



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Disminución del porcentaje de scrap en una fábrica de
fundas y rollos plásticos aplicando herramientas de mejora
alineadas a la metodología DMAIC”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Marlon René Feijóo Loayza

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de proyecto, la Msc María F. López S., al gerente propietario de la empresa quien sin dudarle me permitió ingresar a sus instalaciones, al personal de la empresa y especialmente a mi familia por tener la paciencia necesaria por el tiempo invertido para este proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo realizado con esfuerzo por varios meses, está dedicado a mi hija "Gigi", mi esposa, mis padres y familiares que me apoyaron.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ángel Ramírez M., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

María López S., M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO

María Retamales G., M.Sc.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Marlon René Feijóo Loayza

RESUMEN

El presente proyecto consistió en un estudio para la reducción del porcentaje de scrap (desperdicio) en el área de extrusión mediante la aplicación de herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC. El término DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) se refiere a una metodología para la mejora continua.

La empresa objeto de este estudio es una fábrica de extrusión y conversión de productos de polietileno de alta y baja densidad, que se dedica a la producción de fundas, láminas y rollos plásticos de diferentes dimensiones y espesores con material virgen y reciclado para el mercado nacional.

Para obtener el producto terminado o semielaborado, en su primera etapa requiere de la extrusión del polietileno lo cual genera grandes cantidades de scrap en condiciones no controladas. Además, la etapa de extrusión es muy crítica puesto que todas las demás líneas dependen de que su producto esté bajo especificaciones. El objetivo del proyecto fue disminuir el porcentaje promedio de scrap generado en el área de extrusión de 4.85 % a 4.02 %, mediante el análisis de las causas raíz que lo generan y la implementación de mejoras para su eliminación o reducción.

Para la primera fase de Definición se identificó el problema mediante las respuestas a las preguntas Que, Donde, Cuando, Que tanto y Como lo sé; en este primer paso se incluyó un enunciado específico del problema a solucionar y se formó el equipo de trabajo. En la fase de Medición se realizó un plan de recolección de datos de la variable de interés % scrap haciendo modificaciones al reporte de extrusión para especificar los tipos de desperdicios, se realizó la estratificación, declaración del problema enfocado y se determinó la capacidad del proceso. En la fase de Análisis se encontró las causas potenciales que posteriormente se las verificó para llegar a las causas raíz con la aplicación de la herramienta de los 5 por qué. Para la fase de Mejora se plantearon varias soluciones que posteriormente fueron priorizadas de acuerdo a criterios específicos para finalmente ser implementadas. Por último, en la fase de Control se diseñaron métodos y herramientas para que todas las mejoras se mantengan en el tiempo.

Con la implementación de las mejoras se logró reducir el porcentaje de scrap promedio en el área de extrusión de 4.85 % a 2.25 %, rebasando por mucho el objetivo que era de 4.02 %.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL	II
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificación de la metodología	3
1.4 Alcance del proyecto	3
1.5 Restricciones	3
1.6 Marco teórico.....	4
1.6.1 Seis Sigma	4
1.6.2 Mejora Continua	4
1.6.3 Metodología DMAIC	5
1.6.4 Matriz de priorización de causas.....	5
1.6.5 Los 5 ¿Por qué?.....	6
1.6.6 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)	6
1.6.7 Gráfica de Pareto	6
1.6.8 SIPOC	6
1.6.9 Project Charter	7
1.6.10 Matriz esfuerzo versus impacto	7
1.6.11 Cartas de control	7
1.6.12 Capacidad del proceso	8
CAPÍTULO 2	
2. METODOLOGÍA.....	9
2.1 Definir.....	9
2.1.1 Situación actual	9
2.1.2 Levantamiento de información.....	12
2.1.3 SIPOC	13

2.1.4	Declaración del problema	13
2.1.5	Variable de medición	14
2.1.6	Equipo de trabajo	15
2.1.7	Project Charter	15
2.2	Medir	16
2.2.1	Plan de recolección de datos.....	16
2.2.2	Estratificación	18
2.2.3	Declaración del problema enfocado.....	19
2.2.4	Flujo del proceso de extrusión	21
2.2.5	Confiabilidad de los datos.....	22
2.2.6	Análisis de capacidad actual del proceso	23
2.3	Analizar	27
2.3.1	Causas potenciales	27
2.3.2	Matriz de causa y efecto.....	28
2.3.3	Plan de verificación de causas	30
2.3.4	Determinación de causas raíz, los 5 ¿por qué?	34
2.4	Mejorar	35
2.4.1	Acciones para las causas raíz	36
2.4.2	Priorización de las soluciones.....	36
2.4.3	Implementación de las soluciones	39
1)	Estandarizar el procedimiento de cambio de medida.....	39
a)	Eliminación de actividades NAV innecesarias.....	39
b)	Disminución del tiempo de calibración del molde.....	40
c)	Tiempo de mezcla de las resinas.....	41
d)	Mejora en la colocación de los fuelleros	41
e)	Aprovechar el tiempo de limpieza de la extrusora.....	43
2)	Implementar un protocolo interno de calidad para extrusión	45
2.4.4	Resultados	46
2.4.5	Análisis de la capacidad del proceso después de las mejoras.....	47
2.5	Control.....	52
2.5.1	Mecanismos de control.....	52
2.5.2	Planes de acción	53
CAPÍTULO 3		
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
3.1	Conclusiones.....	53

3.2	Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
A/D	Alta densidad
B/D	Baja densidad
PT	Producto terminado
MP	Materia prima
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Output, Customers
SMART	Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-Bound
KPI	Key Performance Indicators
AV	Actividad que agrega valor
NAV	Actividad que no agrega valor
OT	Orden de trabajo
OP	Orden de producción

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramos
Mm	Milímetros
%	Porcentaje
Ppk	Índice de potencia del proceso
PPM	Partes por millón
Plg	Pulgadas

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Scrap en bodega.....	2
Figura 1.2 Herramientas DMAIC	5
Figura 1.3 SIPOC	7
Figura 2.1 Porcentaje de scrap de un año	10
Figura 2.2 Kilogramos de scrap de un año.....	10
Figura 2.3 Costo de reproceso de scrap en un año	11
Figura 2.4 Costo real de scrap en un año	12
Figura 2.5 Macro Proceso de la empresa	12
Figura 2.6 Diagrama SIPOC	13
Figura 2.7 Declaración del problema general.....	14
Figura 2.8 Project Charter.....	16
Figura 2.9 Plan de recolección de datos	17
Figura 2.10 Diagrama de Pareto del porcentaje de scrap en extrusión y sellado	18
Figura 2.11 Gráfica de Pareto por tipo de scrap en el área de extrusión.....	18
Figura 2.12 Porcentaje de scrap en extrusión	19
Figura 2.13 Declaración del problema enfocado	20
Figura 2.14 Flujo de proceso del área de extrusión	21
Figura 2.15 Prueba t de dos muestras para el registro de scrap	22
Figura 2.16 Gráficas de probabilidad para el porcentaje de scrap	24
Figura 2.17 Gráficas de probabilidad para transformada Jhonson	25
Figura 2.18 Gráficas de control para datos individuales.....	25
Figura 2.19 Capacidad del proceso de extrusión	26
Figura 2.20 Diagrama de Ishikawa para scrap por PTD.....	27
Figura 2.21 Diagrama de Ishikawa para alto scrap por cambio de medida	28
Figura 2.22 Gráfica de dispersión tiempo de cambio vs % scrap	32
Figura 2.23 Gráfica de cajas de medias de cortes	34
Figura 2.24 Matriz de priorización de soluciones, causa raíz 1	37
Figura 2.25 Matriz de priorización de soluciones, causa raíz 2	38
Figura 2.26 Herramientas organizadas	39
Figura 2.27 Calibradores de molde.....	40
Figura 2.28 Cambio de tornillos de calibración.....	41
Figura 2.29 Instalación de fuelleros	42
Figura 2.30 Fuelleros y fuelle.....	42
Figura 2.31 OTIDA luego de las mejoras	44
Figura 2.32 Charlas de estandarización del cambio de medida	45
Figura 2.33 Charlas de control de calidad en extrusión.....	46
Figura 2.34 % Scrap antes y después de las mejoras.....	47
Figura 2.35 Verificación de datos normales	47
Figura 2.36 Gráfica de control despues de mejoras	48
Figura 2.37 Capacidad del proceso después de mejoras.....	50
Figura 2.38 Configuración de hipótesis en Minitab.....	51
Figura 2.39 Resultados prueba t pareada	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Reducción del scrap.....	14
Tabla 2 Equipo de trabajo.....	15
Tabla 3 Reducción del scrap enfocado	20
Tabla 4 Nivel de afectación.....	29
Tabla 5 Tabla Causa y Efecto.....	30
Tabla 6 Verificación de causas	31
Tabla 7 Número de cortes por producción	33
Tabla 8 Análisis de las causas raíces	35
Tabla 9 Soluciones propuestas para causas raíz	36
Tabla 10 Evaluación de soluciones, causa raíz 1	37
Tabla 11 Evaluación de soluciones, causa raíz 2.....	38
Tabla 12 Tiempos del cambio de medida.....	43
Tabla 13 Capacidad antes y después de mejoras.....	49
Tabla 14 Mecanismos de control	53

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La fábrica objeto de este estudio, localizada en la ciudad de Guayaquil es una organización que produce fundas y rollos plásticos de alta y baja densidad con material virgen y reciclado para el mercado nacional. Tiene dos áreas de producción; extrusión (extrusora 1 y extrusora 2) y sellado (selladora 850 y selladora 1100). Posee una bodega en la cual se almacena materia prima y producto terminado.

Ambas extrusoras son de procedencia China y poseen las mismas características de producción de 500 kg por cada turno de 12 horas aproximadamente. Existen dos selladoras de procedencia española, la 850 con la cual se pueden fabricar fundas de hasta 800 mm y la selladora 1100 que puede fabricar fundas de máximo 1050 mm.

Respecto al personal hay un sellador por cada máquina que laboran en un solo turno de 12 horas y en el área de extrusión hay un operador para las dos extrusoras en el día y otro en la noche, cada uno con jornada de 12 horas. También existe una persona de ventas y otra que se encarga de organizar y controlar la producción haciendo el rol de Jefe de Producción. El gerente propietario también se encarga de ventas, planificación, producción y la distribución.

Actualmente la organización fabrica 103 tipos de fundas y existen clientes que únicamente requieren el rollo plástico, de los cuales se tiene 51 diferentes tipos de rollos de acuerdo a la medida y materia prima. En total la fábrica produce 154 productos, todos estos productos se encuentran dentro de 30 familias de fundas y rollos. Ver anexo A.

El producto estrella es la funda de alta densidad natural con fuelle que en su mayoría se las utiliza en empacadoras de camarón o pescado que representa el 23.98 % de las ventas totales y se fabrican en diferentes medidas según el cliente, por ejemplo, 13FL3x11 (13 pulgadas de ancho, FL3 fuelle lateral de 3 pulgadas por lado, 11 pulgadas de largo).

1.1 Planteamiento del problema

La gerencia de la empresa estaba preocupada por los altos volúmenes de scrap, por el cual paga para el reproceso en otra planta y retorna como materia prima peletizada para su reutilización.

El problema se definió de la siguiente manera: Alto porcentaje de scrap en la fábrica desde agosto del 2019 hasta agosto del 2020. El porcentaje de

scrap promedio durante dicho periodo fue de 7.25 % y existen ocasiones que el scrap fue del 4.97 %.

La figura 1.1 muestra la acumulación de scrap generado durante el mes de agosto del 2020.



FIGURA 1.1 SCRAP EN BODEGA

Fuente: Elaboración propia

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Reducir el porcentaje de scrap a por lo menos 6.11 % a través de la aplicación de herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC en la fábrica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores más importantes que influyen en la generación de scrap mediante una investigación primaria y aplicación de técnicas exploratorias.
- Analizar los datos recolectados para encontrar las causas raíz de los problemas empleando herramientas tales como el diagrama causa-efecto y los 5 por qué.
- Eliminar las causas raíz de los problemas mediante la implementación de propuestas de mejora o prototipos.
- Establecer controles con la finalidad de mantener las mejoras implementadas, garantizando la reducción del scrap en las áreas.

1.3 Justificación de la metodología

La implementación de herramientas alineadas a la metodología DMAIC se aplicó en este proyecto porque existía la necesidad de reducir el scrap generado en la fábrica. Una vez enfocado en un área específica y demostrado la validez de la metodología, esta puede ser replicada en otras áreas de la organización para continuar disminuyendo el scrap.

En un trabajo de titulación se aplicó esta metodología en una fábrica de fundas plásticas enfocándose en el área de extrusión para reducir el scrap, como resultados se tuvo la disminución en 45.04 % de scrap lo cual representó un ahorro para la fábrica de \$9,258.42, quedando demostrado que la aplicación de la metodología en este tipo de industrias y para este tipo de problemas es muy eficiente (Pesantes & López, 2017).

1.4 Alcance del proyecto

El presente proyecto está enfocado en encontrar las causas raíz de los principales problemas que generan alto porcentaje de scrap, para luego buscar soluciones adecuadas y finalmente implementar mejoras realizando de manera paralela un control del parámetro antes mencionado, desde la emisión de la orden de extrusión hasta la producción del producto terminado, sean estos rollos plásticos o fundas plásticas.

1.5 Restricciones

- Durante la realización del proyecto había dos turnos en el área de extrusión, cada uno de 12 horas y cada operador trabajaba sin ayudante. Esto ponía a la fábrica bajo dependencia de los operadores de extrusión puesto que si uno de ellos faltaba entonces la producción en extrusión obligatoriamente tenía que parar, afectando en la obtención de datos para el proyecto.
- Otra restricción es que en el área de sellado solamente se trabajaba un turno desde las 7:00 hasta las 19:00 con horas de sobretiempo, esto limitaba la toma de datos durante las 24 horas.
- El espacio en la fábrica es otra restricción ya que no había espacio ocioso en caso de requerir instalar algún equipo grande puesto que el galpón era pequeño.
- También se tiene la restricción económica puesto que durante la ejecución de este proyecto la organización no se encontraba pasando por una buena situación económica debido a la pandemia del COVID-19.
- Finalmente, se tiene la restricción de parte del personal en general porque nunca antes se había implementado ningún tipo de metodología para la mejora continua, por ende, no existía esta cultura en la organización.

1.6 Marco teórico

A continuación, se explica cada uno de los conceptos que se requiere aplicar para alcanzar los objetivos planteados.

1.6.1 Seis Sigma

Sigma es la letra del alfabeto griego que representa la desviación estándar, es decir indica la variabilidad del proceso y qué tan capaz es este. Seis Sigma es una visión, una filosofía, es un método estándar para la solución de problemas cuyos beneficios son: reducción de desperdicios, menores costos, tiempos de ciclos más cortos, procesos predecibles, mayor satisfacción al cliente, enfoque en la calidad, cliente y hacer bien las cosas, estandarización de soluciones de problemas, lenguaje común y memoria organizacional y cultural. Las herramientas de seis sigma se aplican dentro de una estructura simple de mejora de desempeño conocida como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar, por sus siglas en inglés) la cual es la médula espinal de seis sigma (Yang y El-Haik, 2003).

1.6.2 Mejora Continua

Para mantener una mejora continua en una organización, es vital medir y registrar todos los diferentes procesos o servicios que en ella se dan, puesto que sin datos una organización no puede diagnosticar problemas y peor aún mejorar sus procesos. La mejora continua debe permanecer enraizada y ser parte de la cultura de las organizaciones buscando siempre la perfección. Las herramientas implementadas para la mejora continua en este proyecto son:

- Herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC
- Matriz de priorización de causas
- Los 5 ¿Por qué?
- Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)
- Gráfica de Pareto
- SIPOC
- Project Charter
- Matriz esfuerzo versus impacto
- Cartas de control
- Capacidad del proceso
- Estandarización de procesos
- Estadística inferencial

1.6.3 Metodología DMAIC

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo utilizando herramientas alineadas a la metodología DMAIC. A continuación, se detalla cada una de las cinco fases de DMAIC.

La primera fase de Definición identifica el problema mediante las respuestas a las preguntas Que, Donde, Cuando, Que tanto y Como lo sé; en este primer paso se incluye un enunciado específico del problema a solucionar. Las fases de Medición y Análisis brindan las facilidades para identificar las áreas de trabajo donde se generan mayor cantidad de scrap y encontrar la causa raíz del problema enfocado, para lo cual se realiza un plan de recolección de datos y se filtran las posibles causas que realmente afectan el problema. En la parte de Mejora y Control se aplican las soluciones definitivas a los problemas y el seguimiento constante de los resultados para mantenerlos en el tiempo. En la figura 1.2 se muestra un diagrama con las herramientas DMAIC para cada fase (Shankar, 2009).

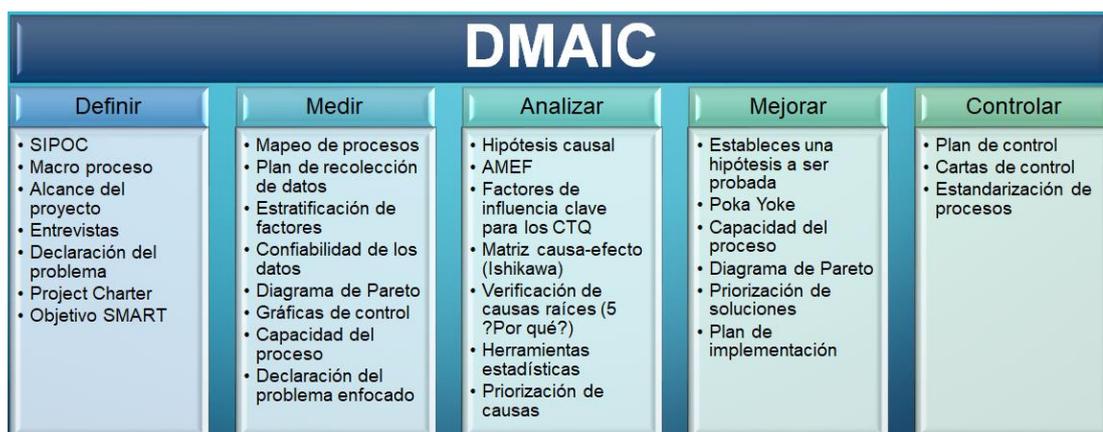


FIGURA 1.2 HERRAMIENTAS DMAIC

Fuente: Elaboración propia

1.6.4 Matriz de priorización de causas

Con esta matriz se filtran las posibles causas de los problemas a través de criterios de decisión específicos, con el fin de dar prioridad a las causas que representan mayor peso y con eso tener un número de causas más manejable.

1.6.5 Los 5 ¿Por qué?

Es una técnica para llegar a la causa raíz de un problema en la cual se hace la pregunta ¿por qué? varias veces hasta cuando no haya más respuestas y en ese momento se determina la causa raíz (Progressa, 24 de febrero del 2015).

1.6.6 Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

Es una herramienta muy útil para la recolección de datos en la cual se analiza un problema específico (efecto) con sus posibles causas formando una figura parecida a una espina de pescado. En la parte derecha (cabeza del pescado) se coloca el problema específico y en la parte izquierda (cuerpo del pescado) se ponen las posibles causas generalmente por categorías de materiales, métodos, máquinas, personas y/o el medio. Todo lo anterior se lo realiza con una lluvia de ideas que involucra a los operadores de la fábrica (Gutiérrez y Vara, 2009).

1.6.7 Gráfica de Pareto

Es un histograma que ordena las causas de un determinado problema de mayor incidencia a la izquierda a menor incidencia a la derecha. Se basa en el principio de Pareto 80-20 el cual se refiere a que el 20 % de las causas generan el 80 % de los efectos (Gutiérrez y Vara, 2009).

1.6.8 SIPOC

Por sus siglas en ingles Supplier-Input-Process-Output-Customer es un macro mapa del proceso que ayuda a mantener una perspectiva del panorama general. Permite definir los límites y alcances de un proyecto y también verificar si las supuestas entradas están relacionadas con las salidas del proceso (Nikhil, 2020).

Para crear un SIPOC se deben identificar las salidas claves y los clientes de estas salidas, así como las entradas y proveedores para lo cual se puede utilizar lluvia de ideas (Nikhil, 2020).

En la siguiente figura 1.3 se resume el proceso SIPOC para mayor entendimiento.



FIGURA 1.3 SIPOC

Fuente: Elaboración propia

1.6.9 Project Charter

Es un documento formal y resumido del proyecto a implementar en el cual se colocan el problema, alcance con fechas definidas, los entregables específicos, los KPI's y el objetivo "SMART". Este documento es un informativo para todo el personal involucrado en el proyecto.

