



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
COORDINACIÓN DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE SELLADO DE UNA PLANTA DE
EMPAQUES DE POLIETILENO, UBICADA EN EL ESTADO MIRANDA PARA
EL AÑO 2019.”**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR: Br. YANEZ, O., Leonardo, E.

TUTOR GUÍA: Ing. Ramírez, Luis

LAPSO: Noviembre-Abril de 2019

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE SELLADO DE UNA PLANTA DE
EMPAQUES DE POLIETILENO, UBICADA EN EL ESTADO MIRANDA PARA
EL AÑO 2019.”**

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el
resultado: _____

JURADO EXAMINADOR

Firma: _____ **Firma:** _____ **Firma:** _____

Nombre: _____ **Nombre:** _____ **Nombre:** _____

REALIZADO POR: Br. Yanez, O., Leonardo, E.

TUTOR GUÍA: Ing. Ramírez, Luis

LAPSO: Noviembre-Abril de 2019



ACTA DE TRABAJO DE GRADO

Caracas, 25 de Junio de 2019

Los suscritos profesores: Luis Ramirez Cordova, Rafael Muñiz Álvarez y Esmeralda Hurtado Rojas, integrantes del jurado calificador del Trabajo de Grado intitulado "PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE SELLADO DE UNA PLANTA DE EMPAQUES DE POLIETILENO, UBICADA EN EL ESTADO MIRANDA PARA EL AÑO 2019", elaborado por el bachiller Yáñez Ojeda, Leonardo Ezequiel, cédula de identidad N° 20363647, para optar al Título de Ingeniero Industrial, certifican que, habiendo examinado dicho trabajo, consideramos que es merecedor de la calificación de Distacado (18) puntos.

Observaciones:

Rafael Muñiz Álvarez
Jurado

Luis Ramirez Cordova
Tutor(a)

Esmeralda Hurtado Rojas
Jurado

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE GRÁFICOS	ix
SINOPSIS.....	x
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I	12
1. LA EMPRESA	12
1.1. Descripción de la organización	12
1.1.1. Reseña histórica	12
1.1.2. Estructura organizativa	15
1.1.3. Misión.....	15
1.1.4. Visión	15
1.1.5. Valores.....	15
1.1.6. Clientes	15
CAPÍTULO II.....	17
2. EL PROBLEMA.....	17
2.1. Planteamiento del problema.....	17
2.2. Objetivo de estudio.....	20
2.2.1. Objetivo general.....	20
2.2.2. Objetivos Específicos	20
2.2.2.1. Estudiar el proceso de producción de la planta.	20
2.2.2.2. Identificar las pérdidas en el proceso de sellado.	20
2.2.2.3. Analizar las pérdidas identificadas en el proceso de sellado.	20
2.2.2.4. Proponer y evaluar soluciones a las causas de las pérdidas en base a criterios predefinidos.	20
2.2.2.5. Proponer plan de implementación de mejoras.	20
2.3. Alcance	20
2.4. Limitaciones.....	23

CAPÍTULO III	24
3. MARCO REFERENCIAL	24
3.1. Antecedentes de la investigación	24
3.2. Bases teóricas	25
3.2.1. Herramientas de ingeniería industrial	25
3.2.1.1. Diagrama de flujo de procesos	25
3.2.1.2. Diagrama Ishikawa	26
3.2.1.3. Pareto o regla 80-20	26
3.2.1.4. 5 Why o Los 5 Por qué	26
3.2.1.5. Matrices Multi-criterio	27
3.2.1.6. Diagrama de Gantt	27
3.2.1.7. Manufactura esbelta	27
3.2.1.7.1. Los 7+1 desperdicios	27
3.2.1.7.2. Kaizen o Mejora Continua	28
3.2.1.7.3. Eventos Kai-zen	28
3.2.1.7.4. 5S's	29
3.2.1.7.5. TPM	29
3.2.1.7.5.1. Pilares TPM	29
3.2.1.7.5.2. Las 6 grandes pérdidas.	30
3.2.2. Características generales de los plásticos	30
3.2.2.1. Polímeros Termoplásticos	30
3.2.2.1.1. Polietileno de baja densidad	31
3.2.2.2. Extrusión	31
3.2.2.3. Proceso de Termo-sellado	32
3.2.2.3.1. Sellado por barra caliente	32
CAPÍTULO IV	33
4. MARCO METODOLÓGICO	33
4.1. Tipo de investigación	33
4.2. Diseño de la investigación	33
4.3. Población y muestra	34
4.3.1. Población	34

4.3.2.	Muestra	34
4.4.	Recolección de datos / Técnicas	34
4.4.1.	Entrevistas no-estructuradas	34
4.4.2.	Revisión documental	35
4.4.3.	Observación directa.....	35
4.4.4.	Brainstorm	36
4.5.	Estructura desagregada del trabajo.....	36
CAPÍTULO V.....		37
5.	SITUACIÓN ACTUAL.....	37
5.1.1.	Estudio de la organización.....	37
5.1.2.	Familias de productos.....	38
5.1.3.	Procesos de producción	39
5.2.	Análisis de situación actual.....	41
5.2.1.	Selección del producto	41
5.2.2.	Selección del proceso	42
5.2.3.	Método actual sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado:	43
5.2.3.1.	Mano de obra:.....	43
5.2.3.2.	Maquinaria.	44
5.3.	Objetivo específico II: Identificar las pérdidas en sellado.	44
5.3.1.	Diagnóstico	44
5.3.2.	Revisión de documentación y procedimientos de sellado	46
5.3.3.	Levantamiento de información	47
5.3.4.	Diseño de formato de recolección de paradas de máquinas	47
5.3.5.	Registro de la información.....	47
5.3.6.	Identificación de pérdidas en el proceso de sellado.	48
5.4.	Objetivo específico III: Analizar las pérdidas identificadas en el proceso de sellado	52
5.4.1.	Paradas Pequeñas y Averías	54
5.4.2.	Velocidad reducida.....	58
5.4.3.	Defectos de calidad	58
5.4.4.	Preparación y ajustes	59

5.4.5. Movimientos innecesarios	60
CAPÍTULO VI	60
6. Diseño de las propuestas	60
6.1. Justificación de la propuesta	60
6.2. Objetivo específico IV: Proponer y evaluar soluciones a las causas de las pérdidas en base a criterios predefinidos.	61
6.2.1. Propuesta de orden, limpieza y clasificación en sellado	61
6.2.1.1. Registro de la observación	61
6.2.1.2. Plan de acción.....	62
6.2.1.3. Lista de chequeo	64
6.2.1.4. Auditoría interna 5´s	65
6.2.2. Propuesta de reducción de paradas pequeñas	67
6.2.2.1. Propuesta de plantilla de teflón termo-resistente en cuchilla.....	68
6.2.2.1.1. Preparación y ajustes	68
6.2.2.1.2. Estandarización del procedimiento	68
6.2.2.1.3. Capacitación.....	69
6.2.2.2. Propuesta de orden y cambio de bobinas	69
6.2.2.2.1. Preparación y ajuste.....	69
6.2.2.2.2. Estandarización del procedimiento actual	70
6.2.2.2.3. Capacitación.....	70
6.2.2.3. Evento kai-zen	71
6.2.3. Pruebas de eficiencia y aseguramiento de calidad	74
6.2.3.1. Diseño del procedimiento:	74
6.2.3.1.1. FASE I: Ajustes de parámetros del producto y velocidad requerida ...	74
6.2.3.1.2. FASE II: Aseguramiento de calidad.....	75
6.2.3.1.2.1. Muestras	75
6.2.3.1.2.2. Ensayos	76
6.2.3.1.3. FASE II: Parámetros del producto y desperdicio generado.....	77
6.2.3.1.4. Registro de mejores parámetros	77
6.2.3.2. Defectos de calidad a controlar	78
6.2.3.3. Estandarización del procedimiento.....	78

6.2.3.3.1. Conformación del equipo y responsabilidades	78
6.2.3.3.2. Procedimiento de ajustes de parámetros y mejora de la eficiencia del equipo	79
6.2.3.4. Evento kai-zen	79
6.2.3.4.1. FASE I: Ajustes de parámetros del producto y velocidad requerida ...	79
6.2.3.4.2. Aseguramiento de la calidad	80
6.2.3.4.1. FASE III: Parámetros del producto y desperdicio generado	80
6.2.3.5. Registro de parámetros, aprobación e inclusión en ordenes de producción.	80
6.2.4. Criterios de evaluación de las propuestas.....	81
6.2.5. Matriz Multi-criterio de evaluación de soluciones	81
6.3. Objetivo Específico V: Proponer plan de implementación de mejoras.....	82
6.3.1. Costo de oportunidad.....	82
6.3.2. Costo de implementación de las propuestas	82
6.3.3. Diagrama de Gantt sobre propuesta de implementación.....	83
CAPÍTULO VII	84
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
7.1. Conclusiones	84
7.2. Recomendaciones.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	90
GLOSARIO DE TÉRMINOS	154

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Simbología Diagrama de Procesos.	25
Figura 2: Estructura desagregada del TEG	37
Figura 3. Empaque resellable y tamaños estándar.	38
Figura 4. Diagrama Ishikawa del Proceso para la fabricación de bolsas transparentes con cierre incorporado.....	40
Figura 6: Diagrama Árbol de problemática en el área de sellado.....	45
Figura 7. Diagrama Causa-efecto pérdidas proceso de sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado.	48
Figura 8. Escala de priorización bajo los criterios de importancia y beneficio.	49
Figura 9: Diagrama de Gantt sobre propuestas de mejoras a implementar.....	83
Figura 10. Almacén de materias primas.....	93
Figura 11. Extrusión.....	95
Figura 12. Almacén intermedio.	96
Figura 13. Sellado.	98
Figura 14. Empaque.	99
Figura 15. Almacén de producto terminado.....	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tesis consultadas.....	24
Tabla 2. Índice de priorización por problemas identificados bajo los criterios de dificultad y beneficio.	50
Tabla 3. Plan de acción referente a clasificación, orden y limpieza en sellado.....	62
Tabla 4. Auditoría 1era sobre 5´s en el área de sellado.	65
Tabla 5. Auditoría 2da sobre 5´s en el área de sellado	65
Tabla 6. Auditoría 3era sobre 5´s en el área de sellado	66
Tabla 7. Factibilidad del evento.....	71
Tabla 8. Comparación consumo de teflón método actual Vs. Propuesto.....	72
Tabla 9. Eliminación de pequeña pérdida de polietileno por cambio bobina	73
Tabla 10. Resultados Evento Kai-zen Plantilla de Teflón y Cambio de bobinas	73
Tabla 11. Equipo y responsabilidades en las pruebas de mejoramiento de eficiencia	78
Tabla 12. Matriz multi-criterio de evaluación de las propuestas.....	81

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de utilidad bruta por familia de productos.....	41
Gráfico 2: Pareto de priorización de problemas identificados.	51
Gráfico 3. Pareto paradas no planificadas en el proceso de sellado para empaques resellables con cierre incorporado.....	56
Gráfico 4. Pareto paradas operativas no planificadas en el proceso de sellado para empaques resellables con cierre incorporado	57
Gráfico 5. Cumplimiento de 5´s en sellado	67

SINOPSIS

“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE SELLADO DE UNA PLANTA DE EMPAQUES DE POLIETILENO, UBICACADA EN EL ESTADO MIRANDA.”

Realizado por: Br. Yanez O., Leonardo E.

Tutor Industrial: Ing. Guzmán, Raúl

Tutor Académico: Ing. Ramírez, Luis

Empresa: Minigrip ZIPPAK Venezuela

El trabajo Especial de Grado (TEG) a continuación, se desarrolla en una planta ubicada en Guatire, estado Miranda. Minigrip ZIPPZAK de Venezuela, desea mejorar sus procesos en vista de una necesidad muy clara, el camino hacia la internacionalización que le permita mantenerse en pie y no cesar operaciones. Se necesita mejorar el proceso de sellado que está presentando demoras en la planificación y que están haciendo inquietar a los clientes. El proceso de sellado presenta importantes pérdidas directamente relacionadas con la cantidad de empaques que se sellan y que de alguna manera frenan su dinámica de operación veloz, con entregas rápidas. Es por este motivo, que se realizó el presente Trabajo Especial de Grado que tuvo como objetivo principal “Proponer mejoras al proceso de sellado de una empresa de empaques de polietileno ubicada en el Estado Miranda. Se debieron estudiar los procesos productivos de la planta, identificar pérdidas analizándolas para su solución. El estudio comprende una serie de propuestas a las problemáticas con mayor nivel de criticidad para su implementación a posteriori.

Logros: Reducción de paradas de máquinas, reducción de costos de producción, aumento de velocidades de termo-sellado, implantación 5’s.

Palabras Clave: Mejoras Enfocadas; Estandarización; 5’s, Desperdicios

INTRODUCCIÓN

Minigrip ZIPPAK de Venezuela, es una fábrica de empaques de polietileno que, transformando este material produce empaques resellables para diferentes aplicaciones alimenticias y del hogar en general, su capacidad hermética hace de estos productos una muy buena opción para las personas o empresas que desean resguardar de líquidos o de impurezas sus objetos.

Actualmente, la empresa necesita adecuar sus procesos con métodos amigables pero efectivos a bajo coste que no implique una inversión importante por la situación actual económica. Al desarrollarse en pleno una política de expansión a otros mercados, la organización busca alternativas de mejoras que le permitan ser más competitiva, de manera de aprovechar los recursos más eficientemente, producir más manteniendo un estándar de calidad alto.

Por este motivo, se desea evaluar si las propuestas de este trabajo de grado contribuyen o brindan un soporte a esta dirección. Es por ello, que el presente trabajo se enfocará en realizar propuestas de mejoras a los procesos de la planta, específicamente al proceso que más relación tiene con el cliente final, sellado.

El trabajo especial de grado es presentado bajo la siguiente estructura que se describe brevemente a continuación:

Capítulo 1 “*La Empresa*”: Este capítulo contendrá información pertinente de la empresa, sus líneas de productos, clientes.

Capítulo 2 “*Descripción del problema*”: Este capítulo contendrá los principales problemas detectados; incluye los objetivos, limitaciones y el alcance del presente informe.

Capítulo 3 “Marco Teórico”: Este capítulo posee los antecedentes del estudio realizado, así como las bases teóricas que lo sustentan.

Capítulo 4 “Marco Metodológico”: Se refiere al “Cómo” fue realizado el trabajo; Comprende el tipo de investigación, el enfoque y el diseño del método a emplear.

Capítulo 5 “Situación Actual”: En este capítulo se caracterizará y describirán los problemas encontrados en el sistema productivo, se identificarán y explicarán las causas que lo ocasionan para reflejar la valoración de las posibles soluciones a los mismos.

Capítulo 6 “Diseño de la Propuesta”: El diseño del plan de mejora representa la principal aspiración dentro de la presente investigación; contemplará el propósito de la mejora, su justificación y se realizará una planificación de actividades.

Capítulo 7 “Conclusiones y Recomendaciones”: Se presentarán las conclusiones debidas al trabajo realizado y las recomendaciones que derivan del mismo.

CAPÍTULO I

1. LA EMPRESA

1.1. Descripción de la organización

1.1.1. Reseña histórica

Minigrip de Venezuela C.A., es una empresa del sector plástico con capital venezolano, la empresa tiene 42 años en el mercado nacional y 3 años en el internacional (Colombia, Perú, Ecuador, Brasil y Trinidad y Tobago). Minigrip se dedica a la fabricación y comercialización de películas plásticas, bolsas re-sellables para consumo masivo, bolsas impresas y empaques flexibles para aplicaciones industriales y comerciales.

La empresa es creada en el año de 1976 como una solución para nuevas opciones de empaque para productos textiles confeccionados en el mercado nacional. Se realizó una negociación con Minigrip Inc. De Orangeburg, New York y, con fabricantes foráneos para obtener de forma exclusiva la licencia y utilizar nueva tecnología en Venezuela y América Latina.

Los primeros pedidos industriales fueron fabricados en U.S.A. por Minigrip Inc. e importados por Minigrip de Venezuela para sus clientes locales. Para el año 1979, debido al crecimiento en el volumen de la producción y de la cartera de clientes, en junta de accionistas se decidió incorporar a las operaciones comerciales los procesos de fabricación con la compra de un galpón de aproximadamente 1000 metros cuadrados, en la zona industrial de Guarenas, Edo Miranda. Adicional a esto, se realizó una inversión en acondicionamiento del galpón y se instalaron todos los equipos requeridos para la fabricación de productos Minigrip; Se instalaron líneas de extrusión máquinas selladoras automáticas y máquinas con impresión flexográfica con el objetivo de manufacturar el 100% de los pedidos en Venezuela.

En el año de 1982 la empresa lanzó al mercado su primer producto de consumo masivo, las bolsas “Clic”. Debido al crecimiento sostenido en el volumen de producción el espacio físico del que se disponía se hizo insuficiente, lo cual generaba condiciones poco favorables para el desarrollo del proceso productivo. Por lo que, se planteó la necesidad a los accionistas de trasladarse a un espacio más amplio que permita el desenvolvimiento de las operaciones sin contratiempos.

A tal fin, se adquirió un terreno de 10.000 metros cuadrados en la zona industrial adyacente a Guatire, Edo. Miranda; se construyó un galpón con una superficie de 2.700 metros cuadrados de planta y 500 metros cuadrados de Oficinas. Minigrip de Venezuela se trasladó a su nueva sede en Junio de 1989.

Después de consolidar sus operaciones en la nueva sede y con una nueva capacidad instalada, la administración decidió embarcarse en un plan agresivo de expansión de mercado, incluyendo la adición de películas planas de polietileno y polipropileno ampliando así su nueva línea de productos y facilitando la expansión hacia mercados de exportación.

En Mayo de 1996 se lanzó al mercado la 2da línea de productos de consumo masivo, la película plana transparente para uso doméstico “Clic Wrap”. En el año de 1998 Minigrip de Venezuela pasa a llamarse Minigrip/ZipPak en alianza estratégica con ITW ZipPak de manera que esta última provea equipos resellables. Zip-Pak es una división de Illinois Tool Works (ITW), una compañía que figura como uno de los principales fabricantes diversificados del mundo de equipos industriales especializados, consumibles y de empresas de servicios relacionados.

Desde el año 2001 Minigrip/ZipPak ha hecho avances en el mercado internacional, la demanda de clientes locales habituales fue en decrecimiento desde comienzos del siglo XXI por lo que la dirección de la empresa decide prepararse para incrementar su acción fuera del país. Actualmente, Minigrip/ZipPak atiende un sin número de mercados, tanto industriales como de consumo masivo localmente y en la Región Andina garantizando soluciones flexibles al mercado de américa del sur.

1.1.2. Estructura organizativa

Minigrip ZipPak de Venezuela, C.A, ha re-diseñado su organización de acuerdo a sus requerimientos internos en pro de la mejora de sus procesos. En la siguiente figura se muestra el organigrama actual de la empresa con los cargos principales; la estructura de la empresa es jerárquica y existen departamentos claramente definidos en 7 gerencias: Administración, mantenimiento, exportación, operaciones, calidad, recursos humanos y ventas, las cuales le reportan a la gerencia general. En ANEXO A se puede observar el organigrama propuesto para Minigrip ZIPPAK de Venezuela que, por motivos de cambios organizacionales no se contaba para la fecha en que se solicitó.

1.1.3. Misión

Manufacturar y comercializar productos y servicios para empaques flexibles re-sellables, con tecnología de punta y alta calidad, estableciendo relaciones a largo plazo que generen beneficio mutuo con clientes y trabajadores.

1.1.4. Visión

Ser líderes regionales en la comercialización, manufactura y aplicación de soluciones re-sellables para empaques flexibles.

1.1.5. Valores

Alcanzar una excelente misión dentro de los más altos niveles de calidad, servicio, confiabilidad y ética para con los clientes y trabajadores.

1.1.6. Clientes

Minigrip cuenta con una gran gama de clientes nacionales e internacionales, la empresa se encarga de realizar empaques resellables de diferentes medidas cumpliendo con

estándares de calidad y así satisfacer todas las necesidades de los clientes. Algunos de los clientes son cadenas de suministros de alimentos, cosméticos, empresas de seguros.

- Excélsior Gama
- Unicasa Supermercados
- Farmatodo Venezuela
- Alfonso Rivas
- Finca Dos Aguas
- Bimbo de Venezuela
- Empresas Polar
- Ford Motor de Venezuela
- Corporación Interclic
- Empresas de Seguros
- Leonisa
- Robin-hood
- Pharsana

CAPÍTULO II

2. EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

La alta competitividad entre empresas de manufactura a nivel nacional y aún más a nivel internacional, estimula a éstas a adecuar sus procesos de producción con prácticas más eficientes; La demanda de los mercados actuales resulta un desafío para las organizaciones que desean fabricar productos de alta calidad a bajo coste, y que logren satisfacer necesidades bien definidas. Este enfoque, puede reforzar su competitividad y proporcionar ventajas en los mercados actuales (Anderson, Rungtusanatham y Schroeder, 1994; Sitkin, Sutcliffe y Schroeder, 1994).

Se ha tomado en algunas organizaciones, como por ejemplo Minigrip ZIP-PACK Venezuela, la decisión de ampliar su mercado de exportación en la búsqueda de una mejora de la situación financiera de la empresa, impulsada también por la difícil situación económica y la complejidad de adquirir materias primas en el país; Esta ampliación introduce a la empresa en una dinámica que, de no adecuar los procesos productivos a las exigencias tanto en la entrega de pedidos y la calidad de los mismos, podría significar una posible detención de las operaciones.

El sistema de producción de Minigrip ZIP-PACK Venezuela, transforma Polietileno en empaques resellables; Dicho sistema depende tanto de su maquinaria como del recurso humano que hace posible este proceso de transformación.

Al presente, la gerencia de operaciones no cuenta con información sobre qué está ocasionando las paradas de máquinas en el proceso de sellado, lo cual podría estar causando el incumplimiento de la planificación de producción que se encuentra en un 30% entre los meses de agosto a diciembre. El nivel de desperdicio osciló los meses de agosto-diciembre de 2018 entre 9,14-10,05 %, aumentando entre el mes de enero y febrero de 2019 a un 10,44% de los 16.808,1 Kg de bobinas de polietileno que ingresaron al área, esto se traduce en 1.754,80 Kg desperdiciados.

Además, es importante mencionar que no se cuenta con instrumentos de medición como un sistema de pesaje o sensores de movimiento que realicen un registro en una base de datos que permitan la identificación de los tiempos de producción y de paradas de máquina.

La operación del equipo se puede volver inestable a una alta velocidad, con el tiempo ocurrirán atascamientos con mayor frecuencia, esto tiene como consecuencia paradas cortas para desatascar la máquina. El ajustador mecánico ha aprendido que, en vez de operar la máquina a una alta velocidad y encontrarse con atascamientos frecuentes, puede reducir la velocidad del equipo y lograr mayor producción dado que el equipo se estabiliza; Sin embargo, este enfoque hace que la meta de producción no se cumpla, ya que el equipo no está trabajando a la velocidad prevista.

La alternativa que se plantea es operar la máquina a una velocidad mayor para la cual se programa la producción y solucionar los problemas mientras vayan apareciendo, la problemática que genera este tipo de operación es que cada pequeña parada resta una porción de la producción, entre más rápido vaya la máquina selladora más atascamientos se ocasionarán.

En síntesis, el departamento de operaciones tiene un problema con el incumplimiento de su planificación de producción en sellado; específicamente, no se sabe con certeza qué está incentivando las paradas no programadas en el mencionado proceso, de igual manera no se sabe si la velocidad de operación de las pistas en sellado se justifica; según inspecciones realizadas se observaron máquinas operando a un 38,18% por debajo de la velocidad nominal para la cual se realizan los programas en el área (55 GPM).

Se conoció también que, el departamento de mantenimiento ha optado por reducir la cantidad de actividades preventivas, de manera de no incurrir en excesos que eleven sus costos, esto como consecuencia de la incertidumbre existente sobre los tiempos de operación, lo que ha conllevado a que el departamento trabaje sobre acciones correctivas en su mayoría, lo cual puede ocasionar paradas no planificadas por fallas en elementos de las máquinas.

Las situaciones anteriormente expuestas, comprometen a la gerencia de operaciones en buscar soluciones que contrarresten el efecto en el rendimiento de la maquinaria y llevar a cabo prácticas con el objetivo de eliminar estos sobre costes de producción. En promedio, el valor de la pérdida de producción es 4 veces mayor que el costo de la reparación, (Wireman, T. 1992).

Debido a que la planta no cuenta con una técnica que permita dar marcha atrás a la problemática planteada, surge la siguiente interrogante:

¿De qué manera se podría mejorar el proceso de sellado de forma que se pueda operar a la velocidad nominal y reducir los tiempos de paradas no programadas que están afectando el cumplimiento del programa de producción?

2.2. Objetivo de estudio

2.2.1. Objetivo general

Proponer mejoras al proceso de sellado de una empresa de empaques de polietileno ubicada en el Estado Miranda.

2.2.2. Objetivos Específicos

2.2.2.1. Estudiar el proceso de producción de la planta.

2.2.2.2. Identificar las pérdidas en el proceso de sellado.

2.2.2.3. Analizar las pérdidas identificadas en el proceso de sellado.

2.2.2.4. Proponer y evaluar soluciones a las causas de las pérdidas en base a criterios predefinidos.

2.2.2.5. Proponer plan de implementación de mejoras.

2.3. Alcance

El presente trabajo especial de grado será realizado en el galpón de Minigrip ZIPPAK Venezuela; ubicado en Guatire, estado Miranda, Venezuela. El estudio se realizará en una de las áreas más sensibles del proceso productivo: Sellado. Sellado se encuentra actualmente operando bajo la problemática anteriormente planteada

Esta investigación será elaborada como parte de un proyecto de mejoramiento de la producción bajo la tutela de la gerencia de operaciones. El principal aporte que tendrá este estudio será la de realizar propuestas de mejoras al proceso de sellado al identificar las causas raíces de su problemática actual.

Debido a que existen 3 familias de productos, el presente trabajo sólo estudiará 1 línea de productos, esto debido a la disponibilidad de tiempo y recursos; el criterio de escogencia será el porcentaje de utilidad bruta con respecto a las demás familias de productos.

Los criterios predefinidos sobre la evaluación de las soluciones planteadas a las pérdidas presentes en el proceso de sellado se identificarán en el desarrollo del trabajo de grado, estos criterios serán los de mayor importancia para la gerencia de operaciones.

Por razones de disponibilidad de tiempo y recursos, las pruebas se realizarán de 1 producto por máquina, ya que no se cuenta con suficiente polietileno para ejecutarlas en todas las máquinas, (12 máquinas y 18 pistas), además que las termo-selladoras son del mismo fabricante y los parámetros escogidos pueden replicarse entre una y otra máquina, dependiendo su desempeño.

En cuanto a las mediciones, se identificará una máquina termo-selladora del área de sellado como máquina piloto desde el inicio hasta la finalización de este proyecto. Al realizar la propuesta de implementación en las otras máquinas, la máquina piloto servirá de modelo y su funcionamiento podrá replicarse en las demás termo-selladoras automáticas; esta metodología servirá como base para otras áreas de la fábrica, las cuales observarán los cambios en el área de sellado, lo que se espera es generar un cambio en la organización. Además, los operarios involucrados en el proyecto se les formará para ser líderes de mejora continua y estos podrán aportar su experiencia a los demás operarios junto con el equipo entrenador y de implementación.

Al evaluar los síntomas de la problemática planteada, en el proceso de sellado existe la oportunidad de aplicar herramientas de la manufactura esbelta, con la finalidad de dar con soluciones efectivas. Se estudiará la aplicabilidad de las siguientes herramientas:

- Eventos Kaizen
- 5's
- Estandarización
- TPM

Tomando en cuenta los objetivos planteados con anterioridad, se pretenden obtener los siguientes resultados haciendo uso de las siguientes herramientas:

1. Objetivo específico I: Estudiar el proceso de producción de la planta

- Diagrama Ishikawa del Proceso productivo
- Diagrama de Flujos de Procesos en sellado.
- Brainstorm

2. Objetivo específico II: Identificar las pérdidas en el proceso de sellado.

- Árbol de problemas
- Brainstorm
- Observación directa al proceso
- Entrevistas no estructuradas al personal

3. Objetivo específico III: Analizar las pérdidas en el proceso de sellado.

- Diagrama Causa-efecto sobre problemáticas identificadas.
- Diagrama de Pareto
- 5 Porqués.

4. Objetivo específico IV: Proponer y evaluar soluciones a las causas de las pérdidas analizadas en base a criterios predefinidos.
 - Se definirán las propuestas de solución durante el desarrollo del TEG
 - Matriz Multi-criterio de evaluación de soluciones
5. Objetivo VI: Proponer plan de implementación de mejoras
 - Costo de oportunidad
 - Diagrama de Gantt sobre propuesta de implementación.

2.4. Limitaciones

1. Información solicitada se podría entregar con restricciones, al considerar los responsables de las mismas algún riesgo de confidencialidad para la empresa, esto produciría retrasos en el avance investigativo.
2. Capacidad reducida de inversión económica en las propuestas que surjan de este trabajo especial de grado. Se limitaría el desarrollo de propuestas a las más económicas.
3. La cultura latino-americana en la adopción de nuevas metodologías de trabajo y la férrea resistencia al cambio presente en el personal, asociado a la poca motivación de índole económica en la Venezuela actual en los trabajadores, generaría poca proactividad en las actividades de mejoramiento.
4. Poca o inexistente base de datos histórica sobre consumo de recursos, esto conllevaría a esfuerzos en conseguir la información en el alcance temporal del trabajo especial de grado.
5. Al poseer el equipo de mantenimiento una demanda de órdenes de trabajo que actualmente sobre-pasa su capacidad de atención, el desarrollo de entrevistas y reuniones de trabajo se regirá por la disponibilidad de tiempo que posean. Esta situación podría causar actividades no desarrolladas en conjunto con este departamento.

CAPÍTULO III

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo del presente informe, se consultaron diferentes tesis de grado, de manera de completar el desarrollo y estructuración del trabajo. A continuación se presentan algunas fuentes consultadas:

Tabla 1. Tesis consultadas

Título	Área de estudio, Autores y Tutor	Año e Institución	Aporte
Mejoras de los procesos de empaque y ensamblaje de una empresa productora de máquinas de afeitar mediante la aplicación de algunas herramientas de manufactura esbelta	Área Ingeniería Industrial Autor Iveth J. Garcés Díaz Tutor Ing. César Pérez	Año 2006 Institución Universidad Católica Andrés Bello	Bases teóricas; Marco metodológico
Propuesta de mejoras para los procesos productivos de una empresa productora de gabinetes de uso doméstico, en Venezuela	Área Ingeniería Industrial Autores Juan I. Ungredda S.; Kevin L. Fung M. Tutor Ing. César Pérez	Año 2015 Institución Universidad Católica Andrés Bello	Estructura del informe; Marco metodológico
Diseño de mejoras basadas en los principios del pensamiento esbelto y la norma ISO 9001:2015 para el sistema de gestión documental de una institución bancaria venezolana	Área Ingeniería Industrial Autor Noguera Guijarro, Carlos Gabriel Tutor Ing. Luis Ramírez	Año 2017 Institución Universidad Católica Andrés Bello	Estructura del Informe; Bases teóricas

Fuente: Autor, 2019.

3.2. Bases teóricas

Para una mejor comprensión de parte del lector y para el desarrollo de las propuestas que deriven del presente trabajo, se definirán los términos, las herramientas y la filosofía a utilizar para el logro de los objetivos planteados.

3.2.1. Herramientas de ingeniería industrial

3.2.1.1. Diagrama de flujo de procesos

Es una de las herramientas más utilizadas para la caracterización del proceso productivo y una herramienta eficaz para la medición del proceso de fabricación.

“Puesto que el diagrama de flujo muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, la información que ofrece puede dar como consecuencia una reducción en la cantidad y la duración de estos elementos. Asimismo, puesto que las distancias se encuentran registradas en el diagrama de flujo del proceso, este diagrama es excepcionalmente valioso para mostrar cómo puede mejorarse la distribución de una planta” (B. Niebel. 2009. P.28).

A continuación, se muestra en la figura 2, la simbología utilizada para la comprensión del mencionado diagrama:

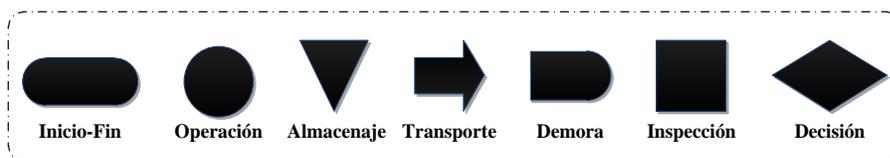


Figura 1. Simbología Diagrama de Procesos.

Fuente: **Normas ANSI.**

3.2.1.2. Diagrama Ishikawa.

Los diagramas de pescado, también conocidos como diagramas causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años cincuenta mientras trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. “El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la cabeza del pescado y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las espinas del pescado unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado.” (B. Niebel. 2009. P.19)

3.2.1.3. Pareto o regla 80-20

El diagrama de Pareto es una técnica que permite organizar datos de izquierda a derecha de forma descendente; esta forma descendente permite visualizar rápidamente un orden de importancia de problemas. La regla “80-20” plantea que el 20% de las causas generan el 80% de los problemas.

El método de Pareto se utiliza cuando existe la necesidad de determinar un punto de arranque para resolver un problema, monitorear la efectividad de mejoras de un proceso y para establecer prioridades en las causas de un problema. (Iveth, 2006).

