo inicial sobre los lotes de rollos a utilizar en el departamento.

5. Las láminas que provienen de extrusión presentan errores por variaciones en los calibres, esto debido a alteraciones en la velocidad de las máquinas que producen los rollos que se envían a extrusión.
6. No hay un adecuado control de los operarios sobre la manipulación de las máquinas, ya que estos las programan según su conveniencia, restando calidad a los productos, por lo que es necesario implementar un sistema que permita verificar la adecuada gestión de la producción en extrusión.
7. Las fichas utilizadas en las inspecciones de calidad del departamento de extrusión no hacen referencia a información completa acerca de las características medibles del producto, únicamente de atributos como color, olor, textura y formulación química, por lo que no es posible identificar el calibre que lleva el lote.

La detección de los problemas se da gracias a las diferentes herramientas y métodos utilizados en el estudio de este proyecto, los cuales permitieron detectar factores que afectan directamente el departamento de Termoformado y que sobre los cuales se pueden generar mejoras para reducir los costos ocultos y problemas de inocuidad en los productos.

A partir de la investigación, se pudo concluir que la empresa requiere crear controles más adecuados para la inspección de calidad de materia prima y producto final de los departamentos de extrusión y termoformado, además de supervisiones periódicas de los operarios en cuanto al manejo de las máquinas. En necesario también realizar cambios en el método de transporte de materiales y modificaciones en las fichas de información de muestreo.

Recomendaciones

1. Seguimiento del proceso del Plan de inspección para variables MIL STD 414 desarrollado en la propuesta, en la página 100. Esto permitirá valorar la materia prima recibida de extrusión las cuales son rollos de láminas plásticas específicamente y según los resultados obtenidos del plan de inspección aceptar los lotes recibidos o rechazarlos por calibres fuera de especificación, con esto se pretende evitar de manera anticipada la producción de envases termoformados defectuoso que, posteriormente, genere scrap y, por ende, reproceso, además servirá como control de medición de la eficiencia del departamento de extrusión al medir los rechazos o devoluciones. Se recomienda ir archivando la información en reportes físicos o en un software y en un periodo de 3 meses realizar un análisis de la data obtenida para verificar la efectividad del proceso y comprobar si ha tenido mejoras.
2. Seguimiento y verificación de los reportes generados por los medidores de corrientes instalados en las máquinas de extrusión, para comprobar el adecuado manejo de las máquinas y de la producción, así como de la aplicación de medidas correctivas e indicadores de desempeño sobre los operarios, que permitan crear un cambio.
3. Según la información obtenida por los gráficos de control se recomienda disminuir la dispersión del proceso de termoformado, suponiendo que el desempeño también es contribuyente al producto defectuoso y que no todo es causado por errores en la materia prima. Se debe realizar un análisis sobre los moldes que utiliza la máquina de termoformado para comprobar que las dimensiones no sean superiores a las requeridas y que eso esté provocando aumento de peso de los envases; además, se puede realizar mediciones de los productos que salen en cada uno de las 3 cavidades de la máquina termoformadora para verificar que todas estén generando pesos

uniformes y descartar que una o dos cavidades estén produciendo envases con pesos mayores o menores a lo especificado y que además, contribuye a la dispersión y variación de los datos. Estas acciones permitirán centrar el proceso; si no fuera posible, se deben emplear inspecciones 100% sobre los productos de termoformado hasta que se logre estabilizar, además de un muestreo que pase de normal a severo, según los parámetros establecidos por la empresa.

4. Modificación de las fichas de Aceptación de Muestra utilizadas para la inspección de las láminas de extrusión, para que brinden información de medidas de calibre que llevan las láminas y que permitan mayor claridad a los demás departamentos, especialmente a termoformado, según como se detalló en la página 106.
5. La empresa de Plásticos Modernos no debe operar vehículos en mal estado, ya que comprometen la inocuidad de los productos que en su mayoría son para fines alimenticios. Según el RTCA *Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura* en el apartado 9 de Transporte, indica que los vehículos deben ser adecuados para el transporte de alimentos o materias primas, de manera que se evite el deterioro y la contaminación de los alimentos, materias primas o el envase; además, deben proporcionar una protección eficaz contra la contaminación, incluidos el polvo y los humos. El artículo 5 expone que no se deben conducir montacargas con fugas en el sistema de combustible hasta que se hayan reparado. Por ello, se recomienda valorar el estado de estos y eliminar las fugas de aceite, en caso de no ser posible por deterioro, hacer un análisis de remplazo de equipo.
6. Se recomienda darle seguimiento a los proveedores que presentan mayor incidencia de devoluciones, para calificarlos según su desempeño. Es importante realizar una clasificación de los errores que se presentan con