1.6.10 Matriz esfuerzo versus impacto

Sirve para ubicar en un plano cartesiano dividido en cuatro áreas las soluciones a implementar. En un eje se representa el impacto de la solución que va desde bajo impacto a alto impacto y en el otro eje el esfuerzo de aplicar la solución que igualmente va desde bajo esfuerzo a alto esfuerzo. Lo ideal es enfocarse en los que se ubican en el área de alto impacto y bajo esfuerzo.

1.6.11 Cartas de control

Las cartas de Control para variables son herramientas cuyo objetivo es controlar estadísticamente un proceso, detectando cuándo este está fuera de control. Las cartas de control más comunes son las Cartas de Shewhart. Examinando el proceso a ser controlado, se toman m muestras a intervalos regulares. De cada muestra se mide una o varias variables; las muestras correspondientes a un mismo intervalo constituyen un subgrupo. Los intervalos pueden definirse en términos de unidades de tiempo o de cantidad. Los valores medidos se comparan con los límites calculados. Los límites más comunes son los Límites de Tolerancia Natural (LTN) del proceso: límites entre los que se mueve el proceso de manera natural. Se utilizan como Límites de Control (LIC, LSC) paralelos a la línea

central representativa del valor medio (Gutiérrez y Vara, 2009; Montgomery, 2004).

Si los datos se encuentran dentro de los límites y no siguen patrones específicos entonces se dice que el proceso está bajo control, de lo contrario el proceso se encuentra fuera de control y hay que tomar medidas para eliminar las variaciones especiales hasta tener el proceso bajo control para proceder a realizar el cálculo de la capacidad.

1.6.12 Capacidad del proceso

Cuando el proceso ya se encuentra bajo control entonces es momento de verificar si este es capaz o no de cumplir con las especificaciones del cliente. Para determinar este cálculo se utilizó el software Minitab el cual calcula los valores de Cp, Cpk, Pp, Ppk y grafica un histograma en el cual se visualiza si el proceso se encuentra centrado o no. Otro dato importante que se calcula son las partes por millón (PPM), este valor indica el número de productos defectuosos por cada millón de partes fabricadas. Mientras más capaz es el proceso (Cp o Pp altos) las PPM disminuyen.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo utilizando herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC. A continuación, se detalla cada una de las fases que involucra esta metodología.

La primera fase de Definición identifica el problema mediante las respuestas a las preguntas Que, Donde, Cuando, Que tanto y Como lo sé. Las fases de Medición y Análisis brindan las facilidades para identificar las áreas de trabajo donde se generan mayor cantidad de scrap y encontrar la causa raíz del problema. Finalmente, en la parte de Mejora y Control se aplican las soluciones a los problemas y el seguimiento constante de los resultados para mantenerlos en el tiempo.

2.1 Definir

En esta primera fase se determinó la variable de medición, se analizó la situación actual del proceso, se utilizó herramientas tales como macro proceso, 3W+2H para declarar el problema de manera general y finalmente se armó el equipo de trabajo.

La fase de Definir es una de las más importantes puesto que si no se define correctamente el problema entonces la solución del mismo será equivocada o deficiente.

2.1.1 Situación actual

Se analizaron los datos de scrap y producción en la planta desde agosto del 2019 hasta agosto del 2020 en el cual se generó un total de 16,828.20 kg de scrap. En general el promedio mensual de scrap de toda la fábrica fue de 7.25 % y 1,294.48 Kg como se muestra en la figura 2.1 y figura 2.2 respectivamente.

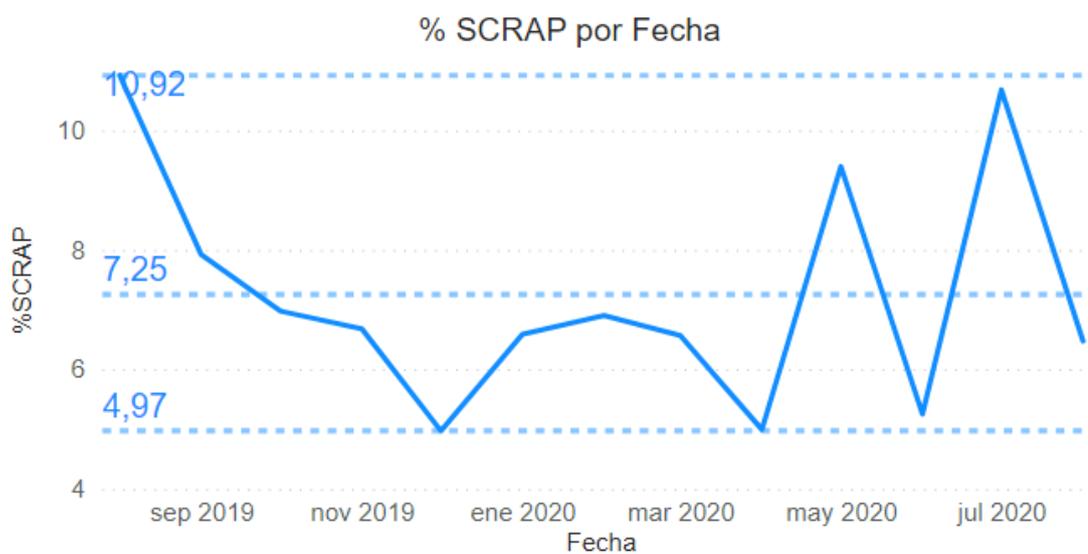


FIGURA 2.1 PORCENTAJE DE SCRAP DE UN AÑO

Fuente: Elaboración propia

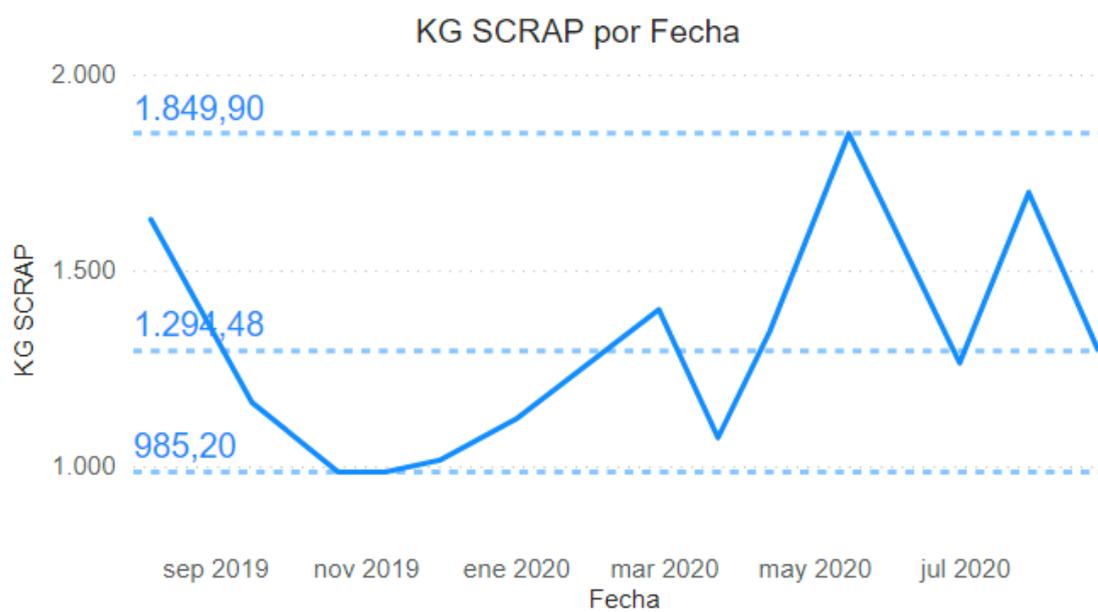


FIGURA 2.2 KILOGRAMOS DE SCRAP DE UN AÑO

Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que en los datos analizados previamente está todo el scrap de la planta, es decir el scrap generado en el área de extrusión y sellado.

Adicional, es importante señalar que la fábrica al momento de realizar este proyecto no contaba con un valor máximo aceptado de scrap en las distintas áreas ni tampoco una meta a alcanzar.

La figura 2.3 muestra los costos mensuales por el envío a reproceso del scrap en el cual se evidencia un promedio de \$333.46. Aquí no se incluyeron los costos ya generados previamente en la producción que son la compra de la materia prima, extrusión y sellado.



FIGURA 2.3 COSTO DE REPROCESO DE SCRAP EN UN AÑO

Fuente: Elaboración propia

El costo real que le representó a la empresa la generación de scrap incluye: compra de materia prima (1.20 \$/Kg), extrusión (0.25 \$/Kg), sellado (0.28 \$/Kg) y reproceso (0.26 \$/Kg). En la figura 2.4 se observa que se generaron costos mensuales promedio de \$2,229.87.

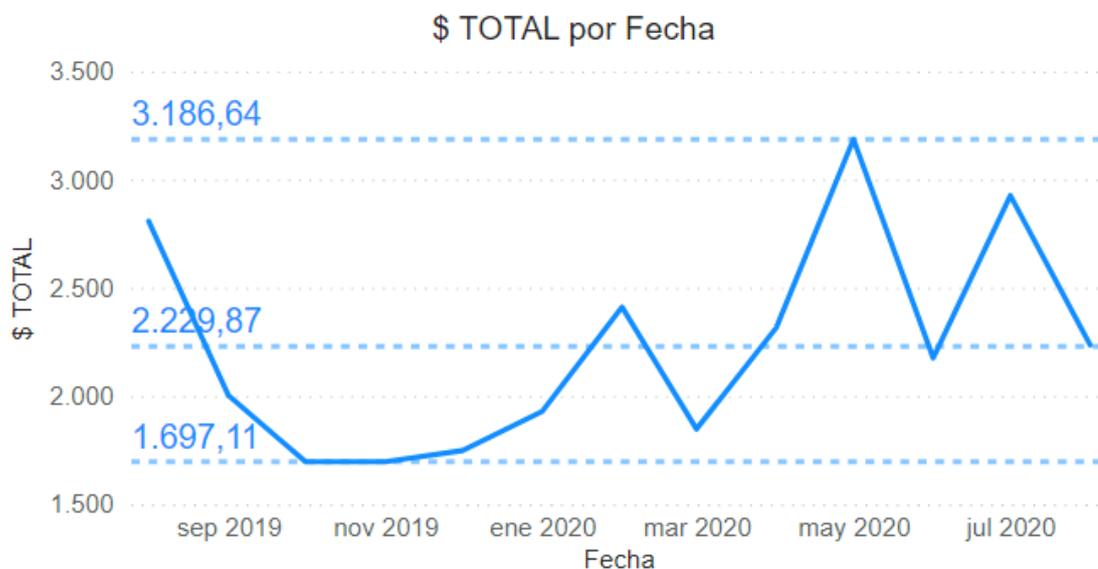


FIGURA 2.4 COSTO REAL DE SCRAP EN UN AÑO

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Levantamiento de información

Luego de observar e indagar al personal de la planta sobre el proceso que siguen los productos producidos, se realizó el siguiente diagrama del macro proceso de la fábrica como se observa en la figura 2.5.



FIGURA 2.5 MACRO PROCESO DE LA EMPRESA

Fuente: Elaboración propia

La materia prima es receptada en la bodega de MP y luego de la generación de la orden de extrusión es transportada manualmente hacia el mezclador localizado entre las dos extrusoras. Se procede a extrudir el producto y obtener rollos plásticos los cuales pueden ser producto terminado para algunos clientes o pasar a la siguiente fase de sellado, en la cual se fabrican las fundas de acuerdo a las medidas requeridas por el cliente. Finalmente, las fundas

terminadas se almacenan en sacos y se envían al cliente o se guardan en la bodega de PT hasta ser despachado al cliente final.

2.1.3 SIPOC

Para realizar el diagrama SIPOC se dialogó con gerencia y el personal de la planta para obtener la información necesaria. En la figura 2.6 se detalla el diagrama SIPOC del proceso productivo analizado que es extrusión y sellado.

SIPOC				
Supplier	Inputs	Process	Outputs	Costumers
• Departamento de producción	<ul style="list-style-type: none"> Orden de extrusión Habilidades de los operadores 	Ajuste de extrusora y preparación de MP	• Extrusora y MP listas	• Área de extrusión
	<ul style="list-style-type: none"> Extrusora y MP Habilidades de los operadores 	Extrusión de MP	<ul style="list-style-type: none"> Rollos Scrap Reporte de extrusión 	<ul style="list-style-type: none"> Área de sellado Cliente final
• Bodega de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> Rollos plásticos Orden de sellado Habilidades de los operadores 	Sellado de fundas	<ul style="list-style-type: none"> Fundas selladas Scrap Reporte de sellado 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente final Bodega de PT

FIGURA 2.6 DIAGRAMA SIPOC

Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Declaración del problema

Con los datos analizados desde agosto del 2019 hasta agosto del 2020 se formuló la declaración del problema utilizando la herramienta 3W+2H en la cual se contestaron las siguientes preguntas como se detalla en la figura 2.7.

Unificando todas las respuestas anteriores se llegó a la declaración general del problema quedando de la siguiente forma:

“Alto porcentaje de scrap en la fábrica desde agosto del 2019 hasta agosto del 2020. El porcentaje de scrap promedio de un año fue de 7.25 % y existen ocasiones en que el mejor valor de scrap fue del 4.97 %”. Ver figura 2.1.

El GAP para este periodo fue de 2.28 % y el objetivo planteado era alcanzar el 6.11 % de scrap teniendo un enfoque neutro. Este enfoque fue acordado y validado con gerencia para que sea un

objetivo alcanzable y al mismo tiempo tenga buen impacto en los resultados. Ver tabla 2.1.

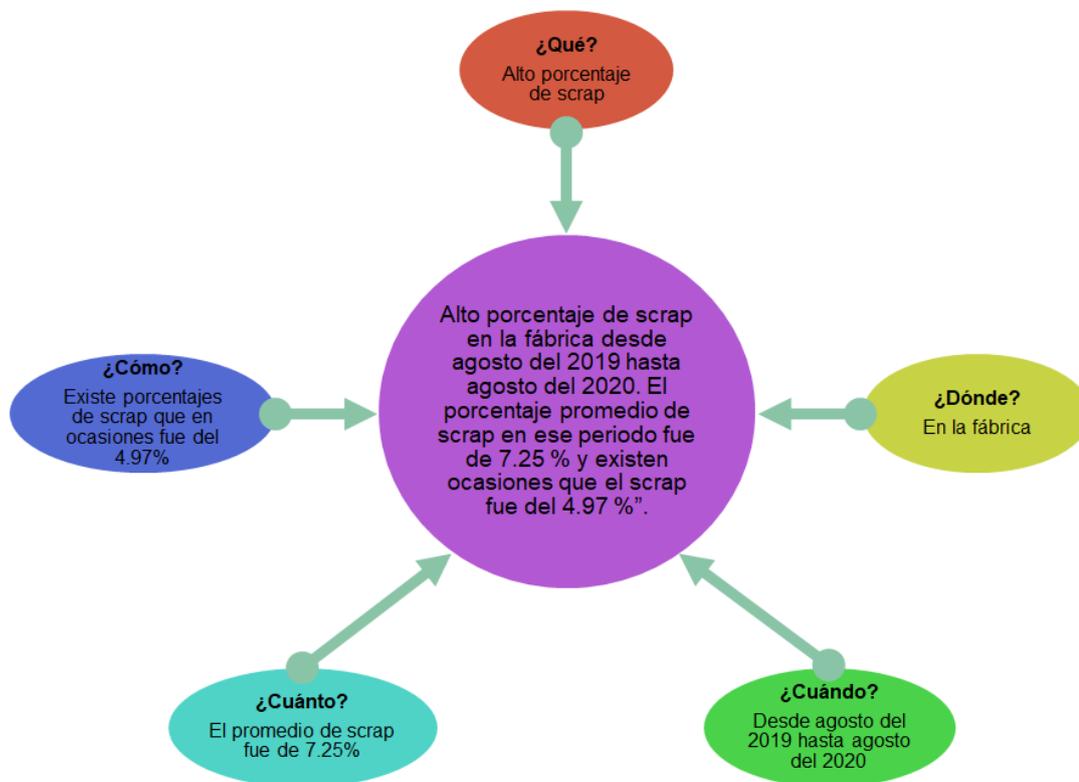


FIGURA 2.7 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

Fuente: Elaboración propia

TABLA 1

REDUCCIÓN DEL SCRAP

	Pesimista	Neutro	Optimista
GAP %	2.28%	2.28%	2.28%
Mejora del GAP %	20%	50%	80%
Objetivo %	6.79%	6.11%	5.43%

Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Variable de medición

La variable de medición en este proyecto fue el porcentaje de scrap generado en la fábrica el cual se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{ SCRAP} = \frac{\text{Kg de scrap}}{\text{Kg producción buena} + \text{Kg scrap}} \times 100$$

Los kilogramos de producción buena es el producto terminado que cumple con las especificaciones para la entrega.

Los kilogramos de scrap es el desperdicio que se genera durante la fabricación de los productos y también los productos terminados que no cumplen las especificaciones técnicas.

2.1.6 Equipo de trabajo

Luego de realizar reuniones con todo el personal de la fábrica, se organizó el equipo de trabajo en base a los conocimientos del personal como se muestra en la tabla 2.2.

TABLA 2
EQUIPO DE TRABAJO

ROL	CARGO
Patrocinador (Champion)	Gerente propietario
Dueño del proceso	Jefe de producción
Líder del proyecto	Desarrollador del Proyecto
Equipo	2 Operadores de selladoras
	2 Operadores de extrusoras
	Jefa de ventas

Fuente: Elaboración propia

2.1.7 Project Charter

Finalmente, para terminar con la fase de Definición, se realizó el resumen del proyecto el cual se lo presentó a todo el equipo de trabajo para que tengan el pleno conocimiento del mismo como se ilustra en la figura 2.8.

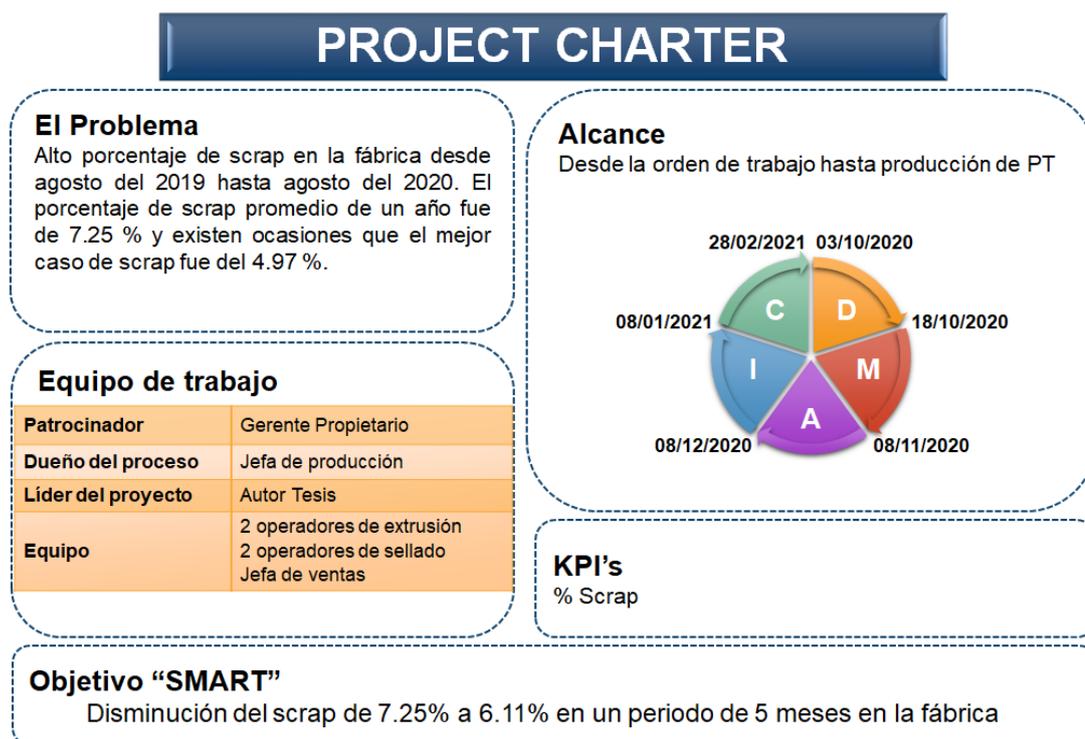


FIGURA 2.8 PROJECT CHARTER

Fuente: Elaboración propia

2.2 Medir

En esta fase se desarrolló todo el procedimiento para la toma de las mediciones del porcentaje de scrap enfocado en un área determinada.

2.2.1 Plan de recolección de datos

Los datos obtenidos fueron del tipo continuo y se registraron en el reporte de extrusión y el reporte de sellado por parte del operador de cada área.

En la figura 2.9 se detalla con claridad el plan para la recolección de los datos el cual se explicó a los operadores involucrados.