3.2.1.4. 5 Why o Los 5 Por qué

La herramienta de los “5 Porqués” es una técnica para buscar la causa raíz de un problema o defecto. Esta herramienta es muy utilizada en las actividades de Mejora, pero en la práctica también es utilizada en todos los departamentos de una empresa. Esta herramienta fue desarrollada por el Sr. Sakichi Toyoda y usada en el “Sistema de Toyota de Producción”. Taiichi Ohno, lo define como “las bases del enfoque científico de Toyota... mediante la

repetición de los 5 porqués, la naturaleza del problema así como su solución se hace clara”.
(Taiichi Ohno, 1988)

3.2.1.5. *Matrices Multi-criterio*

Es la herramienta que permite la toma de decisiones a través de tabulaciones en las que se despliegan actividades, proyectos, problemas, oportunidades de mejora, etc., a modo de priorizarlas sobre otros, basado en una ponderación previamente establecida. (Camisón, 2006).

3.2.1.6. *Diagrama de Gantt*

El diagrama de Gantt es la principal técnica de planeación de proyectos, además de ser una de las herramientas más importantes para el seguimiento de actividades de los mismos. “El diagrama de Gantt muestra anticipadamente de una manera simple las fechas de terminación de las diferentes actividades del proyecto en forma de barras graficadas con respecto al tiempo en el eje horizontal”. (B. Niebel. 2009. P.19)

3.2.1.7. *Manufactura esbelta*

La manufactura esbelta “busca la mejora de las operaciones a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de desperdicios y persigue incorporar la calidad en los procesos de fabricación basándose al mismo tiempo en el principio de reducción de costes”.
(James P. Womack, Daniel T. Jones & Daniel Roos (1990)

3.2.1.7.1. *Los 7+1 desperdicios.*

En el desarrollo de la disciplina lean, Likert y Meir, (2006) explican que, para una empresa manufacturera pueden existir los siguientes desperdicios:

- Sobreproducción:

- Transporte:
- Tiempo de espera:
- Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:
- Exceso de inventario:
- Defectos:
- Movimientos innecesarios:
- Talento Humano:

3.2.1.7.2. *Kaizen o Mejora Continua.*

Según el creador del concepto, Masaki Imai, kaizen se plantea como la conjunción de dos palabras kai, que significa cambio, y zen, para mejorar, luego se puede decir que kaizen significa “cambio para mejorar”.

Kaizen, según Sánchez (2010), comprende tres componentes esenciales: la percepción, que ayuda al descubrimiento de problemas; el desarrollo de ideas, en las que se hallan soluciones creativas; y tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto.

3.2.1.7.3. *Eventos Kai-zen*

Un evento kaizen para Ohno (1988), es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes. Mediante estas acciones, los dueños de los procesos y los operadores pueden realizar mejoras significativas en su lugar de trabajo que se traducirán en beneficios de productividad (y como consecuencia, de rentabilidad) para el negocio.

3.2.1.7.4. 5S's.

El concepto de las 5S's proviene de un esquema de palabras en japonés que relacionan la asignación de recursos con la cultura de la empresa y los aspectos humanos: seiri, significa eliminar lo innecesario; seiton, implica ordenar, cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa; seiso, contempla la limpieza y la inspección; seiketsu, estandarizar normas para cumplirlas; y shitsuke, promueve la autodisciplina y el hábito de comprometerse. (Sánchez, 2010).

3.2.1.7.5. TPM.

La definición que presenta el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) que es el Instituto que ha desarrollado la metodología y conceptos del TPM y quienes tienen registrada la marca de TPM®, es la siguiente:

“El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos”.

3.2.1.7.5.1. Pilares TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- Polivalencia y desarrollo de habilidades, Mejoras enfocadas, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento de calidad, Prevención del Mantenimiento, Áreas de apoyo y Seguridad y Entorno.

3.2.1.7.5.2. Las 6 grandes pérdidas.

El objetivo de TPM es conseguir los cero defectos y las cero averías en el equipo, es por este motivo que la metodología busca aumentar la eficiencia de la máquina disminuyendo las pérdidas. Shirose (1991) menciona cuales son estas 6 grandes pérdidas:

- Averías
- Preparación y ajustes
- Tiempos muertos y micro-paros
- Velocidad reducida
- Defectos de calidad y repetición de trabajos
- Pérdidas de puesta en marcha (Pag. 29-33)

3.2.2. Características generales de los plásticos

3.2.2.1. Polímeros Termoplásticos

Son polímeros, que de manera reiterativa se pueden reblandecer (pastificar) por la acción del calor y endurecer al enfriarse. Pueden llegar a fundirse sin que tenga lugar su descomposición química siempre y cuando no se alcance una determinada temperatura, esta temperatura es llamada de descomposición. Están constituidos por macromoléculas lineales o ramificadas que, a partir de cierta temperatura, inferior a la de descomposición, deslizan entre sí de modo que el material adquiere una fluidez viscosa.

Para que un polímero tenga aplicación como termoplástico debe tener una temperatura de transición vítrea (si se trata de un material amorfo), o una temperatura de fusión (si se trata de un material cristalino), superior a la temperatura ambiente. Por lo general, los materiales termoplásticos presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, son fáciles de procesar y bastante económicos. (M. Beltrán y A. Marcilla, 2012)

3.2.2.1.1. Polietileno de baja densidad

El LDPE, posee una estructura muy ramificada y por ende una baja cristalinidad. Sus principales aplicaciones son la fabricación de bolsas plásticas, tuberías y recubrimiento para cables. El polietileno de baja densidad cuenta con las siguientes características:

- Alta resistencia al impacto.
- Resistencia térmica.
- Resistencia química.
- Se puede procesar por inyección o extrusión.
- Tiene una mayor flexibilidad en comparación con el polietileno de alta densidad.
- Su coloración es transparente, aunque se opaca a medida que aumenta su espesor.
- Difícilmente permite que se imprima, pegue o pinte en su superficie.

(M. Beltrán y A. Marcilla, 2012)

3.2.2.2. Extrusión

“La etapa de extrusión, descrita en su forma más simple consiste en transformar un material sólido, usualmente granulado, por medio de la acción del calor y el trabajo mecánico, en un material fundido que adquiere la forma deseada, al pasar a través de un orificio con una sección transversal predeterminada”. (Eugenia Rísquez, M., 2001)

3.2.2.3. *Proceso de Termo-sellado*

El termo-sellado es un proceso que se caracteriza por realizar una soldadura entre un material termoplástico y otro termoplástico u otro material con propiedades compatibles. El método de contacto directo de sellado se realiza mediante el calor utilizando un troquel o barra de sellado caliente para aplicar calor a un área de contacto específica, mientras que el sellado por inducción utiliza la energía electromagnética con el fin de generar el calor necesario para la soldadura.

Una termo-selladora o sellador térmico es una máquina utilizada para el sellado de materiales termoplásticos utilizando calor. Existen dos tipos principales de termo-selladoras por contacto directo; por barra caliente y por impulso según sea el sistema de calentamiento de la herramienta, continuo o discontinuo respectivamente. (Ramón Anguita, 1977).

3.2.2.3.1. *Sellado por barra caliente*

Para obtener un buen sello se hace uso de una o más barras calientes que provocan que el material se contraiga con la inter-fase caliente y formen la unión de los dos materiales. El sistema está compuesto por herramientas de calentamiento continuo recubiertas por Politetrafluoroetileno (PTFE). La función del PTFE, comúnmente conocido como Teflón, consiste en evitar que se pegue el material a sellar a la herramienta caliente ya que la temperatura de contacto entre las dos superficies es elevada. Esta función la puede llevar a cabo ya que el PTFE se caracteriza por ser una gran aislante eléctrico gracias a la capacidad que tiene de soportar temperaturas desde $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3 K) hasta $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ (543 K). Su mayor cualidad es la anti-adherencia. Otra propiedad del Teflón es que dicho material es prácticamente inerte, es decir, que no reacciona con otras sustancias químicas excepto en situaciones muy especiales. (Ramón Anguita, 1977)

CAPÍTULO IV

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de investigación

El presente trabajo aglutina las condiciones investigativas de campo, ya que se describirá e interpretarán problemas realizando un profundo análisis en sus causas y efectos. Los datos serán recogidos directamente de la realidad pudiendo utilizar registros originales. Al respecto Sabino, (2000) expresa “Cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual denominados primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de los verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, el cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas” (p.190).

4.2. Diseño de la investigación

Debido a que la investigación estará orientada a la elaboración y desarrollo de una propuesta de mejora, puede definirse como proyecto factible. Según Hurtado (2000), “consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras”. (p.325)

Con base a lo señalado en la cita anterior, este trabajo puede definirse como un proyecto factible, debido a que se realizará un diagnóstico preciso en la identificación de las

pérdidas más significativas del proceso para de esta manera plantear soluciones que puedan revertir esta situación.

4.3.Población y muestra

4.3.1. Población

La población es el conjunto de todos los elementos que se desean estudiar en una o varias de sus características; Los elementos de estudio para este trabajo especial de grado estará constituido por operarios de sellado, jefes de turno, jefe de área, técnicos y gerentes así como los procesos productivos actuales de la planta.

4.3.2. Muestra

Siendo la muestra en términos sencillos una agrupación de elementos de la población; En esta investigación la muestra serán los operarios y personal técnico del área de sellado, que será seleccionado para conformar grupos de trabajo, específicamente en las máquinas termo-selladoras, dónde se realizarán pruebas de la línea de empaques transparentes que son actualmente los productos de mayor peso para exportación.

4.4.Recolección de datos / Técnicas

4.4.1. Entrevistas no-estructuradas

Se realizan reuniones con gerentes, personal técnico y de supervisión en las áreas estrechamente ligadas con los objetivos de este proyecto, de manera de obtener información útil (que luego será verificada) sobre el proceso de fabricación, métodos de trabajo, funcionamiento de máquinas y manejo del personal.

Al ser estas reuniones flexibles, la información proporcionada tiene mayor peso, ya que al existir este tipo de interacción la persona entrevistada se le permite pueda explicar de una manera más fluida lo que interesa obtener de parte de ellos; de igual manera, el entrevistador puede realizar preguntas que surjan de dicha interacción con el entrevistado

“Las entrevistas no-estructuradas se efectúan mediante conversaciones y en medios naturales. Su objetivo es captar la percepción del entrevistado, sin imponer la opinión del entrevistador”. (Monje Álvarez, C., 2011)

4.4.2. Revisión documental

Es una técnica de observación complementaria que permite al investigador hacerse una idea del desarrollo y las características de los procesos, así como también disponer de información que confirme lo que el grupo entrevistado haya mencionado (Gónima C., 2017) Se compara la documentación existente y se analiza los soportes emitidos. Se revisa los manuales asociados a la gestión documental de todas aquellas áreas involucradas.

4.4.3. Observación directa

La técnica de observación directa permite conocer los procesos directamente desde la percepción, permite de igual manera conocer las actividades que se desarrollan sin anteponer juicios de valor como una primera fotografía de la situación actual. La observación, “consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiestos” (Sampieri, 2010).

La observación fue realizada durante un periodo de tiempo de un mes, donde no se interactuó con los sujetos observados y fue objeto de estudio el sistema productivo como se venía desarrollando al comienzo de este proyecto.

4.4.4. Brainstorm

El propósito de la lluvia de ideas es generar tantas ideas relacionadas con el tema como sea posible en el tiempo permitido. Se les pide a los miembros del grupo que expresen cualquier solución que se les ocurra, sin importar cuán escandalosos o poco prácticos sean, ya que cuanto mayor sea el número de ideas generadas, más probable será que haya ideas útiles.

Según Adams (1979), los siguientes criterios son esenciales para la fase de generación de ideas de una sesión de lluvia de ideas:

- No hay crítica, evaluación, juicio o defensa de ideas durante la sesión
- Se alienta el libre albedrío y la libre asociación.
- La cantidad es más deseada que la calidad.
- Se fomenta la construcción de ideas.

4.5. Estructura desagregada del trabajo

En pro de dar con la solución a la problemática que se presenta en este trabajo especial de grado para la empresa en estudio, se presenta a continuación en la figura La estructura desagregada de trabajo, que engloba la estructura del TEG donde estarán ubicados los objetivos, la información que se requiere para el cumplimiento de los mismos y las herramientas o técnicas que serán utilizadas.

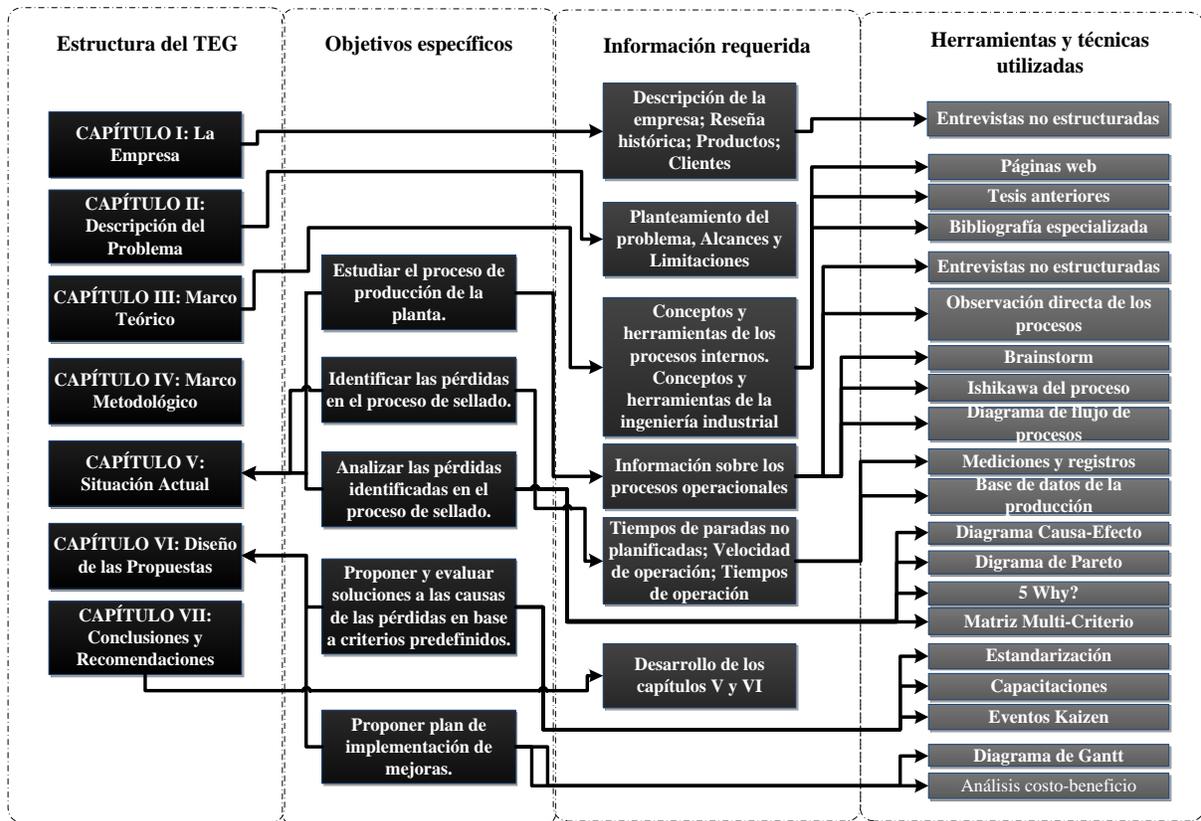


Figura 2: Estructura desagregada del TEG

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

5. SITUACIÓN ACTUAL

5.1. Objetivo específico I: Estudiar el proceso de producción de la planta

5.1.1. Estudio de la organización

La fábrica en estudio produce bolsas resellables: Son bolsas de polietileno que tienen como objetivo proveer soluciones para empaques garantizando a sus clientes resistencia y hermeticidad para un importante grado de conservación y limpieza de los artículos

empaquetados; permiten además, ahorrar tiempo y facilitar el trabajo diario clasificando las porciones o manteniendo el orden de piezas, repuestos, alimentos, snacks, etc. En la figura mostrada a continuación, se muestra el empaque resellable y una tabla con las medidas en que pueden ser producidos.

A (pul)	3	3	3	3	4	4	5	5 1/2	5	6	7	9	9	10	12	14
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
L (pul)	3	4	5	7	4	5	5	5	10	9	8	8	12	13	15	17
A (cm)	7,6	7,6	7,6	7,6	10,2	10,2	12,7	14,0	12,7	15,2	17,8	22,9	22,9	25,4	30,5	35,6
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
L (cm)	7,6	10,2	12,7	17,8	10,2	12,7	12,7	12,7	25,4	22,9	20,3	20,3	30,5	33,0	38,1	43,2

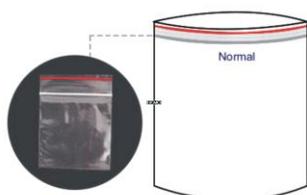


Figura 3. *Empaque resellable y tamaños estándar.*

Fuente: *Gerencia de Ventas*

Para poder caracterizar el sistema productivo de Minigrip ZIPPAK de Venezuela, es importante señalar cómo está conformada su estructura organizativa. La Gerencia de Operaciones es la responsable de garantizar la debida fabricación del producto terminado antes de entregarla a la Gerencia de Logística. En el ANEXO A se logra describir cómo está estructurada la gerencia de operaciones, las áreas operativas reportan directamente al jefe de producción y éste último a la gerencia.

5.1.2. Familias de productos

- **Minigrip Industrial:** Empaques Resellables Impresos para múltiples usos y aplicaciones.

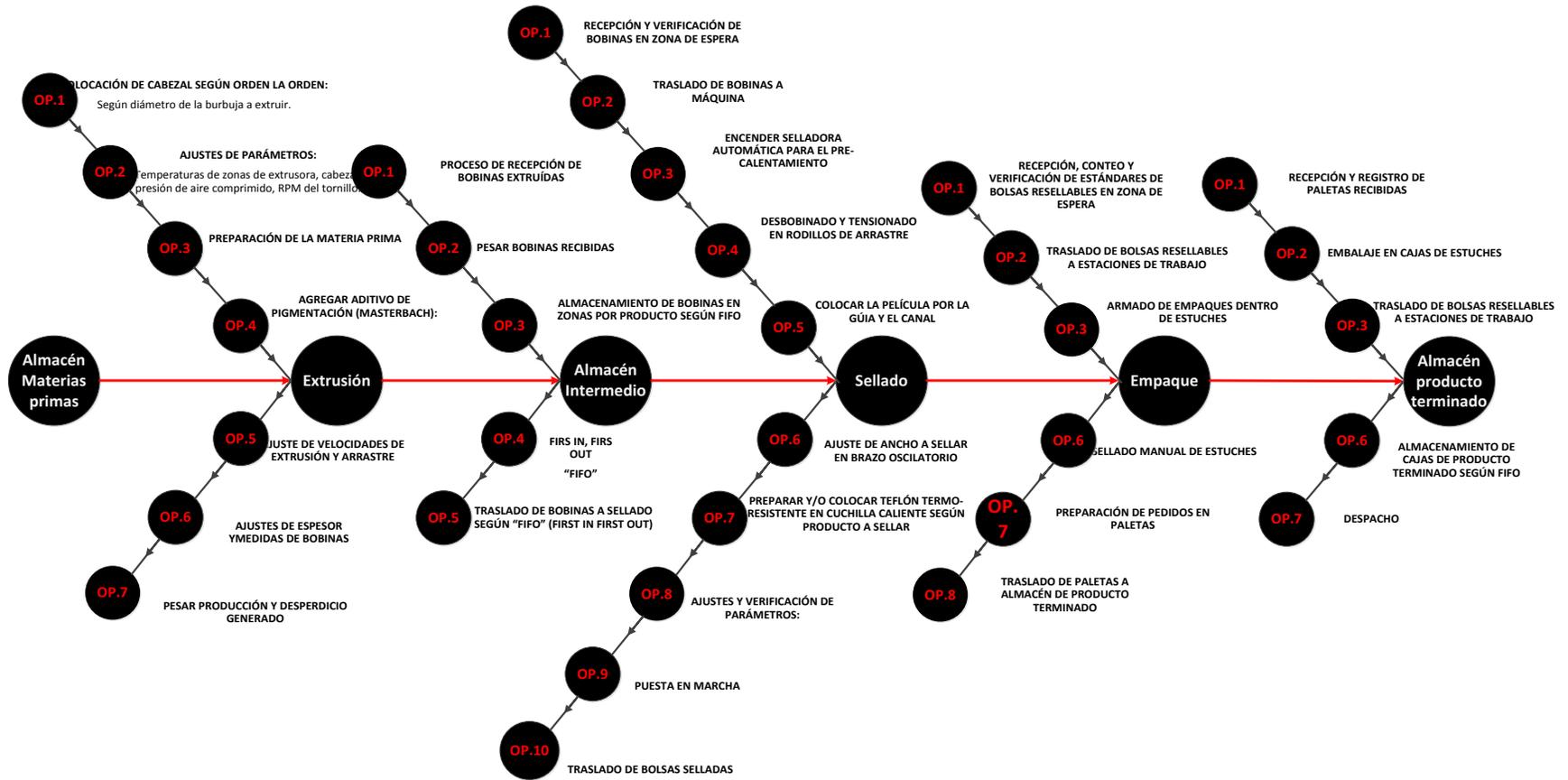
- **Bolsas transparentes:** Bolsas Resellables de polietileno fabricadas en tamaños estándar, ideales para guardar, ordenar y proteger partes y repuestos, utensilios, prendas, porciones de alimentos y snacks, y una infinidad de usos.
- **Consumo Masivo:** Bolsas Resellables empacadas en prácticos estuches y diversas presentaciones para su venta en establecimientos de consumo masivo y tiendas de conveniencia, orientadas principalmente para el uso en el hogar.

5.1.3. Procesos de producción

Producto del estudio, se presenta la descripción de los procesos productivos del área de operaciones en el ANEXO B dónde se puede observar desde la figura 8 hasta las 13 imágenes de las áreas en cuestión.

En la figura 3 se puede visualizar de manera ordenada y concisa haciendo uso del diagrama Ishikawa del proceso, las operaciones más importantes del proceso productivo de Minigrip ZIPPAK de Venezuela, la herramienta muestra claramente el flujo de valor, observándose 3 procesos de almacenamiento y 3 procesos de transformación. El flujo del proceso de Minigrip ZIPPAK, comienza en el área de almacén de materias primas con la recepción del polietileno y espera de traslado al área de extrusión; es en ésta área (extrusión), dónde se transforma el polietileno en bobinas o films, éstas bobinas son enviadas al almacén intermedio, en el cual se les da salida a las primeras entradas, bajo el sistema “First in, first out”; El recibir orden de traslado, las bobinas de polietileno son trasladadas al área de sellado para su conversión en empaques resellables que luego son enviadas a empaque y, por último su almacenamiento final.

Figura 4. Diagrama Ishikawa del Proceso para la fabricación de bolsas transparentes con cierre incorporado.



Fuente: Autor, 2019

5.2. Análisis de situación actual

5.2.1. Selección del producto

Se solicitó a la gerencia de ventas la cantidad de empaques vendidos entre las 3 familias de productos existentes actualmente en Minigrip/ZIPPAK Venezuela (Empaques resellables transparentes, Minigrip industrial y consumo masivo) de manera de poder discriminar entre cual familia de productos era más adecuado realizar el presente estudio dado sus volúmenes de ventas. Los volúmenes de ventas no podrán ser expresados en unidades monetarias por razones de confidencialidad, sin embargo, utilizando su partición sobre el total de ventas brutas se podrá reflejar de igual manera cual es el peso más importante entre las tres familias de productos que actualmente se fabrican en la planta de Guatire.

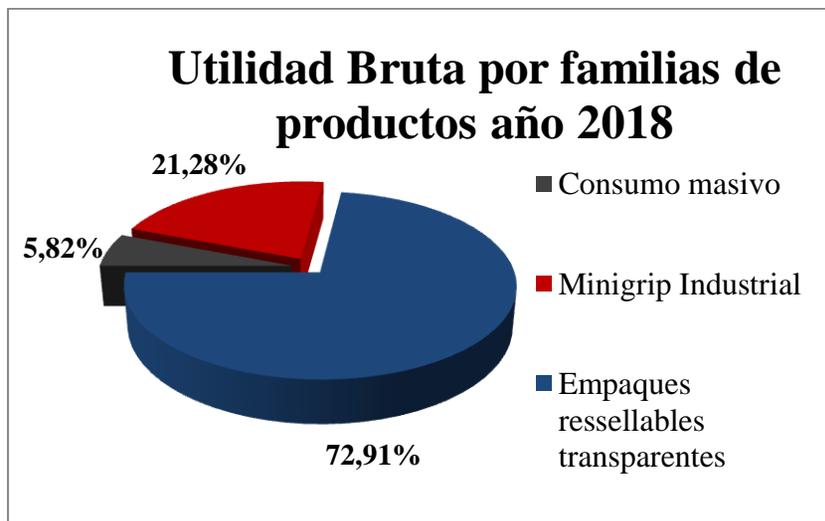


Gráfico 1. Porcentaje de utilidad bruta por familia de productos

Fuente: Gerencia de ventas Minigrip ZIPPAK Venezuela.

Como se puede observar en el Gráfico 1, la familia con un volumen de ventas brutas claramente mayor es la de empaques resellables transparentes, esto es debido según información obtenida en una entrevista no estructurada con la analista de ventas, a una reducción de clientes nacionales que habitualmente realizaban pedidos de las familias Minigrip industrial o consumo masivo, aunado también a la introducción de las bolsas Minigrip ZIPPAK Venezuela en el mercado latinoamericano de empaques transparentes por su bajo costo en comparación a competidores foráneos.

Se evidencia mediante el Gráfico 1 como los ingresos brutos de los empaques transparentes son significativamente importantes, es por este motivo que el presente trabajo enfocará sus esfuerzos a esta línea de productos.

5.2.2. Selección del proceso

Para la escogencia del proceso productivo a mejorar, los criterios que se pueden utilizar son numerosos, sin embargo, para el caso del presente proyecto, las razones por las cuales fue escogida el área de sellado se describen brevemente a continuación:

- ***Impacto del proceso:*** El proceso de sellado incide directamente en el cumplimiento de los objetivos estratégicos /o metas de la organización, ya que en este proceso se determina el éxito y funcionalidad del empaque debido a la resistencia que debe tener la película de polietileno fundida con calor.
- ***Repercusión en el cliente:*** Los procesos realizados en esta etapa inciden directamente en la satisfacción de clientes, debido a que es en este proceso productivo dónde se corta el ancho y se le da la dimensión requerida al empaque, además de la simetría del empaque; en este proceso se satisface otra necesidad de clientes: La hermeticidad del empaque, de manera que el sellado soluciona capacidad y hermeticidad del empaque.
- ***Posibilidad de éxito a corto plazo:*** Impulsado por la limitante de tiempo para el desarrollo de este proyecto, sellado es un proceso con mayores posibilidades de obtener éxito a corto plazo y la resistencia al cambio del personal que labora en el área es menor a la de extrusión, por ejemplo.

- **Repetitividad:** los procesos se repiten una y otra vez. Esta característica permite trabajar sobre el proceso y mejorarlo: a más repeticiones más experiencia.
- **Replicación:** Debido a que las máquinas termo-selladoras son idénticas, con algunas variaciones en sus modelos la replicación de algún proceso de mejora se facilita.
- **Necesidad temporal:** Al abordar la problemática actual, el proceso de extrusión de bobinas se encontraba por terminar, lo cual fue uno de los motivos por los cuales la gerencia de operaciones recomendó que el estudio se realizara en sellado dada la problemática planteada en el capítulo II.

5.2.3. Método actual sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado:

5.2.3.1. Mano de obra:

En el proceso de sellado de las tres familias de productos, intervienen 4 trabajadores: 1 supervisor o jefe de turno, el ajustador mecánico de sellado, la operaria de la selladora y un operario que se encarga de trasladar las cestas de bolsas empacadas a un área intermedia entre sellado y empaque, hasta su traslado definitivo a esta última área. De manera de estudiar sus métodos de trabajo, se procede a describir sus responsabilidades en el anexo

5.2.3.2. Maquinaria.

Las máquinas temo-selladoras SCHJELDAHL están capacitadas para fabricar bolsas con sellado lateral y han sido diseñadas para bobinas extruidas de polietileno. Su operación es automática y continua hasta que se termina la bobina de polietileno. Las medidas que se pueden producir varían desde 3x3 pulgadas cuadradas hasta 32x41 pulgadas cuadradas, sin embargo por información suministrada por la gerencia de ventas el máximo comercialmente se ha situado en unos 14x17 pulgadas cuadradas.

Los componentes de la termo-selladora automática GT.SCHJELDAHL serán descritos en el ANEXO D para su revisión.

A continuación se mostrará en el mostrado en ANEXO E , el diagrama de flujo de procesos en la del área de estudio: Sellado. Con lo cual, se busca detallar el funcionamiento general de las pistas para una bolsa transparente con cierre incorporado.

5.3.Objetivo específico II: Identificar las pérdidas en sellado.

5.3.1. Diagnóstico

El diagnóstico de los procesos en el área de sellado se realizó con el objeto de determinar los principales problemas que inciden directamente en el incumplimiento del programa de producción y en los índices de generación de desperdicio en la mencionada área. Las técnicas utilizadas para la recopilación de la información fueron la observación, entrevistas no estructuradas y tormenta de ideas

con gerentes, trabajadores directos de la producción como son jefes de turno y técnicos. Se presenta a continuación la figura 5, dónde se puede observar un diagrama Árbol de Problemas, con la información recopilada con las herramientas anteriormente mencionadas:

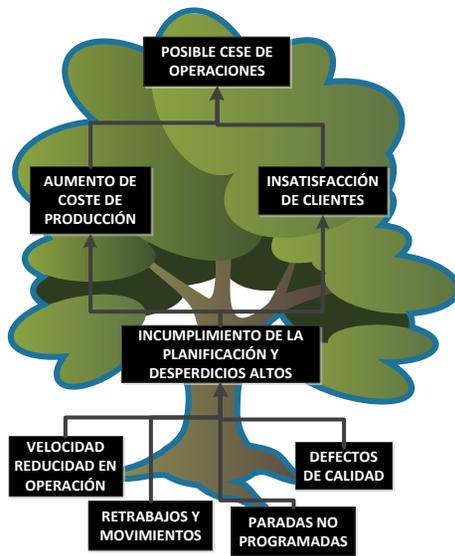


Figura 5: Diagrama Árbol de problemática en el área de sellado.

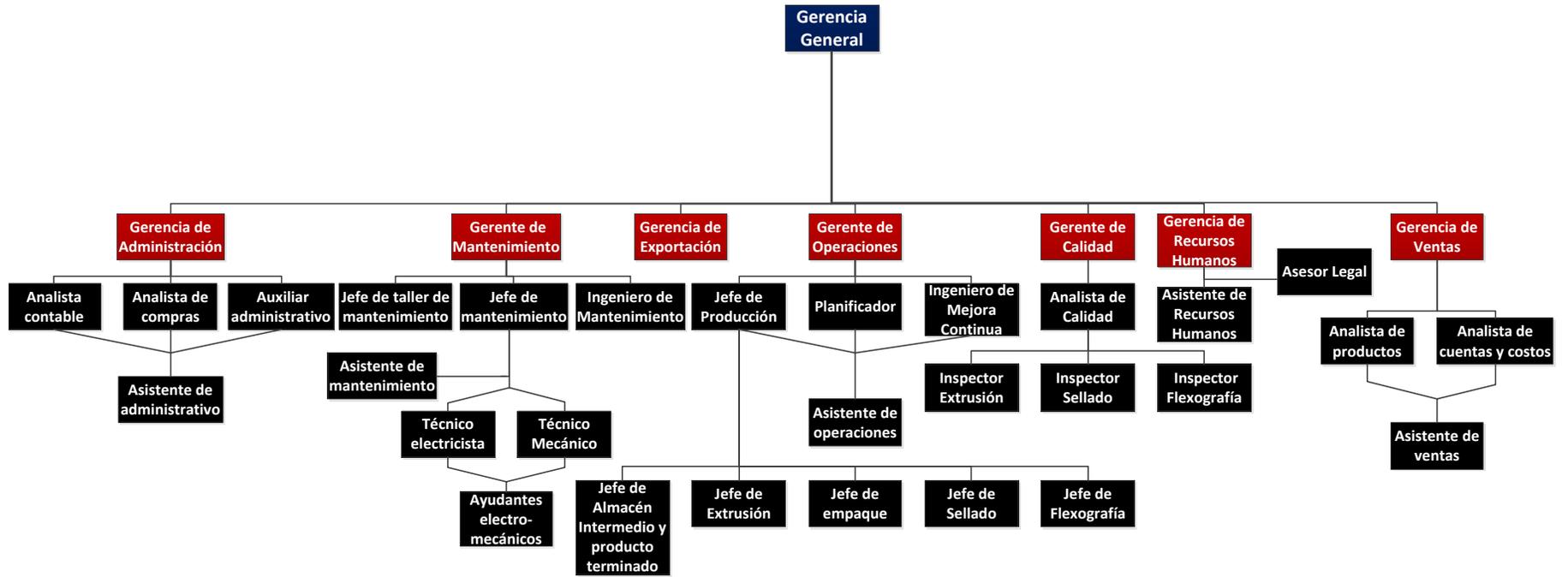
Fuente: Recopilado de información de entrevistas, Brainstorming y Observación directa.

La figura 5, muestra como en el tallo está el problema central planteado, en las raíces, las posibles causas de la problemática, que es latos niveles de desperdicio e incumplimiento de la planificación; encima del problema central, en las ramas del

árbol se encuentran las consecuencias de seguir con éstas prácticas en detrimento de la organización, las cuales son aumentos de los costos de producción e insatisfacción de clientes, lo cual puede con llevar a un cese de las operaciones si no se toman medidas en la base.

5.3.2. Revisión de documentación y procedimientos de sellado

En el proceso se sellado se cuenta con un formato de aseguramiento de calidad y un formato de reporte de la producción. Estos formatos surgen por la necesidad de asegurar los requerimientos de la calidad de los productos y de reportar la información necesaria del proceso para su control, los mencionados formatos se muestran en ANEXO A. Organigrama Propuesto Minigrip ZIPPAK Venezuela.