mayor frecuencia y de esta forma encontrar la causa con el proveedor que permitan rectificarlas, ya sea por fallos en el diseño del servicio o producto, el desempeño del sistema, o de las políticas o procedimientos de la entidad. De no ver cambios en el producto recibido, es necesario tomar decisiones en cuanto a cambio de proveedores. Se recomienda además utilizar tablas de muestreo para el producto recibido con la asignación de un recurso que lo realice, además de auditorías a los proveedores de manera regular.

Bibliografía

Acuña, J., (2002). *Control de calidad: Un enfoque integral y estadístico* (3ª. ed.). Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Baca, G. (2014). *Introd*

Bibliografía

Baca, G. (2014). *Introduccion a la Ingenieria Industrial*. Mexico: Grupo Editorial Patria.

Banco Mundial. (2011). *La Evaluación de impacto en la práctica*. Washington.

Camisión, C., & González, T. (2006). *Gestion de calidad, conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson.

Echertea. (2011). *porque ser ingeniero*. Mexico.

Gonzales, C. &. (2006). *Gestion de calidad, conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson. madrid: pearson.

Gutierrez, H. (2002). *Control Estadistico de Calidad y Seis Sigma*. Bogota: Mc Graw Hill.

J, A. (2002). *Control de la Calidad: Un enfoque integral y Estadístico*. Cartago: Tecnologico de Costa Rica.

López, B. S. (2016). *www.ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2009). *Control Estadistico de la Calidad y Seis Sigma*. Guadalajara: Mc Graw Hill.

Ramirez, G. D. (2018). *Introducción a la simulacion industrial*. Heredia, Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

ccion a la Ingenieria Industrial. Mexico: Grupo Editorial Patria.

Banco Mundial. (2011). *La Evaluación de impacto en la práctica*. Washington.

Camisión, C., & González, T. (2006). *Gestion de calidad, conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson.

Echertea. (2011). *porque ser ingeniero*. Mexico.

- Gonzales, C. &. (2006). *Gestion de calidad, conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson. madrid: pearson.
- Gutierrez, H. (2002). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Bogota: Mc Graw Hill.
- J, A. (2002). *Control de la Calidad: Un enfoque integral y Estadístico*. Cartago: Tecnológico de Costa Rica.
- López, B. S. (2016). *www.ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. Guadalajara: Mc Graw Hill.
- Ramirez, G. D. (2018). *Introducción a la simulación industrial*. Heredia, Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.

Manual de Perfiles de Puesto por Competencias

Nombre del puesto: Coordinador de Equipo Natural Termoformado

Objetivo del puesto: Velar porque el proceso productivo a cargo cuente en todo momento con los requerimientos necesarios para su buen desempeño; recurso humano capacitado, materias primas e insumos y maquinaria en buen estado, para lograr las metas establecidas. Además de supervisar el trabajo del personal asignado y hacer que se cumplan los procedimientos y directrices establecidas por la empresa.

Requisitos del Coordinador de Producción de Termoformado

Ingeniero Industrial o Ingeniero en Producción Industrial. Técnico medio en Precisión o Mantenimiento Industrial.

Experiencia: Tres años de experiencia en supervisión de personal en del Sector Industrial.

Funciones:

1. (visualizando constantemente el puesto de trabajo y las actividades que realizan los colaboradores durante el proceso).
2. Mantener una existencia de al menos cincuenta muestras de cada producto. Debe colocar cada mañana una muestra del producto que se está produciendo en cada máquina. Revisar semanalmente que las muestras que se encuentran en existencia estén en buen estado. Si la muestra que se necesita se encuentra en mal estado se toma una muestra de la producción actual que cumpla con las especificaciones de calidad y es remplazada, se proceda a afirmarla. Si la muestra es de tonos o colores la firma Mercadeo.