Los operadores de la fábrica no registraban de forma detallada los tipos de scrap generados en extrusión sino en forma general puesto que el reporte de extrusión no estaba diseñado para tal motivo, por tanto se rediseñó el reporte agregando esa información con los tipos de scrap más comunes tales como: arranque de máquina (AM), hueco en el globo (HG), cambio de medida (CM), cambio de color

(CC), calibración de la película (CP), limpieza de máquina/filtro (L), grumos (G), falla mecánica/eléctrica (F), producto terminado defectuoso (PTD).

En el área de sellado también se registraba el scrap pero a diferencia del área de extrusión aquí si se detallaba el tipo de scrap. Es importante mencionar que los únicos tipos de scrap que realmente se generaban en esta área son por calibración de máquina y troquelado, el resto de scrap es por consecuencia de rollos mal extruidos y por ende se los registraba en el área de extrusión.

Los kilogramos de scrap es el desperdicio generado en el proceso de producción y están estratificados por operador, turno, por tipo de scrap y por máquina. Este scrap se genera tanto en el área de extrusión como en sellado.

Los kilogramos de buena producción se refieren al producto terminado apto para la entrega al cliente puede ser interno o externo. Están estratificados por operador, por turno y por máquina.

PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
Datos		Definición Operacional			
¿Qué?	Tipo de Dato	¿Cómo medir?	Factores de Estratificación	Muestreo	Dónde se registra
Kilogramos de scrap	Continuo	En el área de extrusión y sellado se registran los kilogramos de scrap generados por cada producción	Por Operador Por Turno Por tipo de scrap Por máquina	Se registra toda la información generada en las corridas de producción	Reporte de extrusión y reporte de sellado
Kilogramos de buena producción	Continuo	En el área de extrusión se registran los kilogramos de producto bueno generados por cada producción	Por Operador Por Turno Por máquina	Se registra toda la información generada en las corridas de producción	Reporte de extrusión y reporte de sellado

FIGURA 2.9 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fuente: Elaboración propia

También se adicionó al reporte de extrusión un cuadro para el registro de los tiempos y tipos de paras de cada extrusora ya que no se registraba dicho dato el cual es de gran importancia para análisis futuros. En el anexo B se muestra el reporte de extrusión sin modificaciones y en el anexo C con las modificaciones mencionadas.

2.2.2 Estratificación

Durante las entrevistas con la gerencia y directivos se obtuvo información útil sobre las preocupaciones y necesidades para reducir el scrap de la fábrica. La gerencia sospechaba que el área de extrusión podía ser la que aportaba la mayor cantidad de scrap, por tal motivo se decidió realizar una primera estratificación con los datos históricos para corroborar dicha apreciación.

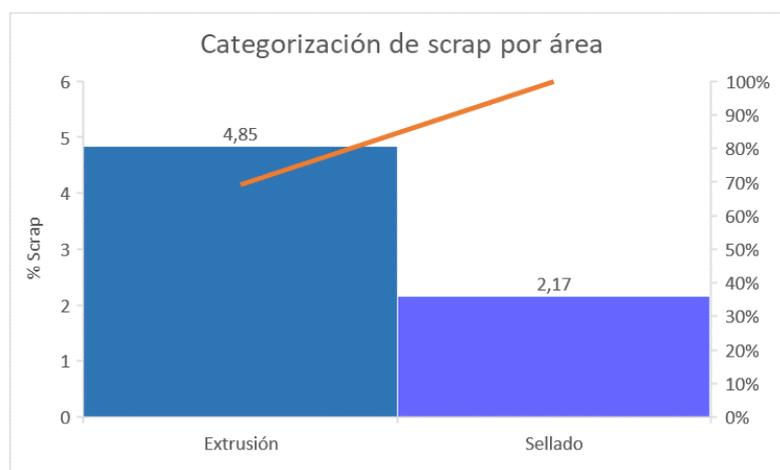


FIGURA 2.10 DIAGRAMA DE PARETO DEL PORCENTAJE DE SCRAP EN EXTRUSIÓN Y SELLADO

Fuente: Elaboración propia

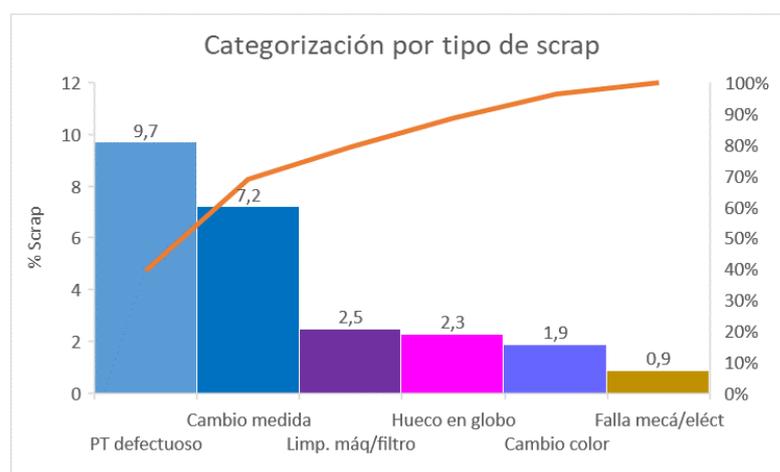


FIGURA 2.11 GRÁFICA DE PARETO POR TIPO DE SCRAP EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.10 se observa que el área de extrusión es la que contribuye con el 69.12 % de scrap de la producción general, por lo tanto, a partir de ahora el proyecto se enfoca en esta área. Estos datos corresponden al periodo de enero del 2020 hasta agosto del 2020.

Con el nuevo formato del reporte de extrusión se toman datos durante tres semanas consecutivas registrando los diferentes tipos de scrap. Se realiza un segundo análisis de estratificación para clasificar el scrap por máquina, operador, turno y determinar donde hay mayor aporte; pero como se aprecia en el anexo D no existen diferencias notables en ninguna de las tres categorías antes mencionadas.

Posteriormente se analiza los datos de acuerdo al tipo de scrap como se aprecia en la figura 2.11 donde las categorías de producto terminado defectuoso y cambio de medida abarcan el 68.98% siendo las que generan mayor porcentaje de scrap en el área de extrusión, por ende, en las siguientes secciones se analizan estos dos tipos de scrap para determinar sus causas raíz.

2.2.3 Declaración del problema enfocado

Se analizaron los datos de extrusión desde enero del 2020 hasta agosto del 2020 en el cual se determinó que el scrap promedio en esa área era de 4.85 % habiendo valores mínimos de 3.2 % como se aprecia en la figura 2.12.

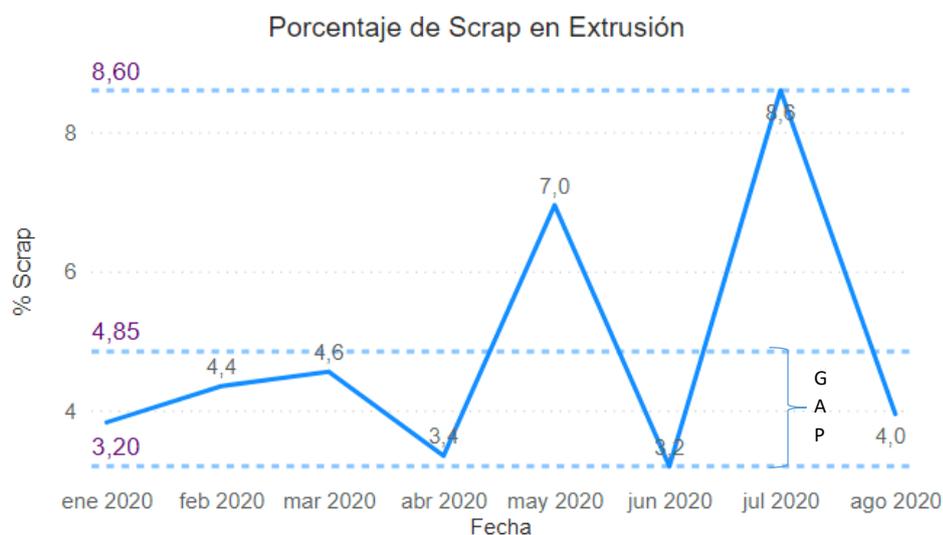


FIGURA 2.12 PORCENTAJE DE SCRAP EN EXTRUSIÓN

Fuente: Elaboración propia

El GAP para este periodo fue de 1.65 % y el objetivo fue alcanzar el 4.02 % de scrap teniendo un enfoque neutro como se indica en la tabla 2.3. La decisión de elegir el enfoque neutro se validó con la gerencia de la fábrica en base a que debe ser un objetivo alcanzable y con alto impacto.

Para formular la declaración del problema enfocado se utiliza nuevamente la herramienta 3W+2H en la cual se contestan las siguientes preguntas como se detalla en la figura 2.13.

TABLA 3
REDUCCIÓN DEL SCRAP ENFOCADO

	Pesimista	Neutro	Optimista
GAP %	1.65 %	1.65 %	1.65 %
Mejora del GAP %	20 %	50 %	80 %
Objetivo %	4.52 %	4.02 %	3.53 %

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 2.13 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA ENFOCADO

Fuente: Elaboración propia

Unificando todas las respuestas anteriores se llegó a la declaración del problema enfocado quedando de la siguiente forma:

“Alto porcentaje de scrap en el área de extrusión de la fábrica desde enero del 2020 hasta agosto del 2020. El porcentaje promedio de scrap en ese periodo fue de 4.85 % y existen ocasiones que el mejor escenario de scrap fue del 3.20 %”. Ver figura 2.12.

2.2.4 Flujo del proceso de extrusión

Para realizar el flujo del proceso del área de extrusión se partió del SIPOC analizado previamente detallando más a fondo como se indica en la figura 2.14. El objetivo de este flujo fue mostrar de forma detallada el proceso de extrusión para que cualquier persona que tenga conocimientos básicos pueda entender el proceso. También sirve para identificar las actividades que agregan o no agregan valor y los cuellos de botella.

Locación: Área de extrusión		Evento		Cantidad			
Actividad: Extrusión rollos de B/D		Operación	●	15			
Detalle: Cambio de medida de rollo sin fuelle a rollo con fuelle de B/D en extrusora 2		Transporte	➔	2			
		Demora	■	2			
Fecha: 02/12/2020		Inspección	■	3			
Operador: Operador FM		Almacenamiento	▼	0			
Nr.	Descripción de la actividad	Simbología				Tiempo (seg)	AV/NAV
		●	➔	■	▼		
1	Revisar orden de extrusión					30	NAV
2	Transportar la MP y pigmentos para pesar		➔			54	NAV
3	Pesar la MP y pigmentos					22	AV
4	Mezclar la MP y pigmentos					240	AV
5	Preparar y colocar el core de cartón en eje neumático					27	NAV
6	Colocar la MP en la tolva					18	AV
7	Esperar que salga la MP nueva por el molde					291	NAV
8	Elevar película y modificar velocidad del motor de la extrusora					17	AV
9	Modificar velocidad del rodillo de tiro					11	AV
10	Medir y ajustar ancho de la película					15	NAV
11	Colocar fuelleros					987	AV
12	Centrar la bobina de cartón					31	AV
13	Cambiar el rollo					9	NAV
14	Buscar llaves para calibrar molde					15	NAV
15	Centrar el globo calibrando el molde					33	AV
16	Medir el ancho de la película					11	NAV
17	Estabilizar el globo con soportes de madera					28	NAV
18	Ajustar altura del globo con el blower					23	AV
19	Reajustar fuelleros					31	AV
20	Tomar muestra de la película					4	NAV
21	Medir 1 metro lineal de la muestra y pesarla					58	NAV
22	Corregir el espesor del globo con aire					19	AV
Total						1974	

FIGURA 2.14 FLUJO DE PROCESO DEL ÁREA DE EXTRUSIÓN

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos del diagrama OTIDA fueron medidos a través de las cámaras de seguridad que posee la empresa mientras los operadores realizaban la actividad con normalidad.

2.2.5 Confiabilidad de los datos

Para determinar la confiabilidad de los datos se realizó la prueba t de dos muestras con nivel de significancia de 0.05 % para correlacionar las medias del scrap reportado por cada operador en la fabricación de un mismo producto (rollo de B/D de 22.5FL6.5x0.00295) en la máquina extrusora número 2.

Hipótesis nula:

$$H_0 = \text{Las medias son iguales}$$

Hipótesis alterna:

$$H_1 = \text{Las medias son diferentes}$$

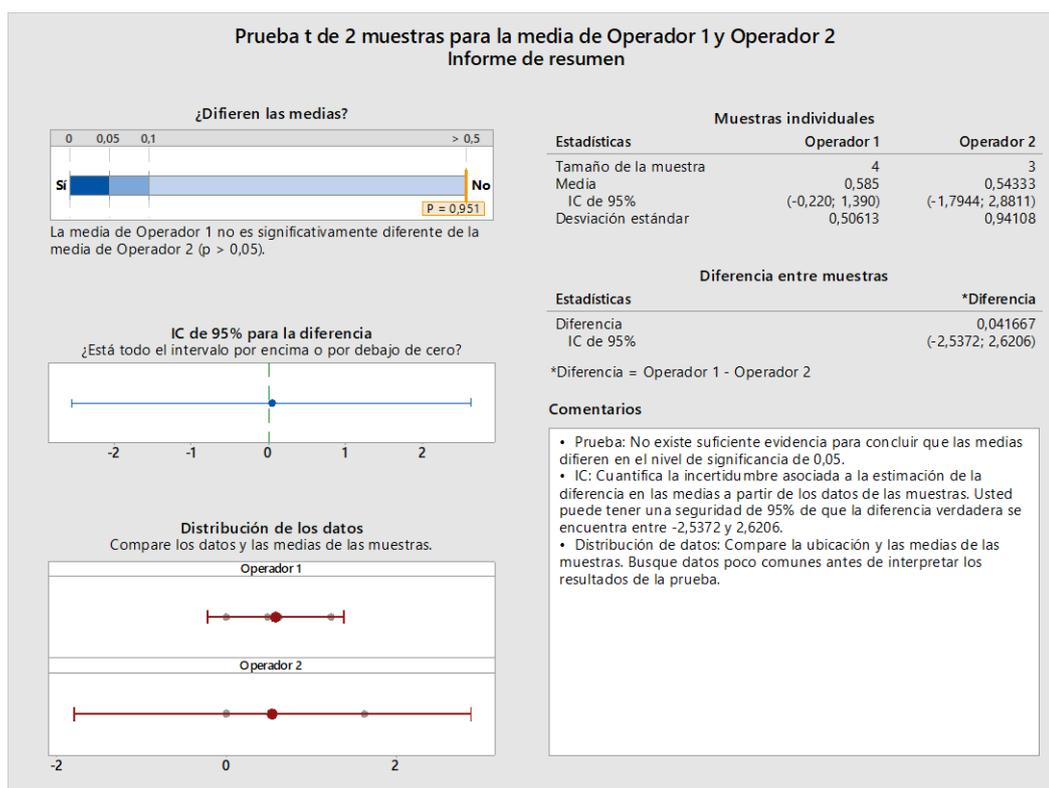


FIGURA 2.15 PRUEBA T DE DOS MUESTRAS PARA EL REGISTRO DE SCRAP

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.15 se observa que el valor p es de 0.951 siendo mayor a 0.05, por ende, no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula y se concluye con un índice de confianza del 95 % que la media de los registros de scrap entre en operador 1 y el operador 2 no difieren significativamente.

2.2.6 Análisis de capacidad actual del proceso

Para determinar si el proceso de extrusión al momento de realizar este proyecto tenía la capacidad para cumplir con los requerimientos del cliente, que en este caso particular es el porcentaje máximo de scrap, se realizó el análisis de capacidad del proceso para lo cual se requiere lo siguiente:

- Identificar el tipo de datos.

En el plan de recolección de datos ya se identificó que son datos discretos.

- Determinar los límites de especificación.

Para el caso del proyecto solamente existe límite de especificación superior el cual es de 4.85 % y el límite de especificación inferior no existe ya que lo ideal sería tener 0 % de scrap.

- Definir el tamaño de la muestra.

Se utilizaron todos los datos recolectados durante las tres semanas consecutivas con el nuevo formato de extrusión en el cual se registraron los tipos de scrap más comunes. Se tomaron todos los datos debido a que la producción es por lote.

- Analizar el tipo de distribución.

Con ayuda del software Minitab se analizaron los datos de scrap para determinar si siguen una distribución normal o no. En la figura 2.16 se observa que los datos no son normales y que siguen una distribución de valor extremo por máximos.

- Realizar las gráficas de control.

Puesto que se utilizaron todos los datos recolectados durante las tres semanas consecutivas y debido a que cada dato fue la producción de un lote, entonces cumple los requisitos para aplicar una gráfica de control para valores individuales. Con el

software Minitab se obtuvieron las gráficas de control de variables para datos individuales para la media más no para rango móvil puesto que al estar correlacionados los datos unos con otros la identificación de patrones con la gráfica de rango móvil no tiene sentido.

Para realizar la gráfica de control en primer lugar se hizo la transformada de Jhonson de los datos ya que estos no son normales y posteriormente se los graficó. En la figura 2.17 se muestra como los datos transformados siguen una distribución normal.