Fuente: Autor.

ANEXO B. Descripción del proceso productivo de Minigrip ZIPPAK de Venezuela

- **Almacén de materias primas.**

Área dispuesta para la recepción de la materia prima (polietileno de baja densidad), almacenaje y transporte al área de extrusión; su ubicación se encuentra en el almacén de producto terminado teniendo una capacidad de unas 80 toneladas en un área superficial de 50 m², se almacenan las pallets en cuatro líneas paralelas muy cercanas a la carga y descarga del almacén permitiendo perfectamente su transporte al área de extrusión previa orden de traslado.



Figura 9. Almacén de materias primas.

Fuente: Autor.

- **Extrusión.**

Minigrip ZIPPAK de Venezuela produce en su planta de Guatire diferentes tipos de bolsas y películas de polietileno de baja densidad. Esta materia prima forma granos o “Pellets” que son fundidos en la extrusora mediante la combinación de temperatura y presión generada a su vez por resistencias eléctricas y la fricción del material contra las paredes o cañón de la extrusora respectivamente.

El plástico fundido pasa por los cabezales o matrices donde se forma la lámina tubular que será ajustada en su tamaño y enfriada con aire. Esta lámina o burbuja se enfría progresivamente a lo largo de la estructura, hasta llegar a las embobinadoras, dónde es enrollada para su procesamiento inmediato o para su almacenaje. Los cabezales o matrices, según sea su tipo, permitirán sacar producto con cierre (bolsas) o bolsas sin cierre.

El área de extrusión cuenta con una extrusora de cierre, esta permite fabricar cierre que luego podrá ser incorporado en el área de sellado o venderlo a otras empresas que sólo puedan extruir película sin cierre. Además, se tiene una unidad recuperadora la cual realiza el proceso inverso de extrusión para obtener nuevamente granos o “Pellets” de bobinas que no hayan obtenido el visto bueno de control de calidad.

Extrusión cuenta con (4) extrusoras, (1) extrusora de perfil o cierre y (1) recuperadora que realiza el proceso inverso de extrusión transformando material extruído en granos o “pellets” nuevamente. La mano de obra está conformada por (15) personas, de las cuales se cuenta con (1) supervisor del área, (4) supervisores de turno y (10) ayudantes.

Las bobinas extruidas, depende sea el caso, serán enviadas al área de flexografía o al área de sellado, en el presente caso de estudio (empaques transparentes para exportación) las bobinas son enviadas al área de sellado teniendo una parada previa en el almacén intermedio para su debido control.



Figura 10. Extrusión.

Fuente: Autor

- **Almacén intermedio.**

En un área dispuesta para la recepción de bobinas provenientes del área de extrusión y recepción del desperdicio generado en el área de sellado. Su principal función es la de organizar y controlar las bobinas extruidas, pesándolas y contabilizándolas para su

correcto traslado al área de sellado, también se pesa el desperdicio generado en el área de sellado el cual se podrá trasladar nuevamente al área de extrusión para ser recuperado siguiendo un control en peso del mismo. El almacén Tiene un área perimetral de 459,6 m², además cuenta con (1) monta-carguista y (2) ayudantes que realizan sus labores tanto en este almacén como en el de producto terminado.



Figura 11. Almacén intermedio.

Fuente: Autor.

- **Sellado.**

En esta etapa, la película transportada en carros con capacidad para trasladar 6 bobinas, es cortada y sellada simultáneamente de acuerdo a especificaciones en las máquinas termo-selladoras, esto es realizado mediante el uso de una cuchilla calentada por

resistencias eléctricas, haciendo a su vez contacto con un rodillo especial. El tiempo de incidencia de la cuchilla caliente sobre la bolsa, la temperatura y la velocidad de sellado son variables a tomar en cuenta, ya que de ellas depende directamente la calidad del sellado. Es importante señalar que estas máquinas realizan un sellado lateral, por lo que a su vez, es en esta área dónde se ajusta el ancho que tendrá la bolsa. Dependiendo de las exigencias del producto en ocasiones se aplica un sellado complementario por ultrasonido en los extremos del cierre, el cual facilita la hermeticidad de la bolsa y así evitar fugas.

El área de sellado se cuenta con (12) selladoras termo-selladoras y (18) pistas de sellado, ya que algunas de ellas pueden correr al mismo tiempo con dos trabajos distintos (entiéndase a cada trabajo como una medida diferente), pues dichas pistas poseen un sistema de levas independientes del otro. Adicional a esto, y a pesar de que este producto no es el objeto de este trabajo, Minigrip cuenta con 2 máquinas para incorporar el cierre en el proceso de sellado, lo que permite obtener bolsas con cierre de características de impresión difíciles por el método integrado del cierre extruido junto a la bobina.

La mano de obra realiza sus actividades en un área superficial de 920,6 m² y está conformada por (17) operarias, (2) supervisores de turno, (1) supervisor del área y (1) ajustador mecánico.



Figura 12. Sellado.

Fuente: Autor.

- **Empaque.**

Entre las funciones de esta fase del proceso se encuentra la recepción de las bolsas provenientes del área de sellado, su empaqueo comercial haciendo uso de (7) empaquetadoras y (3) selladoras manuales, además, se cuenta con (1) máquina encajonadora automática; luego del proceso de empaqueo, las unidades se van depositando en cajas haciendo uso de (1) máquina encajonadora automática, las cajas son ordenadas por líneas de productos para su pronto traslado al almacén de producto terminado. Empaque cuenta con área de 234,65 m², donde laboran un total de (10) empacadoras y (1) supervisora del área.



Figura 13. Empaque.

Fuente: Autor.

- **Almacén de producto terminado.**

Esta área dispone de unos 330m² de planta y 249,3m² de mezzanina, tendiendo un total de 579,3 m²; según sea el pedido se organizan líneas por productos que se van almacenando en pallets en el área de planta, dichas líneas de almacenaje se encuentran cercanas a la carga y descarga del almacén. En el área de mezzanina se organizan las cajas en las cuales los empaques serán almacenados y luego trasladados, también se dispone de un área para producciones pasadas que se encuentran almacenadas como “Stock”.



Figura 14. Almacén de producto terminado.

Fuente: Autor.

ANEXO C. Responsabilidades de la mano de obra en el área de sellado

- **Supervisor del área o jefe de turno:** Vela por el desarrollo del proceso previa orden de producción. Se encarga de chequear que las actividades de sellado se estén llevando adecuadamente bajo niveles seguros tanto para operarias como para las máquinas selladoras; interviene activamente en el traslado de bobinas desde la zona de espera hasta cada máquina según ordenes de producción; realiza limpieza de las líneas o pistas de sellado lateral.
- **Ajustador mecánico:** Su responsabilidad es bastante dinámica, es el único trabajador con facultad para variar los parámetros de operación, ajustar o re-ajustar la máquina selladora. Entre sus actividades más importantes están la de preparar la máquina selladora según orden de producción según el ancho que se le indique dada una orden de producción; el ajustador mecánico decide que ajuste le colocará al sistema de levas que a su vez incidirán en el movimiento vertical de la cuchilla caliente que sellará la bobina de polietileno; ajusta la velocidad y temperatura de sellado. Además de esto, es el encargado de colocar un material llamado teflón termo-resistente en la cuchilla caliente que mejora la calidad del sellado en puntos críticos de la bolsa, dónde se mejora tanto apariencia como a hermeticidad de las mismas.
- **Operaria “A”:** Es la operaria de la máquina selladora. Entre sus responsabilidades se encuentran la de recibir las bolsas selladas, determinar si las bolsas selladas se encuentran bajo el standard requerido para poder empacarlas. Cuando la bobina se termina, la operaria debe levantarse y des-bobinar otra película de polietileno para hacerla pasar por rodillos y guías. Otra responsabilidad de la operaria es la de colocar en una bolsa todo el desperdicio generado en la operación y registrarlo junto con las bolsas producidas.
- **Operario “B”:** Es el operario que se encarga de trasladar las cestas de bolsas pre-empacadas a la zona de espera, pesa desperdicio generado, lo registra y por último traslada las cestas al área de empaque.

ANEXO D. Componentes de la termo-selladora automática GT.SCHJELDAHL

<ul style="list-style-type: none">• Desbobinadora: Soporte para las bobinas de polietileno. Se emplea para sostener la película enrollada mientras ésta se desenvuelve y se alimenta dentro de la máquina.
<ul style="list-style-type: none">• Guiadora de bordes automática: Conduce la red de polietileno a fin de que las hojas sean dobladas exactamente en el centro o en los bordes.
<ul style="list-style-type: none">• Cortadora: Corta la película de polietileno en el centro para producir bolsas de longitud igual.
<ul style="list-style-type: none">• Rodillo de cabrestante: Hala la cantidad apropiada de red de la sección inicial de desenrollar sobre la dobladora central o, si esta última no se usa, directamente de la mesa de desenrollar, durante las operaciones de entubado y de doblado al centro de la película. Además, logra ayudar al mantenimiento de una tracción constante sobre el rodillo que desenrolla la bobina de polietileno convirtiendo este movimiento intermitente en un movimiento continuo.
<ul style="list-style-type: none">• Compensadora: Alimenta la película de plástico en la sección de la cuchilla caliente con un movimiento intermitente pero con tracción constante, de manera que controla la velocidad e impulsión de corriente directa variable, en lo cual actúa el rodillo del cabrestante. La velocidad del cabrestante es lograda por medio de un enlace mecánico y eléctrico.
<ul style="list-style-type: none">• Regulador de la cigüeña: es utilizado en los ajustes finales de la longitud de la película que ingresa con movimiento intermitente. El regulador de la cigüeña permite que el ajustador mecánico pueda realizar ajustes de longitud mientras la termo-selladora opera.

<ul style="list-style-type: none"> • Sección sincronizadora: Es la zona de la máquina que se encuentra después del compensador que sincroniza la película de polietileno con respecto a la cuchilla caliente.
<ul style="list-style-type: none"> • Sección de la cuchilla caliente: Zona de la máquina dónde se efectúa el sellado lateral y corte de la bolsa según el ancho ajustado. En esta sección se encuentran los componentes eléctricos y electrónicos para la regulación del tiempo y propulsión de la máquina.
<ul style="list-style-type: none"> • Rodillos tiradores: Son dos rodillos de hule en la sección de la cuchilla caliente que colocan el ancho deseado de la bolsa en la posición para ser sellada.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuchilla selladora: Barra calentada por resistencias que cumple la función de sellar y cortar la bolsa.
<ul style="list-style-type: none"> • Separador de agua: Se encuentra entre la cuchilla de sellar y el rodillo tirador superior, contiene un fluido enfriador (en este caso agua) que debe regularizarse con el fin de mantener una temperatura adecuada
<ul style="list-style-type: none"> • Dedos: Sobresalen a través de los rodillos tiradores superior e inferior.
<ul style="list-style-type: none"> • Montaje del recogedor: Extrae la bolsa de la cuchilla cuando el proceso de sellado es finalizado
<ul style="list-style-type: none"> • Sección transportadora: Traslada la bolsa terminada desde las secciones de sellado y recogedor.
<ul style="list-style-type: none"> • Ruedas hacinadoras: Acanala y entrega la bolsa terminada apilándola.
<ul style="list-style-type: none"> • Mesa apiladora: Zona en la cual se apilan las bolsas, se revisan y se empacan.

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO E. Diagrama de flujo de Proceso para el proceso de sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado.

Ubicación: Minigrip ZIPPAK Venezuela		Minigrip / ZIPPAK South America						
Actividad: Proceso de sellado de bolsas 7"x6" transparentes con cierre incorporado		Método: Actual / Propuesto						
Fecha: Noviembre de 2018		Tipo: Trabajador / Material / Máquina						
Operador: Isabel Romero		Información de pista (1 turno):						
Máquina: N°5 GT.SCHJELDAHL		Vel: 34 GPM → Capacidad: 14.280 bolsas (simple)						
Descripción de los eventos		Símbolo					T(min)	Mano de obra
1	Recepción y verificación de bobinas en zona de espera	○	→	D	■	▽	4,41	Sup.
2	Traslado de bobinas a máquina	○	→	D	■	▽	2,11	Sup.
3	Encender selladora automática para el pre-calentamiento	○	→	D	■	▽	0,51	Sup/Op.A
4	Desbobinado y tensionado de la película de polietileno en rodillos de arrastre	○	→	D	■	▽	1,552	Sup/Op.A
5	Canalización de la película de polietileno por guías	○	→	D	■	▽	3,22	Sup/Op.A
6	Verificar en orden de producción medida de ancho a sellar	○	→	D	■	▽	0,216	Sup/Ajus
7	Ajuste de ancho a sellar en sistema de levas, temperatura y velocidad de sellado	●	→	D	■	▽	6,22	Ajus.
8	Preparar y/o colocar teflón termo-resistente en cuchilla caliente según producto a sellar	●	→	D	■	▽	31,33	Ajus.
9	Verificación de ancho, apariencia y hermeticidad del empaque	○	→	D	■	▽	0,47	Op.A/Ajus
10	Repetir 7 hasta lograr el empaque deseado	●	→	D	■	▽	6,22	Op.A/Ajus
11	Sellado de película de polietileno (unidad de producción 100 bolsas a razón de 34/min)	●	→	D	■	▽	2,95	Op.A
12	Verificar apariencia y hermeticidad durante el proceso; Embalar 100 bolsas	●	→	D	■	▽	0,0833	Op.A
13	Embalar y depositar bolsas embaladas en cesta a un lado de la pista de sellado.	○	→	D	■	▽	0,416	Op.A
14	Cambio de bobina de polietileno	●	→	D	■	▽	4,88	Op.A
15	Repetir de 9-14 hasta cumplir con la orden de producción o finalizar el turno de trabajo	●	→	D	■	▽	15,01	Op.A/Ajus
16	Traslado de cestas a zona de espera	○	→	D	■	▽	2,15	Sup.
17	Traslado de cestas de zona de espera en sellado al área de empaque	○	→	D	■	▽	5,01	Op.B
Resumen:		Operaciones	Transportes	Demoras	Inspecciones	Almacenaje	Total	
Presente	Cantidades totales	7	3	3	4	1	18	
	Tiempos totales	66,7	9,27	5,28	5,179	0,4	86,84	

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO F y ANEXO G respectivamente.

Al chequear el reporte de producción en sellado, se observa en este formato, que no se registran las velocidades de operación de máquinas, sin embargo, la asistente de producción mide con un cronómetro este parámetro para registrarlo en la base de datos, además de esto, el registro de los tiempos de paradas de máquina no se reportan o se reportan sin especificar las razones por las cuales ocurre tal situación, esto debido a que el diseño del formato no toma en consideración esta variable del proceso, esta situación no permite identificar cuáles son las causas de las mencionadas paradas y, al no tener esta información disponible, no es posible continuar con un análisis cuantitativo que permita la identificación de pérdidas por tiempo de espera en averías o paradas pequeñas, por lo que se decide levantar esta información.

El formato de “Aseguramiento de calidad del área de sellado” registra los parámetros a inspeccionar, sin embargo, estos registros no son llevados a una base de datos, por dos razones: La primera es porque no se cuenta con un analista de calidad y la segunda es porque no se cuenta con computadoras para este departamento, de modo que el personal de inspección pueda al registrar en las áreas productivas en el mencionado formato y luego llevar esa información a una base de datos para su posterior análisis. Lo que se está realizando actualmente, es una diferenciación entre el desperdicio generado en la operación de las máquinas y los defectos de productos que no cumplen con el estándar requerido.

5.3.3. Levantamiento de información

Para realizar un análisis cuantitativo de cuáles eran las paradas de máquinas más recurrentes, se procedió a realizar entrevistas no estructuradas con el personal que se encuentra directamente ligado al proceso de sellado (ajustador mecánico y jefe de área) quienes, dieron

su aporte en el listado de posibles fallas operativas que se suscitan en las selladoras, también fueron incluidos técnicos de mantenimiento quienes chequearon la lista de posibles fallas eléctricas y mecánicas de la selladora automática. (Ver ANEXO H)

5.3.4. Diseño de formato de recolección de paradas de máquinas

El diseño fue lo más simple posible, ya que si no era amigable, la resistencia al llenado sería superior. Se agregaron 7 columnas, de las cuales sólo 4 llenarían las operarias; la primera columna trata de la numeración de la parada, la segunda columna la hora de inicio de la parada, la tercera columna hora de finalización, la cuarta columna código de la falla, la quinta columna responsable y turno y las últimas 2 columnas se agregaron para la revisión de dichas paradas, los jefes de turno evaluarían si la parada fue correcta o no, de manera de indicarle a la operadora alguna parada inadecuada en ANEXO I.

5.3.5. Registro de la información

Para un correcto registro de la información, es necesaria la asignación de responsabilidades de la actividad. Se capacitó a las operarias de las termo-selladoras (quienes son las principales responsables del registro) en la identificación del tipo de falla (operativa, eléctrica o mecánica), de manera que pudieran discernir entre una y otra, de esta manera la búsqueda en el listado de fallas agilizaría el proceso identificando previamente el tipo hasta que se haga rutinaria la tarea. El procedimiento se puede observar con mayor facilidad en ANEXO K.

5.3.6. Identificación de pérdidas en el proceso de sellado.

Las causas que afectan el proceso productivo en las pistas de sellado pudieron ser obtenidas haciendo uso de entrevistas no estructuradas a los jefes de área, contrastando esta

información con una observación directa al proceso; Las causas son presentadas en la figura 6 en una de las herramientas más utilizadas en la ingeniería industrial, el diagrama Causa-Efecto, el cual tendrá el objetivo de agrupar los factores de generación de pérdidas basándose en los principios de la manufactura esbelta en este proceso productivo. En este caso, Según la información recolectada se puede reflejar que los principales despilfarros se deben a tiempos de espera que se traducen en costos de oportunidad, movimientos innecesarios del personal y materiales debido a la falta de orden, limpieza y clasificación en el área.

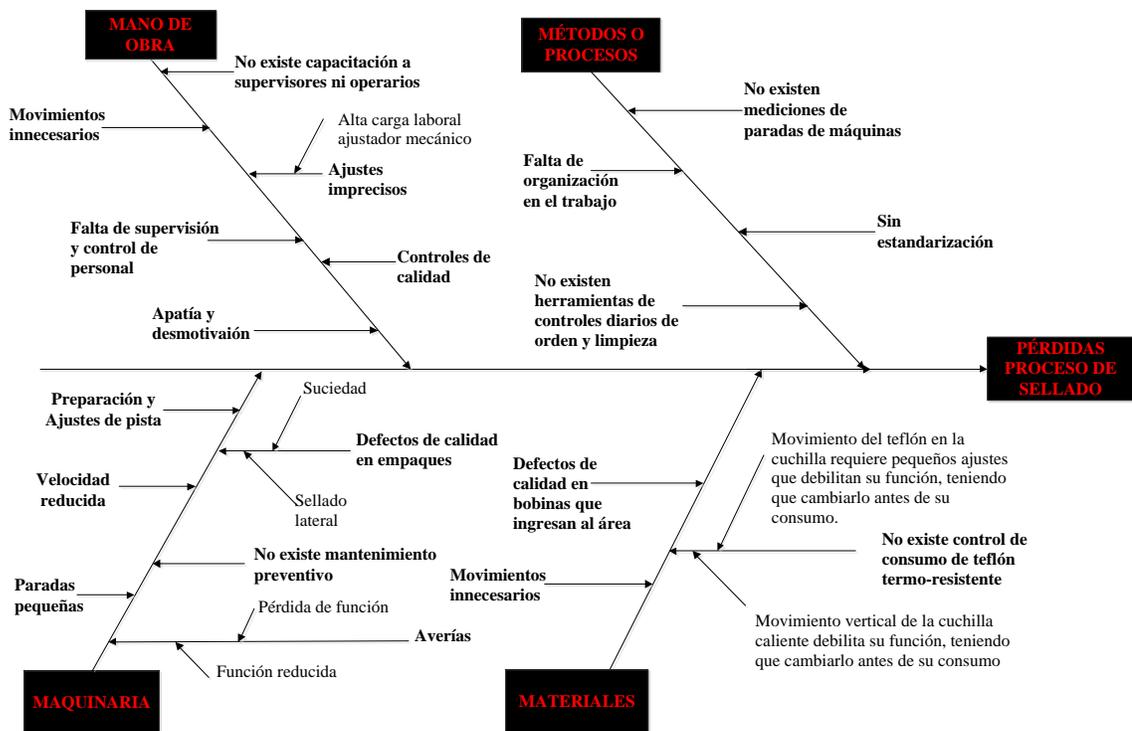


Figura 6. Diagrama Causa-efecto pérdidas proceso de sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado.

Fuente: Autor.

A continuación, se procedió a analizar junto a un grupo de expertos conformado por gerentes, jefes y personal de supervisión de las áreas involucradas en este estudio. El objetivo

es conocer las pérdidas más representativas del proceso, de manera de determinar cuáles factores generadores de los problemas tienen una repercusión en términos de costo de oportunidad y tiempo perdido para la empresa.

Para este análisis de priorización de necesidades se utilizó la técnica de evaluación de opiniones basada en la escala de medición Likert, la cual es bastante efectiva, ya que permite conocer la opinión del encuestado midiendo el nivel de acuerdo o desacuerdo con lo expresado en la pregunta. En la figura 8 se puede observar las 2 preguntas realizadas.

¿Cuál es la dificultad de resolución de este problema en el proceso de sellado?				
Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja
¿Qué tan beneficiosa sería la resolución de este problema para la organización?				
Muy beneficiosa	Beneficiosa	Neutral	Poco beneficiosa	Sin beneficio

Figura 7. Escala de priorización bajo los criterios de importancia y beneficio.

Fuente: Expertos Minigrip ZIPPAK Venezuela.

Para cuantificar cuales son las prioridades a atender, se añadirá un factor de priorización, el cual estará formado por la multiplicación de los dos criterios que, para este caso serán evaluados por los mencionados expertos: Grado de dificultad de resolución del problema y beneficio que traería para la organización la eliminación o mitigación d este factor.

El factor de priorización indicará para cada uno de los problemas que se presentaron en el diagrama causa-efecto de pérdidas del proceso de sellado, cuáles son más críticas. En la figura que se presenta a continuación se muestra el formato en que se medirán las opiniones de los encuestados. De manera que, realizada las encuestas a los expertos, se procedió a reflejar en la siguiente tabla sus opiniones bajo la mencionada escala. Cabe destacar que, para reflejar

cuantitativamente un solo valor por problemática y por criterio, fue necesaria la utilización del promedio de los encuestados.

Tabla 2. Índice de priorización por problemas identificados bajo los criterios de dificultad y beneficio.

N°	Pérdida	Problema	Criterio		Indice
			Dificultad	Beneficio	
1	Tiempos de espera	Paradas pequeñas	4,67	5	23,33
2	Tiempos de espera	Velocidad reducida	4,53	5	22,67
3	Material	Consumo de teflón	4,53	5	22,67
4	Defectos	Defectos de calidad en sellado lateral	4,47	5	22,33
5	Tiempos de espera	Averías	4,6	4,6	21,16
6	Tiempos de espera	Otras paradas de máquinas	4,47	4,33	19,36
7	Tiempos de espera	Preparación y ajustes de máquinas	4,07	4,2	17,08
8	Movimiento	Retrabajos por desorganización	3	4,53	13,6
9	Tiempos de espera	Poca eficiencia en el trabajo	3,87	3,47	13,4
10	Talento humano	Operarios no capacitados	2,8	4,2	11,76
11	Defectos	Ajustes imprecisos	2,73	4,27	11,66
12	Movimiento	Falta de organización en el trabajo	2,73	3,4	9,29
13	Talento humano	Supervisores no capacitados	1,93	4,6	8,89
14	Movimientos, Defectos	Falta de control del proceso	2,33	3	7
15	Movimientos	Traslado de operarios sin valor agregado	1,87	3,67	6,84
16	Tiempos de espera, Defectos	Defectos de bobinas que ingresan al área	2,07	2,93	6,06

Fuente: Autor, 2019.

Haciendo uso de este índice de priorización, se realizará un análisis de los problemas identificados, iniciando por los que mayor índice hayan obtenido, siguiendo la regla 80-20 de Pareto “el 20% de las causas generan el 80% de los problemas”, de modo que las propuestas de solución vayan de la mano de las prioridades actuales del proceso de sellado. Considerando el principio de Pareto en el gráfico 2, 4/16 pérdidas son consideradas críticas de prioridad alta y 12/16 pérdidas de prioridad media-baja.

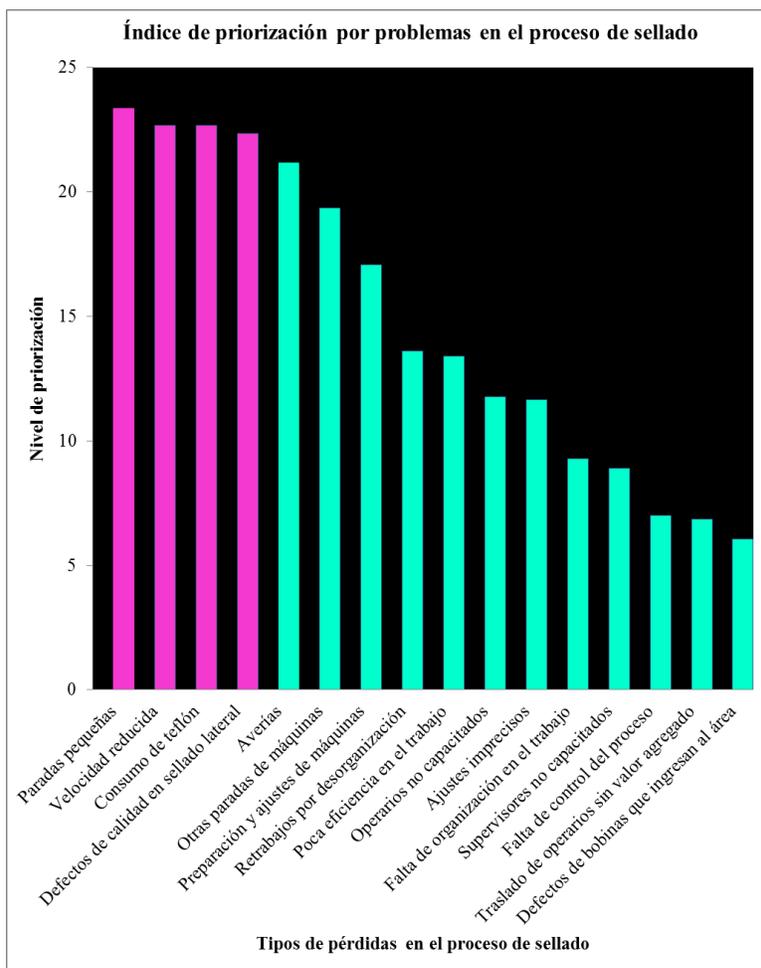


Gráfico 2: Pareto de priorización de problemas identificados.

Fuente: Autor, 2019.

5.4. Objetivo específico III: Analizar las pérdidas identificadas en el proceso de sellado

Se refleja, mediante el diagrama causa-efecto, específicamente para la problemática de pérdidas en el proceso de sellado, que éstas se deben en su mayoría a factores asociados a la mano de obra, la maquinaria y procedimientos que se llevan actualmente las operaciones en el área. Entre los desperdicios encontrados se encuentran movimientos innecesarios, tiempos de espera, defectos y talento humano.

Mano de obra: Para el periodo en que este trabajo identificó las problemáticas, no se observó algún plan de capacitaciones a operarios o jefes de área, método efectivo para que el trabajo lo desarrollen eficientemente; Se evidenció mediante observación directa poca preparación (o inexistente) de pista por operarios, debido a entre otras cosas por una dependencia total en esta labor que recae en el ajustador mecánico, lo cual ocasiona demoras y ajustes en algunos casos deficientes debido a que sólo existe un ajustador para 18 pistas y las trabajadoras sólo se dedican a recibir bolsas selladas, discriminarlas bajo criterios de calidad y empacarlas; se observan empaques sellados a mitad de pasillos en cestas dispuestas para ello de forma desorganizada, así como bobinas en pasillos y producto terminado en áreas no dispuestas para ello.

Maquinaria: La maquinaria presenta desgaste importante que afecta su operación; se observó velocidad reducida a la nominal de 55 GPM (Golpes o sellados por minuto) de hasta unos 38,38 GPM (en promedio en el mes de febrero), esto representa un 30,22% inferior a la nominal; Debido al desgaste y modificaciones realizadas en algunas selladoras automáticas, se

podieron medir fluctuaciones de temperatura superiores a los 10°C (en algunos casos hasta 20°C), esto ocasiona sellados débiles o poco resistentes al disminuir la temperatura. Las aceiteras que lubrican el sistema de levas no son repuestas debidamente, ya que la labor es realizada por mantenimiento. Además, La corrección de los defectos en operación de la máquina es inexistente y su atención presenta demoras importantes debido a la poca capacidad de atención del departamento de mantenimiento.

Métodos o procesos: Lo más resaltante, es la falta de procedimientos en general en esta área. No existe un procedimiento de ajustes de parámetros de operación, como son temperatura de sellado, velocidad de sellado y tiempo de incidencia de la cuchilla caliente en la película de polietileno. Tampoco un procedimiento de limpieza inicial de la máquina o de preparación de la pista. Todas estas prácticas conllevan a una operación que potencialmente incurra en paradas de máquinas que, reducen el tiempo de operación efectivo sin poder ser detectadas las razones por las cuales ocurren, ya que no se cuenta con medición de las mismas.

El orden, la limpieza y la clasificación es un tema que genera improductividad en el área, se pudo observar como por un mal ordenamiento de cestas se obstruían pasillos que, al estar obstruyendo el paso, operarios tenían que recorrer mayores distancias.

De manera de no caer en especulaciones, fue realizada una entrevista no estructurada con el jefe de mantenimiento en la cual, se pudo saber que actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo ni un procedimiento operativo que detalle los pasos a seguir en cuanto a inspección, limpieza y lubricación de las máquinas termo-selladoras, lo cual evidencia la poca limpieza observada de la maquinaria y las aceiteras de los mecanismos de levas vacíos durante su operación, lo que denota que esta labor no está siendo ejecutada y que

el departamento de mantenimiento ejecuta labores solamente correctivas si tiene disponibilidad, por lo que la espera en corregir averías es alta.

Materiales: Se observó que la insuficiencia de materiales para el proceso de sellado se debió particularmente en el caso del teflón termo-resistente para la cuchilla caliente, a que no se cuenta con ningún estándar de corte de este material, por lo que su consumo queda a la subjetividad del ajustador mecánico, es por ello que se solicita cuando ya no se cuenta con él en el área, lo cual genera pérdidas de tiempo en recorridos de parte del jefe de área y demoras en la producción de bolsas que, de existir una planificación de este material se podría controlar su consumo de una manera que no retrase las los arranques previa preparación o en la consecución del proceso de sellado.

En cuanto a la falta de la materia prima (bobinas de polietileno), entrevistas con el jefe de turno y de área, se deben a bobinas con el cierre débil (no cierra adecuadamente el cierre) en la mayoría de los casos, dónde al tener bobinas en mal estado para sellar, se detiene el proceso hasta que una nueva orden es realizada para el traslado de otras bobinas. La falta de materias primas se debe también a retrasos en la orden de producción.

Con el objetivo de realizar un análisis más detallado en función de las pérdidas identificadas, debido también a que algunas pérdidas tienen puntos en común, se elaboraron diagramas causa-efecto de las pérdidas que mayor índice de priorización presentaron según Tabla 2. **Índice** de priorización por problemas identificados bajo los criterios de dificultad y beneficio.

5.4.1. Paradas Pequeñas y Averías

Se presenta en la sección de Anexos, los diagramas causa-efecto de paradas pequeñas y averías, de modo que sea posible realizar un análisis más asertivo sobre estas 2 problemáticas identificadas, además de esto, fue posible la implementación de mediciones en el área de sellado referente a paradas no programadas de máquinas que será de gran ayuda para la realización del presente análisis. (Ver ANEXO L y ANEXO M)

Al tener tanta o mayor incidencia que las averías en la eficacia del equipo, es importante su estudio y reducción. Algunas de las causas de las paradas pequeñas identificadas, se evidencian en el ANEXO L; básicamente, el problema de paradas pequeñas no se medía ni analizaba, cuando se presentan atascos en la selladora o defectos de calidad, la operadora espera hasta que el ajustador mecánico pueda solucionar, en este caso la habilidad de la operadora juega un papel importante, ya que algunas son capaces de resolver ciertas paradas mientras otras sólo esperan. Durante la operación, la máquina debido a su desgaste, genera vibración y esto logra desajustar algunos parámetros, los cuales en algunos momentos ameritan la atención del ajustador.

Las causas de las Averías se muestran en el diagrama Ishikawa en ANEXO M. Durante la observación directa al proceso y la realización de este análisis no fueron observadas averías por pérdida de función de las termo-selladoras, sin embargo se observó reducción de función, donde se denotan pérdidas en la eficacia del equipo en algunos componentes, esta observación fue reportada a mantenimiento, pero las operaciones continuaron y el mantenimiento preventivo no se realizó. Las averías son responsabilidad total del departamento de mantenimiento, pero el departamento no posee un procedimiento de diagnóstico y resolución de las averías, esto puede ocasionar tiempos de espera mayores.

A continuación, se presentan las paradas no planificadas en el proceso de sellado, en la gráfica 3 dónde se estipulaba medir tanto paradas pequeñas como paradas producto de averías en la maquinaria. El análisis de Pareto arroja que, entre las paradas no planificadas que se registraron en el mes de febrero de 2019 para el sellado de empaques transparentes con cierre incorporado, las paradas operativas conforman el 72% del total de minutos perdidos Vs. un 26,21% de paradas eléctricas y un 1,73% de paradas mecánicas. En esta primera estratificación de la problemática se evidencia como las paradas operativas están afectando significativamente el proceso de sellado.