3. Realizar el pedido tanto de materia prima como insumos a Bodega en Proceso. Debe de revisar que sea lo que se pidió, sino es lo que se solicitó se notifica al Encargado de Bodega y se hace el cambio correspondiente.
4. Verificar que se dé el cumplimiento de la Ficha Técnica (tanto del operador como del Cambia Moldes).
5. Verificar continuamente la calidad del producto que se está produciendo contra la muestra firmada y las especificaciones que debe cumplir el producto.
6. Verificar constantemente que el personal se encuentre en su puesto de trabajo. Si alguna máquina se encuentra parada el personal deberá hacer limpieza profunda de esa máquina o revisar producto rechazado (indicando lo que revisa).
7. Verificar que los Reportes de Producción sean llenados correctamente y oportunamente. Si no se hace correctamente se ejecuta una observación y se le explica al Operador la falta en que incurrió.
8. Abastecer siempre de papelería que a diario el departamento requiere.
9. Verificar que se cumplan los estándares de producción. Esto lo hace comparando el rendimiento por hora contra las especificaciones de la Ficha Técnica.
10. Coordinar que el área se encuentre despejada cuando se requiera realizar un Cambio de Molde. Evaluar que el tiempo asignado para cada cambio sea cumplido. Verificar que el Cambia Moldes deje la máquina ajustada y arrancada, cumpliendo con la Ficha Técnica.
11. Verificar que se dé un buen aprovechamiento de lámina al termoformarla.
12. Velar por el buen funcionamiento de la máquina y del equipo; si tienen alguna falla debe de coordinar con el Jefe de Mantenimiento o Precisión.
13. Velar porque se cumpla el Plan de Capacitación, dándole seguimiento semanalmente, entregándole a Recursos Humanos las hojas (evaluación del curso e instructor y de la asistencia), debidamente firmadas por los Colaboradores.

14. Todos los meses debe coordinar organizar y verificar todo lo referente al inventario.
15. Cada vez que un producto sea rechazado debe enviarlo a cuarentena procediendo a coordinar para que el producto sea oportunamente revisado.
16. Mantener siempre el orden y aseo del departamento.
17. Debe participar en la Auditorias tanto internas como externas (ISO).

Glosario

Causa: Motivo fundamento u origen.

Control: Todas aquellas actividades que aseguran que la realización, en las organizaciones, se lleve a cabo de acuerdo con lo que se ha planeado.

Eficacia: Es la consecución de los objetivos; logro de los efectos esperados.

Eficiencia: El logro de los fines con la menor cantidad de recursos; logro de los objetivos al menor costo u otras consecuencias no buscadas.

Envase: Recipiente en que se conservan, transportan y venden productos o mercancías.

Extrusión: Este proceso industrial es la acción que permite dar forma moldear una masa, saliendo ésta por una abertura especialmente dispuesta.

Lámina: Plancha de plástico, metal u otro material de varios grosores.

Mantenimiento: Es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de la calidad esperada. También se divide en correctivo y preventivo; Será preventivo si los trabajos se ejecutan para evitar que se pierda la calidad del servicio, y correctivo si los trabajos son necesarios porque dicha calidad del servicio ya se perdió.

Masterbach: Es la combinación de químicos en polímeros que permiten dar variedad de colores.

Planeación: Todas aquellas actividades que resultan en el desarrollo de un curso de acción y actividades que guían la futura toma de decisiones.

Poliestireno: Es un derivado plástico que se obtiene a partir del etilbenceno y de

un hidrocarburo, el estireno, producido por la destilación del petróleo.

Productividad: Es la relación entre la producción y los insumos, la productividad total de los factores es la relación entre la producción, con base en el total de la mano de obra, capital, materiales y energía. T

Termoformadora: Máquina que trabaja con y calor con una parte eléctrica y otra mecánica para la fabricación de productos (envase o tapa); que utiliza molde o troquel.