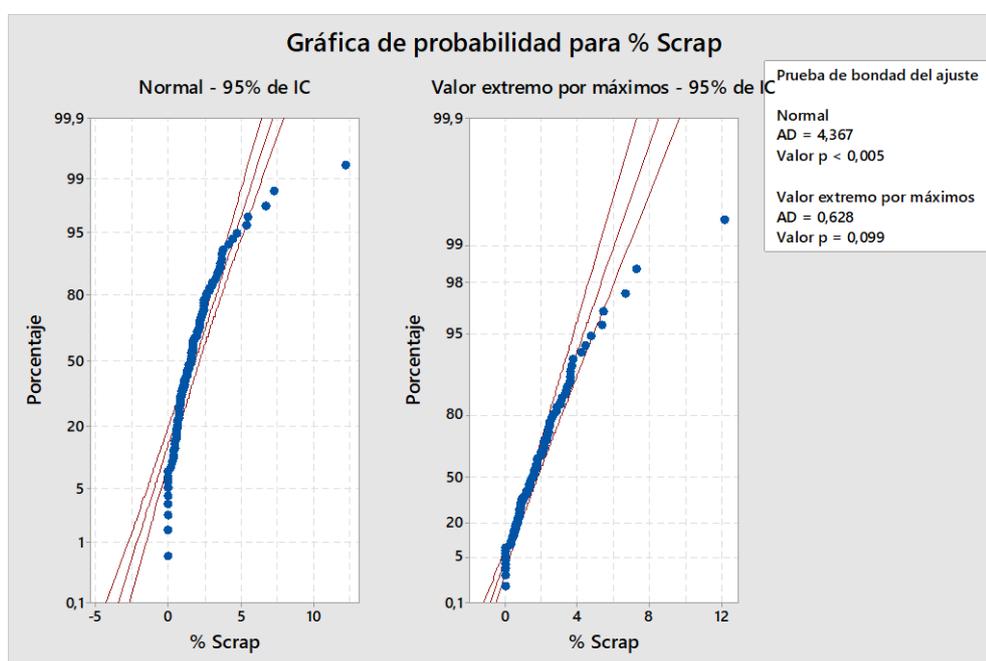


FIGURA 2.16 GRÁFICAS DE PROBABILIDAD PARA EL PORCENTAJE DE SCRAP

Fuente: Elaboración propia

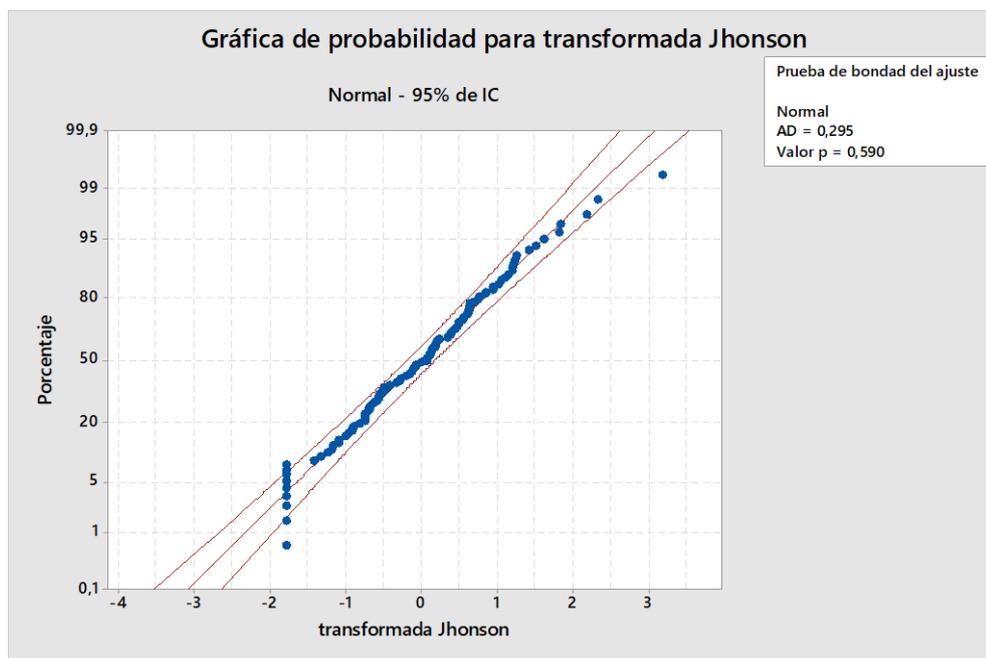


FIGURA 2.17 GRÁFICAS DE PROBABILIDAD PARA TRANSFORMADA JHONSON

Fuente: Elaboración propia

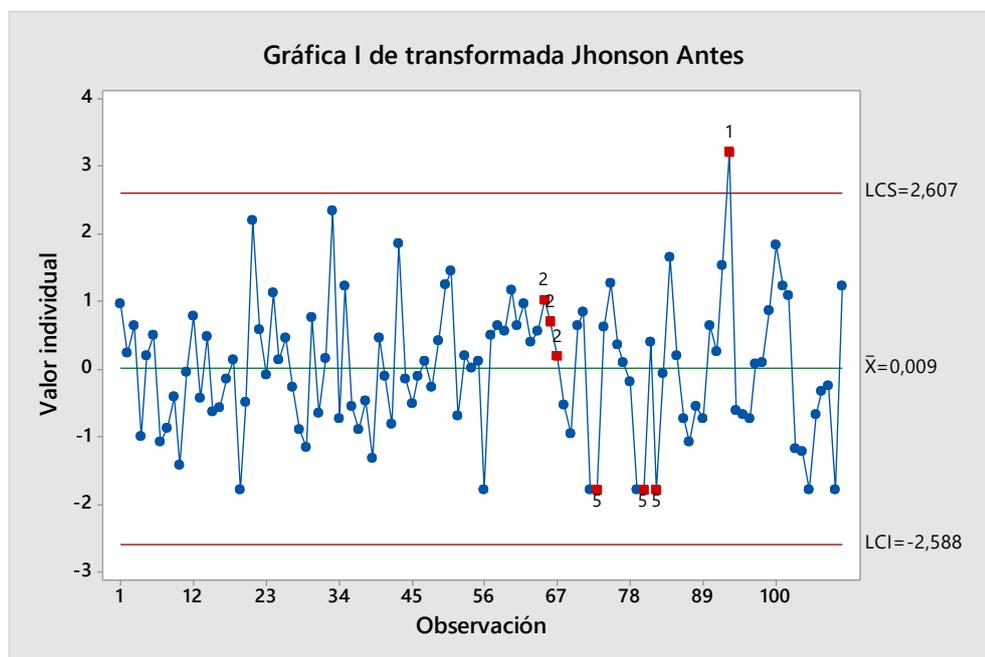


FIGURA 2.18 GRÁFICAS DE CONTROL PARA DATOS INDIVIDUALES

Fuente: Elaboración propia

Observando la gráfica de control de datos individuales de la figura 2.18 se concluye que el proceso se encontraba fuera de control ya que existe un punto fuera de los límites y otros que no cumplen la propiedad de aleatoriedad.

- Calcular la capacidad del proceso.

Con la conclusión del paso anterior ya no era necesario determinar la capacidad del proceso puesto que el mismo se encontraba fuera de control, pero para corroborar que el proceso no es capaz se realizó el cálculo, en el cual se obtuvo el índice Ppk.

Con el resultado de la figura 2.19 se concluye que el proceso no era capaz puesto que el Ppk mínimo (capacidad a largo plazo) recomendado debe ser de 1.33 y se tenía un Ppk de 0.50 lo cual indicaba que el proceso no cumplía con las especificaciones.

También se concluyó que las partes por millón sobre el límite superior esperadas fueron de 30213.72, es decir que el 3.02 % de los datos estaban sobre el límite superior.

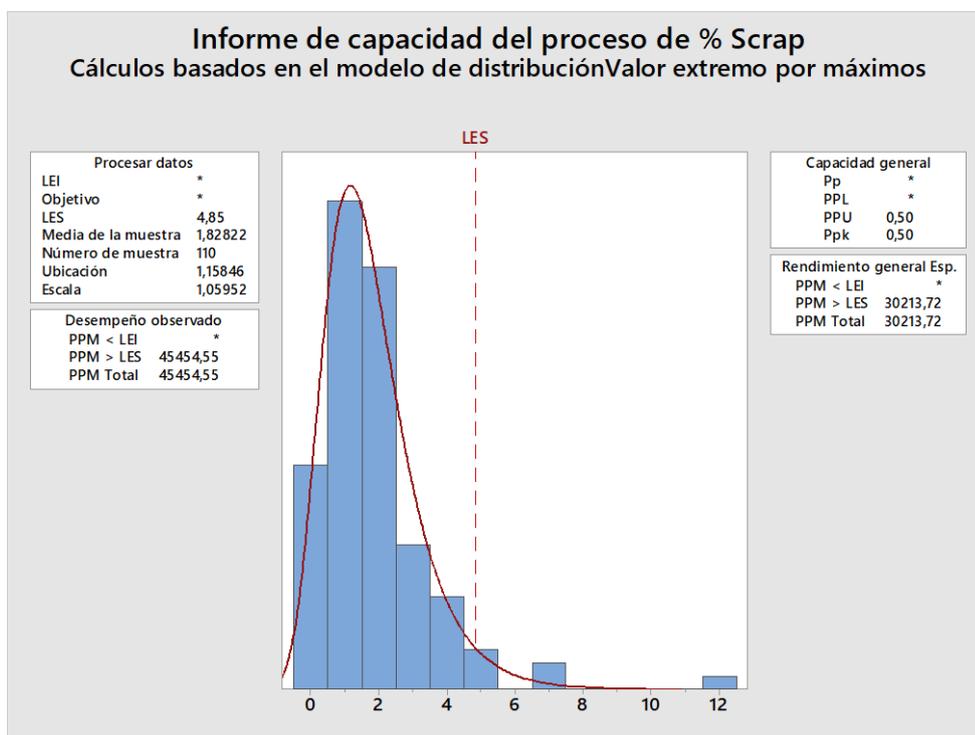


FIGURA 2.19 CAPACIDAD DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN

Fuente: Elaboración propia

2.3 Analizar

En la tercera fase se realizó el análisis de toda la información recolectada en la fase de medición. Aquí el proyecto se enfocó únicamente en los tipos de scrap que generaban la mayor cantidad del mismo como son: producto terminado defectuoso y cambio de medida determinados en la fase anterior. Para ello se realizó una lluvia de ideas con el personal de la planta para determinar las posibles causas a dichos problemas.

2.3.1 Causas potenciales

Para determinar las causas potenciales se hizo una lluvia de ideas con el personal de la fábrica tanto operadores como la gerencia, las cuales quedaron plasmadas en un diagrama de Ishikawa para cada uno de los problemas.

En la figura 2.20 se muestra el diagrama de Ishikawa para el efecto “alto scrap generado por producto terminado defectuoso”. Las categorías que abarcaron las posibles causas fueron: personal, material, mediciones y máquina.

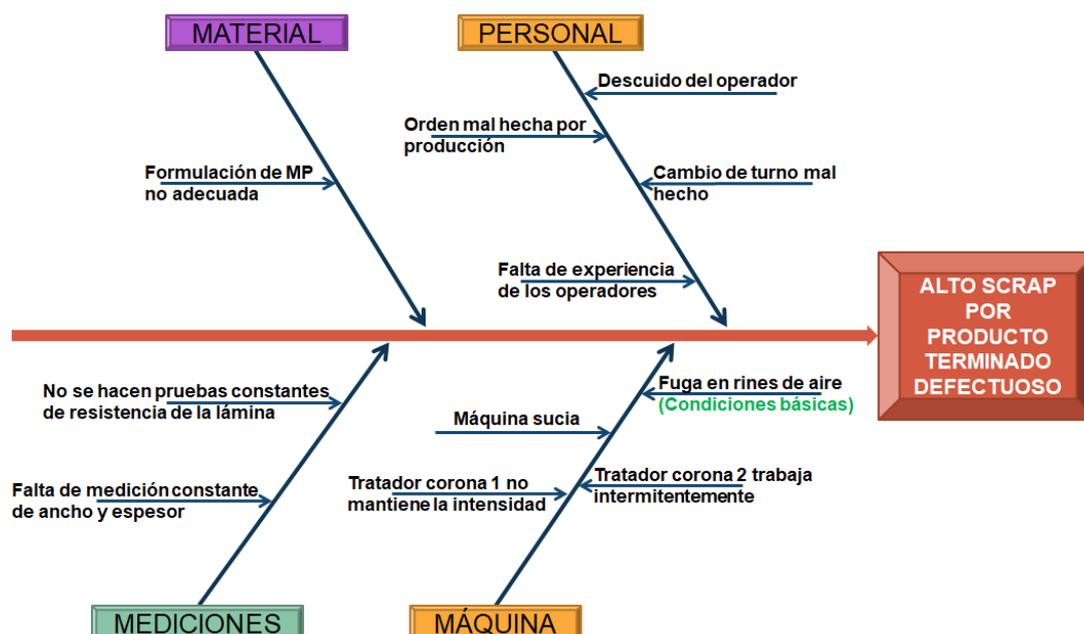


FIGURA 2.20 DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA SCRAP POR PTD

Fuente: Elaboración propia

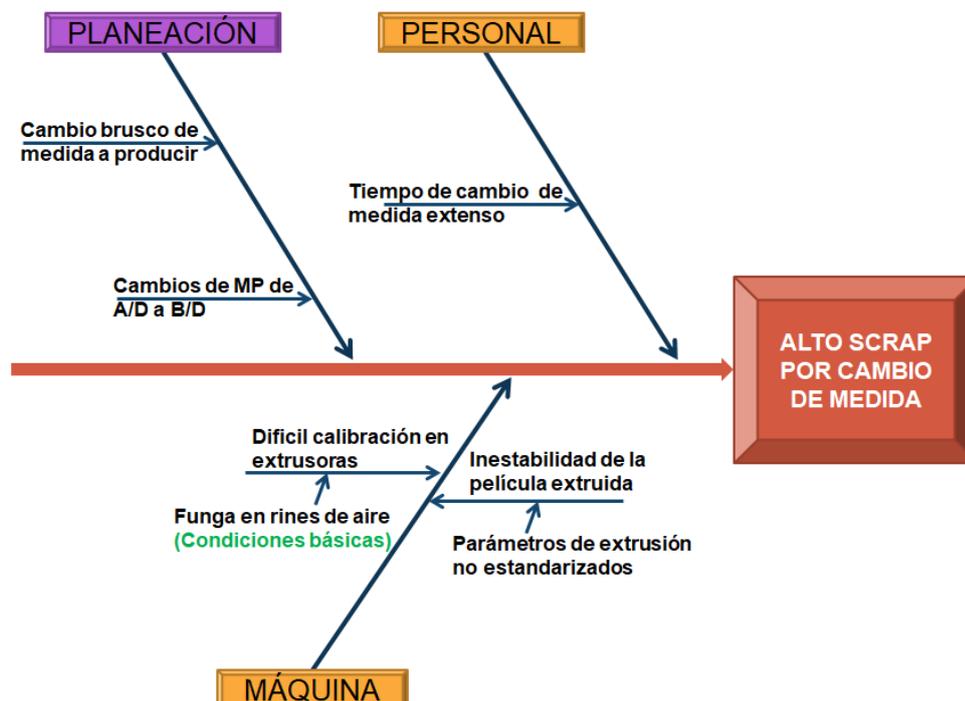


FIGURA 2.21 DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA ALTO SCRAP POR CAMBIO DE MEDIDA

Fuente: Elaboración propia

Para el siguiente efecto “alto scrap generado por cambio de medida”, se realizó el diagrama de Ishikawa con las categorías de personal, planeación y máquina (figura 2.21).

2.3.2 Matriz de causa y efecto

Una vez identificadas todas las causas probables el siguiente paso fue cuantificarlas con el equipo de trabajo DMAIC. Se diseñó la tabla 2.5 en la cual se representaron todas las causas en la primera columna (Variables de entrada X's) agrupándolas por procesos. En la segunda y tercera columna se representaron los efectos (las variables de salida Y's) que en este caso se colocaron los dos efectos en la misma tabla puesto que mayoría de las causas fueron comunes. Para cada Y hay un nivel de prioridad del 0 al 10 el cual fue elegido por el gerente de producción de acuerdo a su criterio de urgencia de resolución del problema.

Existe una escala para la valoración de la afectación de cada causa hacia cada efecto la cual se la muestra en la tabla 2.4 y se socializó con el equipo. Por ejemplo, el valor 0 representa la causa que tiene

una afectación nula sobre el efecto y el valor 9 significa que la causa tiene una fuerte afectación sobre el efecto.

Cabe recalcar que todo el análisis de esta tabla se realizó en una reunión con todo el personal involucrado en el proyecto DMAIC y la tabla 2.5 es el resumen en la cual los valores es la moda de todo el equipo que votó.

TABLA 4

NIVEL DE AFECTACIÓN

0	Afectación Nula
1	Afectación Remota
3	Afectación Moderada
9	Afectación Fuerte

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la última columna se realizó la suma producto de cada causa por su nivel de prioridad y se remarcaron con rojo las causas con mayor puntuación que debían ser verificadas y estudiadas más a profundidad. Ver tabla 2.5.

En este caso se tuvieron dos causas que sobresalieron a las otras la cuales fueron:

- Tiempo de cambio de medida extenso.
- Falta de inspecciones regulares de ancho, resistencia y espesor de la película extruida.

TABLA 5

TABLA CAUSA Y EFECTO

	EFECTOS	VARIABLES DE SALIDA Y 'S		
		% Scrap por PT defectuoso	% Scrap por cambio de medida	TOTAL
CAUSAS	Nivel de prioridad	10	8	
VARIABLES DE ENTRADA X'S	Emisión y revisión de orden de trabajo			
	Orden de trabajo mal hecha por producción	3		30
	Cambio brusco de medida a producir	3	9	102
	Cambio de tipo de MP (de A/D a B/D)		6	48
	Preparación de la materia prima			
	Formulación de MP no adecuada	3	9	102
	Preparación de la extrusora			
	Máquina sucia	3	9	102
	Tratador corona 1 no mantiene intensidad	3		30
	Parámetros de extrusión no estandarizados	3	9	102
	Tratador corona 2 trabaja intermitentemente	3		30
	Calibración de la extrusora			
	Falta de comunicación entre operadores	3	3	54
	Falta de experiencia de operador	3		30
	Tiempo de cambio de medida extenso	9	9	162
	Control de calidad			
	Descuido del operador	9		90
	Falta de inspecciones regulares de ancho, resistencia y espesor de la película extruida	9	9	162
		Total	1044	

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Plan de verificación de causas

Para el plan de verificación de las causas solamente se incluyeron las de mayor puntuación en la matriz causa y efecto y se diseñó la tabla 2.6 de verificación de causas.

X1. Tiempo de cambio de medida extenso.

Se recolectó información de una semana del scrap y los tiempos que tomaban los operadores para realizar el cambio de medida, desde el momento que recibían la orden de extrusión hasta el embobinado de la película.

Para comprobar esta causa se realizó un análisis de correlación y gráfica de dispersión con el software Minitab entre las variables tiempo de cambio de medida y el porcentaje de scrap generado. Ver figura 2.22.

En la gráfica de dispersión se observa que la tendencia es a mayor tiempo de cambio de medida mayor porcentaje de scrap generado.

Para reforzar este análisis se corrió la prueba de correlación en la cual se determinó las siguientes hipótesis:

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

Donde ρ es el coeficiente de correlación, cuyo valor mientras más cercano a 1 es, mayor correlación existe entre las variables analizadas.

Correlación: % Scrap; Tiempo

Correlación de Pearson de % Scarp y Tiempo = 0,776

Valor p = 0,000

En el análisis el coeficiente de correlación fue de 0,776 y el valor p fue de 0,000 con lo cual se pudo concluir que había evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna lo cual indicaba que si había correlación entre las variables.

TABLA 6

VERIFICACIÓN DE CAUSAS

X's	Causas Potenciales X's	¿Cómo influye con respecto a las Y's?	¿Cómo verificar?	Verificada/No verificada
X1	Tiempo de cambio de medida extenso	Si el tiempo de cambio de medida se incrementa, el % de scrap por cambio de media también se incrementa	Gráfica de dispersión y prueba de correlación entre el % de scrap y el tiempo de cambio de medida	Si verificada
X2	Falta de Inspecciones regulares de ancho, resistencia y espesor de la película extruida	Cuando no se realizan inspecciones regulares de ancho, resistencia y espesor de la película, se incrementa el scrap por PT defectuoso	El protocolo dice que se deben tomar mínimo 2 muestras de cada rollo para control de calidad. Verificar si los rollos con PTD cumplen el protocolo. T de 2 muestras	Si verificada

Fuente: Elaboración propia

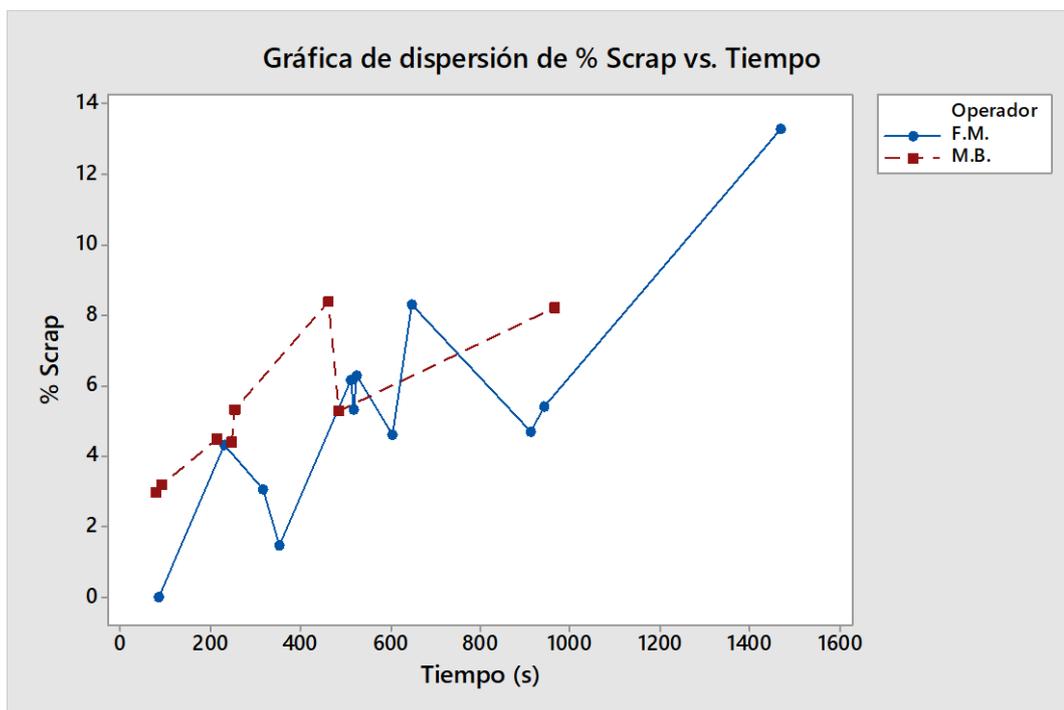


FIGURA 2.22 GRÁFICA DE DISPERSIÓN TIEMPO DE CAMBIO VS % SCRAP

Fuente: Elaboración propia

X2. Falta de inspecciones regulares de ancho, resistencia y espesor de la película extruida.

De acuerdo a la experiencia adquirida en otras fábricas de los propios operadores de extrusión, el protocolo de control de calidad de la industria en general era que mínimo se debían tomar de 1 a 2 muestras (cortes) a cada rollo extruido para el respectivo análisis de calidad de espesor, medidas, tratado y resistencia.

Se analizaron 10 órdenes de producción en las cuales se reportaron rollos con producto terminado defectuoso (PTD) y se verificó que todos los rollos tenían menor cantidad de cortes respecto a lo teórico. Ver tabla 2.7.

Las causas de ese tipo de scrap eran varias y se generaban por la falta de control de calidad constante, entre las cuales eran: rollos muy oscuros que fueron rechazados por el cliente, ancho del rollo bajo o sobre las especificaciones del cliente, rollos gruesos en un lado de la película lo cual dificultaba el sellado de la funda, entre otros.