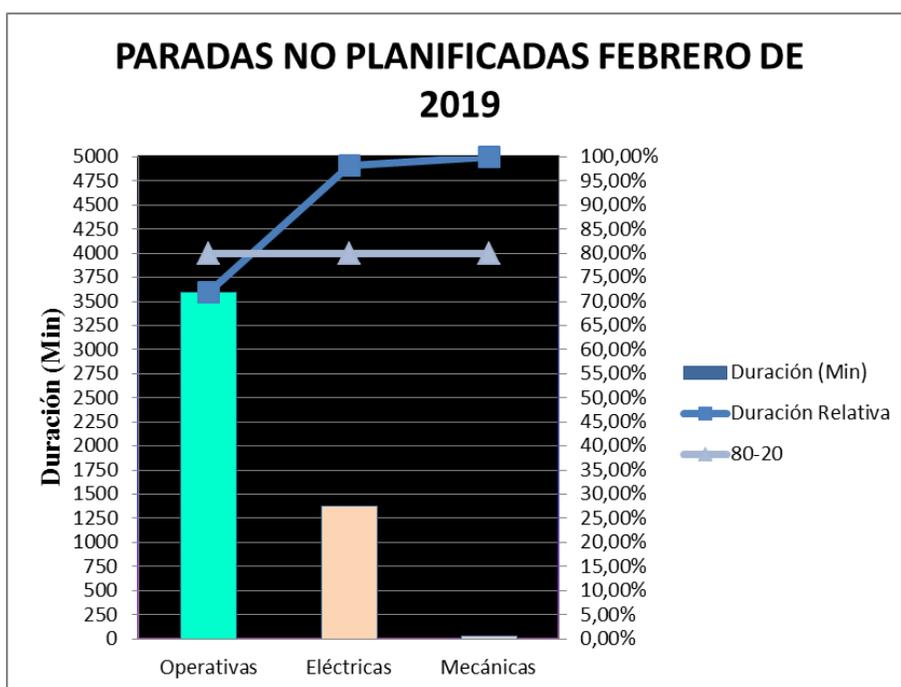


Gráfico 3. Pareto paradas no planificadas en el proceso de sellado para empaques resellables con cierre incorporado

Fuente: Autor, 2019.

La estratificación es una herramienta muy útil para separar los datos más importantes, es por este motivo que al realizar una segunda estratificación podemos observar cuáles son las

paradas operativas que más afectan el proceso. En este caso, el Gráfico 4 nos permite observar que, del tiempo perdido por resultado de paradas operativas, el cambio de teflón, cambio de película o bobina de polietileno y los ajustes de medida representan el 87%, reflejando así la necesidad de atender esta problemática.

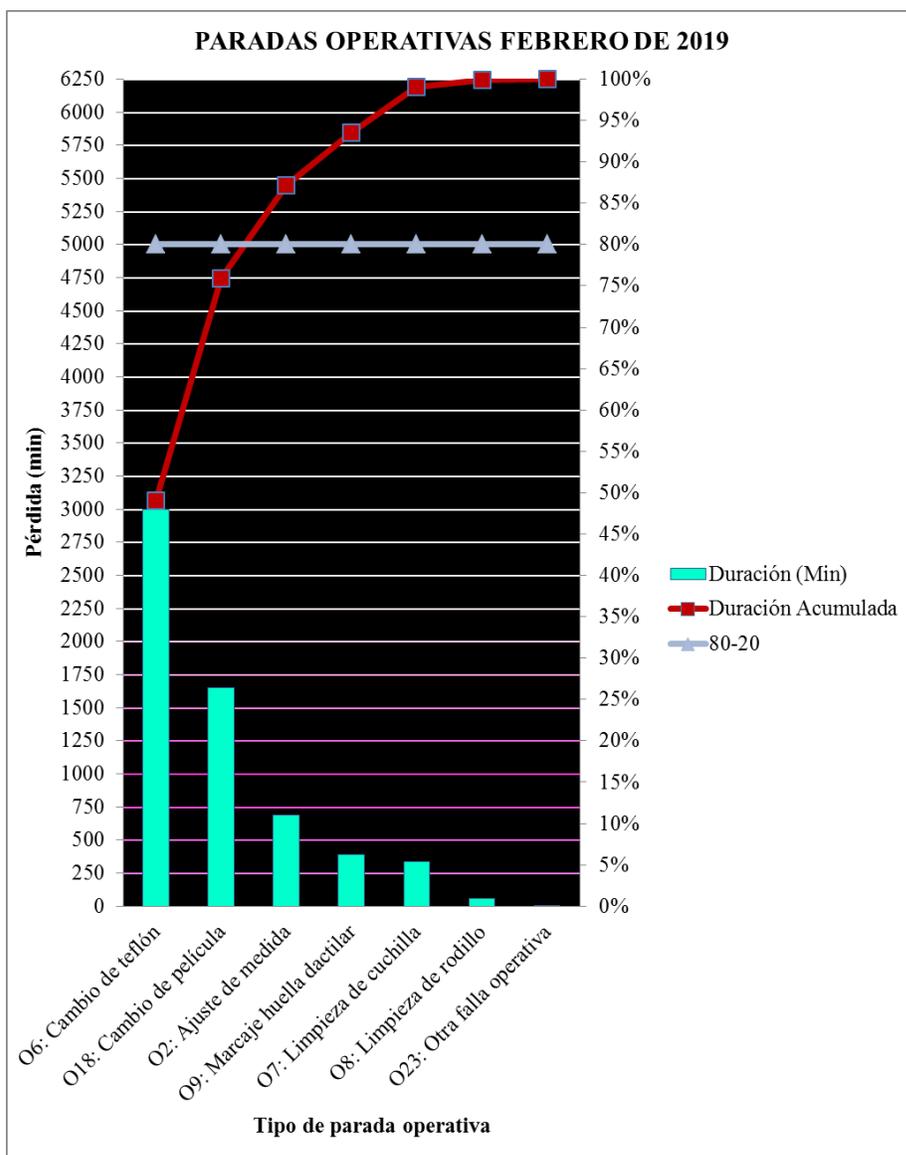


Gráfico 4. Pareto paradas operativas no planificadas en el proceso de sellado para empaques resellables con cierre incorporado

Fuente: Autor, 2019.

5.4.2. Velocidad reducida

Las causas de este problema están ligados directamente tanto con los defectos de calidad como con la mano de obra; existe una dependencia de los ajustes en la máquina, debido a entre otras cosas porque no se han creado hojas de parámetros por productos, ya que no existe un procedimiento que lo especifique. (Como se puede ver en ANEXO N.)

Al existir esta dependencia de los conocimientos y experiencia del ajustador mecánico, queda a su decisión la velocidad de trabajo. El motivo principal por el cual la velocidad es baja, es porque el ajustador aprendió que, al operar la máquina a una velocidad superior, las interrupciones del proceso aumentaba y como consecuencia de esto la cantidad de productos conformes disminuía; Al ajustar reduciendo la velocidad se mitiga el problema de las interrupciones y se disminuye la generación de empaques con defectos, sin embargo este enfoque no toma en cuenta las necesidades de entrega de pedidos estipulado en el programa de producción.

De manera de poder reflejar cuantitativamente ésta pérdida, se realizaron mediciones de las velocidades de operación en las pistas de sellado durante 10 días, resultando el promedio de todas las pistas de 38,38 GPM. Es importante resaltar que, la necesidad actual es llevar la velocidad de operación a 55 GPM (Golpes por minuto o sellados por minuto), velocidad para la cual se realiza el programa.

5.4.3. Defectos de calidad

Los defectos de calidad son uno de los desperdicios que más atención hay que brindarle, ya que se relacionan directamente con la satisfacción del cliente. La maquinaria en

el área de sellado presenta un desgaste, este aspecto ocasiona durante la operación una variación en el funcionamiento de la máquina, lo cual es atendido por el ajustador mecánico (cuando está disponible) y por operarias eficientes. (Ver causa-efecto ANEXO O)

Los defectos de calidad no son analizados ni erradicados, sólo son solucionados durante el proceso por el personal. Existe una relación con la problemática de reducción de la velocidad de funcionamiento y la generación de defectos en operación; para el sellado lateral, uno de los parámetros a tomar en cuenta es el tiempo de detención de la cuchilla caliente en la película de polietileno, este proceso es el responsable de la resistencia del sello y por consiguiente del éxito del empaque. El sellado lateral puede tener los siguientes defectos:

- Cierre débil en la parte interna en contacto con el producto a contener.
- Descentrado de perforación
- Ancho fuera de tolerancia
- Sello lateral con sección irregular pero continuo sin fuga
- Contaminación del empaque final.

5.4.4. Preparación y ajustes

Según Shirose (1991), los ajustes consumen la mayor parte del tiempo. Se puede observar en el diagrama causa-efecto de preparación y ajustes que, esta tarea no está siendo ejecutada debidamente, ya que no se tiene una estandarización del proceso de ajustes ni se realiza preparación o limpieza de pista; el proceso es desarrollado por el ajustador mecánico, el cual realiza su labor y además, coloca tiras de teflón en la cuchilla caliente, demorándose gran cantidad de tiempo en el proceso. (Ver Causa-efecto ANEXO P)

5.4.5. Movimientos innecesarios

El principal problema de los movimientos innecesarios es la pérdida de productividad, en el caso de sellado existe una desorganización significativa de toda la operación, desde la recepción de las bobinas, su traslado a la zona de espera, búsqueda de herramientas para realizar ajustes, etc. Por falta de control del personal, debido también a que no se cuenta con una herramienta diaria de control que permita chequear y corregir en el proceso; el área cuenta con un proceso de almacenamiento de empaques en cestas, el cual por la falta de orden, termina afectando al proceso, ya que en ocasiones, las cestas son colocadas entre máquinas o a mitad de pasillos, lo cual no impide flujo tanto de material como de personal. (Ver Causa-efecto ANEXO Q)

CAPÍTULO VI

6. Diseño de las propuestas

Una vez estudiado y analizado la situación actual de la organización y cumplido con los primeros 3 objetivos de la presente investigación, se presenta a continuación un modelo de pautas que tienen como finalidad mejorar el proceso de las pistas en el área de sellado haciendo uso de algunas herramientas de manufactura esbelta.

6.1. Justificación de la propuesta

Se fundamenta el desarrollo del presente capítulo en las necesidades identificadas en la situación actual, de manera de darles solución y hacer que el proceso productivo que más relación directa presenta con la satisfacción de clientes (sellado), pueda mejorar sus

condiciones actuales acercándose a la situación ideal que requiere la organización, cumplir con los tiempos de producción logrando la satisfacción de sus clientes. El desarrollo de las propuestas de mejoras buscan la eliminación o mitigación de las pérdidas relacionadas al proceso de sellado atacando directamente las causas que las generan; el avance de su posible implementación podrá medirse y su impacto generará beneficios tanto económicos como organizacionales, ya que el mejoramiento continuo presente en el objetivo de las propuestas que se presentan a continuación permitirían crear un ambiente flexible para la replicación en otras áreas de la planta.

6.2. Objetivo específico IV: Proponer y evaluar soluciones a las causas de las pérdidas en base a criterios predefinidos.

6.2.1. Propuesta de orden, limpieza y clasificación en sellado

6.2.1.1. Registro de la observación

El área de sellado se caracteriza por tener una gran dinámica en sus operaciones, las máquinas tienen diferentes accesorios que pueden ser adaptados para diferentes productos, sean bolsas impresas o transparentes, con cierre o sin cierre, por lo que el flujo de materiales en proceso puede ser alto. Una práctica des-organizada puede ocasionar retrasos, movimientos innecesarios de parte de operarias o peor aún re-trabajos.

La implementación de 5's será de vital importancia para la mejora continua en el proceso de sellado, su consecución desarrollará disciplina en la organización como en muchas otras lo ha hecho, por lo que el uso de esta metodología no sólo mejorará la

productividad sino que abrirá las puertas al mejoramiento continuo. Entre la primera fase que se propone en este trabajo especial de grado se encuentran las primeras 3's que, según los recorridos realizados en el área indican que hay mucho trabajo por hacer en cuanto a la organización, la limpieza y la clasificación.

6.2.1.2. Plan de acción

Desde la primera visita al área se pudo evidenciar malas prácticas que generan pérdidas de tiempo, estas prácticas se reflejaron en una tabla con acciones correctivas a ser ejecutadas por responsables directos como primer acercamiento a las primeras 3's. A continuación se detalla dicha tabla:

Tabla 3. Plan de acción referente a clasificación, orden y limpieza en sellado.

ID	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	MOTIVO PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	RESPONSABLE
1	Se ubicaron bobinas de rechazo y de tránsito en lugares que obstruyen el paso	desorganización	colocar las bobinas de recepción en su lugar y las bobinas rechazadas en su lugar correspondiente.	Equipo completo de sellado
2	Desperdicio sin identificar	No se registra ni se clasifica el desperdicio de manera continua, por lo que esto genera problemas de medición.	Ubicar el desperdicio en las bolsas correspondiente, clasificar e identificar.	Equipo completo de extrusión
3	Alta rotación del personal en máquina durante un mismo turno.	Se presencia un programa de rotación del personal semanal, pero no se cumple debidamente	Cumplir el programa lo más parecido posible, y las operadoras que no logren trabajar	Jefe de sellado
4	No se observa un lugar destinado para guardar los instrumentos de medición o materiales de trabajo.	Instrumentos de medición sin identificar, todo se guarda en los lockers de los supervisores	Identificar los instrumentos de trabajo, instrumentos de medición, identificar los lockers	Jefe de sellado/jefe de planificación/asistentes
5	No se evidencia plan de producción en el área	Solo se entregan ordenes de producción.	Planificar semanalmente	jefe de planificación/Jefe de sellado
6	Las líneas de visualización del espacio no se aprecian perfectamente.	Deterioro	Realizar en su momento un refrescamiento de dichas líneas con pintura.	Jefe de producción/jefe de mantenimiento
7	No se logra llevar un control óptimo de medición	Los registros de la producción se realizan de manera impuntual y errónea en ocasiones.	Cumplir con el registro de la producción diaria y el registro de las paradas.	Operadoras de sellado
8	Poca limpieza en el área	No hay un plan de limpieza ordinaria y radical en el área	Realizar un formato de seguimiento, mantener limpio el área es tarea de todos	Equipo completo de sellado
9	No hay control de ingreso de las bobinas en el área	Supervisores no llenan el formato de recepción de bobinas	Llenar el formato de recepción de bobinas	Supervisores del área

Fuente: Autor, 2019.

La organización, limpieza y clasificación, tienen como propósito eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia del trabajo, reducir movimientos innecesarios y, a su vez facilitar la identificación de los problemas.

Para esto, se realizaron capacitaciones y reuniones en todos los niveles de la organización informando sobre las medidas a tomar y sus bases conceptuales.

Acciones de clasificar: Se debe retirar del área todo lo innecesario y seleccionar todo lo que realmente es usado en el área de trabajo. Los lineamientos a operarios y jefes d turno en sellado fueron los siguientes:

- Clasificar con etiquetas el desperdicio
- Identificar producción con su correspondiente aprobación en empaques sellados
- Clasificar con etiquetas de aprobación y rechazo de productos
- Identificar herramientas
- Identificar lockers de materiales
- Identificar material, herramientas o maquinaria en des-uso.

Acciones de Ordenar: Se basó en ordenar los materiales del área bajo criterios de seguridad (que no obstruyan mangueras, extintores, etc.), calidad (que no se deterioren o sufran algún daño) y productividad (que no obstaculicen el flujo de las operaciones del área). Los lineamientos a operarios y jefes d turno en sellado fueron los siguientes:

- Mover todo material que obstruya el acceso a los implementos de seguridad contra incendios.
- Mover bobinas de polietileno en sus respectivas bases móviles a la zona de espera.

- Colocar adecuadamente las bases móviles de bobinas en la zona dispuesta para cada máquina.
- Organizar las cestas de empaques sellados en la zona dispuesta para su almacenaje una vez estén repletos, de manera que no se obstruya el paso entre máquinas.
- Mantener cestas con empaques sellados en su zona de espera hasta ser trasladados a empaque, por ningún motivo dejarlos a mitad del pasillo obstruyendo el paso.

Acciones de limpiar: La mejor limpieza es no ensuciar, por lo que la limpieza debe estar acompañada de una eliminación de la fuente de suciedad. Hay que limpiar y mantener limpios todos los recursos. Para ello, los lineamientos a operarios y jefes d turno en sellado fueron los siguientes:

- Chequear y limpiar diariamente el piso; principal atención en zona donde se ubica la base móvil de las bobinas que serán selladas en la máquina.
- Identificar fugas o derrames de aceite
- Eliminar el polvo

6.2.1.3. Lista de chequeo

Debido a la poca disciplina actual de la organización, se diseña el siguiente formato de seguimiento diario de las primeras 3's, de manera que, tanto el jefe de área como los jefes de turno puedan realizar chequeos diarios que les permitan trabajar de una manera más conveniente. Con este formato se implicará toda el área en la ejecución de orden, clasificación y limpieza, dónde operarios tendrán que limpiar y ordenar su área de trabajo antes de comenzar su jornada laboral, esta acción sólo les tomará 5 min antes de iniciar sus

actividades, por lo que será una responsabilidad al finalizar su turno de trabajo al menos mantener las áreas y equipos. (Ver lista de chequeo diario en ANEXO R)

6.2.1.4. Auditoría interna 5's

Luego de realizar reuniones con jefes de área y capacitaciones en 5's, se procedió a realizar auditorías quincenales en las cuales se puntuó cada una de las "Eses" de manera de obtener cuantitativamente valores de mejoría del área; el objetivo de cada parte de la auditoría era una puntuación 10, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4. Auditoría 1era sobre 5's en el área de sellado.

5S Formulario de auditoría rutinaria

Fecha auditoría 13-feb-19

Auditor: Leonardo Yanez

Área auditada: Sellado

Salir de la aplicación

Id	5S	Título	Puntos
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	6
S2	Ordenar (Seiton)	"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	4
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	3
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	5
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	0
PA	Planes de acción	Puntuación 5S	18

RESULTADO AUDITORIA		
1	Objetivo	PORCENTAJE
6	10	
4	10	
3	10	
5	10	
0	10	
18	50	36

Fuente: Autor.

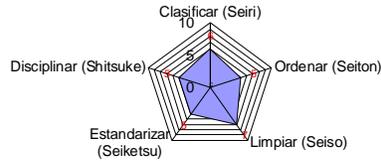
Tabla 5. Auditoría 2da sobre 5's en el área de sellado

5S Formulario de auditoría rutinaria

Fecha auditoría 14-mar-19

Auditor: Leonardo Yanez

Área auditada: Sellado



Salir de la aplicación

Id	5S	Título	Puntos
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	6
S2	Ordenar (Seiton)	"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	5
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	7
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	5
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	5
PA	Planes de acción	Puntuación 5S	28

RESULTADO AUDITORIA		PORCENTAJE
1	Objetivo	
6	10	
5	10	
7	10	
5	10	
5	10	%
28	50	56

Fuente: Autor.

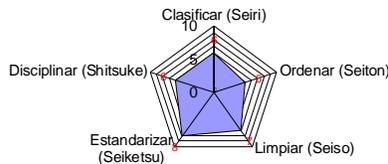
Tabla 6. Auditoría 3era sobre 5's en el área de sellado

5S Formulario de auditoría rutinaria

Fecha auditoría 30-abr-19

Auditor: Leonardo Yanez

Área auditada: Sellado



Salir de la aplicación

Id	5S	Título	Puntos
S1	Clasificar (Seiri)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	6
S2	Ordenar (Seiton)	"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	5
S3	Limpiar (Seiso)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	7
S4	Estandarizar (Seiketsu)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	8
S5	Disciplinar (Shitsuke)	"Respetar las normas establecidas"	6
PA	Planes de acción	Puntuación 5S	32

RESULTADO AUDITORIA		PORCENTAJE
1	Objetivo	
6	10	
5	10	
7	10	
8	10	
6	10	%
32	50	64

Fuente: Autor.

Con los resultados obtenidos en las 3 auditorías anteriores, se procedió a realizar el Gráfico 5, de manera de reflejar las mejoras que, la metodología 5's a promovido en el área de sellado.

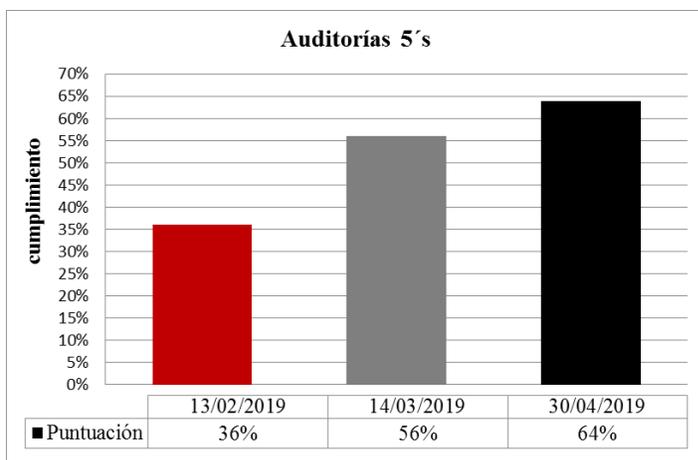


Gráfico 5. *Cumplimiento de 5's en sellado*

Fuente: Autor.

Se evidencia en el Gráfico 4 como la metodología 5's se ha ejecutado con una clara mejoría en el tiempo; pasó de estar el 13 de febrero de 2019 en un 36% del objetivo a un 64% a inicios del mes de mayo, esta mejoría promueve la disciplina y su consecución estará directamente ligada a la productividad del área y la nueva concepción del mejoramiento continuo.

6.2.2. Propuesta de reducción de paradas pequeñas

Esta propuesta se fundamentará en los principios del pilar de mejoras enfocadas del TPM; habiendo identificadas las paradas pequeñas que mayor pérdida ocasionan al proceso, se propondrá dar solución o mitigar las pérdidas por cambio de teflón y cambio de bobinas de polietileno (76% del tiempo perdido) realizando un cambio en el método actual, el cual irá acompañado de una capacitación a las operarias seleccionadas en el grupo de mejora continua y al ajustador mecánico.

6.2.2.1. Propuesta de plantilla de teflón termo-resistente en cuchilla

6.2.2.1.1. Preparación y ajustes

Actualmente, no existe una preparación del teflón que se colocará en la cuchilla caliente, el procedimiento se basa específicamente en la disponibilidad del ajustador mecánico que, al indicársele de parte del jefe del área que existe una orden de producción, se dirige a la máquina, retira la cinta de teflón y procede a cortar una nueva cinta para las zonas que hay que proteger de calor. Este método se puede observar en el ANEXO S. Responsabilidades y Procedimiento de preparación, ajustes y registro de plantillas de teflón

Responsable	Actividad
Jefe de planificación	1. Proveer de teflón al área de sellado según requerimientos operacionales
Jefe de área de sellado	2. Recibir o solicitar teflón, plantillas y cuchillas
Jefe de área de sellado	3. Organizar un día a la semana para la preparación de por lo menos 5 plantillas de teflón por pista de sellado
Operadora	4. Recibir o solicitar el día previsto, cuchilla en plantilla en MDF y plano de la plantilla para la preparación.
Operadora	4.1. Despejar la mesa apiladora de empaques para trabajar con libertad; Colocar sobre la lámina de teflón la plantilla en MDF.
Operadora	4.2. Costar con la cuchilla lo más preciso que sea posible usando de guía la plantilla en MDF (prestar especial atención en la zona del cierre).
Operadora	4.3. Medir dimensiones, se debe verificar junto con el plano y con especial atención las dimensiones por encima del cierre y el cierre. (Tolerancia: +- 1mm)
Operadora	Verificada las dimensiones, repetir paso 4 hasta cubrir la meta semanal (al menos 5 plantillas por pista)

Operadora	Resguardar las plantillas en una bolsa que estará destinada única y exclusivamente para ello, identificar con número de plantillas y pista para la cual fueron preparadas
Jefe de área de sellado	Velar por la debida preparación de plantillas semanalmente.
Jefe de planificación	Generar orden de producción
Jefe de área de sellado	Recepción de orden de producción, informar al ajustador mecánico y a la operadora para que realicen los respectivos preparativos
Operadora	Buscar bolsa con plantillas para la pista de sellado mientras el ajustador realiza ajustes de medidas y parámetros
Ajustador mecánico	Ajuste de parámetros y medida de ancho a sellar
Ajustador mecánico	Recepción de plantilla de teflón; ajuste de plantilla
Ajustador mecánico	15. Utilizar el área dispuesta para fijación de la plantilla en la zona posterior de la sección de la cuchilla caliente que contiene a la resistencia y la cuchilla según los siguientes pasos: 1) darle vuelta hasta que haya tensión. Bobinas dobles: Indiferente l posición de la plantilla; Bobinas simples: Colocar el lado de mayor área a la izquierda, luego viene el cierre y después la zona por debajo del cierre
Ajustador mecánico	15.1 Introducir entre la sección de la cuchilla la plantilla de manera que el área dispuesta para esta fijación que no será utilizable, quede en la cara posterior y superior de la sección vista desde la recepción de los empaques. Existen dos áreas para la fijación de la plantilla, la primera es la superior (dónde existe una pestaña que servirá para halar y tensionar la plantilla) y la segunda es la inferior.
Ajustador mecánico	15.1.1 Introducir área superior de la plantilla por debajo de la sección de a cuchilla

Ajustador mecánico	15.1.2 Fijar a tensión el área inferior de la plantilla en la cara posterior de la sección de la cuchilla con la mano izquierda en caso que sea colocada en la pista 1 y con la mano derecha si es la pista 2 (esto le permitirá libertad de movimientos)
Ajustador mecánico	15.1.3 Al estar tensionada el área inferior de la plantilla, sobreponer el área superior (retirando los dedos del área inferior paulatinamente sin perder la tensión), se debe hacer uso de la pestaña, la cual facilitará el apriete del área superior sobre el inferior hasta cubrir la cara posterior y superior de la sección de la cuchilla
Ajustador mecánico	15.1.4 Al estar la plantilla lo suficientemente tensionada sobre la sección de la cuchilla, unir las 2 áreas de fijación de la plantilla(puede hacerse con grapas como en el método actual)
Ajustador mecánico	15.1.5 Al estar unida la plantilla y fija a la sección de la cuchilla, desplazar la plantilla (verticalmente) hasta que quede el inicio del canal dispuesto para el sellado directo de la cuchilla con el cierre utilizable de principio a fin.
Ajustador mecánico	15.1.6 Desplazar la plantilla (horizontalmente) hasta ubicarla en la zona del cierre de la película de polietileno ya canalizada en ajustes previos.
Operador(a)	16. Desplazar la plantilla (verticalmente) hasta el consumo total de la plantilla.
Operador(a)	17. Registrar consumo de la plantilla en hoja de control
Jefe de área de sellado	18. Velar por el cumplimiento tanto de la preparación, ajuste y registro de consumo de la plantilla de teflón
Jefe de Producción	18. Supervisar la ejecución de este procedimiento

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO T. Responsabilidades y Procedimiento de preparación del cambio de bobinas

Responsable	Actividad
Ayudante de extrusión 1	1. Preparar cortes de tirro para la fijación del inicio del film en la cara izquierda en MDF de la bobina
Operador de extrusión	2. Embobinar de la siguiente manera: Primera vuelta del film sobre el eje, doblar el film e ir retirando diagonalmente hacia la izquierda aproximadamente 50cm mientras el eje rota
Ayudante de extrusión 1	3. Cuando el operador haya logrado retirar los 50 cm de inicio de film, recibir esta porción para doblarla lo más ordenadamente posible sobreponiendo una parte doblada encima de la otra poco a poco; esta operación debe hacerla el ayudante mientras el operador comienza a embobinar sobre el eje de rotación de la bobina.
Operador de extrusión	4. Embobinar el film como normalmente se realiza la operación
Ayudante de extrusión 2	5. Al llegar al tope de embobinado, el segundo ayudante retira la bobina mientras el primer ayudante y el operador realizan el proceso nuevamente según los pasos 1-4
Ayudante de extrusión 3	6. Identificar bobina según procedimiento de control y agregar un indicativo del nuevo método para su fácil detección en el almacén intermedio.
Jefe de área de sellado	7. Recepción de bobinas
Jefe de área de sellado	8. Chequeo de dimensión de largo según tolerancias y descarte de debilidad en parte interna del cierre
Jefe de área de sellado	3. Traslado de bobinas a máquina
Operadora de sellado	9. Recibir bobinas e identificar del 1-6 (o las que le hayan hecho entregado con el siguiente orden
Operadora de sellado	10. Preparar cortes de tirros que servirán para unir el final de la bobina 1 (que estará doblado a la derecha de la bobina) con el inicio de la bobina 2, de igual forma para el resto de las bobinas como se describe en la imagen anterior. Este orden debe respetarse para trabajar de una forma ordenada y más eficiente.

Operadora de sellado	11. Luego de haber finalizado con la preparación de los cambios de bobinas, se debe des bobinar la película de polietileno, hacerla pasar por rodillos a tensión canalizándola por el sistema de guías
Operadora	12. Esperar por ajustes de operación
Ajustador mecánico	13. Ajustes de medida a sellar, teflón, parámetros, etc.
Operadora	14. Sellar hasta el cambio de bobina 1-2
Operadora	15. Para el cambio 1-2 se debe halar y des bobinar el resto del film de la bobina1, luego des-doblar el final de la bobina 1 para unirlo con el inicio de la bobina 2. Se debe esperar en la zona hasta canalizar adecuadamente por rodillos y guías el paso de la unión entre 1-2
Operadora	16. Repetir procedimiento anterior con los cambios (2-3), (3-4), (4-5) y (5-6)
Operadora	17. En caso de encontrar a mitad del proceso defectos de calidad de la bobina (como cierre abierto o dimensionamiento fuera de tolerancia), proceder según procedimiento habitual e iniciar nuevamente desde paso 11 y pasar al paso 14 (si no es necesario ajustes) según sea el siguiente cambio.
Jefe de área de sellado	Velar por el cumplimiento de este procedimiento estándar.

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO U.

Para identificar las causas raíces del problema, y así poder plantear soluciones, se procedió a elaborar el análisis Por qué – Por qué de paradas operativas por cambio de teflón en ANEXO V este análisis. De manera de reducir las paradas por cambio de teflón y controlar dichos cambios debido a su consumo, se propone el uso de la plantilla (ANEXO W), lo cual debe estar acompañado de una preparación por parte de la operaria quien, será la responsable de preparar estas plantillas para que el proceso de ajuste de este material en la cuchilla se reduzca.

La preparación de las plantillas podrán realizarse en tiempos de ocio que tengan las operarias en sellado, de manera de tener las plantillas preparadas cuando la orden de producción sea entregada.

6.2.2.1.2. Estandarización del procedimiento

Toda estandarización debe unificar actividades, para que la posible implementación en las pistas de sellado se realice de forma adecuada, resulta ineludible una descripción de responsabilidades y actividades de este procedimiento (ver en el ANEXO S).

6.2.2.1.3. Capacitación

Para la ejecución de esta propuesta, deben realizarse 2 capacitaciones, una para la preparación de las plantillas y la otra para fijación de éstas en la cuchilla de la termo-selladora.

Sobre la preparación de las plantillas, Se pueden realizar a mano alzada siguiendo el plano ya diseñado, sin embargo esta actividad termina teniendo un grado de dificultad muy alto para las operarias, por lo que la fabricación de una plantilla en MDF resulta necesaria. Se necesitará una cuchilla que facilite el corte del material mientras que el MDF servirá de guía y apoyo.

La capacitación de esta tarea se basará en charlas y evaluaciones de preparación de las plantillas utilizando la matriz de desarrollo de habilidades (ANEXO OO), se espera obtener un nivel alto en estas preparaciones antes de la implementación en las pistas de sellado.

En cuanto a la capacitación de la fijación, se realizarán pruebas junto a la matriz de desarrollo de habilidades, ya que la plantilla de teflón si bien facilita el trabajo del ajustador, se necesita estar seguro que el ajuste es el adecuado.

6.2.2.2. Propuesta de orden y cambio de bobinas

6.2.2.2.1. Preparación y ajuste

Al igual que en la propuesta anterior, no existe una preparación para el cambio de las bobinas, la actividad se realiza cuando la operaria se percató de que la bobina está próxima a agotarse, para ello antes de la película de polietileno se termine y, esto implique una parada de máquina con nuevos ajustes, la operadora procede a cortar el film y lo une con la nueva bobina, sin embargo este procedimiento no se encuentra actualmente estandarizado y existen operadoras hábiles que, eficientemente logran hacer la unión de las bobinas canalizando

adecuadamente el nuevo film con el ya agotado. Este procedimiento como ya se mencionó, no lo realizan todas las operadoras, ya que en algunos casos observados el film se agota y se generan paradas operativas o, puede suceder que el corte sea tal que la pérdida del material sea mayor para operarias poco eficientes cortando mucho más de lo necesario.

Para obtener un esclarecimiento de los hechos, se procedió a realizar el análisis Por qué - Por qué sobre las paradas operativas por cambio de bobinas, este análisis es mostrado en ANEXO X y nos refleja la necesidad de un método estandarizado debido a diferencias entre operadoras o un nuevo método que reduzca esta pérdida; también se evidencia un deficiente control de la inspección en extrusión, por lo que el material deberá ser revisado antes de realizar los preparativos para su conversión en empaques.

6.2.2.2. Estandarización del procedimiento actual

Para la reducción de paradas por cambio de bobinas se propone un método alternativo al actual, el cual necesitará de actividades previas en el área de extrusión, específicamente para el embobinado de la película de polietileno. Este procedimiento incluye las actividades más eficientes observadas en el proceso de sellado, esto debido a que no existe unificación de actividades y existen operadoras con prácticas eficientes y poco eficientes.