Anexos
Anexo 1

RESUMEN DE PRODUCCION										
NUMERO REPORTE	ORDEN PRODUCCION	DESCRIPCION DEPARTAMENTO	FECHA DEL REPORTE	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANTIDAD PRODUCIDA	HORAS PRODUCTIVAS	KILOS PRODUCIDOS	CANTIDAD DE ORILLAS	ARRAQUES	DTAL SOBRANTE
299 902,00	74 296,00	TERMOFORMADO	43 344,00	ENVASE 235 BLANCO BRILLANTE 20A	43 516,00	0,33	765,88	387,00	8,00	395,00
299 904,00	74 309,00	TERMOFORMADO	43 344,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	41 538,00	0,33	797,53	435,50	18,00	453,50
299 906,00	74 309,00	TERMOFORMADO	43 344,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	458,00	9,00	467,00
299 940,00	74 309,00	TERMOFORMADO	43 346,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	5 934,00	0,04	113,93	46,00	6,00	52,00
299 942,00	74 309,00	TERMOFORMADO	43 346,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	34 615,00	0,20	664,61	334,00	23,00	357,00
299 943,00	74 309,00	TERMOFORMADO	43 346,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	454,00	18,00	472,00
299 950,00	74 259,00	TERMOFORMADO	43 347,00	ENVASE 215 NEGRO	22 747,00	0,16	436,74	218,00	7,00	225,00
299 952,00	74 259,00	TERMOFORMADO	43 347,00	ENVASE 215 NEGRO	17 802,00	0,13	341,80	175,00	5,00	180,00
299 947,00	74 309,00	TERMOFORMADO	43 347,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	24 725,00	0,17	474,72	240,00	5,00	245,00
299 954,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 347,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	29 670,00	0,21	569,66	286,00	6,00	292,00
299 956,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 347,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	414,00	17,00	431,00
300 029,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 348,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	33 626,00	0,24	645,62	177,00	8,00	185,00
300 030,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 348,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	456,00	9,00	465,00
300 032,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 348,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	537,00	18,00	555,00
300 072,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 349,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	462,00	8,00	470,00
300 098,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 349,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	456,00	9,00	465,00
300 100,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 349,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	441,00	16,00	457,00
300 123,00	74 297,00	TERMOFORMADO	43 350,00	ENVASE 238 BLANCO BTE 20A	-	-	-	-	-	-
300 144,00	74 297,00	TERMOFORMADO	43 350,00	ENVASE 238 BLANCO BTE 20A	32 637,00	0,23	587,47	287,00	18,00	305,00
300 145,00	74 297,00	TERMOFORMADO	43 350,00	ENVASE 238 BLANCO BTE 20A	44 505,00	0,33	801,09	412,50	11,00	423,50
300 122,00	74 366,00	TERMOFORMADO	43 350,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	37 582,00	0,26	721,57	368,00	7,00	375,00
300 184,00	74 297,00	TERMOFORMADO	43 351,00	ENVASE 238 BLANCO BTE 20A	40 549,00	0,31	729,88	410,00	8,00	418,00
300 218,00	74 451,00	TERMOFORMADO	43 351,00	ENVASE 490 BLANCO BTE 20A	18 432,00	0,16	501,35	246,00	19,00	265,00
300 220,00	74 451,00	TERMOFORMADO	43 351,00	ENVASE 490 BLANCO BTE 20A	34 560,00	0,30	940,03	490,00	19,00	509,00
300 244,00	74 451,00	TERMOFORMADO	43 353,00	ENVASE 490 BLANCO BTE 20A	12 288,00	0,10	334,23	12,00	165,00	177,00