TABLA 7
NÚMERO DE CORTES POR PRODUCCIÓN

Peso (Kg)	Scrap (Kg)	% Scrap	Operador	# Cortes reales	# Cortes teóricos
408,1	28	6,42	F.M.	7	20
405,2	60,1	12,92	M.B.	8	20
152,6	24,7	13,93	M.B.	2	6
328,2	9,9	2,93	F.M.	2	8
334,3	45,3	11,93	M.B.	9	23
105	9,1	7,98	F.M.	2	3
60,7	60,7	100,00	M.B.	0	3
132,5	6,7	4,81	M.B.	3	5
342	3,4	0,98	F.M.	6	14
120,3	6,1	4,83	F.M.	2	5

Fuente: Departamento de producción

En base a la tabla anterior se realizó una prueba t de diferencia de medias entre el número de cortes reales y el número de cortes teóricos que debía haber en cada orden de producción en cumplimiento con el protocolo para el control de calidad.

Previamente se determinó las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula:

$$H_0 = \text{Las medias son iguales}$$

Hipótesis alterna:

$$H_1 = \text{Las medias son diferentes}$$

Prueba T e IC de dos muestras: Cortes reales; Cortes teóricos

T de dos muestras para Cortes reales vs. Cortes teóricos

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Cortes reales	10	4,10	3,11	0,98
Cortes teóricos	10	10,70	7,80	2,5

Diferencia = μ (Cortes reales) - μ (Cortes teóricos)

Estimación de la diferencia: -6,60

IC de 95% para la diferencia: (-12,45; -0,75)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. ≠): Valor T = -2,48 Valor p = 0,030 GL = 11

Los resultados de Minitab arrojaron un valor $p = 0,030$ el cual fue inferior al valor de significancia $0,05$; con lo cual se rechazó la hipótesis nula y hubo evidencia estadística para aceptar la hipótesis alterna. Se concluyó que las medias entre los cortes reales y los teóricos diferían significativamente, es decir no se estaba cumpliendo con el protocolo de la industria.

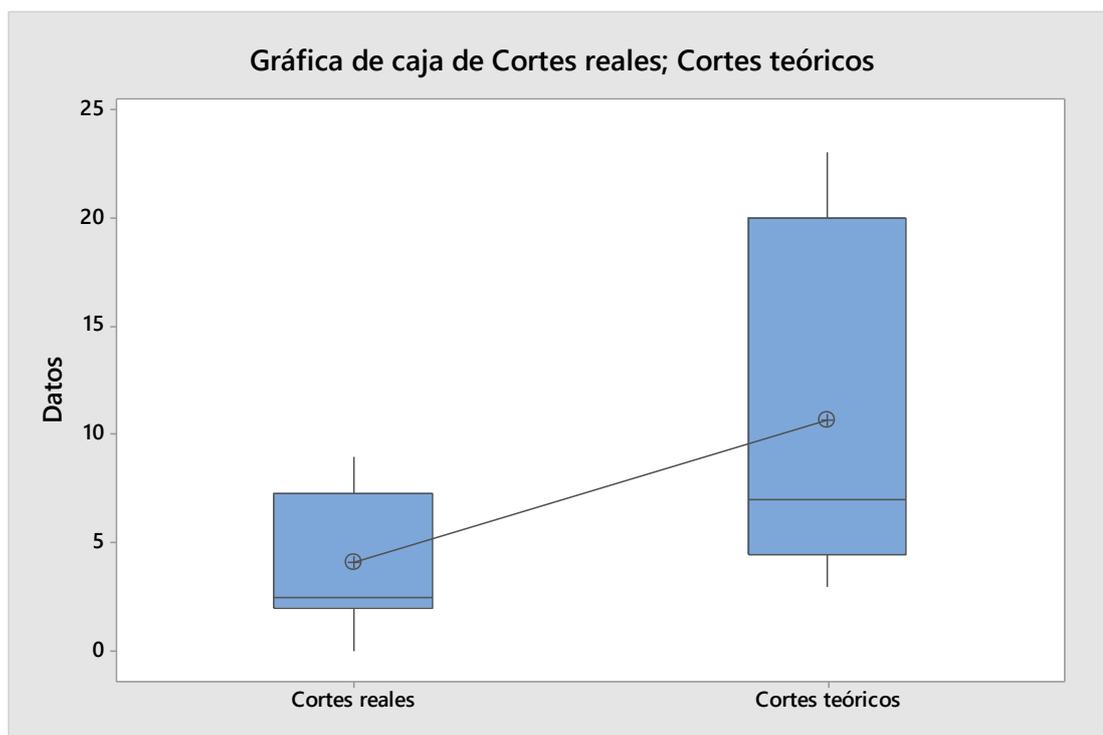


FIGURA 2.23 GRÁFICA DE CAJAS DE MEDIAS DE CORTES

Fuente: Elaboración propia

De igual manera en la figura 2.23 se observa que había una diferencia apreciable de los valores medios entre ambos parámetros analizados.

2.3.4 Determinación de causas raíz, los 5 ¿por qué?

Ya con las causas verificadas el siguiente paso era utilizar la herramienta de los 5 por qué para determinar las causas para cada problema.

La tabla 2.8 indica que para la causa X1 (tiempo de cambio de medida extenso) la causa raíz fue la falta de estandarización del

procedimiento de cambio de medida puesto que cada operador realizaba su propio procedimiento de acuerdo a su experiencia.

TABLA 8
ANÁLISIS DE LAS CAUSAS RAÍZ

	Ronda 1	Verificado	Ronda 2	Verificado	Ronda 3	Verificado	Ronda 4	Causa raíz
Tiempo de cambio de medida extenso								
Pregunta	¿Por qué el tiempo de cambio de medida es extenso?		¿Por qué cada operador aplica su propio procedimiento de cambio de medida?		¿Por qué no les han indicado la forma más eficiente de cambio de medida?		¿Por qué no se han probado procedimientos más eficientes de cambio de medida?	
Hipótesis 1	Porque cada operador aplica su propio procedimiento para cambio de medida	SI	Porque no les han indicado la forma más eficiente de hacerlo	SI	Porque nunca se han probado procedimientos más eficientes de cambio de medida	SI	Porque no está estandarizado el proceso de cambio de medida	Falta de estandarización del proceso de cambio de medida
No se hacen inspecciones regulares de ancho, espesor y resistencia de película extruida								
Pregunta	¿Por qué no se realizan inspecciones regulares del ancho, espesor y resistencia?		¿Por qué el operador solamente toma muestras cuando se cambia de rollo?		¿Por qué no se cumple con el protocolo de calidad de la industria?			
Hipótesis	Porque el operador solamente toma muestras cuando se cambia de rollo	SI	Porque no se cumple con el protocolo de calidad de la industria	SI	Porque no existe un protocolo interno para el control de calidad de los rollos	SI		Falta de protocolo interno para control de calidad

Fuente: Elaboración propia

Para la causa X2 (falta de inspecciones regulares de ancho, resistencia y espesor de la película extruida) se aprecia en la tabla 2.8 que la causa raíz fue la falta de protocolo interno para control de calidad, ya que los operadores no tenían una guía o instrucción interna que especifique cada cuanto tiempo o cuantas veces debían hacer el control de calidad a cada rollo extruido.

2.4 Mejorar

Mejorar significa buscar soluciones creativas y de fácil aplicación para resolver las causas raíces encontradas en el paso previo. Así mismo implica

desarrollar y probar planes para implementar las soluciones y evaluar los resultados.

2.4.1 Acciones para las causas raíz

Mediante reuniones con el equipo DMAIC se plantearon las siguientes soluciones a las causas raíz determinadas en el paso anterior. Ver tabla 2.9.

TABLA 9

SOLUCIONES PROPUESTAS PARA CAUSAS RAÍZ

CAUSA RAÍZ	SOLUCIONES
Falta de estandarización del procedimiento de cambio de medida	A. Contratar personal externo para el análisis
	B. Entrenamiento externo a los operadores
	C. Estandarizar el procedimiento de cambio de medida
Falta de protocolo interno para control de calidad de los rollos	A. Implementar un protocolo interno de calidad para extrusión
	B. Incorporar sensores para control de calidad del globo
	C. Implementar un departamento de control de calidad

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Priorización de las soluciones

En reunión con el equipo DMAIC se solicitó completar una tabla como la 2.10 a cada uno de los miembros del equipo para evaluar las posibles soluciones de cada causa raíz basándose en los siguientes criterios.

Esfuerzo. - Este criterio se refería a cuánto esfuerzo ya sea económico, dificultad a realizar, agilidad para implementar, entre otras se requería para aplicar esa solución.

Impacto. - Se relacionaba al resultado que se obtuvo en la reducción del scrap al implementar cada una de esas soluciones.

La escala de evaluación era desde 1 hasta 5 en la cual 1 representaba nada significativo y 5 era muy significativo.

Finalmente, se resumió una sola tabla para cada causa raíz la cual se la construyó con los valores de la moda del equipo y se

graficaron en la matriz de priorización. Esta matriz constaba de un plano cartesiano dividido en cuatro zonas, las soluciones que caían en la zona de menor esfuerzo y alto impacto (zona verde) eran las que le convenían aplicar a la empresa. Las soluciones que caían en la zona roja de bajo impacto y alto esfuerzo no convenían aplicar puesto que representaban gastos innecesarios de recursos. Las que caían en las zonas amarillas quedaban a criterio de gerencia su implementación.

TABLA 10

EVALUACIÓN DE SOLUCIONES, CAUSA RAÍZ 1

SOLUCIONES PROPUESTAS	ESFUERZO	IMPACTO
A	5	3
B	5	4
C	2	5

Fuente: Elaboración propia

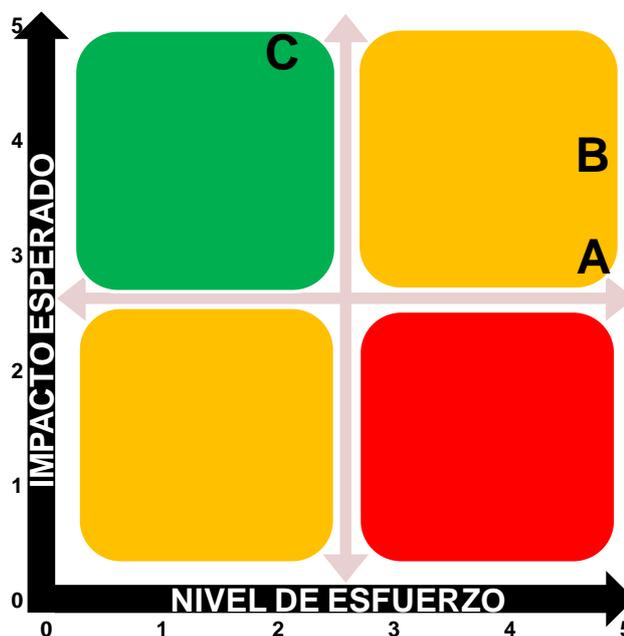


FIGURA 2.24 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES, CAUSA RAÍZ 1

Fuente: Elaboración propia

Para la causa raíz “falta de estandarización del procedimiento de cambio de medida” se encontró tres posibles soluciones de las

cuales al realizar la evaluación y posteriormente graficarlas en la matriz de priorización se determinó que la mejor solución fue la C “estandarizar el procedimiento de cambio de medida”. Ver tabla 2.10 y figura 2.24.

Para la segunda causa raíz “Falta de protocolo interno para control de calidad de los rollos” se encontró tres soluciones posibles y al realizar el análisis de cada una de ellas se determinó que la solución A “Implementar un protocolo interno de calidad para extrusión” fue la más conveniente. Ver tabla 2.11 y figura 2.25.

TABLA 11

EVALUACIÓN DE SOLUCIONES, CAUSA RAÍZ 2

SOLUCIONES PROPUESTAS	ESFUERZO	IMPACTO
A	2	5
B	4	2
C	5	4

Fuente: Elaboración propia

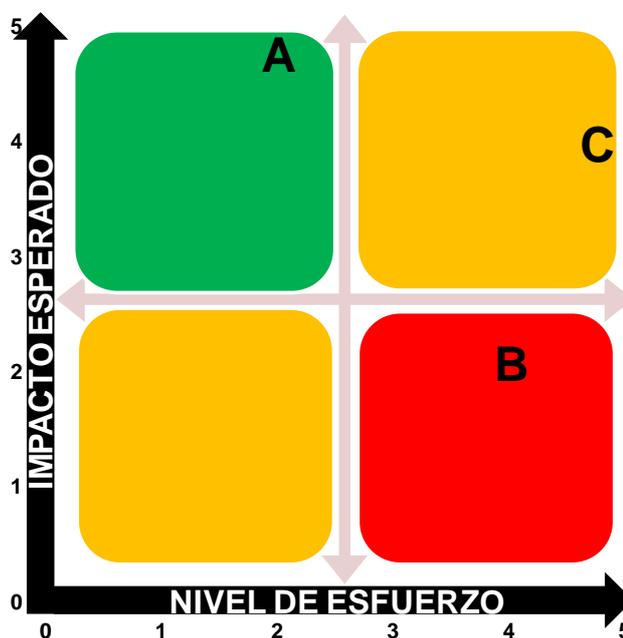


FIGURA 2.25 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES, CAUSA RAÍZ 2

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Implementación de las soluciones

1) Estandarizar el procedimiento de cambio de medida

Estandarizar es describir paso a paso la secuencia de un proceso o la forma de hacer algo, es crear una receta.

Para implementar la estandarización del proceso, previamente se realizó mejoras en el área de trabajo y en las extrusoras con el fin de potenciar el proceso. A continuación, se detalla cada una de ellas.

a) Eliminación de actividades NAV innecesarias

De acuerdo a los diagramas de flujo OTIDA iniciales, se identificaron las actividades que agregaban valor (AV), las que no agregaban valor (NAV) pero son necesarias y las que no agregaban valor y se debían eliminar.

La primera actividad que se realizó fue ordenar toda el área de extrusión ya que los operadores algunas veces gastaban tiempo buscando las herramientas necesarias. Conjuntamente con los operadores, se construyó un organizador de herramientas y se lo colocó en una pared en medio de las dos extrusoras.



FIGURA 2.26 HERRAMIENTAS ORGANIZADAS

Fuente: Elaboración propia

Para la selección adecuada de las herramientas, primero se dialogó con los operadores sobre cuáles eran las más utilizadas durante el cambio de medida y en general en el área de extrusión para mantenerlas en el organizador, el resto de herramientas se las colocó en la bodega. La figura 2.26 muestra el antes y después de la organización de herramientas.

Manteniendo organizado el lugar de trabajo automáticamente se eliminó la actividad innecesaria de buscar las herramientas cuando había que hacer cambios de trabajo.

b) Disminución del tiempo de calibración del molde

La siguiente mejora que se realizó fue restaurar a condiciones básicas las extrusoras para agilizar la calibración del molde. Para ello se construyeron artesanalmente cuatro láminas de aluminio de 2 mm de espesor que ayudaron a realizar la calibración previa del molde especialmente con la extrusora detenida.

La figura 2.27 muestra el uso de los calibradores los cuales se deben colocar en forma de cruz en el espacio anular entre el molde y el dado y posteriormente ajustar los tornillos de calibración de tal forma que todo el espacio anular quede centrado, este procedimiento se debe realizar con el molde caliente. Luego se retiran los calibradores, se procede al levantamiento de la película extruida y finalmente de requerir se realiza una calibración mínima con el globo ya formado.



FIGURA 2.27 CALIBRADORES DE MOLDE

Fuente: Elaboración propia

Otra mejora que ayudó en la disminución del tiempo de calibración del molde, fue el cambio de 3 tornillos calibradores que no eran de igual dimensión que el resto. Con esta mejora se eliminó la necesidad de tener 2 medidas de tornillos y por ende dos medidas de llaves Allen. Además, los 3 tornillos cortos dificultaban la calibración de la extrusora 1 ya que como se observa en la figura 2.28, la cabeza del tornillo topaba con la resistencia eléctrica impidiendo el ajuste adecuado.



FIGURA 2.28 CAMBIO DE TORNILLOS DE CALIBRACIÓN

Fuente: Elaboración propia

c) Tiempo de mezcla de las resinas

El mezclador de las resinas inicialmente estaba programado para mezclar durante 4 minutos, se reprogramó a 3 minutos y se verificó varias veces que el material salió muy bien homogeneizado.

d) Mejora en la colocación de los fuelleros

El procedimiento del primer operador era esperar hasta elevar la película para colocar los fuelleros, el tiempo que se tardaba realizando esa actividad era extenso y la extrusora generaba más scrap. El otro operador, previo a elevar la película colocaba los fuelleros guiándose de una marca central que se encuentra localizada en la canasta de madera. Ver figura 2.29.

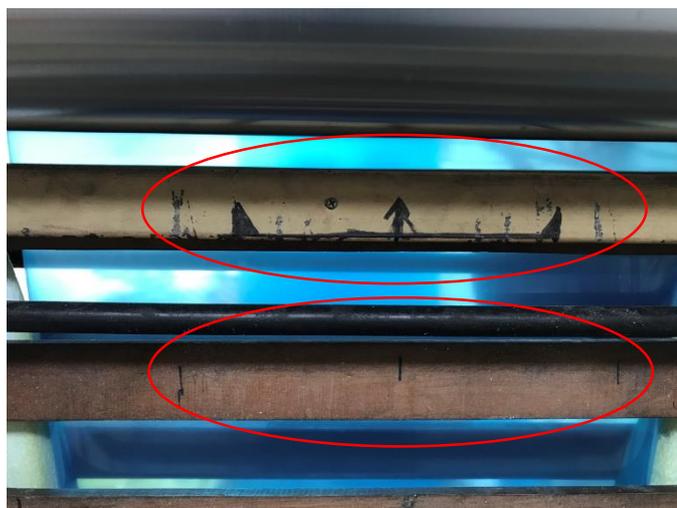


FIGURA 2.29 INSTALACIÓN DE FUELLEROS

Fuente: Elaboración propia

Los fuelleros son accesorios de la extrusora que sirven para construir el fuelle lateral de la lámina mientras se extrude. El fuelle es un dobléz a los lados de la lámina cuya función es dar mayor capacidad de almacenamiento, ver figura 2.30.



FIGURA 2.30 FUELLEROS Y FUELLE

Fuente: Elaboración propia

Dialogando con los dos operadores e intercambiando estas ideas se llegó a un consenso de la forma más eficiente para colocar los fuelleros, la que aplicaba el segundo operador. Con este método no se está generando scrap mientras se colocan los fuelleros y se hacen pocos ajustes a los fuelleros al final del proceso.

El tiempo de colocación y ajuste de los fuelleros se redujo significativamente al implementar el segundo método. Eso se puede apreciar comparando los tiempos de la actividad “colocar fuelleros” en los diagramas OTIDA donde claramente se ve que ese tiempo antes de la mejora era de 987 y 115 segundos para el operador FM y operador MB respectivamente y después de la mejora bajó a 134 segundos. Ver anexo E.

e) Aprovechar el tiempo de limpieza de la extrusora

Los operadores esperaban hasta que la nueva resina salga por el molde para realizar los ajustes de la extrusora y de la lámina. Dialogando y probando con los operadores, se llegó a la conclusión de que esos ajustes se los podía realizar con la resina del trabajo previo mientras la extrusora se estaba limpiando, dichos ajustes son:

- Colocar y ajustar fuelleros
- Elevar la película con la resina del trabajo anterior
- Ajustar el ancho de la película
- Calibrar el molde

De esta forma se redujo el tiempo y el scrap producido durante la realización de los ajustes antes mencionados. Ver figura 2.31.

Ambos operadores se comprometieron a reducir los tiempos de todas las actividades para hacer el cambio de trabajo. Eso quedó evidenciado en el actual diagrama OTIDA y en la tabla 2.12.