6.2.2.3. Capacitación

Sobre el nuevo método de embobinado, se necesita realizar capacitaciones en el área de extrusión, debido a que los ayudantes y operarios no tienden a realizar actividades juntos por lo rutinario del proceso, por lo que esta actividad grupal donde los 3 trabajadores del turno dependen uno del otro es algo nuevo. Estas capacitaciones se realizarían con la ayuda de la

matriz de desarrollo de habilidades (Ver ANEXO OO), específicamente se necesita el desarrollo de la habilidad trabajo en equipo y la habilidad del nuevo método de embobinado.

De igual manera, en el proceso de sellado se utilizará la matriz de desarrollo de habilidades para afianzar este método de unión y cambio entre bobinas.

6.2.2.3. *Evento kai-zen*

De manera de observar el funcionamiento de las dos propuestas anteriormente desarrolladas, se procedió a realizar una prueba con (12) horas de operación, la cual estuvo limitada por la disponibilidad de bobinas. Para saber si es posible la realización del evento se realizó una prueba de factibilidad, dónde el valor (1) es afirmativo y el valor (0) es negativo.

Tabla 7. Factibilidad del evento

Máquina	Velocidad (GPM)	Producto	Peso Unitario (Kg)	Duración (hr)	Bolsas a Sellar	Consumo (Kg)	Disponibilidad (Kg)	Prueba Factible
M6-1	60	5 ½" x 6 ½"	0,003027	12	86.400	261,53	594,00	1
M6-2	60	5 ½" x 6 ½"	0,003027	12	86.400	261,53	332,47	1
	60	6" x 6"	0,003082	12	86400	266,285	243,2	0
	60	6" x 6"	0,003082	12	86400	266,285	-23,0848	0
	60	4 ¼" x 7"	0,002495	12	86400	215,568	0	0
	60	7" x 7"	0,004109	12	86400	355,018	0	0

Fuente: Autor, 2019.

Para la ejecución de la prueba se prepararon (3) plantillas de teflón en días previos junto con la operadora seleccionada para el equipo Kai-zen; La prueba se realizará con una plantilla de teflón para la pista 1 de la máquina 6, mientras que en la pista 2 se procederá a trabajar con el método actual, esto para obtener resultados con ambos métodos y tener un punto de comparación. En esta prueba se medirán paradas de máquina, funcionalidad y fijación de la plantilla, también se medirá el consumo del teflón y por último el desperdicio generado.

- Reducción de teflón y eliminación de pequeña pérdida de polietileno

La aspiración de este evento se debe en primer lugar a la reducción de paradas por cambios de teflón, sin embargo, es importante resaltar que, con la velocidad obtenida del consumo del material y las áreas superficiales de los dos métodos, la propuesta reduce el consumo del material en un 56,11% para bobinas simples y un 46,34% para bobinas dobles; Además, se reduce en un 54,03% el coste para bobinas simples y un 43,81 % para las dobles.

Tabla 8. Comparación consumo de teflón método actual Vs. Propuesto

Método	Tipo de Bobina	Área consumo (Cm2)	Área sujeción (cm2)	Total consumo (cm2)	Reducción (cm2)	Velocidad de consumo (cm/min)	Duración (min)	Costo (\$/min)	Reducción (\$)
Actual	Simple	253,58	237,22	490,8	0,00%	0,0625	496	0,001817	N/A
	Doble	408,58	382,22	790,8	0,00%	0,0625	496	0,002927	N/A
Propuesto	Simple	152,14	63,266	215,41	56,11%	0,0625	473,6	0,000835	54,03%
	Doble	304,29	120,032	424,32	46,34%	0,0625	473,6	0,001645	43,81%

Fuente: Autor, 2019.

De igual manera, en el caso de la propuesta de cambios de bobinas se logra la mitigación de una pérdida que, si bien no tiene tanto peso como el objetivo de reducción de las paradas operativas, genera reducción de desperdicio y orden en la operación de sellado. Según mediciones previas en 20 bobinas a este evento Kai-zen, en promedio se pierden 6,39 metros de película para sellar por cada bobina que se dispone a transformar en empaques (ver tabla de medición en ANEXO BB), esto es realizado por el personal de sellado para evitar paradas de máquina por la no continuidad del proceso; La cantidad en metros de película de polietileno para las 12 bobinas son equivalentes para esta prueba a 1098 empaques adicionales que no serán agregados al pesaje del desperdicio.

Tabla 9. Eliminación de pequeña pérdida de polietileno por cambio bobina

Método	Tipo de Bobina	Longitud Promedio (cm)	Producto	Peso Unitario (Kg)	Ancho a sellar (cm)	Empaques / bobina	Evento Kai-zen (12 bobinas)
Propuesta	Doble	639,00	5 ½” x 6 ½”	0,003027	13,97	91	1098

Fuente: Autor, 2019.

Tabla 10. Resultados Evento Kai-zen Plantilla de Teflón y Cambio de bobinas

Tipo		Mediciones de pérdidas					Reducción de pérdidas		
		Consumo	Desperdicio		Cambios y Ajustes (min)		Desperdicio	Cambios y Ajustes (%)	
Método	Bobina	(Kg)	(Kg)	(%)	Teflón	Bobinas	(%)	Teflón	Bobinas
Actual (Pista 2)	Doble	234,9	27,6	11,7	51	37	N/A	N/A	N/A
Propuesta (Pista 1)	Doble	245,5	9,3	3,8	18	20	67,8%	64,7%	45,9%

Fuente: Autor, 2019.

- 1) Se pudo observar como la plantilla evitó el movimiento relativo que el método actual de corte de cintas permitía, en la pista 1 de la máquina 6 de sellado, además, se midió el tiempo en que el ajustador pudo lograr un buen ajuste en cuchilla reduciendo esta actividad de 24,8 minutos en la pista 2 a 4,7 minutos en la pista 1; se redujo un 64,7% las paradas por ajustes y cambios de teflón teniendo la plantilla preparada.
- 2) El método propuesto de preparación y cambio de bobinas también obtuvo resultados positivos, la preparación y el orden en este nuevo procedimiento redujeron tanto paradas de máquina como de desperdicio generado, según la tabla 3, se observa una reducción de 45,9% en el tiempo de estos cambios, también permite el sellado de varios metros de película de polietileno que con el método actual se pierden entre una bobina y otra.

Estos dos factores expuestos influyen directamente en la generación de desperdicio de polietileno, lo cual se contrasta con la pista 2 de la misma máquina, donde se refleja una reducción de un 67,8 %.

6.2.3. Pruebas de eficiencia y aseguramiento de calidad

El objetivo primordial es la eliminación del desfase entre la velocidad de diseño y la actual. Para hacer realidad esto, Por lo que resulta ineludible un análisis Causa-raíz del problema, dicho análisis es agregado en el ANEXO EE. El análisis nos dice que, entre la dependencia que existe con el ajustador mecánico en la decisión de no producir a una alta velocidad para evitar “males mayores” por incremento de productos defectuosos, se debe verificar la veracidad esta situación mediante una prueba piloto, la cual requiere un diseño por la cantidad de variables a controlar. Según nuestro análisis, las acciones deben estar enfocadas en crear un procedimiento de ajustes de parámetros bajo una velocidad a la par de las necesidades de producción.

6.2.3.1. Diseño del procedimiento:

Debido al desgaste y modificaciones realizadas en el paso de los años, se propone este procedimiento para el mejoramiento de la velocidad en las máquinas termoselladoras GT.SCHJELDAHL; estará estructurado en 3 fases que, a continuación se procede a detallar:

6.2.3.1.1. FASE I: Ajustes de parámetros del producto y velocidad requerida

La fase I tiene como objetivo la identificación de las mejores condiciones de operación de la máquina y registro de ellas. Esta fase está planificada para no pasar de más de 2 horas de

operación, en caso de sobre-pasar este tiempo y no lograr ajustes respectivos, se descartará la producción de ese producto en la máquina en la cual se desarrolló el evento. Se solicitará material para sellar esas 2 horas como límite, esto consultado con la Gerencia de operaciones de manera que sea imposible un consumo mayor de material. Para un buen entendimiento o realización de esta fase, se preparó un material que define y explica la función de los parámetros de la selladora en ANEXO DD.

El equipo de trabajo juega un papel importante en esta fase, ya que existirá roles y responsabilidades bien definidas en pro de obtener los mejores resultados. Tanto el personal de producción, calidad y mantenimiento deben prestar todo el apoyo posible para una buena realización de esta prueba. El registro de los parámetros obtenidos se encuentra en ANEXO GG para su revisión o utilización.

6.2.3.1.2. FASE II: Aseguramiento de calidad

Por último y no menos importante está la fase que verificará que lo observado durante las primeras 2 fases se adecuen a los requerimientos de calidad. Esta fase comprende 2 aspectos, el primero es sobre la toma de muestras durante el proceso y el segundo es sobre la verificación ensayos de esas muestras junto con un registro de resultados. Los mencionados aspectos se describen a continuación:

6.2.3.1.2.1. Muestras

Serán tomados los empaques una vez se haya estabilizado el sistema, y se haya observado un buen desempeño de la máquina y anotado los parámetros. Se tomaran lotes de entre de pequeños lotes de 20 unidades a diferentes temperaturas. Una vez estabilizada la máquina en los parámetros fijados, la temperatura fluctuará, de esa fluctuación de temperatura

dependerá el número de lotes a tomar. De los 20 empaques por cada lote recolectado se inspeccionarán 2 empaques por cada defecto de calidad a verificar.

Si la máquina fluctúa más de 10°C, tener mayor atención en las muestras por debajo del parámetro de temperatura, Es en esta fluctuación dónde el sellado podrá ser más débil y será más propensa la generación de agujeros en el cierre; para fluctuaciones por encima de los 10°C poner mayor atención en la apariencia del sellado, es en esta fluctuación dónde se presentarán mayores dentaciones.

6.2.3.1.2.2. *Ensayos*

Realizar las siguientes pruebas a las muestras de los empaques sellados y documentar los resultados:

1. **Medida de ancho:** Inspección de la medida de ancho adecuada para el producto con su respectiva tolerancia (Tolerancias en ANEXO AA).
2. **Apariencia de sellado:** Verificar la presencia de quemadura y dentaciones a lo largo del sellado del empaque, así como la rugosidad del sellado.
3. **Hermeticidad de sellado:** Esta prueba consiste en agregarle agua al empaque y someter la bolsa sellada a presión manual. Si el sellado de la bolsa es hermético, no debe fugarse ninguna cantidad de producto.
4. **Resistencia de sellado:** Consiste en verificar la resistencia de la unión del sello por medio de una prueba de vacío o una prueba de tensión. La prueba de vacío puede realizarse con una bomba y medir la presión a la cual el empaque resiste; la prueba se debe registrar cada una de las muestras obtenidas en ANEXO II y evaluar el estado del

producto, al menos 1 de 5 de los criterios a evaluar resultan en un producto no conforme.

6.2.3.1.3. FASE II: Parámetros del producto y desperdicio generado

Se seleccionaran entre 2-3 combinaciones de parámetros óptimos. Esta fase sellará una cantidad significativa de empaques entre 4-8 horas de manera de poder medir el desperdicio bajo las condiciones fijadas de operación, mientras más tiempo se pueda realizar esta prueba mejores resultados para el análisis se tendrán, por lo que la recomendación es la operación para cada una de las combinaciones óptimas de una jornada laboral (8 horas), de manera de poder reflejar la variabilidad de la máquina con los parámetros fijados a diferentes temperaturas del día; este lineamiento tendrá la limitante de la disponibilidad de material. El desperdicio será reportado en la siguiente tabla y será discriminado entre desperdicio producto de arranque de máquina, operación (cambio de bobinas, teflón, paradas operativas) y desperdicio por defectos de calidad (sellado débil, dentaciones, quemaduras, micro-huecos, etc.). (Ver ANEXO HH)

6.2.3.1.4. Registro de mejores parámetros

Bajo los criterios de calidad y desperdicio generado en las pruebas, se decidirá por medio de la información obtenida y los requerimientos de calidad del producto a empaquetar, los parámetros de sellado más adecuados para el producto.

Realizar la hoja de parámetros respectiva tanto para la máquina donde se desarrolló la prueba como el producto sellado, el mejor parámetro estará de primero, luego vendrá el segundo, tercero, etc. (Ver ANEXO JJ)

6.2.3.2. Defectos de calidad a controlar

La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos. Ya que hay distintos tipos de defectos -esporádicos y crónicos- alcanzar la meta de cero defectos se vuelve cada vez más difícil. Llegar a ella, requiere la consideración de medidas basadas en una comprensión amplia de todos los defectos. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente.

- Defectos del producto.
 - a. Defectos mayores
 - i. Dimensiones del empaque fuera de tolerancia
 - ii. Sellado lateral defectuoso con orificios
 - iii. Cierre débil en la parte interna en contacto con el producto a contener.
 - iv. Contaminación del empaque final
 - b. Defecto menor
 - i. Sello lateral con sección irregular pero sin fuga.

6.2.3.3. Estandarización del procedimiento

6.2.3.3.1. Conformación del equipo y responsabilidades

Se conformará un equipo para la planeación, desarrollo y verificación de los aspectos relacionados a este procedimiento, el personal perteneciente a este grupo de trabajo tendrá responsabilidades claramente demarcadas:

Tabla 11. *Equipo y responsabilidades en las pruebas de mejoramiento de eficiencia*

Puesto	Responsabilidad
Ingeniero de mantenimiento/ Jefe de mantenimiento	Velar por ajustes en la operación de la máquina que no afecten su funcionamiento (debido a su desgaste) en la búsqueda del mejoramiento
Ingeniero de Procesos/ Jefe de producción	Liderizar el desarrollo de la prueba; aportar soluciones y tomar decisiones.
Jefe de Calidad/ Inspectores de calidad	Velar por el aseguramiento de calidad de los empaques sellados; tomar muestras pertinentes
Ajustador mecánico	Realizar ajustes; aportar conocimiento del funcionamiento de la máquina
Supervisor del área	Preparación de bobinas y de máquina, permitir el desarrollo de la prueba; aportar conocimiento del funcionamiento de la máquina
Operadora	Recibir bolsas selladas; Separar bolsas de desperdicio

Fuente: Autor, 2019.

6.2.3.3.2. Procedimiento de ajustes de parámetros y mejora de la eficiencia del equipo

Se agrega el procedimiento en ANEXO FF para su verificación y utilización.

6.2.3.4. Evento kai-zen

6.2.3.4.1. FASE I: Ajustes de parámetros del producto y velocidad requerida

En la fase I se observa como con el procedimiento en ANEXO FF se obtuvieron muy buenos parámetros dejando la velocidad constante para la estabilización del sistema. Se demuestra como el tiempo de incidencia de la cuchilla y la temperatura tienen una relación inversa, mientras menor tiempo de incidencia exista, mayor debe ser el ajuste de la temperatura para que el sellado tenga un buen resultado en el empaque. Los resultados de la prueba piloto Fase I, pueden ser revisados en ANEXO KK.

6.2.3.4.2. *Aseguramiento de la calidad*

La fase II, que comprende 2 procesos, uno de toma de muestras y otro de ensayos, logra la organización y evaluación de los empaques de forma sistemática sin pérdida de información, ya que de la hoja de ajustes de parámetros se pasa a la hoja de aseguramiento de calidad. Esto permite entre otras cosas, si se trabajó de forma ordenada en la hoja de ajustes en ir seleccionando los parámetros que mayor calidad le hayan transferido a los empaques, como se puede observar a continuación, dónde los parámetros con velocidad de 59GPM quedaron descartados desde un principio al ir evaluando mejores empaques. Los resultados de esta prueba, pueden ser revisados en ANEXO LL.

6.2.3.4.1. *FASE III: Parámetros del producto y desperdicio generado*

Por último, la fase III de operación y medición de desperdicios logra aportar al proceso de decisión una arista más para el reforzamiento y eliminación de la subjetividad al momento de decantarse por un parámetro u otro, ya que de existir 2 parámetros muy buenos (como es este el caso), se refleja como los parámetros con velocidad de 55GPM fueron menos generadores de desperdicios que los parámetros de 65GPM. Por esta razón, se escoge como primera opción de operación, los parámetros con velocidad de 55 GPM; ahora bien, queda de parte de la planificación el uso del otro parámetro si surge la necesidad de operar a una mayor velocidad. Los resultados de la Fase III pueden ser revisados en ANEXO MM.

6.2.3.5. *Registro de parámetros, aprobación e inclusión en ordenes de producción.*

Con la información registrada en los formatos de cada una de las fases, los parámetros de sellado más adecuados para el producto en orden descendente, siendo el mejor parámetro el N° 4.1 (55 GPM, 325°C y Leva 4). Antes de su utilización e inclusión junto a las órdenes de

producción, las hojas de parámetros deben pasar por un proceso de aprobación tanto por la gerencia de mantenimiento como por la gerencia de la planta o de operaciones. En ANEXO NN se puede visualizar la hoja de parámetros que ya puede ser entregada junto a la orden de producción para que sirva en el ajuste en máquinas.

6.2.4. Criterios de evaluación de las propuestas

En consulta con la gerencia de operaciones y los objetivos de este trabajo especial de grado, se definen muy cortamente los aspectos de mayor importancia a evaluar:

- Impacto: Cómo las propuestas impactan en el proceso
- Replicación: Posibilidad que tiene la propuesta de ser ejecutada en termo-selladoras GT.SCHJELDAHL.
- Factibilidad: Disponibilidad de recursos para la ejecución de las propuestas.
- Costo de implementación: Valor monetario de la implementación de las propuestas.
- Costo de oportunidad: Valor monetario a la que se incurre por descarte de las propuestas
- Facilidad de implementación: Grado de colaboración del entorno para con la propuesta
- Índice de Priorización: Criticidad del problema para el cual realiza la propuesta

6.2.5. Matriz Multi-criterio de evaluación de soluciones

Con un 81% de la evaluación, la propuesta de Plantilla de teflón es, según nuestros expertos de las áreas implicadas en el proceso de sellado, la propuesta con mejor evaluación, seguida con un 72% de orden y cambio de bobinas, en tercer lugar quedan las pruebas de eficiencia (66%) y, por último organización, limpieza y clasificación (24 %) de la evaluación.

Tabla 12. *Matriz multi-criterio de evaluación de las propuestas.*

	Pruebas de eficiencia y aseguramiento de la calidad	Orden, Limpieza y Clasificación	Plantilla de teflón	Orden y Cambio de bobinas
Impacto	5,00	5,00	5,00	5,00
Replicación	4,87	4,40	5,00	5,00
Factibilidad	4,73	4,73	5,00	5,00
Costo de implementación	5,00	5,00	5,00	5,00
Costo de oportunidad	4,80	2,93	4,73	4,20
Facilidad de implementación	4,13	3,80	4,67	5,00
Índice de Priorización	4,50	3,28	4,60	4,27
Total	51372,88	18977,93	63506,16	56030,63
% Evaluación	0,66	0,24	0,81	0,72

Fuente: Autor, 2019.

6.3. Objetivo Específico V: Proponer plan de implementación de mejoras

6.3.1. Costo de oportunidad

La particularidad de reducción de tiempos de paradas y materiales, permite obtener un costo de oportunidad. El costo de oportunidad para este proyecto es equivalente a producción de empaques resellables con cierre incorporado por tiempos ganados en la preparación y fijación de la plantilla de teflón, por los tiempos reducidos del cambio de bobinas con el nuevo método, así como también la velocidad aumentada de las termo-selladoras y la reducción de materiales en el consumo. En el ANEXO QQ se muestra como se determinó este costo por oportunidad que, en total es de 8.321,64 \$ o de 52.326.448,96 Bss según tasa DICOM tomando de referencia el mes de febrero de 2019.

6.3.2. Costo de implementación de las propuestas

El costo por concepto de la implementación de estas mejoras se define en ANEXO RR Con un total de 974,3 \$.

6.3.3. Diagrama de Gantt sobre propuesta de implementación.

Se presenta diagrama Gantt sobre implementación de propuestas de mejoras al proceso de sellado de Minigrip ZIPPAK de Venezuela, siendo este un diagrama muy simple y, por razones de espacio, se detallan por separado en ANEXO SS, ANEXO TT, *ANEXO UU*, las propuestas a implementar.

El proyecto iniciaría el 1ero de julio de 2019 con la implementación de aumento de velocidad y aseguramiento de calidad en sellado, terminada esta implementación el 8 de julio del presente, se continuaría con la implementación de las Plantillas de teflón (8,6 días) hasta llegar al 19 de julio, fecha para la cual inicia la última propuesta a implementar, preparación y cambio de bobinas (38,26 días) hasta llegar a la fecha de culminación, la cual queda programada para el 12 de septiembre de 2019.

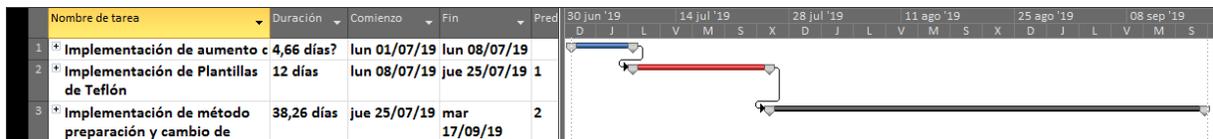


Figura 8: Diagrama de Gantt sobre propuestas de mejoras a implementar

Fuente: Autor, 2019.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- A través del estudio del proceso de producción de la planta, se obtuvo el conocimiento necesario para los diagnósticos posteriores, saber con certeza qué dinámicas intervienen en el proceso de sellado, te da una visión general de los problemas que pueden ser generales en la organización, existen dos procesos en los cuales se agrega más valor al producto final, como son extrusión y sellado, sin embargo sellado es el principal generador de defectos mayores y por ende, es el área que más relación posee con el cliente, ya que en su proceso de corte del film puede quedar un empaque con dimensiones menores de las esperadas, agujeros o micro aberturas en el empaque que eviten la hermeticidad, sellado con poca resistencia, etc.
- Al identificar las pérdidas en el proceso de sellado, quedó en evidencia como diferentes problemas poseen puntos en común, tanto que la manera de tratarlos puede ser unificada Fue puesto a la palestra como prácticamente todas las pérdidas en las operaciones afectan en una medida u otra el cumplimiento de la planificación, velocidad reducida, altos niveles de desperdicios, desorden, paradas de máquinas y defectos de calidad le restan capacidad al proceso significativamente.
- Luego de la identificación, fue posible el contraste entre un problema y otro, llegar al problema con mayor criticidad para el proceso o que necesita los esfuerzos mayores te permite enfocar las actividades pisando firmes eliminando la subjetividad. Uno de los

aspectos más importantes que se debe señalar, es como con la participación de todas las áreas que hacen vida en un proceso, desde su punto de vista dan aportes valiosos.

- Fue posible darle solución a las principales pérdidas que, según la matriz de priorización debían atenderse primero. De una manera estructurada de análisis Causa-raíz se pudieron desprender diferentes soluciones, mientras que su desarrollo contó con apoyo del entorno debido a una propuesta que no era la más crítica pero sirvió de disciplina organizacional para pruebas y obtener resultados de las mismas. Se logró aumentar la velocidad de operación de 38,38 GPM en promedio a 55, 60, hasta 65 GPM, decantando por parámetros con mejor calidad como es el de 55 GPM, que representa un 30,2% de aumento, en todas las máquinas en que se ejecutó el procedimiento diseñado por este trabajo se lograron mejorías significativas; Hablando de mejoras significativas, Se disminuyeron las paradas de máquinas en los 2 tipos de despilfarro del tiempo más frecuentes y con mayor peso mensual, los cambios de bobinas y de teflón, por lo que se considera el objetivo cumplido reflejando estas mejorías en un costo de oportunidad de unos 8.321,64 \$ o 52.326.448,96 Bss.
- La implementación es vital si se quiere aprovechar estas mejorías, por lo que con el diagrama de Gantt presentado en el capítulo VI, es posible, factible y necesario dada la problemática actual.

Por último, además de lo expuesto, mediante el diagrama de flujo de procesos propuesto y, en conjunto con las 4 propuestas realizadas al proceso de sellado, se logra cubrir la meta general de este trabajo especial de grado en un 38 %.

7.2.Recomendaciones

En procura de dar solución efectivamente con todos los problemas identificados, priorizados, analizados, así como haber realizado propuestas de mejorías que resultaron en las conclusiones anteriormente expuestas, se recomienda:

- Controlar las bobinas que ingresan al área con el formato anexo en este trabajo hasta que el control del proceso en extrusión sea efectivo y la capacidad de inspección de calidad mejore.
- Por motivos de tiempo y de disponibilidad de mantenimiento no fue posible un primer acercamiento al mantenimiento autónomo, se dictaron charlas y hubo receptividad y trabajo realizado, sin embargo este pilar del TPM necesita todo el apoyo posible desde la gerencia general hasta el operario de producción y mantenimiento.
- Mantener lo implantado y mejorar lo que no, como principio básico de la mejora continua.
- Adquirir software e instrumentación para mediciones automáticas de paradas de máquinas, como sistema de pesaje o sensores de movimiento que realicen registros de tiempos de producción y de paradas de máquina
- Crear registros de fallas y averías, de manera que se pueda modelar haciendo uso de la distribución Weibull por su importante aplicación en esta área.
- Documentar y planear las resoluciones de averías; estudiar la aplicabilidad de AMEF o análisis PM en este proceso.
- Implementar las propuestas generadas por este trabajo especial de grado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernando d' Alessio Ipinza (2004). *Administración y dirección de la producción* Segunda edición. México: Pearson Prentice Hall.
- Benjamin W. Niebel & Frievalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño de trabajo*. Duodécima edición. México: Mc Graw Hill.
- -K. Hodson W. (2001). *Manual del Ingeniero Industrial. Tomo II* Cuarta edición. México: Mac Graw Hill.
- Sánchez, R.. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos.
- Seichii Nakajima (1984). *Introducción al TPM*. Japón: Japan Institute for Plant Maintenance.
- Seichii Nakajima (1993). *Mantenimiento Productivo Total*. Japón: Japan Institute for Plant Maintenance.
- James P. Womack, Daniel T. Jones & Daniel Roos (1990). *The machine that change the world*. New york: Rawson associates.
- Iveth, G. D. (2006). *Mejoras a los procesos de empaque y ensamble de una empresa de máquinas de afeitar mediante la aplicación de algunas herramientas de manufactura esbelta*. Caracas: UCAB.
- Taiichi Ohno, (1988). *Toyota Production System Beyond Large.Scale Production*. New york: Productivity, Inc.
- Camisón, C. C. (2006). *Gestión de la Calidad. Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson.

- *El operario de producción como protagonista fundamental del TPM*. Consulta realizada agosto (2018).
Fuente: http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm_archivos/TPM%20IT%20CONSOL.pdf
- Ramón Anguita (1977). *Extrusión de plásticos*. Madrid: H. Blume Ediciones.
- Ramos M.A, y de Marin M.R (1998). *Ingeniería de los materiales plásticos*. Madrid: Díaz de Santos.
- M. Beltrán y A. Marcilla (2012). *Tecnología de polímeros*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Sabino, C. (1993). *Como hacer una tesis*. Caracas: Panapo.
- H. Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación* (5 ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Hurtado, J. (2000). *El Proyecto de Investigación Holística*. Caracas: (3 Ed.).
- Anderson, J.C., Rungtusanatham, M. and Schroeder, R.G. (1994). *A Theory of Quality Management Underlying the Deming Management Method*. *Academy of Management Review*, 19, 472-509.
- Adams, J.L. (1979). *Conceptual blockbusting: A guide to better ideas* (2nd ed.). New York: W.W. Norton.
- (Monje Álvarez, C., 2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, Guía didáctica*. Neiva: Universidad Sur-Colombiana.
- Álvarez Laverde, H. “Manual cero averías”. Consulta realizada en agosto (2018).
Fuente: <http://www.ceroaverias.com/articulos/tools/manualceroaverias.pdf>

- Alvarez Laverde H. y Kuratomi I. “Eliminar pequeñas paradas”. Consulta realizada en agosto (2018). Fuente: <http://www.ceroaverias.com/articulos/tools/paradas.pdf>
- Álvarez Laverde H.”¿Qué es una avería?”. Consulta realizada en agosto (2018). Fuente: <http://www.ceroaverias.com/articulos/tools/queesaveria.pdf>

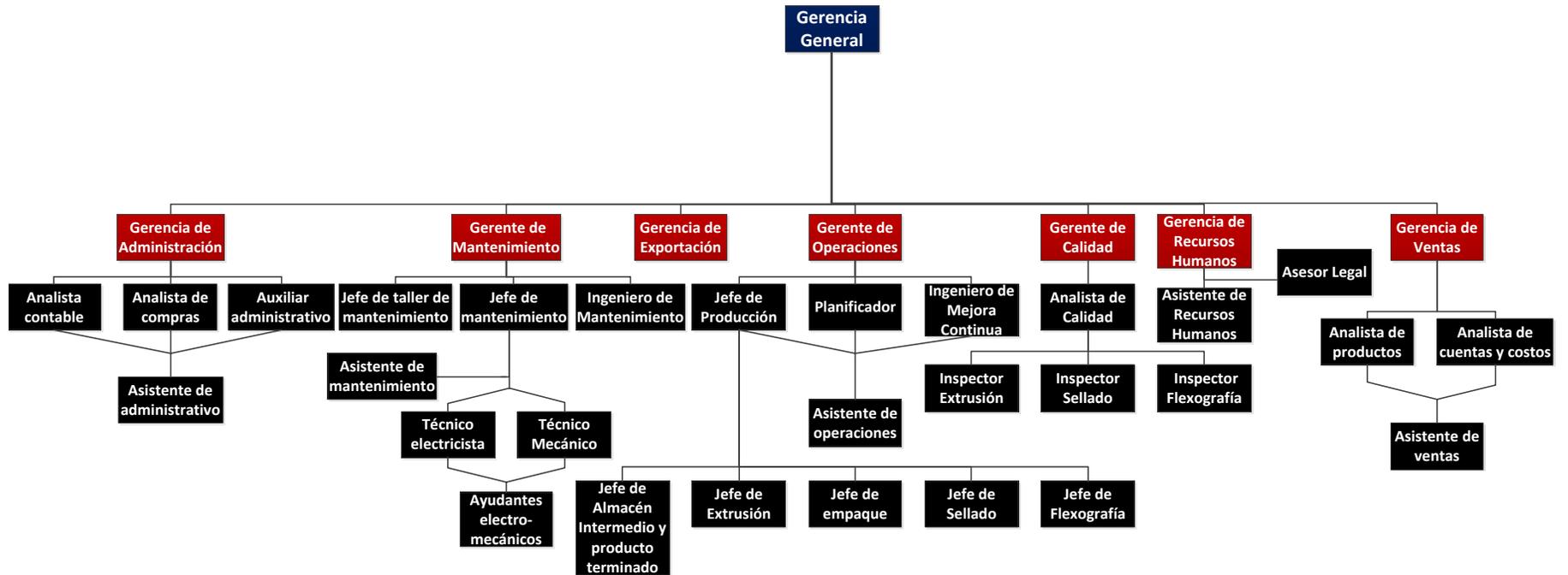
ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Organigrama Propuesto Minigrip ZIPPAK Venezuela.	92
ANEXO B. Descripción del proceso productivo de Minigrip ZIPPAK de Venezuela	93
ANEXO C. Responsabilidades de la mano de obra en el área de sellado	101
ANEXO D. Componentes de la termo-selladora automática GT.SCHJELDAHL	102
ANEXO E. Diagrama de flujo de Proceso para el proceso de sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado.....	104
ANEXO F. Formato aseguramiento de calidad área de sellado	105
ANEXO G. Reporte de producción área de sellado	106
ANEXO H. Codificación de fallas sellado.....	107
ANEXO I. Formato recolección paradas de máquinas sellado	108
ANEXO J. Formato recolección paradas de máquinas sellado (Utilizado)	110
ANEXO K. Registro y análisis de paradas de máquinas área de sellado	111
ANEXO L. Diagrama causa-efecto Paradas pequeñas en el proceso de sellado	112
ANEXO M. Diagrama causa-efecto Averías en el proceso de sellado.....	112
ANEXO N. Diagrama causa-efecto Velocidad Reducida en el proceso de sellado	113
ANEXO O. Diagrama causa-efecto Defectos de Calidad en el proceso de sellado	113
ANEXO P. Diagrama causa-efecto Preparación y ajustes en el proceso de sellado	114
ANEXO Q. Diagrama causa-efecto Movimientos innecesarios proceso de sellado	114
ANEXO R. Lista de chequeo diario primeras 3´s	115
ANEXO S. Responsabilidades y Procedimiento de preparación, ajustes y registro de plantillas de teflón.....	116
ANEXO T. Responsabilidades y Procedimiento de preparación del cambio de bobinas.....	119
ANEXO U. Plano de cintas de teflón (Método actual).....	121
ANEXO V. Análisis Por qué- Por qué Paradas operativas por cambio de teflón en cuchilla	122
ANEXO W. Plano de Plantillas de teflón (Propuesta).....	123
ANEXO X. Análisis Por qué- Por qué Paradas operativas por cambio de bobinas	124
ANEXO Y. Fotografía de plantilla de teflón en operación y Nuevo método de preparación y cambios de Bobinas de polietileno	125
ANEXO Z. Registro de control preparación de plantillas	126
ANEXO AA. Control de calidad para el ingreso de bobinas a sellado	127
ANEXO BB. Medición de pequeñas pérdidas de película de polietileno entre cambio de bobinas.	127
ANEXO CC. Tarjeta de Mejoras Enfocadas: Evento kai-zen Plantilla de Teflón y Cambio de Bobinas.....	128
ANEXO DD. Parámetros a tomar en cuenta para el sellado lateral.	129

ANEXO EE. Análisis Por qué- Por qué Velocidad Reducida.....	132
ANEXO FF. Procedimiento de ajustes de parámetros y mejora de la velocidad.	133
ANEXO GG. FASE I: Ajustes de parámetros del producto y velocidad requerida	134
ANEXO HH. Tabla reporte FASE II: Parámetros del producto y desperdicio generado	135
ANEXO II. FASE III: Aseguramiento de la calidad	136
ANEXO JJ. Hoja de parámetros de operación.	137
ANEXO KK. Prueba piloto: FASE I de mejoramiento de la eficiencia y aseguramiento de la calidad	139
ANEXO LL. Prueba piloto: FASE II de mejoramiento de la eficiencia y aseguramiento de la calidad	140
ANEXO MM. Prueba piloto: FASE III de mejoramiento de la eficiencia y aseguramiento de la calidad	141
ANEXO NN. Hoja de parámetros resultado de la prueba 6"x"6 en la máquina 6, pista 1. ...	142
ANEXO OO. Matriz de desarrollo de habilidades.	144
ANEXO PP. Diagrama de flujo de procesos propuestas.	145
ANEXO QQ. Determinación del costo por oportunidad.	146
ANEXO RR. Costos de implementación de propuestas:	148
ANEXO SS. Diagrama de Gantt sobre implementación de la plantilla de teflón	151
ANEXO TT. Diagrama de Gantt sobre implementación de cambio de bobinas en sellado. .	152
ANEXO UU. Diagrama de Gantt sobre implementación de pruebas de eficiencia y aseguramiento de calidad.	153

ANEXO A. Organigrama Propuesto Minigrip ZIPPAK Venezuela.