300 264,00	74 451,00	TERMOFORMADO	43 353,00	ENVASE 490 BLANCO BTE 20A	39 936,00	0,33	1 086,26	353,00	195,00	548,00
300 265,00	74 452,00	TERMOFORMADO	43 353,00	ENVASE 290 BLANCO 30A	32 637,00	0,27	698,43	355,00	10,00	365,00
300 266,00	74 490,00	TERMOFORMADO	43 353,00	ENVASE 124 BLANCO 30A	-	-	-	-	-	-
300 297,00	74 490,00	TERMOFORMADO	43 354,00	ENVASE 124 BLANCO 30A	38 304,00	0,30	612,86	328,00	24,00	352,00
300 351,00	74 491,00	TERMOFORMADO	43 354,00	ENVASE 342 BLANCO 30A-12.0 GRAMOS	31 878,00	0,26	765,07	370,50	25,00	395,50
300 352,00	74 491,00	TERMOFORMADO	43 354,00	ENVASE 342 BLANCO 30A-12.0 GRAMOS	40 572,00	0,33	973,73	496,00	9,00	505,00
300 391,00	74 491,00	TERMOFORMADO	43 355,00	ENVASE 342 BLANCO 30A-12.0 GRAMOS	38 640,00	0,30	927,36	462,00	8,00	470,00
300 392,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 355,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	42 527,00	0,31	816,52	442,50	22,00	464,50
300 393,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 355,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	468,00	7,00	475,00
300 439,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 356,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	44 505,00	0,31	854,50	413,00	27,00	440,00
300 479,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 356,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	43 516,00	0,32	835,51	429,00	18,00	447,00
300 480,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 356,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	47 472,00	0,33	911,46	462,00	8,00	470,00
300 510,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 357,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	42 472,00	0,33	815,46	458,00	7,00	465,00
300 549,00	74 534,00	TERMOFORMADO	43 357,00	ENVASE 215 BLANCO 30A-9.6 GRAMOS	27 692,00	0,20	531,69	237,50	16,00	253,50
300 551,00	74 579,00	TERMOFORMADO	43 357,00	ENVASE 255 BLANCO BTE 20A	9 890,00	0,08	172,09	134,00	19,00	153,00
300 553,00	74 579,00	TERMOFORMADO	43 357,00	ENVASE 255 BLANCO BTE 20A	10 879,00	0,08	189,29	111,00	4,00	115,00
300 554,00	74 580,00	TERMOFORMADO	43 357,00	ENVASE 490 BLANCO BTE 20A	22 272,00	0,20	605,80	330,00	10,00	340,00
300 571,00	74 580,00	TERMOFORMADO	43 360,00	ENVASE 490 BLANCO BTE 20A	10 752,00	0,09	292,45	130,00	20,00	150,00
300 599,00	74 622,00	TERMOFORMADO	43 360,00	ENVASE 450 BLANCO BTE 20A	3 072,00	0,03	78,64	151,50	33,00	184,50
300 602,00	74 622,00	TERMOFORMADO	43 360,00	ENVASE 450 BLANCO BTE 20A	9 216,00	0,08	235,93	119,00	3,00	122,00
300 603,00	74 623,00	TERMOFORMADO	43 360,00	ENVASE 450 COLOR	2 304,00	0,02	62,21	32,00	5,00	37,00
300 911,00	74 623,00	TERMOFORMADO	43 367,00	ENVASE 450 COLOR	-	-	-	-	-	-
300 968,00	74 623,00	TERMOFORMADO	43 368,00	ENVASE 450 COLOR	-	-	-	-	-	-
301 070,00	74 623,00	TERMOFORMADO	43 370,00	ENVASE 450 COLOR	-	-	-	-	-	-
301 123,00	74 623,00	TERMOFORMADO	43 371,00	ENVASE 450 COLOR	-	-	-	-	-	-
301 203,00	74 623,00	TERMOFORMADO	43 372,00	ENVASE 450 COLOR	-	-	-	-	-	-
301 253,00	74 850,00	TERMOFORMADO	43 374,00	TAPA 493 BLANCA LISA 10A	-	-	-	-	-	-
301 254,00	74 850,00	TERMOFORMADO	43 374,00	TAPA 493 BLANCA LISA 10A	-	-	-	-	-	-
301 304,00	74 850,00	TERMOFORMADO	43 375,00	TAPA 493 BLANCA LISA 10A	-	-	-	-	-	-
301 305,00	74 850,00	TERMOFORMADO	43 375,00	TAPA 493 BLANCA LISA 10A	19 800,00	0,14	178,20	95,00	5,00	100,00
301 350,00	74 850,00	TERMOFORMADO	43 376,00	TAPA 493 BLANCA LISA 10A	-	-	-	-	-	-