TABLA 12

TIEMPOS DEL CAMBIO DE MEDIDA

OTIDA Operador FM antes de las mejoras	OTIDA Operador MB antes de las mejoras	OTIDA Operador FM después de las mejoras
1974 segundos	1424 segundos	882 segundos

Fuente: Departamento de producción

Actividad: Extrusión rollos de B/D		Operación	●	12				
Detalle: Cambio de medida de rollo sin fuelle a rollo con fuelle de B/D en extrusora 2		Transporte	→	2				
		Demora	⊖	0				
Fecha: 18/02/2021		Inspección	■	2				
Operador: OTIDA estandarizado el proceso		Almacenamiento	▼	0				
Nr.	Descripción de la actividad	Simbología					Tiempo (seg)	AV/NAV
		●	→	■	⊖	▼		
1	Revisar orden de extrusión	↓					18	NAV
2	Transportar la MP y pigmentos para pesar	→					50	NAV
3	Pesar la MP y pigmentos	↓					19	AV
4	Mezclar la MP y pigmentos	↓					180	AV
5	Cortar, centrar y colocar el core de cartón	↓					84	AV
6	Incrementar velocidad de la extrusora	↓					10	AV
7	Colocar y ajustar fuellers	↓					134	AV
8	Elevar película y al mismo tiempo inyectar aire para ajustar el ancho	↓					18	AV
9	Incrementar velocidad del rodillo de tiro	↓					10	AV
10	Ajustar ancho de película	→					11	AV
11	Calibrar el molde para centrar el globo	←					22	AV
12	Colocar MP en la tolva	→					18	AV
13	Esperar que salga MP por el molde	→					247	NAV
14	Ajustar el espesor de la película variando la velocidad del rodillo de tiro	←					10	AV
15	Cortar muestra y realizar control de calidad	→					38	NAV
16	Rebobinar la película	←					3	AV
17	Corregir el espesor del globo de ser necesario	↓					10	AV
Total							882	

FIGURA 2.31 OTIDA LUEGO DE LAS MEJORAS

Fuente: Elaboración propia

Hasta este punto el proceso de cambio de media ya se encontraba refinado con tiempos y procesos adecuados y por ende la variabilidad disminuyó. El siguiente paso era estandarizar los procesos para que todos los operadores realicen el mismo procedimiento.

Para la estandarización del proceso de cambio de trabajo se creó el procedimiento P-01 Control de producción y las instrucciones de trabajo IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores, IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores que se encuentran en el anexo F.

Estos documentos se los redactó en conjunto con el equipo DMAIC y en especial con los operadores de extrusión quienes eran los que realmente conocían y aportaban con toda la información y conocimientos del proceso.

Finalmente, se socializó los documentos en especial el nuevo diagrama de flujo del proceso con todo el personal dictando charlas y realizando prácticas de entrenamiento. Ver figura 2.32 y el anexo G donde se aprecia la charla de estandarización del proceso de cambio de medida dictada al personal y el registro de la charla respectivamente.



FIGURA 2.32 CHARLAS DE ESTANDARIZACIÓN DEL CAMBIO DE MEDIDA

Fuente: Elaboración propia

2) Implementar un protocolo interno de calidad para extrusión

Para efectuar la segunda solución “Implementar un protocolo interno de calidad para extrusión” se realizaron reuniones con el equipo DMAIC para el desarrollo de estos documentos. La fábrica no contaba con las tolerancias de los parámetros para el control de calidad y tampoco había un protocolo a seguir, por eso en las reuniones se definió todos estos temas.

No existía en la fábrica personal exclusivo para el control de calidad, los mismos operadores hacían el control de algunos parámetros de los rollos. Tampoco había presupuesto para la contratación de personal, por ende, se designó al Jefe de Producción con ayuda de los operadores el seguimiento constante de los parámetros con el propósito de reducir el scrap, reducir producto defectuoso y evitar en lo posible que productos fuera de especificaciones lleguen al cliente final.

Se diseñaron los documentos P-02 Control de calidad extrusión, TCCE-Tabla de control de calidad extrusión, TT-01 Tabla de tolerancias de bobina extruida de Polietileno con el afán de facilitar la ejecución del control de calidad. Ver anexo H.

Crear documentos no era suficiente si no se los ponía en práctica, por ende, se socializó y entrenó al personal de la planta en base a los procedimientos creados. En la figura 2.33 se aprecia la charla dictada al personal respecto al protocolo de control de calidad implementado y en el anexo I se muestra el registro de la charla dictada.



FIGURA 2.33 CHARLAS DE CONTROL DE CALIDAD EN EXTRUSIÓN

Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Resultados

Luego de la implementación de las soluciones, se tomaron datos del scrap generado en extrusión durante una semana y media para realizar el análisis y verificar si había mejora en el parámetro % de scrap.

Se tomaron en total 57 datos, los cuales representaron los registros de los kilogramos de scrap y producto total producido por cada turno de trabajo.

El objetivo planteado en la etapa de medición era reducir el scrap de 4.85 % a 4.02 %. Con las mejoras implementadas se logró superar ese objetivo, disminuyendo en 53.5 %, es decir hasta 2.25 %. Ver figura 2.34.

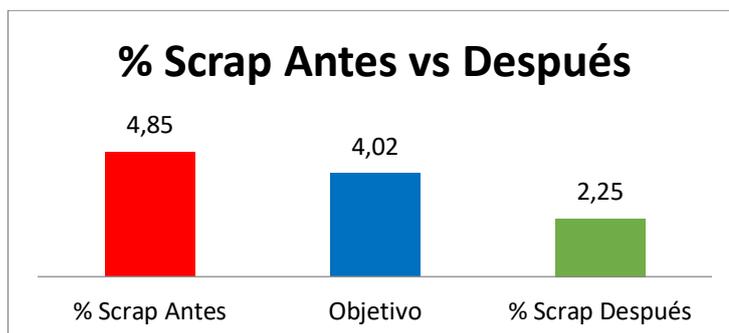


FIGURA 2.34 % SCRAP ANTES Y DESPUÉS DE LAS MEJORAS

Fuente: Elaboración propia

2.4.5 Análisis de la capacidad del proceso después de las mejoras

Previamente se analizaron los 57 datos para corroborar su normalidad a través del software Minitab. Ver figura 2.35.

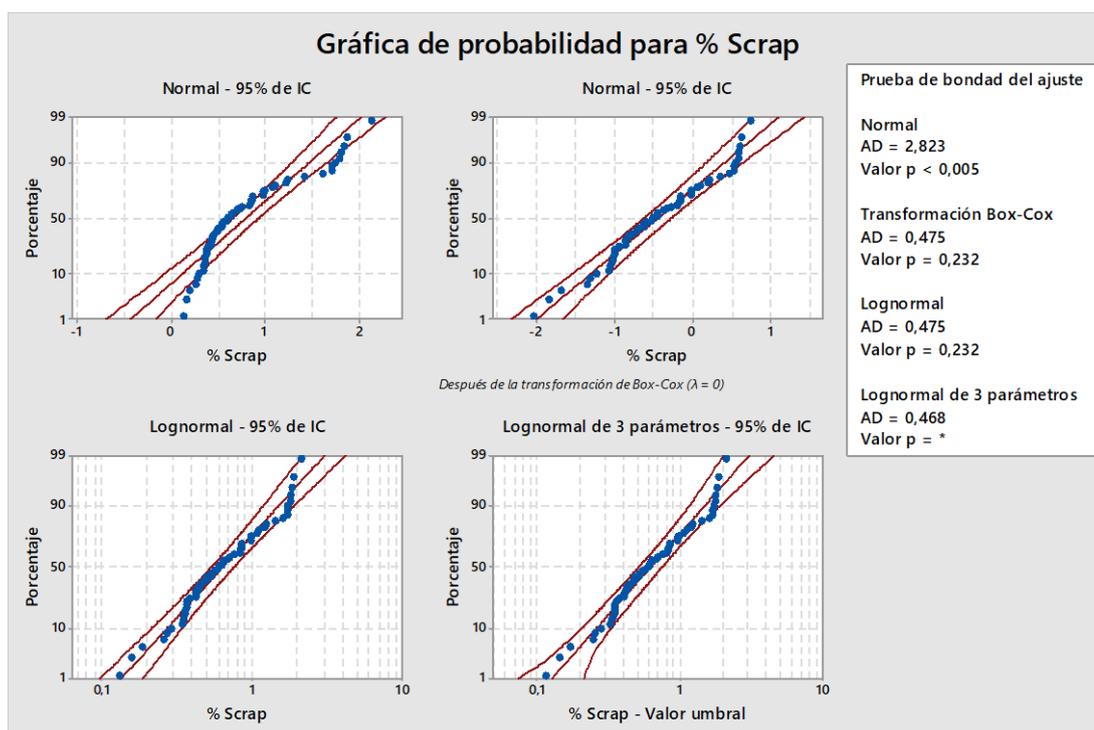


FIGURA 2.35 VERIFICACIÓN DE DATOS NORMALES

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se visualiza que los datos no seguían una distribución normal sino una distribución Log normal. En la misma gráfica también se aprecia que luego de la transformación de Box-Cox los datos cayeron dentro de los límites del modelo, es por ello que se trabajó con los datos transformados.

Se realizó la gráfica de control para datos individuales, donde se verificó que el proceso se encontraba bajo control ya que no hay valores fuera de los límites ni tendencias. Ver figura 2.36.

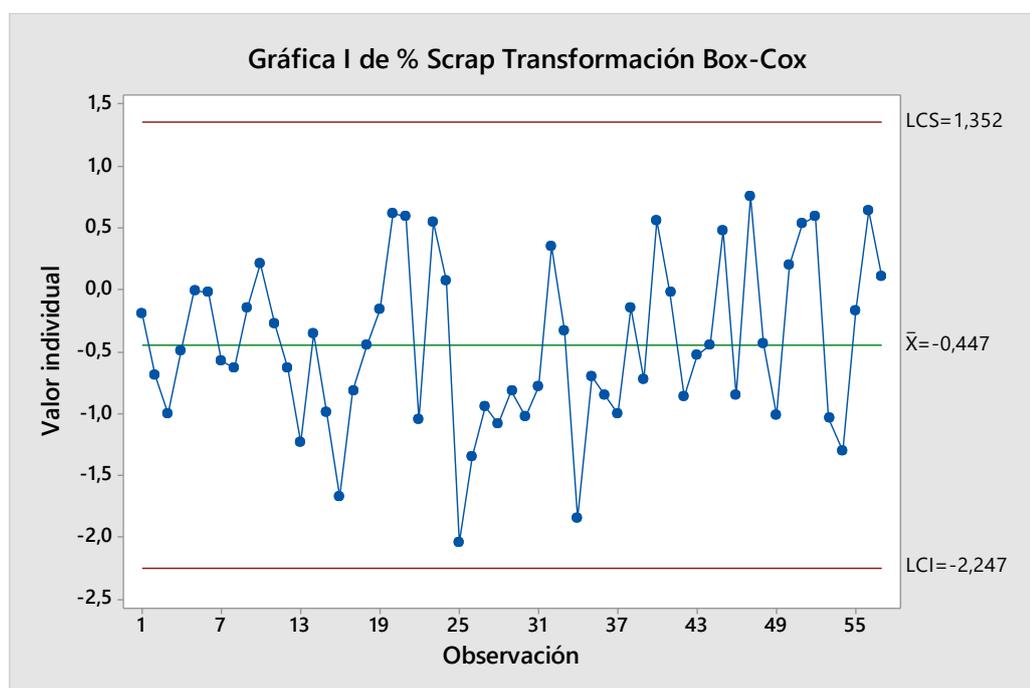


FIGURA 2.36 GRÁFICA DE CONTROL DESPUES DE MEJORAS

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso fue determinar la capacidad del proceso para confirmar si era o no capaz. En la figura 2.37 se observan las gráficas del antes y después de las mejoras.

En la tabla 2.13 se detalla un resumen de los parámetros antes y después de las mejoras. Se puede apreciar que el Ppk se mejoró a 1.02 y las partes por millón cayeron de 30213.72 a 1220.14 lo que indicó que el 1.2 % de los datos estaban sobre el límite superior (objetivo planteado). Además, se aprecia visualmente que el histograma era más esbelto lo que quería decir que la variabilidad se redujo.

TABLA 13

CAPACIDAD ANTES Y DESPUÉS DE MEJORAS

Parámetros	Antes de las mejoras	Después de las mejoras
Ppk	0.50	1.02
PPM > LES	30213.72	1220.14

Fuente: Elaboración propia

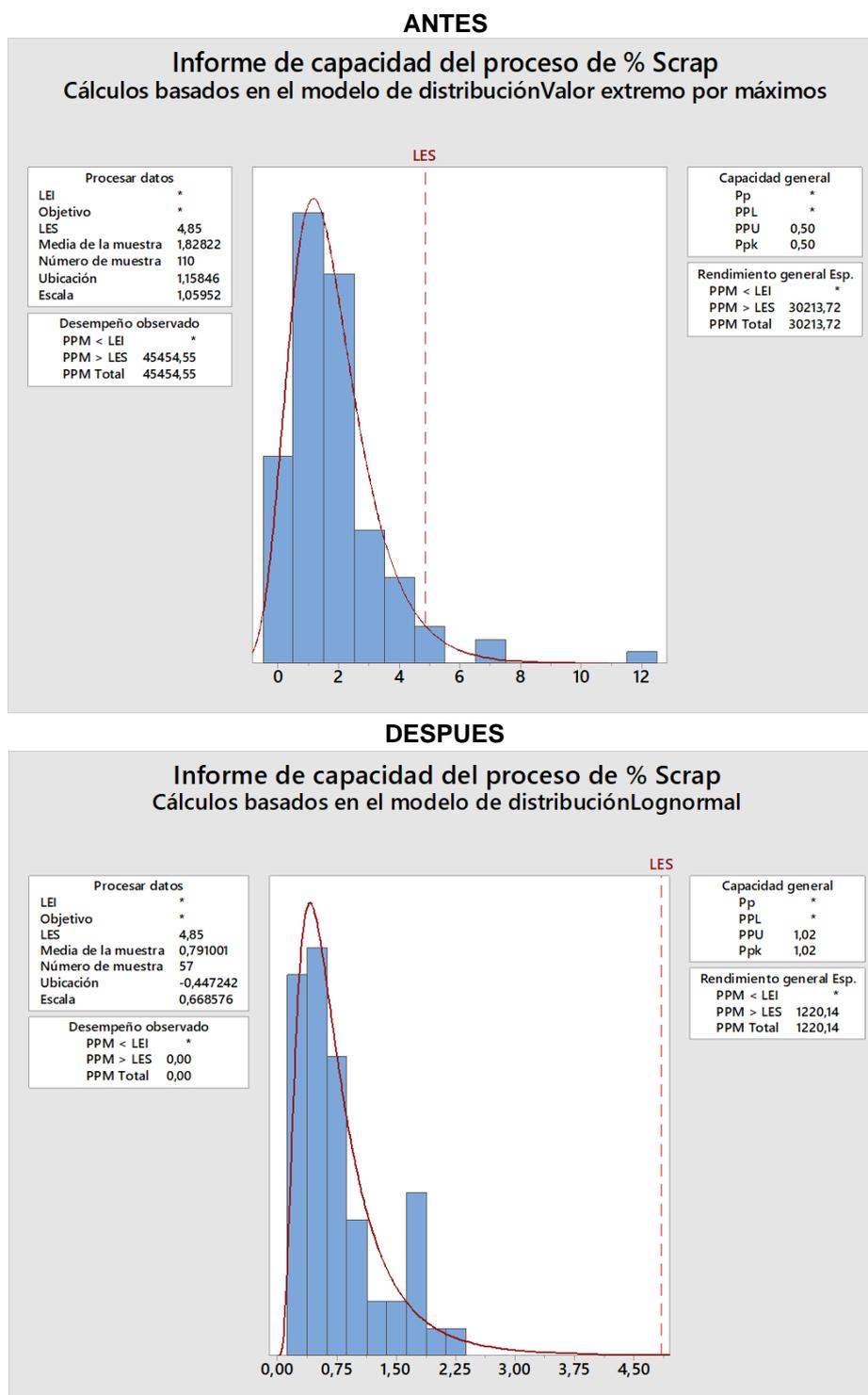


FIGURA 2.37 CAPACIDAD DEL PROCESO DESPUÉS DE MEJORAS

Fuente: Elaboración propia

Otro análisis importante para fortalecer los resultados obtenidos fue la comparación de medias de los datos antes y después de las mejoras, para ello se utilizó la prueba t pareada. Se realizó la prueba t pareada con los datos transformados detallando la prueba de hipótesis como sigue:

Hipótesis nula:

$$H_0 = D \geq Dh; \text{medias son iguales}$$

Hipótesis alterna:

$$H_1 = D < Dh; \text{media después} < \text{media antes}$$

Dónde:

D = media (muestra 1 – muestra 2)

Muestra 1: Datos después de las mejoras

Muestra 2: Datos antes de las mejoras

D = media (Después - Antes)

Dh = 0 (Diferencia hipotetizada), (Ver figura 2.38)

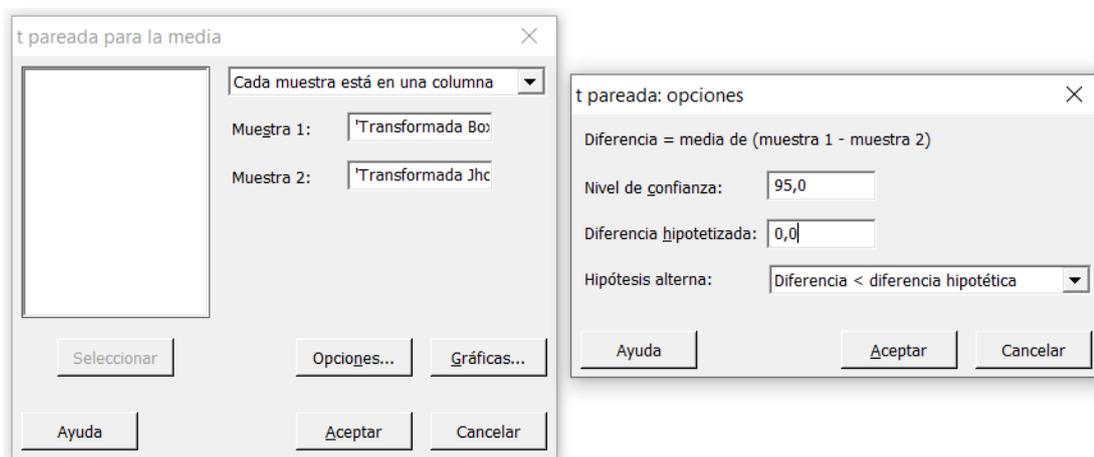


FIGURA 2.38 CONFIGURACIÓN DE HIPÓTESIS EN MINITAB

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.39 se observa que el valor p fue de 0.001 siendo menor al valor de significancia (0.05), por ende, hubo evidencia

estadística para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna. Se concluyó con un nivel de confianza del 95 % que la media de los registros de scrap después de las mejoras fue significativamente menor a la media de los valores de scrap antes de las mejoras.

IC y Prueba T pareada: Transformada Box-Cox Después; Transformada Jhonson Antes

T pareada para Transformada Box-Cox Después - Transformada Jhonson Antes

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Transformada Box-Cox Des	57	-0,516	0,774	0,102
Transformada Jhonson Ant	57	0,000	0,961	0,127
Diferencia	57	-0,516	1,179	0,156

Límite superior 95% para la diferencia de la media: -0,255

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. < 0): Valor T = -3,31 Valor p = 0,001

FIGURA 2.39 RESULTADOS PRUEBA T PAREADA

Fuente: Elaboración propia

2.5 Control

En esta última fase del proceso DMAIC se detallaron todas las herramientas utilizadas para realizar el control de lo implementado en la fábrica y así poder mantener en el tiempo, formándose en una práctica común para el personal.

2.5.1 Mecanismos de control

Cabe mencionar que, por cuestión de tiempo esta fase de control no se implementó en este proyecto, pero se entregó a la empresa todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el control.

Las herramientas que se deben utilizar son las cartas de control para valores individuales como las utilizadas en este documento para el monitoreo constante del scrap y los parámetros de control de calidad. También se diseñaron las tablas de control de calidad de extrusión (TCCE) y de tolerancias de bobina extruida de Polietileno (TT-01), las cuales permiten llevar el registro de los parámetros de calidad y en base al análisis de estos tomar medidas paliativas inmediatas.

Adicional, el reporte de extrusión se rediseñó en la fase de medición de tal forma que permitió la obtención de la mayor cantidad de datos relacionados con el scrap. Así mismo, se modificó la orden de

trabajo (OT) en la cual se especificaron los rangos de aceptación del ancho y del espesor de la lámina, lo cual facilitó el control de parámetros para los operadores. Ver anexo J.

El encargado de realizar el control de calidad debe registrar los parámetros, realizar auditorías de calidad y analizar la información periódicamente para tomar acciones correctivas y/o preventivas.

En la tabla 2.14 se visualizan los mecanismos de control para cada solución que se implementaron en la fábrica.

TABLA 14
MECANISMOS DE CONTROL

Solución	Reportes	Especificaciones técnicas, estándares
Estandarización del proceso de cambio de medida		X
Implementación de protocolo interno de control de calidad	X	X

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Planes de acción

Al finalizar el proyecto el porcentaje de scrap máximo permitido en el área de extrusión quedó estipulado en 2.25 %.

En caso que la variable de respuesta % de scrap se incremente más allá de 2.25 %, se deben analizar inmediatamente las causas y tomar acciones correctivas para mantener en los niveles adecuados.

En el anexo K se indican los planes de acción que el personal debe seguir en presencia de variación de algunos parámetros que afectan la variable de respuesta.