Fuente: Autor.

ANEXO B. Descripción del proceso productivo de Minigrip ZIPPAK de Venezuela

- **Almacén de materias primas.**

Área dispuesta para la recepción de la materia prima (polietileno de baja densidad), almacenaje y transporte al área de extrusión; su ubicación se encuentra en el almacén de producto terminado teniendo una capacidad de unas 80 toneladas en un área superficial de 50 m², se almacenan las pallets en cuatro líneas paralelas muy cercanas a la carga y descarga del almacén permitiendo perfectamente su transporte al área de extrusión previa orden de traslado.



Figura 9. Almacén de materias primas.

Fuente: Autor.

- **Extrusión.**

Minigrip ZIPPAK de Venezuela produce en su planta de Guatire diferentes tipos de bolsas y películas de polietileno de baja densidad. Esta materia prima forma granos o “Pellets” que son fundidos en la extrusora mediante la combinación de temperatura y presión generada a su vez por resistencias eléctricas y la fricción del material contra las paredes o cañón de la extrusora respectivamente.

El plástico fundido pasa por los cabezales o matrices donde se forma la lámina tubular que será ajustada en su tamaño y enfriada con aire. Esta lámina o burbuja se enfría progresivamente a lo largo de la estructura, hasta llegar a las embobinadoras, donde es enrollada para su procesamiento inmediato o para su almacenaje. Los cabezales o matrices, según sea su tipo, permitirán sacar producto con cierre (bolsas) o bolsas sin cierre.

El área de extrusión cuenta con una extrusora de cierre, esta permite fabricar cierre que luego podrá ser incorporado en el área de sellado o venderlo a otras empresas que sólo puedan extruir película sin cierre. Además, se tiene una unidad recuperadora la cual realiza el proceso inverso de extrusión para obtener nuevamente granos o “Pellets” de bobinas que no hayan obtenido el visto bueno de control de calidad.

Extrusión cuenta con (4) extrusoras, (1) extrusora de perfil o cierre y (1) recuperadora que realiza el proceso inverso de extrusión transformando material extruído en granos o “pellets” nuevamente. La mano de obra está conformada por (15) personas, de las cuales se cuenta con (1) supervisor del área, (4) supervisores de turno y (10) ayudantes.

Las bobinas extruidas, depende sea el caso, serán enviadas al área de flexografía o al área de sellado, en el presente caso de estudio (empaques transparentes para exportación) las bobinas son enviadas al área de sellado teniendo una parada previa en el almacén intermedio para su debido control.



Figura 10. Extrusión.

Fuente: Autor

- **Almacén intermedio.**

En un área dispuesta para la recepción de bobinas provenientes del área de extrusión y recepción del desperdicio generado en el área de sellado. Su principal función es la de organizar y controlar las bobinas extruidas, pesándolas y contabilizándolas para su correcto traslado al área de sellado, también se pesa el desperdicio generado en el área de sellado el cual se podrá trasladar nuevamente al área de extrusión para ser recuperado siguiendo un control en peso del mismo. El almacén Tiene un área perimetral de 459,6 m², además cuenta con (1) monta-carguista y (2) ayudantes que realizan sus labores tanto en este almacén como en el de producto terminado.



Figura 11. Almacén intermedio.

Fuente: Autor.

- **Sellado.**

En esta etapa, la película transportada en carros con capacidad para trasladar 6 bobinas, es cortada y sellada simultáneamente de acuerdo a especificaciones en las máquinas termo-selladoras, esto es realizado mediante el uso de una cuchilla calentada por resistencias eléctricas, haciendo a su vez contacto con un rodillo especial. El tiempo de incidencia de la cuchilla caliente sobre la bolsa, la temperatura y la velocidad de sellado son variables a tomar en cuenta, ya que de ellas depende directamente la calidad del sellado. Es importante señalar que estas máquinas realizan un sellado lateral, por lo que a su vez, es en esta área dónde se ajusta el ancho que tendrá la bolsa. Dependiendo de las exigencias del producto en ocasiones se aplica un sellado complementario por ultrasonido en los extremos del cierre, el cual facilita la hermeticidad de la bolsa y así evitar fugas.

El área de sellado se cuenta con (12) selladoras termo-selladoras y (18) pistas de sellado, ya que algunas de ellas pueden correr al mismo tiempo con dos trabajos distintos (entiéndase a cada trabajo como una medida diferente), pues dichas pistas poseen un sistema de levas independientes del otro. Adicional a esto, y a pesar de que este producto no es el objeto de este trabajo, Minigrip cuenta con 2 máquinas para incorporar el cierre en el proceso de sellado, lo que permite obtener bolsas con cierre de características de impresión difíciles por el método integrado del cierre extruido junto a la bobina.

La mano de obra realiza sus actividades en un área superficial de 920,6 m² y está conformada por (17) operarias, (2) supervisores de turno, (1) supervisor del área y (1) ajustador mecánico.



Figura 12. Sellado.

Fuente: Autor.

- **Empaque.**

Entre las funciones de esta fase del proceso se encuentra la recepción de las bolsas provenientes del área de sellado, su empaqueo comercial haciendo uso de (7) empaquetadoras y (3) selladoras manuales, además, se cuenta con (1) máquina encajonadora automática; luego del proceso de empaqueo, las unidades se van depositando en cajas haciendo uso de (1) máquina encajonadora automática, las cajas son ordenadas por líneas de productos para su pronto traslado al almacén de producto terminado. Empaque cuenta con área de 234,65 m², donde laboran un total de (10) empaquetadoras y (1) supervisora del área.



Figura 13. Empaque.

Fuente: Autor.

- **Almacén de producto terminado.**

Esta área dispone de unos 330m² de planta y 249,3m² de mezzanina, tendiendo un total de 579,3 m²; según sea el pedido se organizan líneas por productos que se van almacenando en pallets en el área de planta, dichas líneas de almacenaje se encuentran cercanas a la carga y descarga del almacén. En el área de mezzanina se organizan las cajas en las cuales los empaques serán almacenados y luego trasladados, también se dispone de un área para producciones pasadas que se encuentran almacenadas como “Stock”.



Figura 14. Almacén de producto terminado.

Fuente: Autor.

ANEXO C. Responsabilidades de la mano de obra en el área de sellado

- **Supervisor del área o jefe de turno:** Vela por el desarrollo del proceso previa orden de producción. Se encarga de chequear que las actividades de sellado se estén llevando adecuadamente bajo niveles seguros tanto para operarias como para las máquinas selladoras; interviene activamente en el traslado de bobinas desde la zona de espera hasta cada máquina según ordenes de producción; realiza limpieza de las líneas o pistas de sellado lateral.
- **Ajustador mecánico:** Su responsabilidad es bastante dinámica, es el único trabajador con facultad para variar los parámetros de operación, ajustar o re-ajustar la máquina selladora. Entre sus actividades más importantes están la de preparar la máquina selladora según orden de producción según el ancho que se le indique dada una orden de producción; el ajustador mecánico decide que ajuste le colocará al sistema de levas que a su vez incidirán en el movimiento vertical de la cuchilla caliente que sellará la bobina de polietileno; ajusta la velocidad y temperatura de sellado. Además de esto, es el encargado de colocar un material llamado teflón termo-resistente en la cuchilla caliente que mejora la calidad del sellado en puntos críticos de la bolsa, dónde se mejora tanto apariencia como a hermeticidad de las mismas.
- **Operaria “A”:** Es la operaria de la máquina selladora. Entre sus responsabilidades se encuentran la de recibir las bolsas selladas, determinar si las bolsas selladas se encuentran bajo el standard requerido para poder empacarlas. Cuando la bobina se termina, la operaria debe levantarse y des-bobinar otra película de polietileno para hacerla pasar por rodillos y guías. Otra responsabilidad de la operaria es la de colocar en una bolsa todo el desperdicio generado en la operación y registrarlo junto con las bolsas producidas.
- **Operario “B”:** Es el operario que se encarga de trasladar las cestas de bolsas pre-empacadas a la zona de espera, pesa desperdicio generado, lo registra y por último traslada las cestas al área de empaque.

ANEXO D. Componentes de la termo-selladora automática GT.SCHJELDAHL

<ul style="list-style-type: none">• Desbobinadora: Soporte para las bobinas de polietileno. Se emplea para sostener la película enrollada mientras ésta se desenvuelve y se alimenta dentro de la máquina.
<ul style="list-style-type: none">• Guiadora de bordes automática: Conduce la red de polietileno a fin de que las hojas sean dobladas exactamente en el centro o en los bordes.
<ul style="list-style-type: none">• Cortadora: Corta la película de polietileno en el centro para producir bolsas de longitud igual.
<ul style="list-style-type: none">• Rodillo de cabrestante: Hala la cantidad apropiada de red de la sección inicial de desenrollar sobre la dobladora central o, si esta última no se usa, directamente de la mesa de desenrollar, durante las operaciones de entubado y de doblado al centro de la película. Además, logra ayudar al mantenimiento de una tracción constante sobre el rodillo que desenrolla la bobina de polietileno convirtiendo este movimiento intermitente en un movimiento continuo.
<ul style="list-style-type: none">• Compensadora: Alimenta la película de plástico en la sección de la cuchilla caliente con un movimiento intermitente pero con tracción constante, de manera que controla la velocidad e impulsión de corriente directa variable, en lo cual actúa el rodillo del cabrestante. La velocidad del cabrestante es lograda por medio de un enlace mecánico y eléctrico.
<ul style="list-style-type: none">• Regulador de la cigüeña: es utilizado en los ajustes finales de la longitud de la película que ingresa con movimiento intermitente. El regulador de la cigüeña permite que el ajustador mecánico pueda realizar ajustes de longitud mientras la termo-selladora opera.

<ul style="list-style-type: none"> • Sección sincronizadora: Es la zona de la máquina que se encuentra después del compensador que sincroniza la película de polietileno con respecto a la cuchilla caliente.
<ul style="list-style-type: none"> • Sección de la cuchilla caliente: Zona de la máquina dónde se efectúa el sellado lateral y corte de la bolsa según el ancho ajustado. En esta sección se encuentran los componentes eléctricos y electrónicos para la regulación del tiempo y propulsión de la máquina.
<ul style="list-style-type: none"> • Rodillos tiradores: Son dos rodillos de hule en la sección de la cuchilla caliente que colocan el ancho deseado de la bolsa en la posición para ser sellada.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuchilla selladora: Barra calentada por resistencias que cumple la función de sellar y cortar la bolsa.
<ul style="list-style-type: none"> • Separador de agua: Se encuentra entre la cuchilla de sellar y el rodillo tirador superior, contiene un fluido enfriador (en este caso agua) que debe regularizarse con el fin de mantener una temperatura adecuada
<ul style="list-style-type: none"> • Dedos: Sobresalen a través de los rodillos tiradores superior e inferior.
<ul style="list-style-type: none"> • Montaje del recogedor: Extrae la bolsa de la cuchilla cuando el proceso de sellado es finalizado
<ul style="list-style-type: none"> • Sección transportadora: Traslada la bolsa terminada desde las secciones de sellado y recogedor.
<ul style="list-style-type: none"> • Ruedas hacinadoras: Acanala y entrega la bolsa terminada apilándola.
<ul style="list-style-type: none"> • Mesa apiladora: Zona en la cual se apilan las bolsas, se revisan y se empacan.

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO E. Diagrama de flujo de Proceso para el proceso de sellado de bolsas transparentes con cierre incorporado.

Ubicación: Minigrip ZIPPAK Venezuela		Minigrip / ZIPPAK South America						
Actividad: Proceso de sellado de bolsas 7"x6" transparentes con cierre incorporado		Método: Actual / Propuesto						
Fecha: Noviembre de 2018		Tipo: Trabajador / Material / Máquina						
Operador: Isabel Romero		Información de pista (1 turno):						
Máquina: N°5 GT.SCHJELDAHL		Vel: 34 GPM → Capacidad: 14.280 bolsas (simple)						
Descripción de los eventos		Símbolo					T(min)	Mano de obra
1	Recepción y verificación de bobinas en zona de espera	○	→	D	■	▽	4,41	Sup.
2	Traslado de bobinas a máquina	○	→	D	■	▽	2,11	Sup.
3	Encender selladora automática para el pre-calentamiento	○	→	D	■	▽	0,51	Sup/Op.A
4	Desbobinado y tensionado de la película de polietileno en rodillos de arrastre	○	→	D	■	▽	1,552	Sup/Op.A
5	Canalización de la película de polietileno por guías	○	→	D	■	▽	3,22	Sup/Op.A
6	Verificar en orden de producción medida de ancho a sellar	○	→	D	■	▽	0,216	Sup/Ajus
7	Ajuste de ancho a sellar en sistema de levas, temperatura y velocidad de sellado	●	→	D	■	▽	6,22	Ajus.
8	Preparar y/o colocar teflón termo-resistente en cuchilla caliente según producto a sellar	●	→	D	■	▽	31,33	Ajus.
9	Verificación de ancho, apariencia y hermeticidad del empaque	○	→	D	■	▽	0,47	Op.A/Ajus
10	Repetir 7 hasta lograr el empaque deseado	●	→	D	■	▽	6,22	Op.A/Ajus
11	Sellado de película de polietileno (unidad de producción 100 bolsas a razón de 34/min)	●	→	D	■	▽	2,95	Op.A
12	Verificar apariencia y hermeticidad durante el proceso; Embalar 100 bolsas	●	→	D	■	▽	0,0833	Op.A
13	Embalar y depositar bolsas embaladas en cesta a un lado de la pista de sellado.	○	→	D	■	▽	0,416	Op.A
14	Cambio de bobina de polietileno	●	→	D	■	▽	4,88	Op.A
15	Repetir de 9-14 hasta cumplir con la orden de producción o finalizar el turno de trabajo	●	→	D	■	▽	15,01	Op.A/Ajus
16	Traslado de cestas a zona de espera	○	→	D	■	▽	2,15	Sup.
17	Traslado de cestas de zona de espera en sellado al área de empaque	○	→	D	■	▽	5,01	Op.B
Resumen:		Operaciones	Transportes	Demoras	Inspecciones	Almacenaje	Total	
Presente	Cantidades totales	7	3	3	4	1	18	
	Tiempos totales	66,7	9,27	5,28	5,179	0,4	86,84	

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO H. Codificación de fallas sellado

		Código
Mecánicas	Aceite sistema de troqueles	M1
	Acople por grasa	M2
	Ajuste de Fife	M3
	Ajuste de Triángulo	M4
	Ajuste Fococélula u Ojo Eléctrico	M5
	Brazo oscilatorio (Brazo loco)	M6
	Correa motor del balancín	M7
	Correa motor principal selladora	M8
	Correa transportadora de la selladora	M9
	Engranajes	M10
	Filtro de aceite aplicador Zip	M11
	Filtro de aire aplicador Zip	M12
	Goma de rodillo caída de cuchilla de la selladora	M13
	Manguera de refrigeración con Agua	M14
	Manguera de refrigeración con Aire	M15
	Motor balancín no funciona	M16
	Motor principal selladora	M17
	Perforadores de Bolsa	M18
	Potenciómetro	M19
	Regulador de aire Aplicador ZIP	M20
	Regulador de aire sistema de troqueles	M21
	Rodamiento rodillo del balancín	M22
	Rodamiento de rodillos de arrastre desbobinadora	M23
	Rodamientos de rodillos de arrastre selladora	M24
	Rodillo de Presión	M25
	Rodillo emite ruido por fricción	M26
	Rotor	M27
	Sistema de troqueles;	M28
	Sistema lubricador; Bombeo de aceite	M29
	Tarjeta de control	M30
	Balancín	M31
Eléctricas / Electrónicas	Contactador	E1
	Controlador electrónico	E2
	Corte eléctrico	E3
	Pirómetro	E4
	Resistencias; Calentamiento tardío	E5
	Sensor de Temperatura	E6
	Tablero	E7
	Temperatura alta del switch	E8
	Temperatura transmitida	E9
	Termocupla	E10
	Voltaje Alto	E11
	Voltaje Bajo	E12
	Voltaje medio	E13
Operativas	Ajuste de Cuchilla para Bolsas Dobles	O1
	Ajuste de medida	O2
	Ajuste Perforador de Bolsa	O3
	Ajuste Perforador de Bolsa	O4
	Arranque de Máquina	O5
	Cambio de Cierre	O6
	Cambio de Película	O7
	Cambio de Película Impresa	O8
	Cambio de Teflón	O9
	Cambio de Turno	O10
	Cierre Abierto	O11
	Falta de ajustador mecánico	O12
	Falta de operario	O13
	falta de película	O14
	Falta de Película Impresa	O15
Limpieza de Cuchilla	O16	
Limpieza de Rodillo	O17	
Marcaje Huella Dactilar	O18	
Parada Pista 1 / Parada Pista 2	O19	
Sin orden de producción	O20	
Prueba de Parámetros Eficientes y Asegurameinto de la Calidad	O21	
Prueba de Ajustes de Parámetros	O22	
Otra Falla Operativa	O23	

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO I. Formato recolección paradas de máquinas sellado

Paradas de Máquinas						
N°	Inicio (Fecha/Hora)	Finalización (Fecha/Hora)	Tipo	Responsable de Parada/Turno	Correcta	Incorrecta
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

Paradas de Máquinas	
N°	Observaciones
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO J. Formato recolección paradas de máquinas sellado (Utilizado)

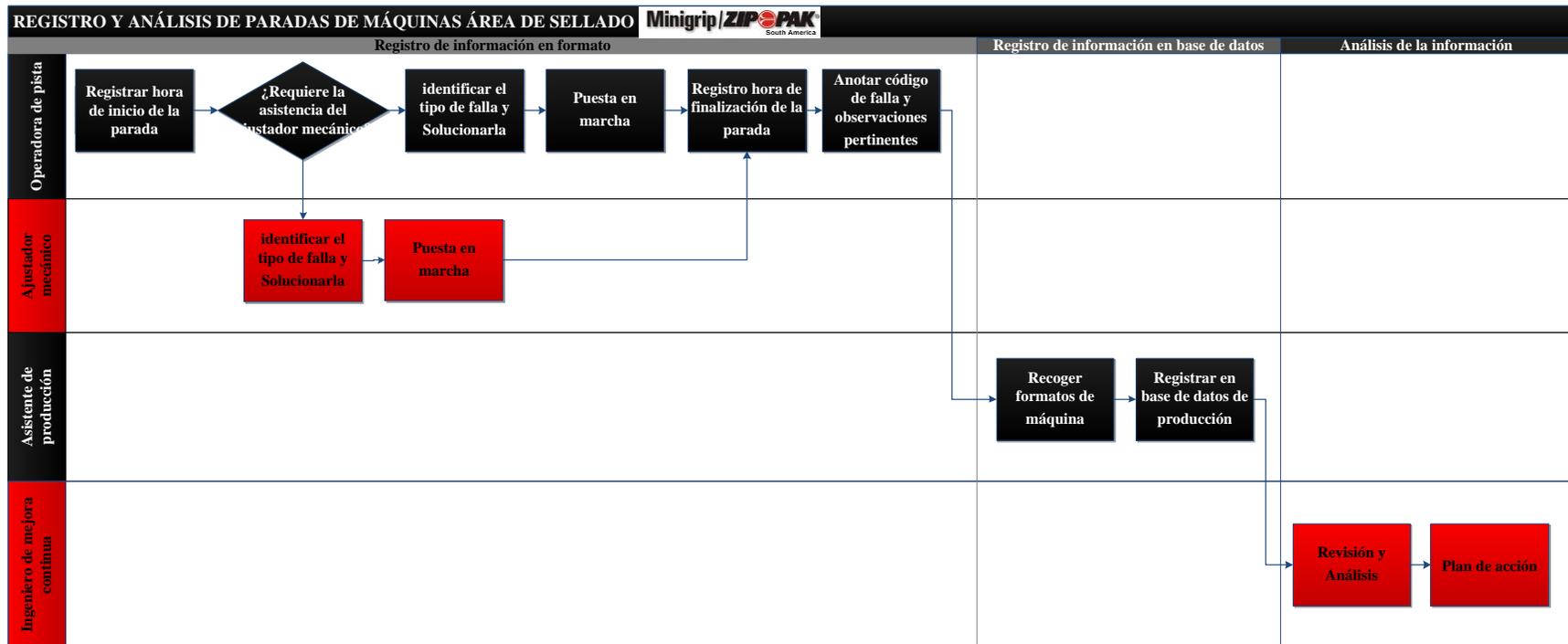


CONTROL DE PARADAS DE MÁQUINAS DE SELLADO

Nº	Fecha	Máquina		Tipo	Evaluación Jefe de Producción		
		Horas de inicio	Horas de finalización		Responsable de Parada/Turno	Correcta	Incorrecta
72	26-9	5:30	5:40	08	Elena	✓	
73	26-9	6:20	6:28	06	Elena	✓	
74	27-09	8:00			José S.	✓	} Arranque
75	27-09	8:30			José S.	✓	
76	01-10	2:00 PM		03	Elena 2.	✓	
77	01-10	3:30 PM	3:45 PM	013	Elena 2.	✓	
78	01-10	3:45 PM	3:50 PM	003	Elena 2.	✓	
79	01-10	5:00 PM	5:24	07	Elena 2	✓	
80	01-10	5:39 PM	5:58	003	Elena 2	✓	
81	02-10	8:30 AM	9:26 AM	011	José S. 1	✓	
82	02-10	10:15 AM	10:20 AM	017	José S. 1	✓	
83	02-10	2:00 PM	2:00 PM	07	Elena 2	?	
84	02-10	2:20 PM	2:30 PM	07	Elena 2	✓	
85	02-10	2:46 PM	3:05	08	Elena 2	✓	
86	02-10	3:43 PM	3:59	08	Elena 2	✓	
87	02-10	4:45 PM	4:58	08	Elena 2	✓	
88	02-10	5:38 PM	6:20 PM	04	Elena 2	✓	
89	03-10	4:00 PM	4:22 PM		Elena 2	?	
90	03-10	5:00 PM	5:50 PM	08	Elena 2	✓	
91	04-10		6:20 am	013	Nejda ① "Arranque"	✓	
	04-10	7:00 am	7:03 am	016	Nejda ①	✓	
	04-10	8:40 am	10:18 am	02	Nejda ① Faltas de teplones	✓	
	04-10	10:36 am	10:39	00	por Teplones (Ajuste)	✓	
	04-10	11:00	11:30		Horas de comida	✓	
	04-10	1:00		02	Charla con Leonardo	✓	

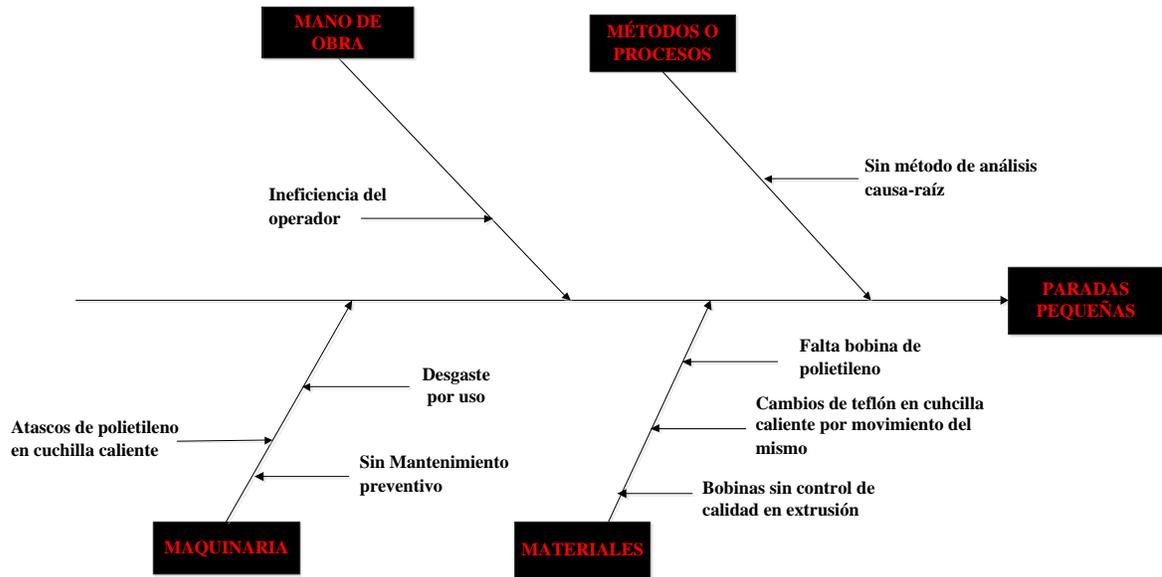
Fuente: Máquina 6, Pista 1 Proceso de Sellado.

ANEXO K. Registro y análisis de paradas de máquinas área de sellado



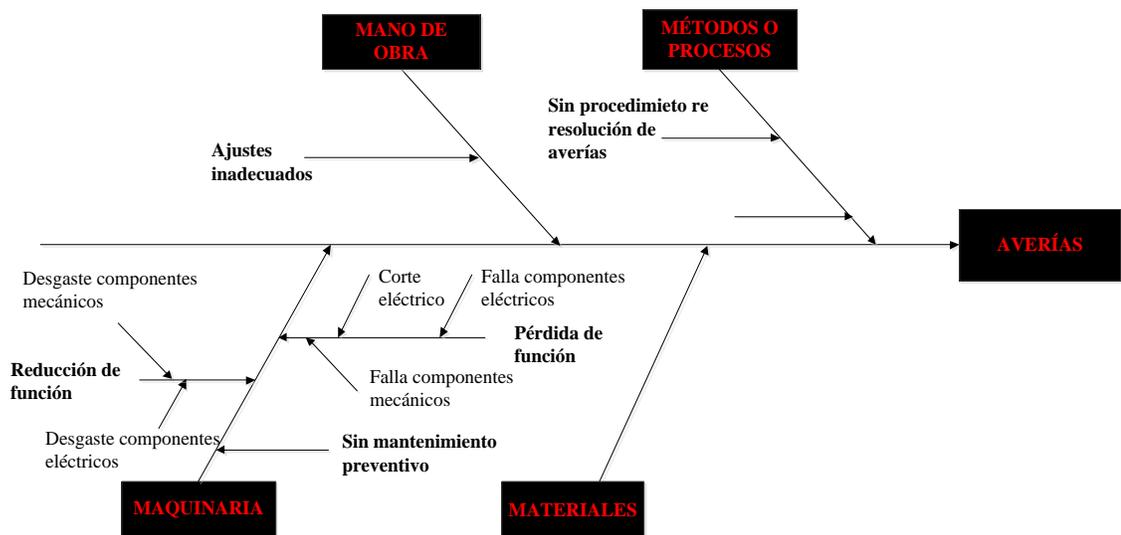
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO L. Diagrama causa-efecto Paradas pequeñas en el proceso de sellado



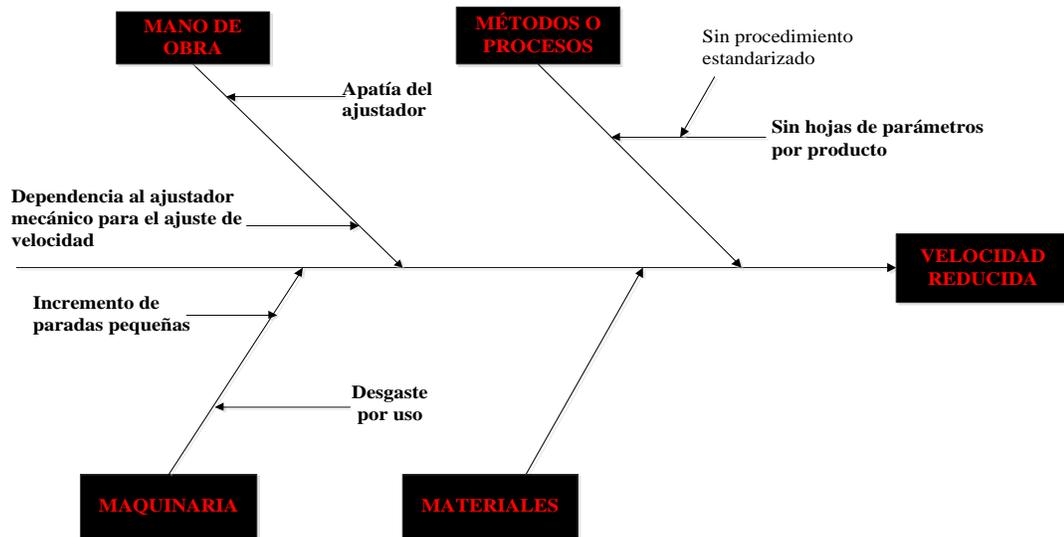
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO M. Diagrama causa-efecto Averías en el proceso de sellado



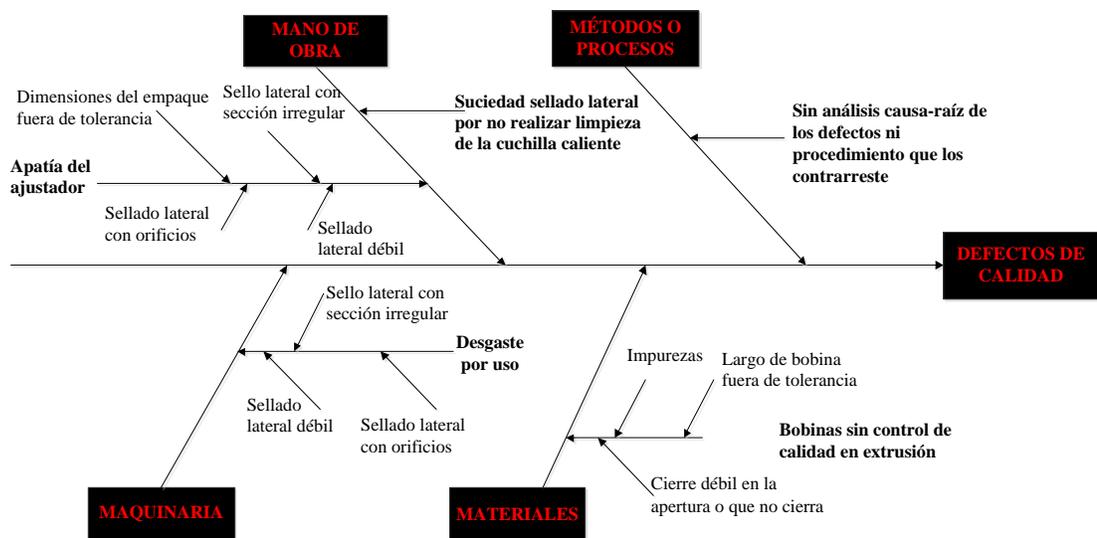
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO N. Diagrama causa-efecto Velocidad Reducida en el proceso de sellado



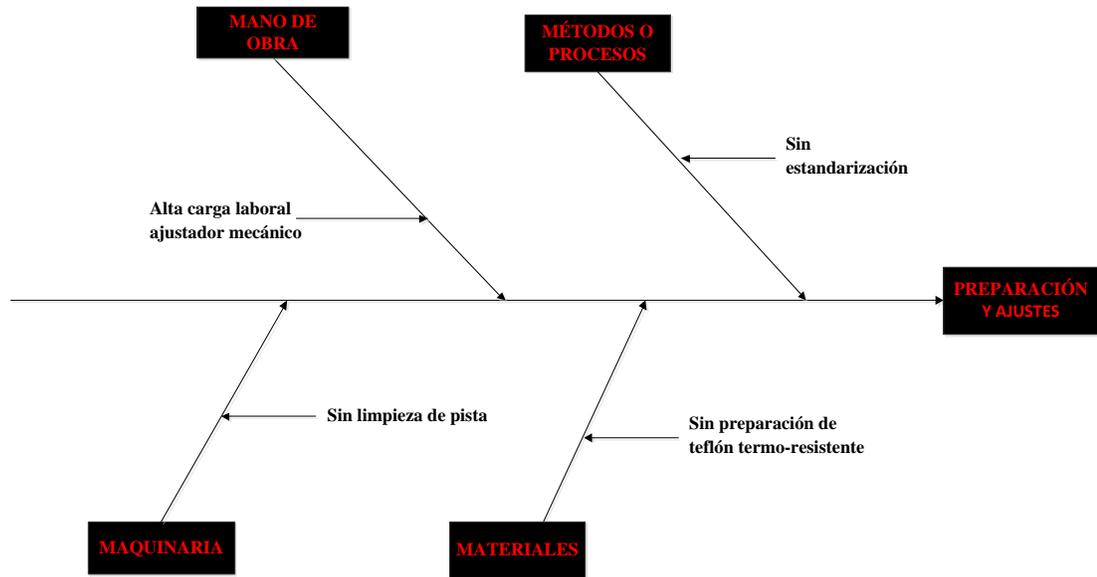
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO O. Diagrama causa-efecto Defectos de Calidad en el proceso de sellado



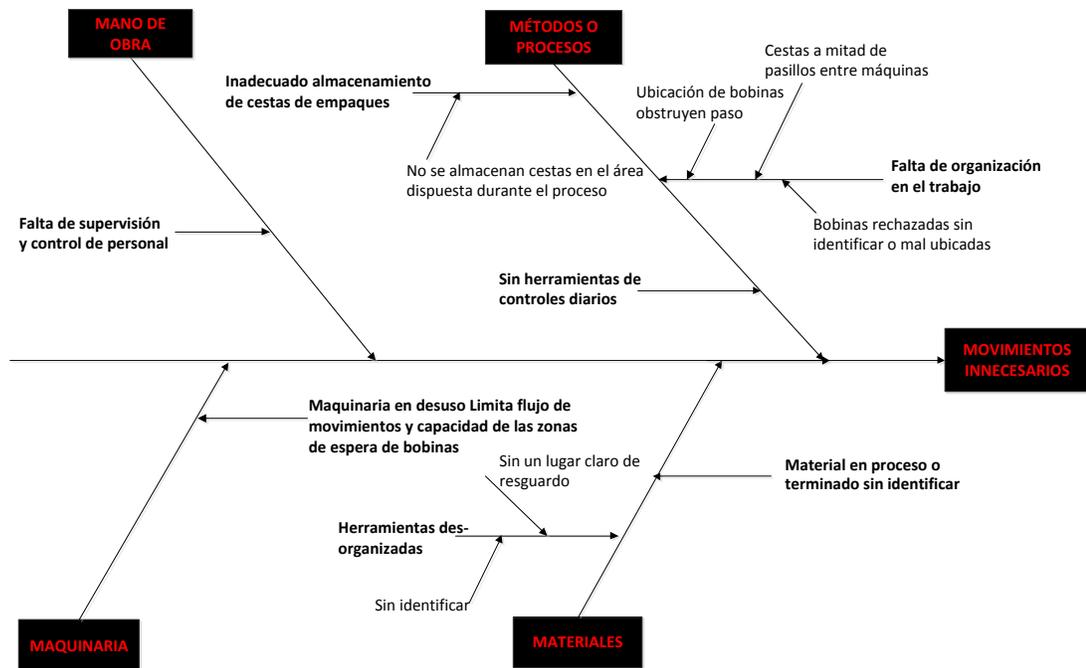
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO P. Diagrama causa-efecto Preparación y ajustes en el proceso de sellado



Fuente: Autor, 2019.