Plásticos Modernos, S.A.

• Teléfono: (506) 4700-6000 | • Fax: (506) 2293-4017
 • E-mail: info@plasticos-modernos.com
 • Po Box: 451-4005, La Ribera de Belén, Heredia, Costa Rica

www.plasticos-modernos.com

QUE SE ENVIAN A MOLINO

FECHA DE ENVÍO A MOLINO	ÁREA RESPONSABLE	DETALLE DEL MOTIVO	NÚMERO DE LOTE	CÓDIGO DE PRODUCCIÓN	DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL PRODUCTO	COSTO SKU PROMEDIO POR KG
3/1/2018	EXTRUSION	VARIACION DE CALIBRE	69928	E3-3-20-12-17	ROL-0.48-0515 VERDE TOK	¢924,58
5/1/2018	LOGISTICA	DEVOLUCION DEL CLIENTE	69718	E2-1-12-12-17	DEC-3.00-1220-1750 FLORAL WHISKY	¢796,62
5/1/2018	LOGISTICA	DEVOLUCION DEL CLIENTE	69587	E2-3-04-12-17	DEC-3.00-1220-1750 DELFIN WHISKY	¢796,62
5/1/2018	LINEAS	MAL FORMADO	67197	L3-3-20-05-17	TP-0321 PP TRANSP.	¢1 573,16
9/1/2018	EXTRUSION	RAYAS	70051	T1-2-08-01-18	EN-0885 TRANSP.	¢1 746,33
12/1/2018	LINEAS	FONDOS DEBILES	70026	V5-2-16-01-18	EN-1892 HEL. NAPOLIT. EA	¢1 442,54
17/1/2018	LINEAS	FONDOS DEBILES	70159	L3-2-11-01-18	EN-1892 PP BCO	¢1 304,91
18/1/2018	IMPRESA	ARTE INCORRECTO	70392	V4-1-22-01-18	EN-0236 QC SUPERIOR SIGMA	¢1 585,89
22/1/2018	EXTRUSION	VARIACION DE CALIBRE	50786	E4-1-23-01-18	PLA-1.50-1220-2440 EXTRA BCA	¢176,59
24/1/2018	TERMOFORMADO	MAL FORMADO	70144	T4-2-11-01-18	TP-0106 BCA	¢1 831,21
24/1/2018	TERMOFORMADO	MAL FORMADO	70051	T1-2-08-01-18	EN-0885 TRANSP.	¢1 746,33
25/1/2018	LINEAS	MAL FORMADO	70397	L3-2-22-01-18	TP-0911 PP VDE MENTA ACIBRIL	¢2 015,30

Anexo 3



Informe de Gestión de la Calidad, Proveedores

jun-18

Departamento	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	Total
1 Dacsa	1	0	7	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0							13
2 Etiprés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0							1
3 Flexográfica	2	3	8	2	6	5	3	5	1	1	2	3	1	2	0	0	1	3							48
4 NDS Intal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
5 Plastic Film	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0							5
6 Poliart	1	6	10	0	3	0	2	3	2	6	9	3	2	4	1	0	3	1							56
7 Corrugados del Guarco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
8 Plamar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
9 Robiisa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
10 Gozaka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
11 EMCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0
12 Grupo EcoPlast	1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0							6
13 Corrugados Alta Vista	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							1
Totales	5	9	26	2	11	6	8	11	3	8	14	6	3	7	1	1	5	4	0	0	0	0	0	0	129

Rechazos por Proveedores

Proveedor	Cantidad	%
1 Flexográfica	3	75,00%
2 Poliart	1	25,00%
Total	4	100%

Unds. Rechazadas

Proveedor	Cantidad
1 Flexográfica	18 655 Unds.
2 Poliart	64 550 Unds.
Total	64 550 Unds.

Plásticos Modernos S.A.

Orden de Producción

Número
31739

Fecha Creación: 25-02-201

Estado: ACTIVA

Área: 200 TERMOFORMADO
Máquina: **23 Termoformadora # 4**

Producto: 702010601B102002
TAPA 106 BLANCA

Cód. Barras:

Cliente:

Cantidad Programada: 3,000,000 U

País:

Datos Técnicos del Producto:

Tiempo Estimado: 258.00 Horas

Kanban:

Cualidad	Descripción	Valor
STLT	SCRAP TL TAPAS	0%
SBT	Scrap Blanco Tapa	0%
STL	Scrap TL	0%
SBCO	Scrap Blanco	0%
DLR	Desperdicio Lámina Rollo	10%
P_KG	PESO NOMINAL EN KG	0.0024
MASTBCO	MASTERBATCH BLANCO	2%
SOLPRE	SOLPRENE	5%
RESIHIPS	RESINA HIPS	0%
REND_KG	RENDIMIENTO POR KG	222%
P_MAX	PESO MAXIMO EN KG	.0026
P_MIN	PESO MINIMO EN KG	.0022
CALIBR_LAM	CALIBRE DE LA LAMINA	0.48

Insumo	Descripción Insumo	Cantidad	Unidad Medida
201048051500001B1B10000	LAM ROLLO 0.48 BLANCA	13,514	KG
75-9	CAJA # 15 (69.5 X 46.5 X 46.5 TEST 200)	715	U
70-30	Bolsa 69 * 28.5 + 28.5 * 126 Cm 1.0 c/cara	73	KG

L46

Especificaciones del Empaque:

Tipo de Empaque: **EXPORTACION**

Embalaje:
Horizontal-Larao

Cantidad de Bultos: 715

Und x Pirucho=120

Piruchos x Caia=35

Unidades x Caia=4200

Horizontal-Larao