CAPÍTULO 3

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

- Mediante una investigación primaria a través de reuniones con todo el personal de la fábrica y la aplicación de técnicas exploratorias como la revisión de documentos y observación de campo, se identificaron los factores más importantes en la generación de scrap.
- Se analizaron los datos históricos recolectados de los documentos de la fábrica y se llegó a las causas raíz mediante la aplicación de técnicas tales como la gráfica de Pareto, el diagrama de Ishikawa y los 5 por qué. Estas causas raíz fueron: falta de estandarización del proceso de cambio de medida y falta de protocolo interno para control de calidad.
- Para la eliminación de las causas raíz falta de estandarización de procesos, primero se mejoró el proceso de cambio de medida y luego se estandarizó el mismo para el área de extrusión. Se desarrollaron documentos tales como el P-01 control de producción, IT-01 cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores y el IT-02 cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores.
- Para eliminar la casusa raíz de la falta de protocolo interno para el control de calidad, se diseñó e implementó un protocolo de control de calidad con rangos de tolerancia de los parámetros críticos para el control de especificaciones en extrusión. Se diseñó los siguientes documentos: P-02 control de calidad extrusión, se rediseño la orden de trabajo de extrusión, TT-01 tabal de tolerancias de bobina extruida de polietileno y se construyó una tabla para el control de calidad de parámetros TCCE.
- Para la implementación de las soluciones, se socializó al personal dando charlas de entrenamiento, prácticas y entregando los documentos físicos.
- Para mantener las mejoras en el tiempo se diseñaron los documentos de control de calidad y se hizo entrega de los mismos a la fábrica, explicando al personal encargado que se debe seguir un control exhaustivo a través de cartas de control para valores individuales, las mismas que ayudan a identificar inmediatamente valores fuera de lo rangos permitidos.
- Para que la metodología DMAIC funcione todos los miembros del equipo de trabajo deben estar comprometidos, en especialmente el Gerente o propietario de la empresa puesto que, si él no demuestra compromiso el proyecto está destinado al fracaso.
- Para realizar cualquier mejora de este tipo lo principal es tener el área de trabajo organizada y limpia, de esta forma los supervisores y los mismos operadores pueden encontrar con mayor facilidad oportunidades de mejora.

- Igualmente, antes de realizar cualquier implementación hay que restablecer las condiciones básicas de los equipos. Esto se logró con la fabricación artesanal de calibradores y el cambio de tornillos no acordes a la medida, lo cual impedía realizar una correcta calibración del molde.
- El trabajo en conjunto con los operadores de extrusión es de vital importancia para la implementación de las soluciones con resultados positivos. La estandarización de los procesos se llevó a cabo de manera exitosa debido al compromiso de los operadores.
- Con la implementación de las soluciones se logró reducir el porcentaje de scrap promedio en el área de extrusión en 53.5 %, es decir de 4.85 % bajó a 2.25 % superando el objetivo planteado que era de 4.02 %.
- Al inicio del proyecto el proceso se encontraba fuera de control y no era capaz. Con las mejoras se logró que sea un proceso bajo control y se incrementó la capacidad de 0.50 a 1.02. Aunque el proceso aún no es capaz, el hecho de tenerlo bajo control beneficia en los resultados.
- A pesar de que el personal no tenía una educación de mejora continua debido a que la empresa es pequeña y nunca se había realizado ningún proyecto como este, durante la realización del trabajo se evidenció las ganas de mejorar y crecer.

3.2 Recomendaciones

- Es de vital importancia que todo lo logrado se mantenga en el tiempo, para ello se dejó a la empresa todas las herramientas para llevar el control constante.
- Se recomienda trabajar para mejorar aún más la capacidad del proceso reduciendo la variabilidad del mismo.
- En vista a los resultados favorables obtenidos, se recomienda replicar la metodología en el área de sellado para lograr reducir aún más el scrap de la fábrica.
- Los datos de una empresa es el bien inmaterial más valioso que puede tener, con el análisis de estos se pueden tomar decisiones vitales para la organización y sin ellos la empresa puede estar destinada al fracaso o al estancamiento. Por tal motivo se recomienda que se lleve un registro de todos los datos posibles en todas las áreas.
- Se recomienda entrenar a los operadores de extrusión ya que ellos tienen conocimientos gracias a su experiencia, pero hay cosas que tienen explicación científica como por ejemplo la relación de soplado o las fuerzas que actúan en la película mientras se enfría y esto puede ayudar a la toma de decisiones ante problemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Chiza, J. (2013). *Reducción del producto no conforme (tableros tipo industrial) de la empresa Plywood Ecuatoriana, utilizando la metodología Six Sigma* (Tesis de Maestría). UDLA, Ecuador.
- Constantine, G. (2015). *Aplicación de la metodología Six Sigma para la identificación de propuesta de mejoras en el área de producción en la empresa RABE S.A. Industria Plástica* (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- Corzo, K, y Muñoz, M. (2019). *Estandarización y documentación de procesos del centro de investigación en anomalías congénitas y enfermedades raras (CIACER)* (Tesis de Pregrado). Universidad ICESI, Colombia.
- Espín, J. (2015). *Propuesta de una mejora para corregir las deficiencias en el área de extrusión durante el proceso de producción de fundas de polietileno en la empresa MIGPLAS S.A* (Tesis de Pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Gutierrez, H. (Ed.). (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill.
- Jirasukprasert, P. (Ed.). (2013, 8 de julio). A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of defects in a rubber gloves manufacturing process. *International Journal of Lean Six Sigma*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263418063_A_Six_Sigma_and_DMAIC_application_for_the_reduction_of_defects_in_a_rubber_gloves_manufacturing_process
- Lainez, N, y Montoya, F. (2017). *Reducción de porcentaje de productos no conformes en una línea de procesamiento de carnes* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Madariaga, F. (2013). *Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Madrid, España: Bukok Publishing.
- Mejillones, J. (2011). *Mantenimiento y operación de una maquina extrusora para fabricar películas de polietileno de alta y baja densidad* (Tesis de Pregrado). EPN, Ecuador.
- Montgomery, D. (Ed.). (2003). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. New York, Estados Unidos de América: John Wiley & Sons, Inc.
- Moreno, C. (2018). *Control de calidad en la fabricación de bolsas de polietileno y el desarrollo de prácticas de laboratorio en el centro universitario UAEM valle de México* (Tesis de Pregrado). Centro Universitario UAEM Valle de México, México.
- Nikhil, N., P, Salleshya., y Priya, H. (2020), Bottleneck Identification and Process Improvement by Lean Six Sigma DMAIC Methodology, *Materials Today*, 24(2),

1217-1224.

Recuperado

de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320330583>

- Pesantes, M, y López, L. (2017). *Reducción de scrap en una industria plástica* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Progressa, L. (24 de febrero del 2015). 5 porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/>
- Shankar, R. (2009). *Process improvement using six sigma: A dmaic guide*. Milwaukee, Wisconsin: Quality Press.
- Valverde, Alan. (2015). *Propuesta de diseño de un sistema de gestión de calidad para una empresa fabricante de productos plásticos* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.
- Vite, C. (2015). *Implementación de la Metodología DMAIC para Reducir los defectos de Etiquetado en una Línea Embotelladora de Bebidas* (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Viteri, D. (2010). *Optimización del proceso productivo de la empresa Industrias Plásticas S.A. a través de la metodología Six Sigma* (Tesis de Pregrado). UDLA, Ecuador.
- Wheat, B., Mills, C., y Carnell, M. (2003). *Leaning into Six Sigma: a parable of the journey to Six Sigma and a lean enterprise*. New York: McGraw-Hill.
- Yang, K. (Ed.). (2003). *Desing for Six Sigma A Roadmap for Product Development*. doi: 10.1036/0071435999

ANEXOS

ANEXO A

PORCENTAJE DE APOORTE EN VENTAS DE CADA FAMILIA DE FUNDAS Y ROLLOS

Nº	FAMILIA DE FUNDAS/ROLLOS	VENTAS	% VENTAS
1	FUNDA DE ALTA AMARILLA	3195,35	0,64
2	FUNDA DE ALTA NATURAL	274,16	0,06
3	FUNDA DE ALTA NATURAL CON FUELLE	118829,41	23,98
4	FUNDA DE ALTA TIPO CAMISETA	2206,56	0,45
5	FUNDA DE BAJA NEGRA CON FUELLE	20816,9	4,20
6	FUNDA DE BAJA NEGRA	52,8	0,01
7	FUNDA DE BAJA AZUL	2679,75	0,54
8	FUNDA DE BAJA AZUL CON FUELLE	54171,68	10,93
9	FUNDA DE BAJA MANDIL	12711,15	2,57
10	FUNDA DE BAJA CELESTE	15844,34	3,20
11	FUNDA DE BAJA NATURAL PELETIZADO	964,29	0,19
12	FUNDA DE BAJA NATURAL	49858,05	10,06
13	FUNDA DE BAJA NATURAL CON FUELLE	66083,74	13,34
14	FUNDA DE BAJA NATURAL CON CAVALIERS	1374,54	0,28
15	FUNDA DE BAJA NATURAL VIRGEN	2032,64	0,41
16	FUNDA DE BAJA LAMINADA NYLON	7472,02	1,51
17	LÁMINAS DE BAJA NEGRA	950,74	0,19
18	FUNDA DE BAJA IMPRESA	37203,38	7,51
19	FUNDA DE DESECHOS	35348,28	7,13
20	ROLLO DE ALTA AMARILLO	846,46	0,17
21	ROLLO DE ALTA NATURAL CON FUELLE	192,03	0,04
22	ROLLO DE ALTA NATURAL	497,4	0,10
23	ROLLO DE ALTA CELESTE	463,76	0,09
24	ROLLO DE ALTA BLANCO	217,15	0,04
25	ROLLO DE BAJA NEGRO	11002,41	2,22
26	ROLLO DE BAJA NATURAL	25051,76	5,06
27	ROLLO DE BAJA NATURAL CON FUELLE	1684	0,34
28	ROLLO DE BAJA OSCURO	18304,64	3,69
29	ROLLO DE BAJA LÁMINA NATURAL	4818,69	0,97
30	ROLLO DE BAJA VIRGEN	294,15	0,06
	TOTAL	495442,23	100%

(Fuente: Departamento de ventas de la fábrica)

ANEXO B

REPORTE DE EXTRUSIÓN SIN MODIFICACION

REPORTE DE EXTRUSION

No. 0000000

FECHA: 21.10.2020

CUENTE: Hag 1

MAQUINA #: 1

CUENTE: Hag 2

OPERADOR	MEDIDA Y ESPESOR A EXTRUIR	ROLLO #	PESO	HORA	SCRAP
	9'4 X000250	24	23.80		
	24F8 X000110	1	98.0		
	P ROMW0000	2	100.7		
		3	136.6		
			385.3		
TURNO		H			

OPERADOR	MEDIDA Y ESPESOR A EXTRUIR	ROLLO #	PESO	HORA	SCRAP
	9'4 X000250	24	23.80		
	24F8 X000110	1	98.0		
	P ROMW0000	2	100.7		
		3	136.6		
			385.3		
TURNO		H			

DETALLE	INV. INICIAL	RECIBIDO	UTILIZADO	DEVOLUCION	SALDO
LDPE U/G	2575		184		2375.0
HDPE ALTA	1011.0		211.0		800
LDPE LINEAL	1900		225		1675.0
B/D PELET. NAT	80		22		68
B/D PELET. NEGRO					
B/D PELET. OSCURO					
A/D PELET. NAT.	90		12		78
PIG					
PIG					
ADITIVO					

REVISADO

OPERADOR

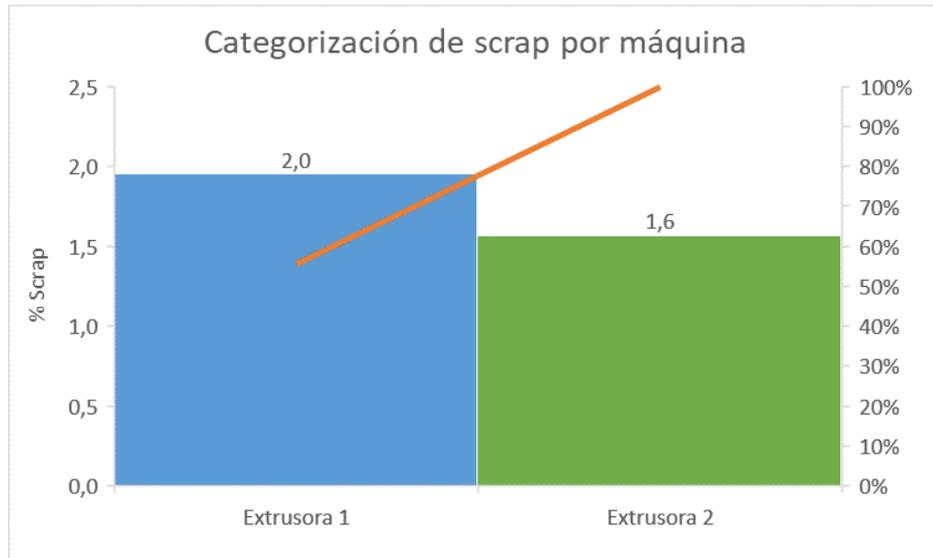
CLIENTE

OBSERVACION.....

(Fuente: Departamento de producción de la fábrica)

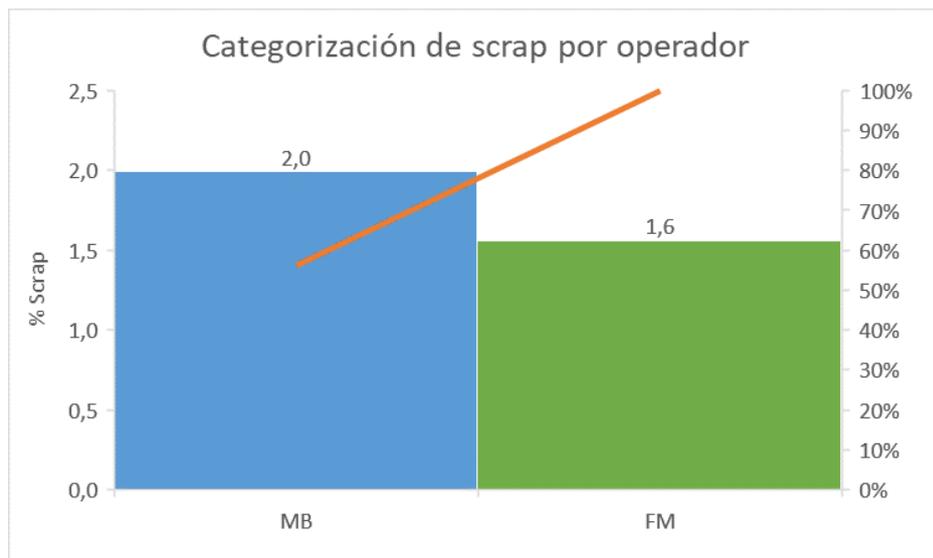
ANEXO D

GRÁFICA DE PARETO DE PORCENTAJE DE SCRAP POR MÁQUINA



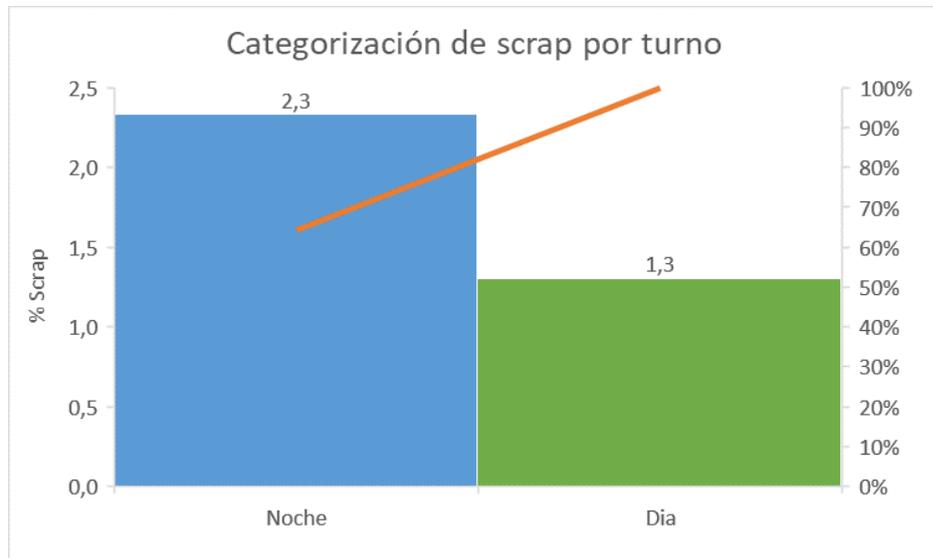
(Fuente: Elaboración propia)

GRÁFICA DE PARETO DE PORCENTAJE DE SCRAP POR OPERADOR



(Fuente: Elaboración propia)

GRÁFICA DE PARETO DE PORCENTAJE DE SCRAP POR TURNO



(Fuente: Elaboración propia)

ANEXO E

FLUJO DEL PROCESO PARA OPERADORES

Locación: Área de extrusión		Evento		Cantidad				
Actividad: Extrusión rollos de B/D		Operación	●	15				
Detalle: Cambio de medida de rollo sin fuelle a rollo con fuelle de B/D en extrusora 2		Transporte	➔	2				
		Demora	◐	2				
Fecha: 02/12/2020		Inspección	■	3				
Operador: Operador FM		Almacenamiento	▼	0				
Nr.	Descripción de la actividad	Simbología					Tiempo (seg)	AV/NAV
		●	➔	■	◐	▼		
1	Revisar orden de extrusión						30	NAV
2	Transportar la MP y pigmentos para pesar		➔				54	NAV
3	Pesar la MP y pigmentos						22	AV
4	Mezclar la MP y pigmentos						240	AV
5	Preparar y colocar el core de cartón en eje neumático						27	NAV
6	Colocar la MP en la tolva						18	AV
7	Esperar que salga la MP nueva por el molde						291	NAV
8	Elevar película y modificar velocidad del motor de la extrusora						17	AV
9	Modificar velocidad del rodillo de tiro						11	AV
10	Medir y ajustar ancho de la película						15	NAV
11	Colocar fuelleros						987	AV
12	Centrar la bobina de cartón						31	AV
13	Cambiar el rollo						9	NAV
14	Buscar llaves para calibrar molde						15	NAV
15	Centrar el globo calibrando el molde						33	AV
16	Medir el ancho de la película						11	NAV
17	Estabilizar el globo con soportes de madera						28	NAV
18	Ajustar altura del globo con el blower						23	AV
19	Reajustar fuelleros						31	AV
20	Tomar muestra de la película						4	NAV
21	Medir 1 metro lineal de la muestra y pesarla						58	NAV
22	Corregir el espesor del globo con aire						19	AV
Total							1974	

Locación: Área de extrusión		Evento			Cantidad			
Actividad: Extrusión rollos de B/D		Operación	●		10			
Detalle: Cambio de medida de rollo sin fuelle a rollo con fuelle de B/D en extrusora 2		Transporte	➔		2			
		Demora	◐		2			
Fecha: 02/12/2020		Inspección	■		3			
Operador: Operador MB		Almacenamiento	▼		0			
Nr.	Descripción de la actividad	Simbología					Tiempo (seg)	AV/NAV
		●	➔	■	◐	▼		
1	Revisar orden de extrusión						28	NAV
2	Transportar la MP y pigmentos para pesar	➔					123	NAV
3	Pesar la MP y pigmentos						32	AV
4	Mezclar la MP y pigmentos						315	AV
5	Colocar la MP en la tolva						20	AV
6	Esperar que salga la MP nueva por el molde						260	NAV
7	Colocar fuelleros						115	AV
8	Elevar la película						206	AV
9	Inyectar aire al globo						25	AV
10	Buscar llaves para calibrar molde						18	NAV
11	Centrar el globo calibrando el molde						103	AV
12	Medir ancho de la película						10	NAV
13	Calibrar ancho de película con aire						37	AV
14	Reajustar fuelleros						48	AV
15	Colocar el core de cartón en eje neumático						54	AV
16	Tomar muestra de película						5	NAV
17	Medir 1 metro lineal de la muestra y pesarla						25	NAV
Total						1424		

Actividad: Extrusión rollos de B/D		Operación	●	12				
Detalle: Cambio de medida de rollo sin fuelle a rollo con fuelle de B/D en extrusora 2		Transporte	➔	2				
		Demora	⏸	0				
Fecha: 18/02/2021		Inspección	■	2				
Operador: OTIDA estandarizado el proceso		Almacenamiento	▼	0				
Nr.	Descripción de la actividad	Simbología					Tiempo (seg)	AV/NAV
		●	➔	■	⏸	▼		
1	Revisar orden de extrusión	↓					18	NAV
2	Transportar la MP y pigmentos para pesar	➔					50	NAV
3	Pesar la MP y pigmentos	↓					19	AV
4	Mezclar la MP y pigmentos	↓					180	AV
5	Cortar, centrar y colocar el core de cartón	↓					84	AV
6	Incrementar velocidad de la extrusora	↓					10	AV
7	Colocar y ajustar fuelleros	↓					134	AV
8	Elevar película y al mismo tiempo inyectar aire para ajustar el ancho	↓					18	AV
9	Incrementar velocidad del rodillo de tiro	➔					10	AV
10	Ajustar ancho de película	➔					11	AV
11	Calibrar el molde para centrar el globo	➔					22	AV
12	Colocar MP en la tolva	➔					18	AV
13	Esperar que salga MP por el molde						247	NAV
14	Ajustar el espesor de la película variando la velocidad del rodillo de tiro	➔					10	AV
15	Cortar muestra y realizar control de calidad	➔					38	NAV
16	Rebobinar la película	➔					3	AV
17	Corregir el espesor del globo de ser necesario	↓					10	AV
Total						882		

(Fuente: Elaboración propia)

ANEXO F
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS
P-01 CONTROL DE PRODUCCIÓN

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-01 Control de producción

PROPÓSITO

Asegurar que los procesos de producción se realicen en condiciones controladas para obtener un producto que cumpla con los requerimientos del cliente.