ANEXO Q. Diagrama causa-efecto Movimientos innecesarios proceso de sellado



Fuente: Autor, 2019.

ANEXO R. Lista de chequeo diario primeras 3's

			
"Separar lo necesario de lo innecesario"			
Id	S1=Seiri=Clasificar	SI	Observaciones
1	¿Existen cosas inútiles en el área de trabajo?		
2	¿Existen bolsas selladas o desperdicio sin identificar?		
3	¿Hay herramientas, tornillería, pieza de repuesto en el área de trabajo?		
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenados, en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?		
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?		
7	¿Están las mesas, sillas, lockers ubicados e identificados correctamente?		
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el área de trabajo?		
9	¿Se clasifica e identifica el desperdicio por ajustes y operación?		
"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"			
Id	S2=Seiton=Ordenar	SI	Observaciones
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?		
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?		
3	¿Están diferenciados e identificados las bobinas de polietileno de los empaques y cestas con empaques sellados?		
4	¿Se encuentran las bases móviles de bobinas debidamente ubicadas en cada máquina?		
4	¿Están las bobinas rechazadas y las de tránsito debidamente identificadas, clasificadas y en su respectivo lugar?		
5	¿Se esta registrando el material que ingresa al área?		
6	¿Se visualiza personal de otras áreas en sellado?		
7	¿Están realizando la debida revisión de los parametros para asegurar el producto según se requiere?		
8	¿Tienen los lockers de materiales letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?		
9	¿Estan los formatos de reporte de la producción debidamente llenados? (producción, desperdicio, n° de paradas)		
10	¿Se visualiza la rotación del personal por máquinas de sellado semanal?		
"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos; prevenir la suciedad y el desorden"			
Id	S3=Seiso=Limpiar	SI	Observaciones
1	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de las máquinas! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?		
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?		
3	¿Se está ejecutando el plan de limpieza diaria?		
4	¿Están las tuberías identificadas de agua y aire comprimido?		
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?		
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?		
7	¿Se limpian las máquinas y el área de trabajo al iniciar la jornada?		
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?		
9	¿Están los(as) operarios(as) realizando las labores de limpieza periódicas?		
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?		

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO S. Responsabilidades y Procedimiento de preparación, ajustes y registro de plantillas de teflón

Responsable	Actividad
Jefe de planificación	1. Proveer de teflón al área de sellado según requerimientos operacionales
Jefe de área de sellado	2. Recibir o solicitar teflón, plantillas y cuchillas
Jefe de área de sellado	3. Organizar un día a la semana para la preparación de por lo menos 5 plantillas de teflón por pista de sellado
Operadora	4. Recibir o solicitar el día previsto, cuchilla en plantilla en MDF y plano de la plantilla para la preparación.
Operadora	4.1. Despejar la mesa apiladora de empaques para trabajar con libertad; Colocar sobre la lámina de teflón la plantilla en MDF.
Operadora	4.2. Costar con la cuchilla lo más preciso que sea posible usando de guía la plantilla en MDF (prestar especial atención en la zona del cierre).
Operadora	4.3. Medir dimensiones, se debe verificar junto con el plano y con especial atención las dimensiones por encima del cierre y el cierre. (Tolerancia: +- 1mm)
Operadora	Verificada las dimensiones, repetir paso 4 hasta cubrir la meta semanal (al menos 5 plantillas por pista)
Operadora	Resguardar las plantillas en una bolsa que estará destinada única y exclusivamente para ello, identificar con número de plantillas y pista para la cual fueron preparadas
Jefe de área de sellado	Velar por la debida preparación de plantillas semanalmente.
Jefe de planificación	Generar orden de producción
Jefe de área de	Recepción de orden de producción, informar al ajustador mecánico y a la

sellado	operadora para que realicen los respectivos preparativos
Operadora	Buscar bolsa con plantillas para la pista de sellado mientras el ajustador realiza ajustes de medidas y parámetros
Ajustador mecánico	Ajuste de parámetros y medida de ancho a sellar
Ajustador mecánico	Recepción de plantilla de teflón; ajuste de plantilla
Ajustador mecánico	15. Utilizar el área dispuesta para fijación de la plantilla en la zona posterior de la sección de la cuchilla caliente que contiene a la resistencia y la cuchilla según los siguientes pasos: 1) darle vuelta hasta que haya tensión. Bobinas dobles: Indiferente l posición de la plantilla; Bobinas simples: Colocar el lado de mayor área a la izquierda, luego viene el cierre y después la zona por debajo del cierre
Ajustador mecánico	15.1 Introducir entre la sección de la cuchilla la plantilla de manera que el área dispuesta para esta fijación que no será utilizable, quede en la cara posterior y superior de la sección vista desde la recepción de los empaques. Existen dos áreas para la fijación de la plantilla, la primera es la superior (dónde existe una pestaña que servirá para halar y tensionar la plantilla) y la segunda es la inferior.
Ajustador mecánico	15.1.1 Introducir área superior de la plantilla por debajo de la sección de a cuchilla
Ajustador mecánico	15.1.2 Fijar a tensión el área inferior de la plantilla en la cara posterior de la sección de la cuchilla con la mano izquierda en caso que sea colocada en la pista 1 y con la mano derecha si es la pista 2 (esto le permitirá libertad de movimientos)
Ajustador mecánico	15.1.3 Al estar tensionada el área inferior de la plantilla, sobreponer el área superior (retirando los dedos del área inferior paulatinamente sin perder la tensión), se debe hacer uso de la pestaña, la cual facilitará el apriete del área superior sobre el inferior hasta cubrir la cara posterior y superior de la sección de la cuchilla

Ajustador mecánico	15.1.4 Al estar la plantilla lo suficientemente tensionada sobre la sección de la cuchilla, unir las 2 áreas de fijación de la plantilla(puede hacerse con grapas como en el método actual)
Ajustador mecánico	15.1.5 Al estar unida la plantilla y fija a la sección de la cuchilla, desplazar la plantilla (verticalmente) hasta que quede el inicio del canal dispuesto para el sellado directo de la cuchilla con el cierre utilizable de principio a fin.
Ajustador mecánico	15.1.6 Desplazar la plantilla (horizontalmente) hasta ubicarla en la zona del cierre de la película de polietileno ya canalizada en ajustes previos.
Operador(a)	16. Desplazar la plantilla (verticalmente) hasta el consumo total de la plantilla.
Operador(a)	17. Registrar consumo de la plantilla en hoja de control
Jefe de área de sellado	18. Velar por el cumplimiento tanto de la preparación, ajuste y registro de consumo de la plantilla de teflón
Jefe de Producción	18. Supervisar la ejecución de este procedimiento

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO T. Responsabilidades y Procedimiento de preparación del cambio de bobinas

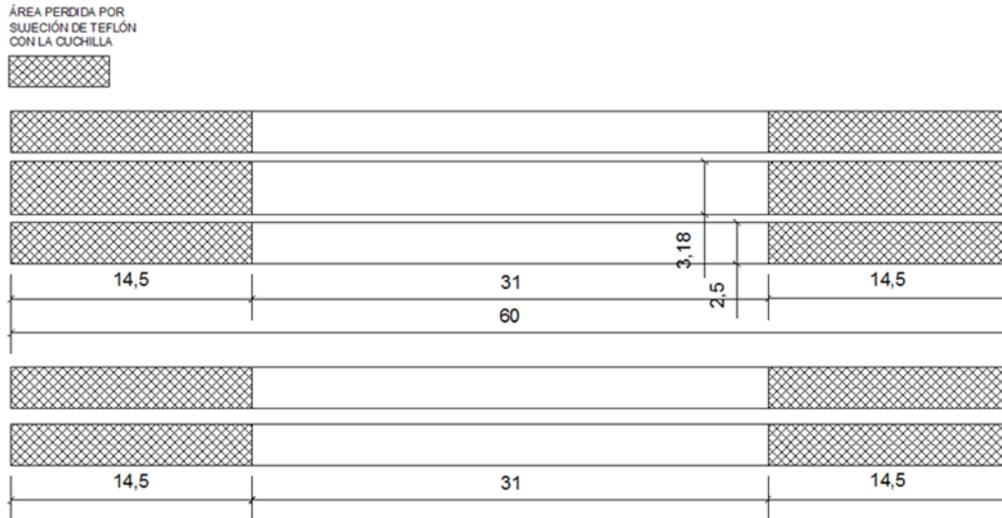
Responsable	Actividad
Ayudante de extrusión 1	1. Preparar cortes de tirro para la fijación del inicio del film en la cara izquierda en MDF de la bobina
Operador de extrusión	2. Embobinar de la siguiente manera: Primera vuelta del film sobre el eje, doblar el film e ir retirando diagonalmente hacia la izquierda aproximadamente 50cm mientras el eje rota
Ayudante de extrusión 1	3. Cuando el operador haya logrado retirar los 50 cm de inicio de film, recibir esta porción para doblarla lo más ordenadamente posible sobreponiendo una parte doblada encima de la otra poco a poco; esta operación debe hacerla el ayudante mientras el operador comienza a embobinar sobre el eje de rotación de la bobina.
Operador de extrusión	4. Embobinar el film como normalmente se realiza la operación
Ayudante de extrusión 2	5. Al llegar al tope de embobinado, el segundo ayudante retira la bobina mientras el primer ayudante y el operador realizan el proceso nuevamente según los pasos 1-4
Ayudante de extrusión 3	6. Identificar bobina según procedimiento de control y agregar un indicativo del nuevo método para su fácil detección en el almacén intermedio.
Jefe de área de sellado	7. Recepción de bobinas
Jefe de área de sellado	8. Chequeo de dimensión de largo según tolerancias y descarte de debilidad en parte interna del cierre
Jefe de área de sellado	3. Traslado de bobinas a máquina
Operadora de sellado	9. Recibir bobinas e identificar del 1-6 (o las que le hayan hecho entregado con el siguiente orden
Operadora de sellado	10. Preparar cortes de tirros que servirán para unir el final de la bobina 1 (que estará doblado a la derecha de la bobina) con el inicio de la bobina 2, de igual forma para el resto de las bobinas como se describe en la imagen anterior. Este orden debe respetarse para trabajar de una forma ordenada y más eficiente.
Operadora de sellado	11. Luego de haber finalizado con la preparación de los cambios de bobinas, se debe des bobinar la película de polietileno, hacerla pasar por rodillos a tensión canalizándola por el sistema de guías
Operadora	12. Esperar por ajustes de operación
Ajustador mecánico	13. Ajustes de medida a sellar, teflón, parámetros, etc.
Operadora	14. Sellar hasta el cambio de bobina 1-2
Operadora	15. Para el cambio 1-2 se debe halar y des bobinar el resto del film de la bobina1, luego des-doblar el final de la bobina 1 para unirlo con el inicio de la bobina 2. Se debe esperar en la zona hasta canalizar adecuadamente por

	rodillos y guías el paso de la unión entre 1-2
Operadora	16. Repetir procedimiento anterior con los cambios (2-3), (3-4), (4-5) y (5-6)
Operadora	17. En caso de encontrar a mitad del proceso defectos de calidad de la bobina (como cierre abierto o dimensionamiento fuera de tolerancia), proceder según procedimiento habitual e iniciar nuevamente desde paso 11 y pasar al paso 14 (si no es necesario ajustes) según sea el siguiente cambio.
Jefe de área de sellado	Velar por el cumplimiento de este procedimiento estándar.

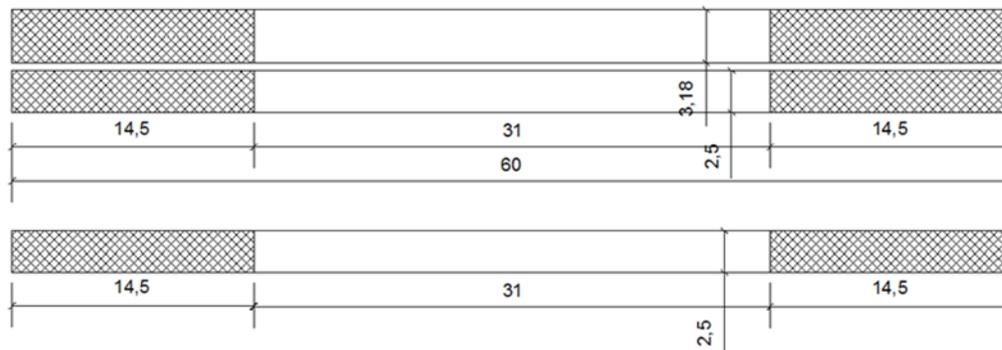
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO U. Plano de cintas de teflón (Método actual)

Cintas de teflón: Zona de cierres y zona inferior para bobinas dobles



Cintas de teflón: zona de cierre y zona inferior para bobinas simples



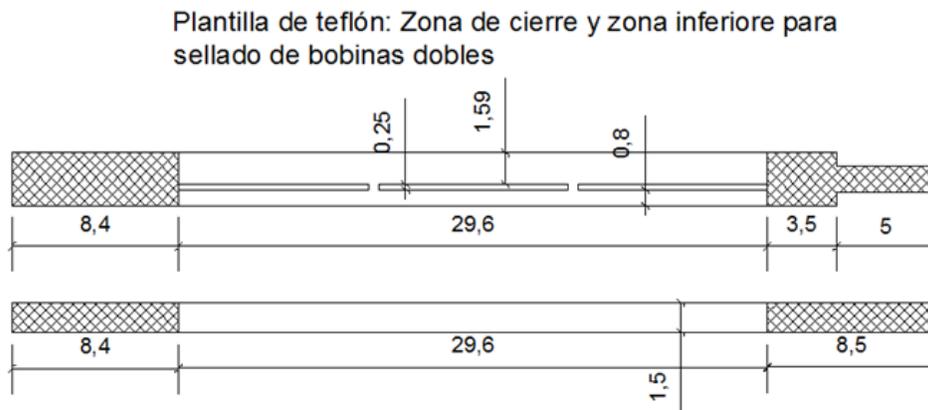
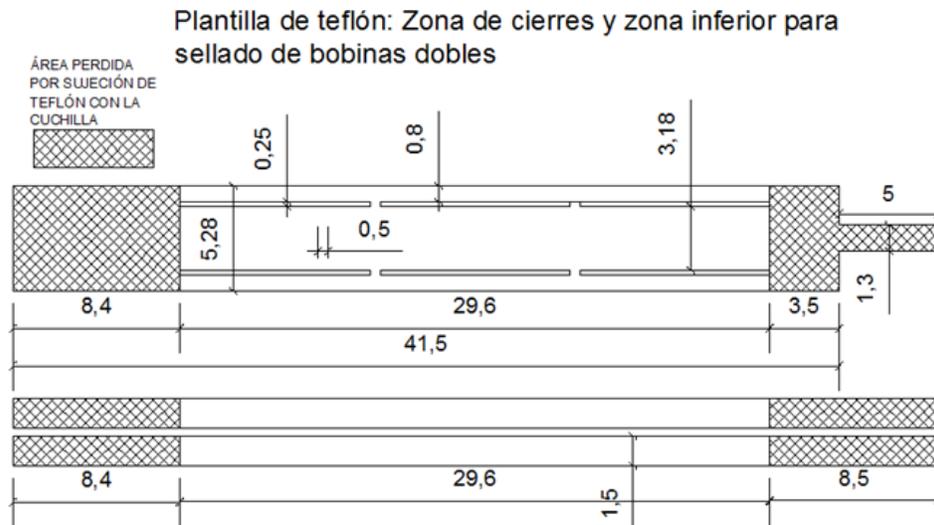
Fuente: Autor, 2019.

ANEXO V. Análisis Por qué- Por qué Paradas operativas por cambio de teflón en cuchilla

 ANÁLISIS "POR QUÉ - POR QUÉ"	
Máquina: Termo-selladoras GT.SCHJELDAHL	
Área: Sellado	Persona que genera no conformidad:
Análisis N°: 2	Nombre: Leonardo Yanez
Fecha: Abril 2019	Puesto: Ingeniero de procesos
Descripción de la No Conformidad o Pérdida: Paradas operativas por cambio de teflón en cuchilla; En el mes de febrero se perdieron 3000 min por cambios de este material o consumo	
1^{er}- ¿Por qué?	Paradas operativas por cambio de teflón en cuchilla
2^o- ¿Por qué?	1) Existe movimiento relativo entre las cintas, esto ocasiona pérdida de tensión y el teflón va perdiendo su utilidad; 2) Porque no se aprovecha toda el área de la cinta para sellar
3^{er}- ¿Por qué?	1) Para bobinas dobles se cortan y fijan 3 cintas (Una en el medio entre los 2 cierres y las otras 2 cintas se colocan debajo del cierre), para bobinas simples se cortan 2 cintas (una arriba y otra debajo del cierre) 2) Porque no existe una medición del consumo del material
4^o- ¿Por qué?	1) Porque se necesita dejar un canal que permita sellar directamente el cierre debido a su espesor; 2) Porque no se ha realizado una prueba de medición del consumo por tiempo de operación
5^o- ¿Por qué?	1) Si no se deja este canal se incrementan los productos defectuosos de sellado con orificios en el cierre, ya que no se consigue el calor necesario para lograr hermeticidad en esa zona del empaque
Plan de acción	1) Diseñar una plantilla que permita un contacto directo cuchilla-empaque en la zona del cierre que impida al mismo tiempo el movimiento relativo existente. Realizar una prueba de funcionamiento de la plantilla midiendo su consumo.

Fuente: Autor, 2019

ANEXO W. Plano de Plantillas de teflón (Propuesta)



Fuente: Autor, 2019.

ANEXO X. Análisis Por qué- Por qué Paradas operativas por cambio de bobinas

 ANÁLISIS "POR QUÉ - POR QUÉ"	
Máquina: Termo-selladoras GT.SCHJELDAHL	
Área: Sellado	Persona que genera no conformidad:
Análisis N°: 2	Nombre: Leonardo Yanez
Fecha: Abril 2019	Puesto: Ingeniero de procesos
Descripción de la No Conformidad o Pérdida: Paradas operativas por cambio de bobina; En el mes de febrero se perdieron 1650 min por cambios y ajustes	
1^{er}.- ¿Por qué?	Paradas operativas por cambio de película o bobina
2^o.- ¿Por qué?	<ol style="list-style-type: none"> 1. El material se agota y no se percatan de ello 2. Las bobinas presentan defectos mayores como dimensionamiento fuera de tolerancias, cierre debil en la parte interna o contaminación. 3. No es continuo el proceso
3^{er}.- ¿Por qué?	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Negligencia de la operadora, 1.2. Falta de orden en el trabajo 2. Proceso de aseguramiento de calidad ineficaz 3. La unión entre bobinas sólo se hace cortando la que está por agotar con la nueva
4^o.- ¿Por qué?	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Poca supervisión o inexistencia de la misma 1.2. Sin lineamientos o un procedimiento estándar de cambio de película 2. Capacidad desbordada en la inspección al 100% de bobinas 3. No existe actualmente una alternativa al método actual
5^o.- ¿Por qué?	<ol style="list-style-type: none"> 2. Sólo hay dos inspectoras y extrusión tiene 3 turnos
Plan de acción	Estudiar procedimiento actual; Diseñar un método alternativo y estandarizarlo; Involucrar a la supervisión; Realizar un procedimiento de chequeo de control de bobinas que ingresan a sellado

Fuente: Autor

ANEXO Y. Fotografía de plantilla de teflón en operación y Nuevo método de preparación y cambios de Bobinas de polietileno



Fuente: Autor, 2019.

ANEXO Z. Registro de control preparación de plantillas

Registro de Control: Preparación de plantillas de teflón						
Área o Grupo de trabajo: Sellado				Máquina/Pista: 5 / 1		
Realizado por: Leonardo Yanez E Isabel Romero						
Objetivo: Controlar y Verificar las preparaciones de las plantillas de teflón						
	Fecha:	N° Plantillas	Grupo	Fecha:	N° Plantillas	Grupo
Mes 1		5/semana (Mín)	1		5/semana (Mín)	1
		5/semana (Mín)	2		5/semana (Mín)	2
		5/semana (Mín)	3		5/semana (Mín)	3
		5/semana (Mín)	4		5/semana (Mín)	4
Mes 2						
Mes 3						
Mes 4						
Mes 5						
Mes 6						
Mes 7						
Mes 8						

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO AA. Control de calidad para el ingreso de bobinas a sellado

Cotrol de ingreso de bobinas		
Id	Control de ingreso de material con defectos	Si
1	¿Las bobinas que están ingresando al área de sellado presentan dimensionamiento fuera de tolerancia?	
2	¿Las bobinas que están ingresando al área de sellado presentan contaminación?	
3	¿Las bobinas que están ingresando al área de sellado presentan cierre débil en la parte interna ?	
1	Observaciones	
2		
3		

Dimension	Tolerancias	
	En SI	En sistema ingles
	mm	Pulg.
ancho	5 , -5	+0,2 , -0,2
largo	5, -5	+0,2 , 0,2
espesor	+0,005 , - 0,005	+ 0,2 mills , - 0,2mills
Largo del labio	15 mm +8,-0 mm	3/5 “ +1/5” , -0 “

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO BB. Medición de pequeñas pérdidas de película de polietileno entre cambio de bobinas.

Mediciones previas de pequeñas pérdidas por corte de película de polietileno entre cambio de bobinas							
Longitud (m)	6,4	7,5	4,7	10,2	5,7	6,5	6,7
	6,5	6,5	6,7	5,6	5,4	4,4	5,4
	7,6	6,4	6,6	7,9	4,4	6,7	Promedio
							6,39

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO CC. Tarjeta de Mejoras Enfocadas: Evento kai-zen Plantilla de Teflón y Cambio de Bobinas

Tarjeta Mejora Enfocada		
Área o Grupo de trabajo: Sellado	Máquina: 5	Fecha: 4 de marzo 2019
Realizado por: Leonardo Yanez		
Objetivo: Identificar oportunidades de mejoras a pérdidas en el proceso		
<p>Oportunidad de mejora: Reducción de paradas operativas por cambio de teflón en cuchilla; Reducción de paradas operativas por cambio de bobinas; Reducción de consumo de teflón; Eliminación de pequeña pérdida de película de polietileno por cambio de bobina.</p>		
<p>Acciones: Diseño, preparación y ajuste de plantilla de teflón; Medición de consumo de teflón; Estandarizar procedimiento. Preparación y ajustes de cambio de bobinas; Sellado de película al final del desbobinado; estandarizar procedimiento. Capacitación.</p>		
Equipo de Mejora	Responsabilidad	Observaciones:
Isabel Romero	Preparación de plantilla, recepción de empaques y Cambio de bobinas (Pista 1)	
Iris Golindrano	Recepción de empaques y Cambio de bobinas (Pista 2)	
Elías Vásquez	Traslado de bobinas, entrega de materiales y supervisión de la operación	
Ricardo Durán	Ajuste de plantilla en pista 1, ajuste de cintas en pista 2 y ajustes de parámetros	
Jenny Sanabria	Inspección Defectos de sellado	
Leonardo Yanez	facilitar y analizar el evento	

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO DD. *Parámetros a tomar en cuenta para el sellado lateral.*

Tiempo de incidencia en la película

El tiempo de incidencia en la película es el tiempo durante el cual la herramienta de sellado (cuchilla selladora) ejercita su efecto sobre las partes a ser selladas. La unidad de medida de este parámetro (ts) es el segundo (s) y dependerá del espesor de la película.

Cuanto más tiempo esté la cuchilla en contacto con la película, mayor será la penetración de calor hacia la capa sellante y más probabilidad habrá de obtener un buen sello. Si la velocidad de la línea aumenta significativamente (el tiempo de incidencia en la película se reduce), con frecuencia, el ajuste de temperatura también se debe elevar para alcanzar la temperatura de inicio de sellado requerida.

Por este motivo, una temperatura de inicio de sellado más baja facilita trabajar la película a mayores velocidades. Por el contrario, una disminución significativa de la velocidad de la línea puede generar problemas si los ajustes de temperatura no se reducen y la cuchilla se calienta demasiado. De hecho, esta es una de las causas de malos sellos que se ignora con mayor frecuencia.

Distancia Leva de cuchilla caliente

Es importante que la distancia entre la leva de la cuchilla caliente y el seguidor de leva sea correcta. Una distancia muy grande produce un efecto de golpes y ensancha y acampana el filo de la leva, mientras que una distancia muy pequeña produce sellos débiles y malos.

El ajuste correcto debe dejar un espacio libre cuando la barra selladora se encuentra en su posición inferior, dicho espacio libre ser:

$$0,015'' \geq \text{Espacio libre} \geq 0,010''$$

Temperatura de sellado

La temperatura de sellado es proporcionada al transformar la energía eléctrica en energía calorífica por medio de una termo-cupla. El calor es requerido para calentar las herramientas de sellado (pistón o cabeza selladora). La energía eléctrica consumida por la unidad es medida en kiloWatt-hora (Kwh) y la temperatura (Ts) en grados centígrados.

El uso de una temperatura incorrecta puede afectar la resistencia y la integridad del sello. El uso de calor excesivo puede producir un termo-sellado deficiente y la deformación, el quiebre o el derretimiento de la película. El uso de calor inadecuado puede dar como resultado empaques abiertos, canales de fuga o sellos que no son lo suficientemente resistentes como para contener el producto.

Las temperaturas de sellado para las bolsas de espesor más delgado deben mantenerse tan bajas como sea posible, a fin de obtener un sellado con mejor apariencia. Si se observa una acumulación de polietileno en la cuchilla de sellar, debe aumentarse la temperatura hasta que desaparezca esa acumulación (Se debe esperar hasta que no haya excedente). La temperatura de aplicación de sellado deberá oscilar entre los 700°F y los 500°F.

$$700^{\circ}F \geq \textit{Temperatura de sellado} \geq 500^{\circ}F$$

Al llegar a sobrepasar los 700°F el sellado deformará la bolsa de polietileno, ya que no permite que la barra de sellar ejerza suficiente presión a fin de obtener un sellado resistente. De ocurrir esto, debe reducirse la velocidad de la máquina hasta lograr la resistencia del sellado deseada.

Fuente: Resumen extraído sobre el sellado lateral del manual de operación de la termo-selladora SCHJELDAHL.

ANEXO EE. Análisis Por qué- Por qué Velocidad Reducida

 ANÁLISIS "POR QUÉ - POR QUÉ"	
Máquina: Termo-selladoras GT.SCHJELDAHL	
Área: Sellado	Persona que genera no conformidad:
Análisis N°: 1	Nombre: Leonardo Yanez
Fecha: Abril 2019	Puesto: Ingeniero de procesos
Descripción de la No Conformidad: Velocidad de sellado inferior a la nominal de 55 Golpes por minuto; Por inspecciones realizadas, las máquinas termo-selladoras trabajan hasta en 34 GPM, lo que estaría ocasionando pérdidas productivas.	
1^{er}- ¿Por qué?	El ajuste de velocidad es subjetivo
2^o- ¿Por qué?	La velocidad sólo es ajustada y monitoreada por el ajustador mecánico
3^{er}- ¿Por qué?	Es la única persona que sabe realizar esta actividad por parte de producción
4^o- ¿Por qué?	La velocidad depende de otros parámetros (temperatura y tiempo de incidencia de la cuchilla caliente) y el ajustador es el único con la experiencia y pericia para realizar estos ajustes
5^o- ¿Por qué?	No existe un procedimiento establecido en el que converjan los parámetros de operación para el mejoramiento de la velocidad de las máquinas
Plan de acción	Elaborar un procedimiento de ajustes de parámetros que logre llevar la velocidad de operación a la velocidad nominal de 55 GPM

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO FF. Procedimiento de ajustes de parámetros y mejora de la velocidad.

Responsable	Actividad
Ajustador mecánico / Líder de equipo	1. Dejar el parámetro de velocidad constante; comenzar fijándolo en el valor mínimo (55 GPM) e ir incrementando la velocidad dependiendo el funcionamiento observado de la máquina.
Ajustador mecánico	2. Trabajar en la posición de la leva que el ajustador proponga según su experiencia de ajustes
Ajustador mecánico / Líder de equipo	3. Variar la temperatura hasta observar y verificar un producto con el estándar requerido.
Ajustador mecánico	4. Cambiar de posición la leva si el resultado obtenido es deficiente o se puede mejorar, de manera de variar el tiempo de incidencia de la cuchilla siguiendo la siguiente lógica: a. Leva 5 → Menor tiempo de incidencia de la cuchilla b. Leva 0 → Mayor tiempo de incidencia de la cuchilla En función de esta lógica el líder de la prueba decidirá incrementar el tiempo de incidencia o disminuirlo según sea el caso dejando la velocidad constante y variará la temperatura hasta obtener el producto deseado
Ajustador mecánico	5. Si el resultado obtenido sigue siendo deficiente o se puede mejorar repetir el paso 4 hasta obtener los mejores parámetros que garanticen el mejor producto.
Inspectora de calidad	6. Al obtener el mejor producto se tomarán muestras a diferentes temperaturas; el número de muestras dependerá de la fluctuación de la temperatura que tenga cada máquina. Queda de parte del líder del equipo dar las indicaciones pertinentes al equipo de calidad para la toma de las muestras debidas.
Líder de equipo	7. transferir los valores obtenidos de cada una de las pruebas a una tabla, proporcionando las posibles combinaciones de valores con un número de identificación ascendente por cada prueba

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO GG. FASE I: Ajustes de parámetros del producto y velocidad requerida

Nº Id. Prueba	Velocidad (GPM)	Temperatura °C (Ajuste / Fluctuación)						
		Tiempo incidencia>			>Tiempo incidencia			
		Leva 0	Leva 1	Leva 2	Leva 3	Leva 4	Leva 5	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								Máquina
32								_Pista
33								
34								Material
		Registro de parámetros obtenidos						
Parámetro		1	2	3	4	5	6	Producto
Velocidad (GPM)								
Temperatura (°C)								Espesor
Posición Leva								

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO JJ. Hoja de parámetros de operación.

Hoja de control de parámetros	Área	Sellado
	Máquina nº	
	Marca	GT.SCHJELDAHL
	Departamento	Operaciones
	Fecha	

MÁQUINA 5: (GT.SCHJELDAHL)	
Material	
Producto	
Espesor	
PARÁMETROS 1	
Velocidad de Sellado	
Temperatura de Sellado	
Posición de Leva de Cuchilla Selladora	
PARÁMETROS 2	
Velocidad de Sellado	
Temperatura de Sellado	
Posición de Leva de Cuchilla Selladora	
PARÁMETROS 3	
Velocidad de Sellado	
Temperatura de Sellado	
Posición de Leva de Cuchilla Selladora	

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
Elaborado por:			
Revisado por: Ajustador de Sellado			
Revisado por: Supervisor de Sellado			
Aprobado por: Gerente de Planta			
Aprobado por: Jefe de Mantenimiento			

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO KK. Prueba piloto: FASE I de mejoramiento de la eficiencia y aseguramiento de la calidad

Nº Id. Prueba	Velocidad (GPM)	Temperatura °C (Ajuste / Fluctuación)						
		Tiempo incidencia>			>Tiempo incidencia			
		Leva 0	Leva 1	Leva 2	Leva 3	Leva 4	Leva 5	
1	55			300				
2	55			305				
3	59			305				
4	59			320/318				
5	59			320/313				
6	59			320/318				
7	59			320/314				
8	65			320/314				
9	65			320/308				
10	65			320/315				
11	65			320/316				
12	60			320/318				
13	60				320/317			
14	60				320/312			
15	55				320/320			
16	55				320/310			
17	55				325/321			
18	55				325/312			
19	55				330/319			
20	55					330/316		
21	55					330/321		
22	55					325/319		
23	55					325/308		
24	55					325/314		
25	55					325/318		
26	55					325/320		
27	60					330/319		
28	60					330/321		
29	60					330/324		
30	60					330/315		
31	65					335/328	Máquina	
32	65					335/331	_ Pista	
33	65					335/328	6_1	
34	65					335/324	Material	
		Registro de parámetros obtenidos						LDPE 422
Parámetro		1	2	3	4	5	6	Producto
Velocidad (GPM)		59	60	65	55	60		6"x6"
Temperatura (°C)		320	320	320	325	330		Espesor
Posición Leva		2	3	3	4	4		60 mic

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO LL. Prueba piloto: FASE II de mejoramiento de la eficiencia y aseguramiento de la calidad

Prueba: N° 4										N° bolsas inspeccionadas:	
Fecha:										340	
Inspector de Calidad: Jenny Sanabria Supervisado por Leronardo Yanez											
N° ID	Apariencia del sellado ¿Presenta dentaciones o contaminación el empaque?		Hermeticidad del sellado ¿Presenta micro agujeros?		Resistencia del sellado ¿Presenta cierre débil en la parte interna?		Dimensionamiento fuera de tolerancias		Estado del producto		
	Buena	Mala	Si	No	Débil	Fuerte	Si	No	Conforme	No conforme	
1	x			x		x		x	x		
2	x			x		x		x	x		
3	x			x		x		x	x		
4		x								x	
5	x			x		x		x	x		
6	x			x		x		x	x		
7	x			x		x		x	x		
8	x			x		x		x	x		
9	x		x							x	
10	x		x							x	
11	x		x							x	
12	x			x		x		x	x		
13	x		x			x		x		x	
14	x		x							x	
15	x			x		x		x	x		
16	x			x		x		x	x		
17	x			x		x		x	x		
18	x			x		x		x	x		
19	x		x			x		x	x	x	
20	x			x		x		x	xx		
21	x			x		x		x	xx		
22	x			x		x		x	xx		
23	x			x		x		x	xx		
24	x			x		x		x	xx		
25	x			x		x		x	xx		
26	x			x		x		x	xx		
27	x			x		x		x	xx		
28	x	x		x		x		x	x		
29	x					x		x	xx		
30	x			x		x		x	x		
31	x		x			x		x		x	
32	xx		x			x		x		x	
33	xx		x			x		x		x	
34	xx		x			x		x		x	

Fuente. Autor, 2019.

ANEXO MM. Prueba piloto: FASE III de mejoramiento de la eficiencia y aseguramiento de la calidad

Identificación de Prueba			Desperdicio (Kg)						
			Maquinaria / Método		Defectos				
Fecha	Nº Id	Combinación (GPM/°C/Leva)	Arranque	Operación	Sellado débil	Miro huecos	Quemaduras/ Dentaciones	Ancho fuera de tolerancia	Total desperdicio
	4.1	6-1 / 55 / 325 / 4	0,8	2,3	0,0	0,8	0,1	0,0	4,0
	4.2	6-1 / 65 / 335 / 4	0,4	2,6	0,1	1,5	0,2	0,0	4,8

Fuente: Autor, 2019.

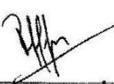
ANEXO NN. Hoja de parámetros resultado de la prueba 6"x6" en la máquina 6, pista 1.



<i>Hoja de control de parámetros</i>	Área	Sellado
	Máquina n°	6
	Marca	GT.SCHJELDAHL
	Departamento	Operaciones
	Fecha	06/11/2018

MÁQUINA 6:(GT.SCHJELDAHL)	
Material	LDPE 422C
Producto	6" x 6"
Espesor	60 Mic
PARÁMETROS 1	
Velocidad de Sellado	55 GPM
Temperatura de Sellado	325°C
Posición de Leva de Cuchilla Selladora	4
PARÁMETROS 2	
Velocidad de Sellado	65 GPM
Temperatura de Sellado	335°C
Posición de Leva de Cuchilla Selladora	4
PARÁMETROS 3	
Velocidad de Sellado	
Temperatura de Sellado	
Posición de Leva de Cuchilla Selladora	

CPS-M6 (Versión 1)6"x6"

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
Elaborado por: Ingeniero Industrial	Leonardo Yanez		06/11/2018
Revisado por: Ajustador de Sellado	Ricardo Durán		06/11/2018
Revisado por: Supervisor de Sellado	Eliás Vasquez		06/11/2018
Aprobado por: Gerente de Planta	Raúl Guzmán		06/11/2018
Aprobado por: Jefe de Mantenimiento	José Antonio Benavides		06/11/2018

CPS-M6 (Versión 1) 6"x6"

Fuente: Autor, 2019

ANEXO 00. Matriz de desarrollo de habilidades.

Matriz de desarrollo de habilidades o conocimientos												
Área o Grupo de trabajo:				Máquina:				Fecha:				
Objetivo: Evaluar a cada trabajador el desarrollo de las habilidades en función de los criterios que a continuación se presentan												
Criterios	Desconocimiento total			Principios básico			Realiza actividad con apoyo			Realiza la actividad		Puede enseñar
Nivel adquirido de conocimiento o	Sin conocimientos o habilidad: SH			Con conocimientos o habilidad: CH						Habilidad desarrollada: HD		
Tipo de habilidad	1.			2.			3.			4.		
Trabajador	SH	CH	HD	SH	CH	HD	SH	CH	HD	SH	CH	HD

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO PP. Diagrama de flujo de procesos propuestas.

Ubicación: Minigrip ZIPPAK Venezuela		Minigrip / ZIPPAK South America						
Actividad: Proceso de sellado de bolsas 7"x6" transparentes con cierre incorporado		Método: Presente / Propuesto						
Fecha: Mayo de 2019		Tipo: Trabajador / Material / Máquina						
Operador: Isabel Romero		Información de pista (1 turno):						
Máquina: N°5 GT.SCHJELDAHL		Vel: 60 GPM → Capacidad: 14.280 bolsas (simple)						
Descripción de los eventos		Símbolo					T(min)	Mano de obra
1	Recepción, verificación y registro de control de ingreso de bobinas en zona de espera	○	→	D	■	▽	6,37	Sup.
2	Traslado de bobinas a máquina	○	→	D	■	▽	2,11	Sup.
3	Encender selladora automática para el pre-calentamiento	○	→	D	■	▽	0,51	Sup/Op.A
4	Desbobinado y tensionado de la película de polietileno en rodillos de arrastre	○	→	D	■	▽	1,55	Sup/Op.A
5	Canalización de la película de polietileno por guías	○	→	D	■	▽	3,22	Sup/Op.A
6	Verificar en orden de producción medida de ancho a sellar	○	→	D	■	▽	0,22	Sup/Ajus
7	Ajuste de ancho a sellar en sistema de levas, temperatura y velocidad de sellado	●	→	D	■	▽	6,22	Ajus.
8	Fija plantilla de teflón termo-resistente en cuchilla caliente según producto a sellar (bobina doble o simple)	●	→	D	■	▽	4,70	Ajus.
9	Verificación de ancho, apariencia y hermeticidad del empaque	○	→	D	■	▽	0,47	Op.A/Ajus
10	Repetir 7 hasta lograr el empaque deseado	●	→	D	■	▽	6,22	Op.A/Ajus
11	Sellado de película de polietileno (unidad de producción 100 bolsas a razón de 34/min)	●	→	D	■	▽	1,66	Op.A
12	Verificar apariencia y hermeticidad durante el proceso; Embalar 100 bolsas	●	→	D	■	▽	0,08	Op.A
13	Embalar y depositar bolsas en cesta a un lado de la pista de sellado.	○	→	D	■	▽	0,416	Op.A
14	Cambio de bobina de polietileno con preparación previa	●	→	D	■	▽	2,11	Op.A
15	Repetir de 9-14 hasta cumplir con la orden de producción o finalizar el turno de trabajo	●	→	D	■	▽	10,96	Op.A/Ajus
16	Traslado de cestas a zona de espera	○	→	D	■	▽	2,15	Sup.
17	Traslado de cestas de zona de espera en sellado al área de empaque	○	→	D	■	▽	5,01	Op.B
Resumen:		Operaciones	Transportes	Demoras	Inspecciones	Almacenaje	Total	
Presente	Cantidades totales	7	3	3	4	1	18	
	Tiempos totales	66,7	9,27	5,28	5,179	0,4	86,84	
Propuesto	Cantidades totales	7	3	3	4	1	18	
	Tiempos totales	32	9,27	5,28	7,139	0,4	54,06	
	% Reducción	52%	0%	0%	-38%	0%	38%	

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO QQ. Determinación del costo por oportunidad.

Información mes de febrero							
Producto	Peso Unitario (Kg)	Precio/U Unitario (\$)	Entrada Bobinas de polietileno (Kg)	Promedio de peso por bobina (Kg)	Promedio de Velocidad en sellado (GPM)	Bolsas selladas	Paradas de máquinas (min)
5 ½" x 6 ½"	0,00	0,01	16.808,10	20,45	38,38	2.743.200,00	5.908,00

Pérdidas Feb-Mar 2019				Propuestas de Mejoras May 2019			
Desperdicio	Cambios y Ajustes (Min)		Velocidad reducida (GPM)	Reducción de Desperdicio (%)	Reducción de Cambios y Ajustes		Velocidad Aumentada (55 GPM)
	Teflón	Bobinas			Teflón	Bobinas	
1.754,89	3.000,00	1.650,00	38,38	0,678	0,647	0,459	0,302

Recuperado (Kg)	Aumento tiempo efectivo (min)		Aumento de la efectividad
	Teflón	Bobinas	
1.189,82	1.941,00	757,35	828.945,16

Bolsas recuperadas	Aumento de bolsas selladas		Aumento de Bolsas selladas	Total	Costo de oportunidad 1(\$)	Costo de oportunidad 1(Bss)
	Teflón	Bobinas				
393.067,53	106.755,00	41.654,25	828.945,16	1.370.421,95	7.838,81	49.290.459,48

Tiempo efectivo en operación (min)	Despilfarro del tiempo (min)		Tiempo Total (min)	Total polietileno (Kg)	Total de bobinas
	Material	Máquinas o métodos			
35.737,36	7.552,70	5.908,00	49.198,07	16.808,10	821,91

Reducción de costos por prácticas con consumos más eficientes de materiales						Costo de oportunidad 2 (\$)	Costo de oportunidad 2 (Bss)
% Reducción Plantilla Doble	Relación de consumo de la plantilla (\$/min)	Total reducción por uso de plantilla de teflón (\$)	Empaques / Bobina	Empaques recuperados Feb por cambio de bobinas	Total reducción por nuevo cambio de bobinas (\$)		
0,4381	0,001072	52,7362773	91,48	75.189,94	430,09	482,82	3.035.989,48

Costo de oportunidad1 (\$)	Costo de oportunidad 2 (\$)	Total costo de oportunidad
7.838,81	482,82	8.321,64

. Fuente: Autor, 2019.

ANEXO RR. Costos de implementación de propuestas:

Haciendo uso de la herramienta Microsoft Project, se definieron los costos asociados a la implementación de las propuestas realizadas, siendo:

Para plantillas de teflón, los costos se refieren a la fabricación de plantillas de apoyo en MDF (un total de 28 plantillas por cabezales dobles y 20 plantillas por cabezales de extrusión simples), pago por honorarios al facilitador del proyecto, materiales. En cuanto a los costos asociados tanto para la implementación del método de preparación -cambio de bobinas como a la implementación de pruebas de eficiencia y aseguramiento de la calidad se refieren a pago de materiales ya previstos en el proceso y honorarios del facilitador.

- **Costos asociados a la implementación de plantillas de teflón.**

	Comienzo	Fin
Actual	lun 08/07/19	jue 18/07/19
Previsto	NOD	NOD
Real	NOD	NOD
Variación	0d	0d

	Duración	Trabajo	Costo
Actual	8,65d	49,28h	\$184,65
Previsto	0d	0h	\$0,00
Real	0d	0h	\$0,00
Restante	8,65d	49,28h	\$184,65

Porcentaje completado:
Duración: 0% Trabajo: 0%

Cerrar

- *Costos asociados a la implementación de preparación y cambio de bobinas.*

Estadísticas del proyecto 'Implementación de método preparación y cambio de bobinas'

	Comienzo	Fin
Actual	jue 11/07/19	mié 04/09/19
Previsto	NOD	NOD
Real	NOD	NOD
Variación	0d	0d

	Duración	Trabajo	Costo
Actual	38,26d	514,08h	\$266,29
Previsto	0d	0h	\$0,00
Real	0d	0h	\$0,00
Restante	38,26d	514,08h	\$266,29

Porcentaje completado:
 Duración: 0% Trabajo: 0%

Cerrar

- *Costos asociados a la implementación de pruebas de eficiencia y aseguramiento de la calidad.*

Estadísticas del proyecto 'Implementación de aumento de velocidad y aseguramiento de c...'

	Comienzo	Fin
Actual	lun 01/07/19	lun 08/07/19
Previsto	NOD	NOD
Real	NOD	NOD
Variación	0d	0d

	Duración	Trabajo	Costo
Actual	4,66d?	51,43h	\$63,84
Previsto	0d	0h	\$0,00
Real	0d	0h	\$0,00
Restante	4,66d?	51,43h	\$63,84

Porcentaje completado:
 Duración: 0% Trabajo: 0%

Cerrar

- *Costo total de la implementación de este proyecto.*

Estadísticas del proyecto 'Implementación de Mejoras al Proceso de Sellado'

	Comienzo	Fin	
Actual	lun 01/07/19	mar 17/09/19	
Previsto	NOD	NOD	
Real	NOD	NOD	
Variación	0d	0d	

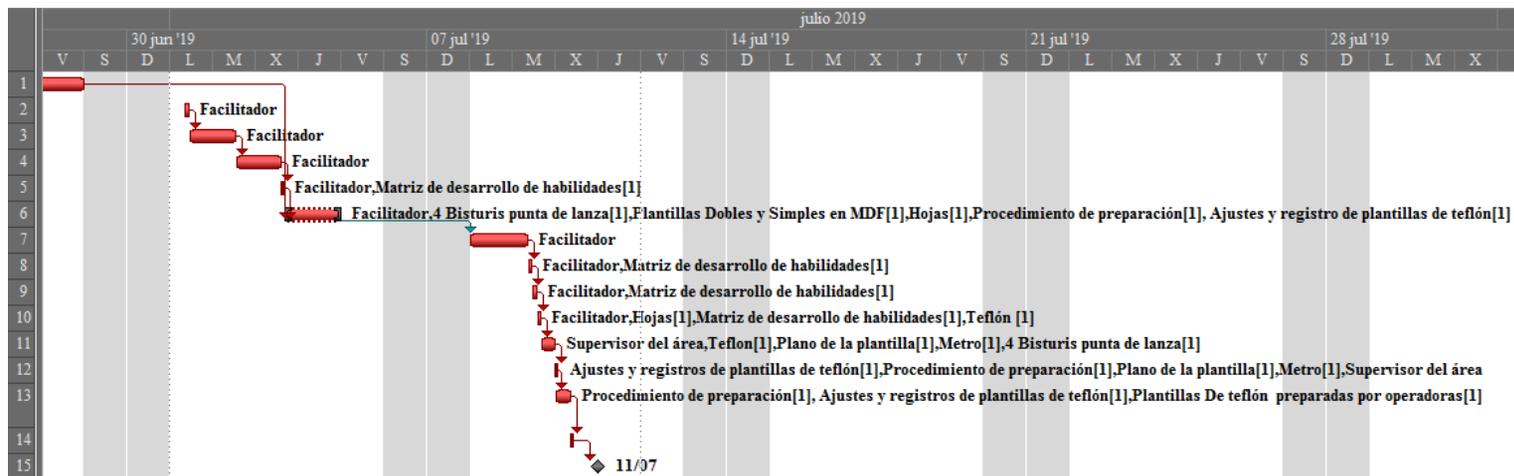
	Duración	Trabajo	Costo
Actual	54,92d?	614,8h	\$974,73
Previsto	0d	0h	\$0,00
Real	0d	0h	\$0,00
Restante	54,92d?	614,8h	\$974,73

Porcentaje completado:
 Duración: 0% Trabajo: 0%

Fuente: Autor, 2019.

ANEXO SS. Diagrama de Gantt sobre implementación de la plantilla de teflón

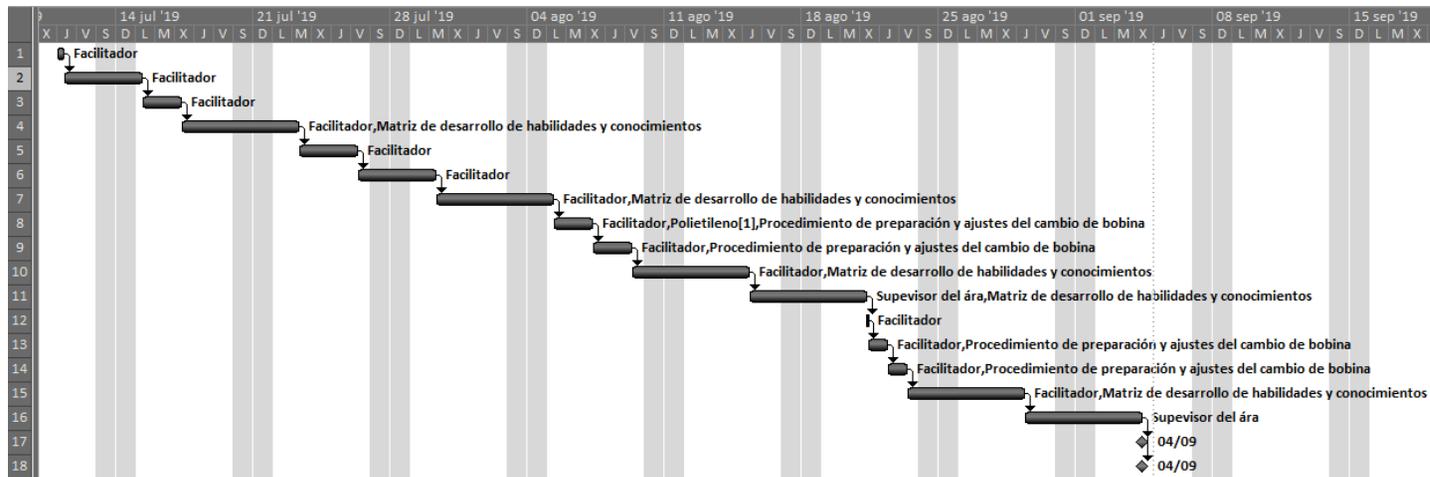
	Nombre de actividad	Duración	Comienzo	Fin	Precedencia
1	Fabricación de plantillas de apoyo en MDF	5 días	lun 24/06/19	vie 28/06/19	
2	Presentación del proyecto y Conformación de grupos (G1, G2, G3, G4, G5 y G6)	0,38 días	lun 01/07/19	lun 01/07/19	
3	Desarrollo de conocimiento: Dimensionamiento, trazado, tolerancias y lectura de plano G1, G2 y G3	1,13 días	lun 01/07/19	mar 02/07/19	2
4	Capacitación: Dimensionamiento, trazado, tolerancias y lectura de plano G2, G3 y G4	1,13 días	mar 02/07/19	mié 03/07/19	3
5	Evaluación desarrollo de conocimientos: Dimensionamiento, trazado, tolerancias y lectura de plano (G1, G2, G3, G4, G5 y G6)	0,25 días	mié 03/07/19	mié 03/07/19	4
6	Desarrollo de habilidad: Corte de teflón y uso de plantilla de MDF en hojas (G1, G2 y G3)	1,13 días	mié 03/07/19	vie 05/07/19	5,1
7	Desarrollo de habilidad: Corte de teflón y uso de plantilla de MDF en hojas (G4, G5 y G6)	1,13 días	lun 08/07/19	mar 09/07/19	6
8	1era Evaluación desarrollo de habilidad: Corte de teflón y uso de plantilla de MDF en hojas (G1, G2, G3, G4, G5 y G6)	0,25 días	mar 09/07/19	mar 09/07/19	7
9	2da Evaluación desarrollo de habilidad: Corte de teflón y uso de plantilla de MDF en hojas (G1, G2, G3, G4, G5 y G6)	0,25 días	mar 09/07/19	mar 09/07/19	8
10	3era Evaluación desarrollo de habilidad: Corte de teflón y uso de plantilla de MDF en hojas (G1, G2, G3, G4, G5 y G6)	0,25 días	mar 09/07/19	mar 09/07/19	9
11	Habilidad desarrollada. Preparar plantillas sin el facilitador (G1, G2, G3)	0,13 días	mar 09/07/19	mar 09/07/19	10
12	Habilidad desarrollada. Preparar plantillas sin el facilitador (G4, G5, G6)	0,13 días	mar 09/07/19	mar 09/07/19	11
13	Desarrollo de habilidad: Ajuste de plantilla de teflón en cuchilla caliente de la termo-selladora (Ajustador y Supervisor de sellado)	0,13 días	mié 10/07/19	mié 10/07/19	12
14	Evaluación desarrollo de conocimientos: Ajuste de plantilla de teflón en cuchilla caliente de la termo-selladora	0,13 días	mié 10/07/19	mié 10/07/19	13
15	Implementar propuesta	0 días	jue 11/07/19	jue 11/07/19	14



Fuente: Autor, 2019.

ANEXO TT. Diagrama de Gantt sobre implementación de cambio de bobinas en sellado.

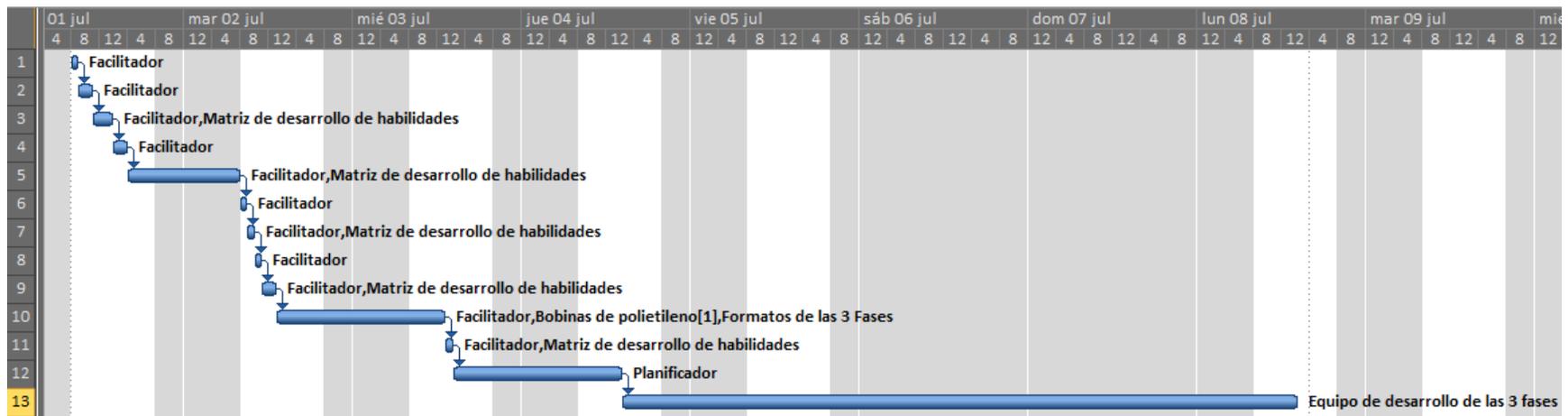
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Prede
1 Presentación del proyecto a turnos de extrusión (G1, G2, G3, G4)	0,13 días	jue 11/07/19	jue 11/07/19	
2 Desarrollo de habilidades: Cooperación y trabajo en equipo (G1, G2)	2 días	jue 11/07/19	lun 15/07/19	1
3 Desarrollo de habilidades: Cooperación y trabajo en equipo (G3, G4)	2 días	lun 15/07/19	mié 17/07/19	2
4 Evaluación y desarrollo de habilidades: Cooperación y trabajo en equipo (G1, G2, G3, G4)	4 días	mié 17/07/19	mar 23/07/19	3
5 Desarrollo de habilidades: Proceso de embobinado limpio y ordenado (G1, G3)	2 días	mar 23/07/19	vie 26/07/19	4
6 Desarrollo de habilidades: Proceso de embobinado limpio y ordenado (G3, G4)	2 días	vie 26/07/19	mar 30/07/19	5
7 Evaluación y desarrollo de habilidades: Proceso de embobinado limpio y ordenado (G1, G2, G3, G4)	4 días	mar 30/07/19	lun 05/08/19	6
8 Desarrollo de habilidades: Sincronización proceso de doblado del inicio de la bobina y el proceso de embobinado (G1, G4)	2 días	lun 05/08/19	mié 07/08/19	7
9 Desarrollo de habilidades: Sincronización proceso de doblado del inicio de la bobina y el proceso de embobinado (G2, G3)	2 días	mié 07/08/19	vie 09/08/19	8
10 Evaluación y desarrollo de habilidades: Sincronización proceso de doblado del inicio de la bobina y el proceso de embobinado (G1, G2, G3, G4)	4 días	vie 09/08/19	jue 15/08/19	9
11 Evaluación y desarrollo de habilidades: Sincronización proceso de doblado del inicio de la bobina y el proceso de embobinado (G1, G2, G3, G4)	4 días	jue 15/08/19	mié 21/08/19	10
12 Presentación del proyecto a turnos de sellado (G1, G2, G3, G4, G5 y G6)	0,13 días	mié 21/08/19	mié 21/08/19	11
13 Desarrollo de habilidades: Orden, Identificación y Preparación (G1, G2, G3)	1 día	mié 21/08/19	jue 22/08/19	12
14 Desarrollo de habilidades: Orden, Identificación y Preparación (G2, G3, G4)	1 día	jue 22/08/19	vie 23/08/19	13
15 Evaluación y desarrollo de habilidades: Orden, Identificación y Preparación (G1, G2, G3, G4)	4 días	vie 23/08/19	jue 29/08/19	14
16 Evaluación y desarrollo de habilidades: Orden, Identificación y Preparación (G1, G2, G3, G4)	4 días	jue 29/08/19	mié 04/09/19	15
17 IMPLEMENTACIÓN CON OPERARIAS CON LA HABILIDAD DESARROLLADA	0 días	mié 04/09/19	mié 04/09/19	16
18 FORMACIÓN DE OPERARIAS REZAGADAS POR OPERARIAS CON HABILIDAD DESARROLLA	0 días	mié 04/09/19	mié 04/09/19	16



Fuente: Autor, 2019.

ANEXO UU. Diagrama de Gantt sobre implementación de pruebas de eficiencia y aseguramiento de calidad.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres d	
Diagrama de Gantt	1	Presentación del proyecto con equipo desarrollador de las pruebas piloto	0,13 días	lun 01/07/19	lun 01/07/19		Facilitado
	2	Desarrollo de habilidades: Parámetros de sellado y criterios de calidad a equipo desarrollador	0,25 días	lun 01/07/19	lun 01/07/19	1	Facilitado
	3	Evaluación y desarrollo de habilidades: Parámetros de sellado y criterios de calidad a equipo desarrollador	0,25 días	lun 01/07/19	lun 01/07/19	2	Facilitado
	4	Desarrollo de habilidades: FASE I: Ajustes de parámetros (Ajustador, jefe de producción y supervisor del área)	0,25 días	lun 01/07/19	lun 01/07/19	3	Facilitado
	5	Evaluación y desarrollo de habilidades:FASE I: Ajustes de parámetros (Ajustador, jefe de producción y supervisor del área)	0,13 días	lun 01/07/19	mar 02/07/19	4	Facilitado
	6	Desarrollo de habilidades: FASE II: Parámetros y Desperdicio (Jefe de producción)	0,13 días	mar 02/07/19	mar 02/07/19	5	Facilitado
	7	Evaluación y desarrollo de habilidades: FASE II: Parámetros y Desperdicio (Jefe de producción)	0,13 días	mar 02/07/19	mar 02/07/19	6	Facilitado
	8	Desarrollo de habilidades: FASE III:Aseguramiento de la calidad (Jefe de calidad, Inpectoras)	0,13 días	mar 02/07/19	mar 02/07/19	7	Facilitado
	9	Evaluación y desarrollo de habilidades: FASE III:Aseguramiento de la calidad (Jefe de calidad, Inpectoras)	0,13 días	mar 02/07/19	mar 02/07/19	8	Facilitado
	10	Prueba con facilitador	1 día	mar 02/07/19	mié 03/07/19	9	Facilitado
	11	Evaluación de cada una de las fases y responsables	0,13 días	mié 03/07/19	mié 03/07/19	10	Facilitado
	12	Programación de pruebas de mejoramiento de la eficiencia	1 día?	mié 03/07/19	jue 04/07/19	11	Planificad
	13	Ejecución de pruebas hasta obtener todos los productos y máquinas parametrizados	1 día?	jue 04/07/19	lun 08/07/19	12	Equipo de



Fuente: Autor, 2019

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Almacenaje:** Resguardo de materias primas, piezas, partes o sub-partes.
- **Averías:** Las averías son el grupo de pérdidas más grande de entre las seis citadas. Hay dos tipos: averías de pérdida de función y averías de reducción de función. Las averías de pérdida de función suelen producirse esporádicamente (de repente) y son fáciles de detectar ya que son relativamente dramáticas: el equipo se detiene por completo. Por otra parte, las averías de función reducida permiten que el equipo siga funcionando pero a un nivel de eficacia inferior.
- **Decisión:** Determinación de qué camino debe seguir el proceso productivo
- **Defectos de calidad y repetición de trabajos:** Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado.
- **Demora:** Parada forzosa o planificada de las operaciones.
- **Exceso de inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. Un exceso de inventario requiere entre otras cosas, espacio físico en planta, Transporte, Montacargas, Sistemas de transportadores, Mano

de obra adicional; además, los productos terminados o en proceso corren riesgo de deterioro o de volverse obsoletos en el tiempo.

- **Inspección:** Verificación de cantidad y o cumplimiento con un estándar de calidad.
- **Inicio-Fin:** Comienzo o finalización del proceso de fabricación
- **Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen):** Para Seichii Nakajima (1993), el mantenimiento autónomo “es una característica única del Mantenimiento Productivo Total (MPT), que consiste en que sus operadores realicen actividades como inspección, lubricación y limpieza, adicionalmente el operador debe hacerse responsable de su propio equipo.

El Institute Japan for Plant Maintenance (IJPM), “recomienda que las compañías que deseen evitar un mantenimiento autónomo superficial adopten un enfoque de 7 pasos que incluya la maestría progresiva de las 5’s”. (Seichii Nakajima, 1993, P.78)

Los 7 pasos que describe Nakajima, son los siguientes:

1. Inspección de limpieza.
 2. Medidas defensivas
 3. Formulación de los estándares de trabajo
 4. Inspección general
 5. Inspección autónoma
 6. Estandarización
 7. Control totalmente autónomo
- **Mejoras enfocadas (*kobetsu kaisen*):** EL pilar de mejoras enfocadas busca realizar actividades kaizen con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el

proceso productivo con el objetivo de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales.

“Las mejoras orientadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos inter-funcionales compuestos por personas tales como ingenieros de producción, personal de mantenimiento, y operarios. Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se busca erradicar, que se han medido y evaluado cuidadosamente”. (*TPM en industrias de proceso*, Japan Institute of Plant Maintenance, 1992)

- **Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento que el operario realice sin generar valor agregado al producto. El operador no debe caminar demasiado, cargar demasiado peso, agacharse demasiado, tener materiales alejados, repetir movimientos, etc. Un layout de planta inadecuado genera distancias recorridas excesivas.
- **Operación:** Indica una transformación física intencional; se agrega valor a materias primas, piezas, partes o sub-partes.
- **Pérdidas de puesta en marcha:** Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores.

- **Polivalencia y desarrollo de habilidades:** Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

“La educación y el entrenamiento son inversiones en personal que rinden múltiples beneficios. Una compañía que implante el TPM debe invertir en entrenamiento que permita a los empleados gestionar apropiadamente el equipo”. (Seiichi Nakajima, 1993, P.93)

- **Preparación y ajustes:** Las pérdidas por preparación y ajustes se deben a paradas que ocurren durante el proceso de cambio de útiles. Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente.
- **Sobreproducción:** Procesar artículos en mayor cantidad que la requerida por el cliente. La sobreproducción puede ser planeada y generada por fallas de máquinas, rechazos, capacidad de máquinas, etc.
- **Sobre-procesamiento** o procesos inapropiados: Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
- **Talento Humano:** Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc. Liker y Meir, (2006)

- **Tiempo de espera:** Operarios esperando por información, partes o materiales para la producción; esperas por averías de máquinas y tiempos muertos.
- **Tiempos muertos y micro-paros:** A diferencia de las averías ordinarias, la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo. Por lo tanto, la inactividad y paradas pequeñas difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo sobre todo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea.
- **Transporte:** Mover producto terminado, en proceso o materiales induce al daño, entre menor sea es mejor, incluso cuando se recorren distancias cortas un transporte inadecuado induce al daño, entre menor sea es mejor.
- **Velocidad reducida:** Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente. La meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual.

El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo.