ALCANCE

Este procedimiento cubre a los procesos de producción de extrusión y sellado.

RESPONSABILIDAD

- El Gerente general es responsable de asegurar que este procedimiento sea implementado y eficaz.
- El Jefe de Producción es el responsable de asegurar el cumplimiento de este procedimiento.

PROCEDIMIENTO

1. Control de producción

El planificador de producción elabora las órdenes de fabricación de acuerdo a las solicitudes de ingreso de pedido de los clientes. Las órdenes generadas electrónicamente son impresas y entregadas al operador de extrusión quien revisa en estos registros (medidas, tipos de materia prima, espesores, pesos, cantidad a fabricar) para su posterior ejecución.

En este documento vienen definidos las características del producto a fabricar de acuerdo con las especificaciones del cliente y sirve para llevar el control de los kg de producto fabricado y los kg de scrap generado.

El Jefe de Producción es responsable de emitir instrucciones de trabajo y mantenerlas actualizadas cuando sea necesario en los casos de nuevos productos, nuevos procesos o necesidades detectadas en la planta.

El Jefe de Producción coordina con los operadores para distribuir los trabajos en las diferentes máquinas de acuerdo a la urgencia del pedido y a la disponibilidad de las máquinas, ejecutando las labores de acuerdo a las instrucciones de trabajo de producción.

Los operadores de extrusión son responsables de llenar los datos en los registros de control entregados e identificar los productos con toda la información necesaria.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 1/5
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-01 Control de producción

Los técnicos u operadores están en la obligación de solicitar el visto bueno antes de empezar una producción. El Jefe de Producción o Gerente general, aprueba los procesos antes de empezar a producir registrando su firma en la orden de producción.

El Jefe de Producción recibe de los técnicos u operadores los registros de control para su verificación, una vez aprobado el Jefe de Producción coloca su firma de aceptación y la información de la producción del turno es ingresada por el Jefe de Producción al RP-01 Registro de producción.

1.1. Extrusión

El operador de extrusión localiza y transporta la materia prima desde la bodega de materia prima hacia el área de extrusión para pesar las resinas.

El Jefe de Producción con el operador de extrusión de acuerdo a la especificación técnica de relación de soplado revisan antes de la ejecución de la Orden de Fabricación (OF) que el ancho a extruir esté dentro de los rangos establecidos y con el molde adecuado.

De ser necesario el cambio de molde, los operadores de extrusión lo realizan cumpliendo todas las normas de seguridad y medio ambientales.

El operador realiza el pesado y la mezcla de las resinas de acuerdo a lo requerido en las órdenes de trabajo.

El trabajo de abastecimiento de material a la tolva hasta la obtención del producto semielaborado en extrusión se lo realiza de acuerdo a la Instrucción de Trabajo IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores y IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores. El producto semielaborado es identificado con los siguientes datos: Nombre del cliente, medidas (ancho en pulgadas, con fuelle o sin fuelle), espesor (milésimas de pulgada), color, densidad de la MP usada (A/D o B/D), operador que lo realizó, fecha de fabricación, peso bruto de la bobina en kg (peso de la película extruida más peso del core de cartón), peso neto en kg (peso de la película extruida), peso del core de cartón en kg, el turno en el cual fue fabricado (1 es día y 2 es noche) y el número de rollo.

Los operadores de extrusión registran los datos de producción, estos datos son verificados y aprobados por el Jefe de Producción.

En cada turno el operador de extrusión realiza de ser necesario, las calibraciones del molde de la extrusora para el material que se está procesando.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 2/5
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-01 Control de producción

Los técnicos u operadores de extrusión son responsables de mantener la buena limpieza y orden del área de trabajo, dados, herramientas y demás componentes.

1.2. Corte, sellado y empaquetado

El Jefe de producción y el Gerente general coordinan las órdenes de trabajo a procesar según la prioridad de los clientes.

El operador de sellado se encarga de proveer los rollos a la selladora-cortadora, convertirlos en producto terminado, pesar, empacar en bultos e identificarlos.

Los operadores de sellado registran en el reporte de sellado R-02 la información de los rollos procesados y la cantidad de producto terminado. Estos datos son revisados por el Jefe de producción

1.3. Gestión del Scrap

El material scrap propio del proceso o el producto no conforme es transportado a la bodega de scrap por los operadores de cada área.

El Jefe de Producción coordina cuando la bodega se encuentra llena con una empresa externa el retiro del scrap y su respectivo procesamiento para su reutilización. Durante la entrega del scrap se clasifica el mismo por colores, por densidad y se lleva el registro mensual.

2. Asignación de Personal

De acuerdo a los pedidos de los clientes se determina la necesidad de contratar personal para incrementar la producción de la fábrica.

El Jefe de Producción coordina con el Gerente general la disponibilidad del personal por área y turno (durante el transcurso de la semana el personal puede ser cambiado por el Jefe de Producción de acuerdo a necesidades de producción).

Para poder cumplir con las fechas de entrega se ha elaborado la rotación del personal de la siguiente forma dependiendo del área de trabajo:

Extrusión.- Rotación del personal en 2 turnos de 12 horas cada uno, teniendo personal para trabajar de lunes a las 7 am a sábado hasta las 7 am donde finaliza la semana, de requerir trabajar los domingos se coordina con el personal.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 3/5
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-01 Control de producción

Sellado.- El personal trabaja de lunes a viernes de 7 am a 7 pm en una sola jornada. De requerir trabajar en la jornada de la noche el Jefe de Producción coordina con el Gerente general y los operadores para la contratación temporal de personal y la rotación de los mismos. De requerir trabajar los sábados y domingos se coordina con el personal.

Se aplican las leyes vigentes para considerar las horas de sobretiempo.

3. Control de novedades

3.1. Daño de Infraestructura

Al detectar una falla o daño en la infraestructura (instalaciones, máquina, equipos, dispositivos, etc.), el técnico, operador o la persona que detectó la falla o daño comunica la novedad al Jefe de Producción, el mismo que evalúa el daño y define la prioridad del mantenimiento a realizar, reportando al Gerente general.

3.2. Problemas detectados en el proceso

Toda persona que intervenga en los diferentes procesos de la planta al detectar algún problema u oportunidad de mejora, comunica al Gerente general para iniciar la investigación.

3.3. Producto dañado o no conforme

Los técnicos u Operadores al detectar productos semielaborados o terminados fuera de especificaciones, lo identifican y separan; el mismo es reportado al Jefe de Producción para su posterior disposición.

3.4. Control del ambiente de trabajo, aspectos e impactos ambientales

Las condiciones ambientales de trabajo se mantienen en niveles adecuados para el tipo de producto que se fabrique.

El Jefe de Producción es responsable de coordinar con los operadores para asegurar un estado de limpieza, orden adecuado, comunicación, cumplimiento y seguimiento de los controles operacionales de la planta tanto de ambiente como de seguridad.

El Jefe de Producción es el responsable por el abastecimiento de los EPP necesarios a todo el personal según sus necesidades.

3.5. Reuniones de trabajo

Cuando el Jefe de Producción o Gerente general consideren necesario, se realizan reuniones con el personal de las diferentes áreas para tratar temas puntuales.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 4/5
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-01 Control de producción

REFERENCIAS

IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores.
IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores.

REGISTROS

R-01 Reporte de extrusión.
R-02 Reporte de sellado.
RP-01 Registro de producción.
OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado.
E-01 Etiqueta de rollos.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 5/5
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

**IT-01 CAMBIO DE ÓRDENES DE FABRICACIÓN CON
DIFERENTES RESINAS-COLORES**

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

1. PROPÓSITO:

Establecer un instructivo para realizar el cambio de órdenes de fabricación (OF) en el área de extrusión que permita reducir el scrap generado cuando la materia prima (MP) de la nueva OF cambia de densidad o de color.

2. ALCANCE:

Este procedimiento aplica para los cambios de orden de fabricación de extrusión desde la revisión de la orden de trabajo por parte del operador hasta el embobinado de la película extruida bajo parámetros adecuados.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

- Planificación: Proceso estructurado donde se definen el cuerpo del proyecto y la ejecución metódica para obtener un objetivo determinado.
- Orden de trabajo (OT) / Orden de fabricación (OF: Documento emitido por el área de planificación luego de recibir un pedido del cliente. En este documento se especifica con detalles los parámetros del producto a producir.
- Fuelleros: Accesorios de la extrusora que sirven para construir los fuelles (dobletes) en la lámina extruida.
- Blower de enfriamiento: Ventilador que con el anillo de enfriamiento distribuye aire para enfriar exteriormente la lámina extruida
- Rodillo de tiro: Rodillo impulsado por un motor que se encarga de estirar la lámina extruida. Variando su velocidad se consigue el espesor deseado de la lámina.
- Especificaciones: Características solicitadas por el cliente para la producción del producto.
- Calibración de película: Centrar el molde de tal forma que el globo o película tenga espesor uniforme.
- Rebobinar película: recoger la película extruida en un core de cartón de ancho similar a la película.
- Reporte de extrusión: Hoja donde se reporta la producción del turno de trabajo, el inventario de materia prima y novedades.
- Materia prima (MP): Es todo bien que es transformado durante un proceso de producción hasta convertirse en un bien de consumo. En el caso particular de la industria del plástico son las resinas, colorantes u otros aditivos que sirven como base para la fabricación.

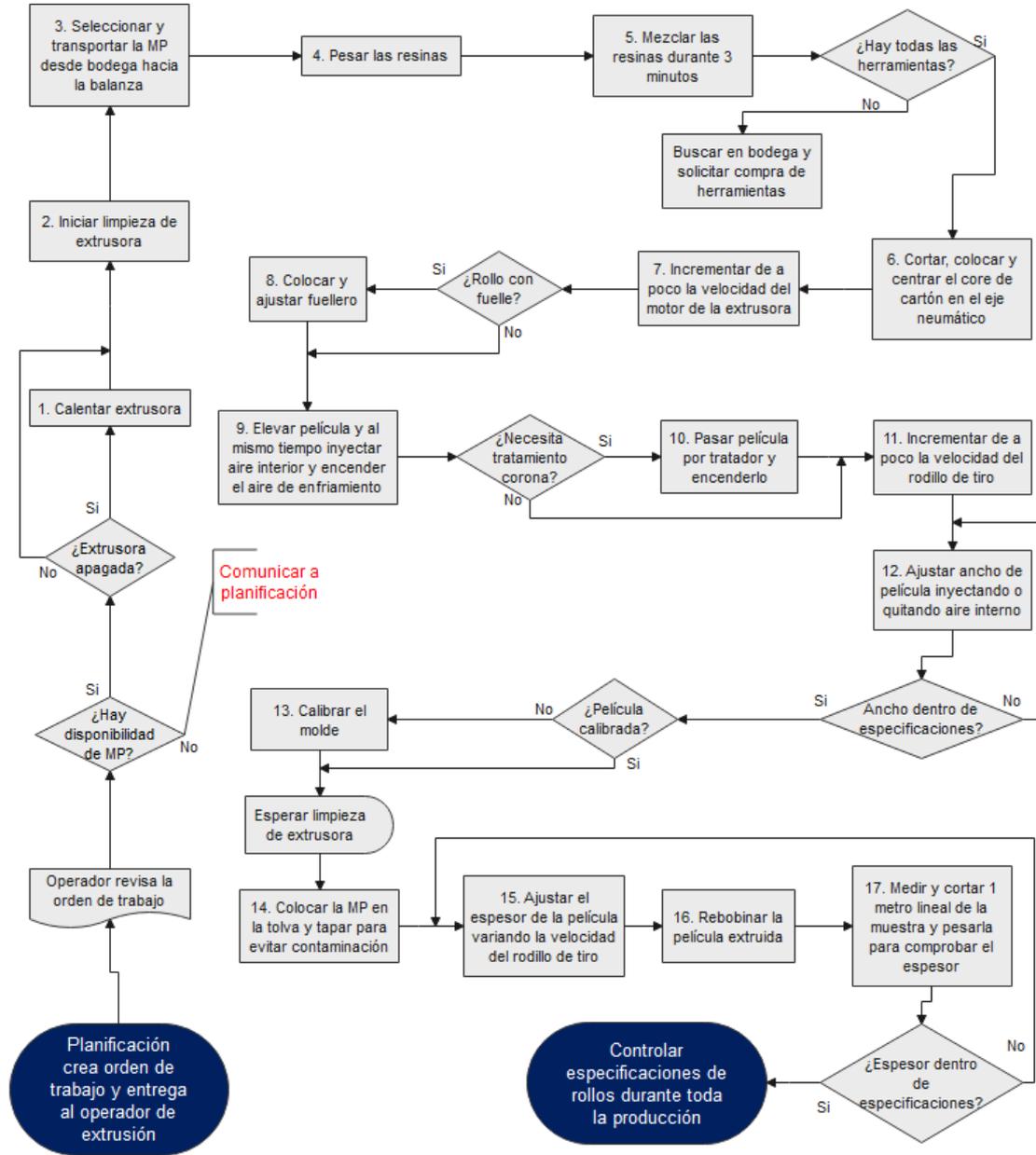
4. RESPONSABLE:

Operador de extrusión / Jefe de Producción

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 1/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

5. DIAGRAMA DE FLUJO:



Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 2/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

6. CUERPO DEL PROCEDIMIENTO

6.1.	Calentar extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	El operador revisa la orden de extrusión en la cual verifica las especificaciones técnicas a fabricar (ancho, espesores, pesos en gramos, fuelle), cantidad de Kg a fabricar, el tipo de MP a utilizar y su existencia física en la bodega. Si el operador verifica la falta de materia prima, se comunica inmediatamente al Jefe de Producción y se espera hasta nueva orden. Si la extrusora se encuentra apagada se procede a encender las zonas de calentamiento, de lo contrario se ajustan las temperaturas si se requiere.	Operador de extrusión, Jefe de Producción.	Orden de extrusión, inventario.

6.2.	Limpiar extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Se utiliza polietileno reciclado de natural u oscuro para realizar la limpieza de la extrusora. En este paso se aprovecha para fabricar material para empacar el PT. Si se requiere empaque para fundas con destino alimenticio, se utiliza reciclado natural pero si el destino del empaque es para fundas de desechos se usa reciclado oscuro. Dependiendo del color que se está limpiando es la cantidad de material de limpieza utilizado el cual oscila entre 30 kg a 50 kg. Mientras se limpia la extrusora se aprovecha el tiempo para realizar los siguientes procedimientos.	Operador de extrusión.	Carreta, cuchilla.

6.3.	Transportar la materia prima		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Una vez que se verifica la existencia de MP en la bodega, se procede a seleccionar las resinas y transportarlas con una carreta hacia la balanza ubicada en el área de extrusión, teniendo en cuenta los respectivos cuidados de seguridad y medio ambiente.	Operador de extrusión.	Carreta, orden de extrusión, cuchilla.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 3/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

6.4.	Pesar la materia prima		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	El operador debe pesar las resinas de acuerdo a la cantidad que se va a mezclar y al porcentaje que corresponde según la orden de trabajo. Se debe verificar que la balanza se encuentre calibrada y encerada.	Operador de extrusión.	Carreta, balanza.

6.5.	Mezclar la materia prima		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Verificar que el mezclador se encuentre limpio y de no ser así proceder con la limpieza. Colocar las resinas previamente pesadas en el mezclador. Cerrar la tapa colocando los seguros y activar el mezclador. El mezclador tiene un temporizador ajustado en 4 minutos, suficientes para una buena homogenización del material.	Operador de extrusión.	Mezclador, aire a presión, tacho.

6.6.	Preparar cores de cartón		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Mientras se realiza la mezcla de las resinas, el operador deber preparar un core de cartón con el ancho similar a la película que se va a extruir. Se introduce el core en el eje neumático de la extrusora y se centra para dejarlo listo. Para que el core quede asegurado, se inyecta aire al eje neumático a través de una válvula. El eje neumático con el core listo se coloca en la extrusora en la sección de embobinado.	Operador de extrusión.	Core de cartón, eje neumático, sierra eléctrica, cinta adhesiva, aire a presión, flexómetro.

6.7.	Incrementar la velocidad del motor de la extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Si hasta este paso el motor de la extrusora se encuentra apagado, se debe encender el motor de la extrusora incrementando de a poco para desplazar la resina antigua por la nueva o la de limpieza.	Operador de extrusión.	

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 4/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

6.8.	Colocar fuelleros		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Si la orden es con fuelle, se debe colocar los fuelleros y ajustarlos de acuerdo a la medida requerida por el cliente.	Operador de extrusión.	Llave allen de 6 mm, llave corona #17, llave inglesa, flexómetro.

6.9.	Elevar película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Puesto que la extrusora no se encontraba realizando trabajo previo, el operador debe elevar la película con una guía. Mientras se eleva película se inyecta aire al interior de la misma para formar el globo y se enciende el aire de enfriamiento exterior. Cuando la unión de la película guía pasa por el rodillo de tiro, se activa otro rodillo para que este cierre y se forme el globo manteniendo el aire interior.	Operador de extrusión.	Guantes, espátula, película guía, aire comprimido, cuchilla.

6.10.	Tratamiento corona		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Si en la orden de trabajo indica que se haga tratamiento de corona, la película se debe pasar por los rodillos del tratador de corona y encender el mismo a la intensidad adecuada. Si no se requiere realizar tratamiento de corona omitir este paso.	Operador de extrusión.	Guantes, película guía.

6.11.	Incrementar la velocidad del rodillo de tiro		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Con el globo formado, se va incrementando la velocidad del rodillo de tiro a valores cercanos al requerido poco a poco para no arrancar la película.	Operador de extrusión.	Guantes.

6.12.	Ajustar ancho de película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Para ajustar el ancho de la película según la nueva orden de trabajo, el operador debe medir el ancho actual y de requerir incrementar el ancho se debe inyectar aire abriendo la válvula o si se requiere disminuir el ancho se debe sacar aire haciendo un agujero al globo.	Operador de extrusión.	Clavo, aire comprimido, flexómetro.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 5/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

6.13.	Calibrar el molde		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	<p>Para realizar esta actividad, el operador debe centrar el molde de tal forma que el espacio anular del molde sea igual en todas sus partes ajustando los pernos de calibración y variando el flujo de aire de enfriamiento.</p> <p>Todas las actividades realizadas hasta este paso se hacen mientras la resina nueva o de limpieza desplaza a la resina antigua y la extrusora se va limpiando. Si hasta este paso aún sigue saliendo resina contaminada, se debe esperar hasta que salga limpia.</p>	Operador de extrusión.	Llaves allen de 14 mm, tubo de metálico, guantes.

6.14.	Abastecer extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	<p>Se procede a colocar un tacho plástico en la puerta de descarga del mezclador y se levanta manualmente tapa para que salga la resina mezclada. Se llena hasta un volumen manejable por el operador, se cierra la compuerta del mezclador y se abastece la tolva de la extrusora. Se repiten estos pasos hasta llenar la tolva y se tapa la misma para evitar contaminación. De esta misma forma es el abastecimiento constante durante la extrusión.</p>	Operador de extrusión.	Mezclador, tacho, tapa de tolva.

6.15.	Ajustar el espesor de la película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	<p>Para ajustar el espesor de la película a lo solicitado por el cliente, el operador debe modificar la velocidad del rodillo de tiro de tal forma que si se requiere aumentar el espesor, la velocidad se disminuye y si se requiere bajar el espesor la velocidad se aumenta. Se debe ajustar la velocidad a valores muy cercanos a lo teórico para luego de la inspección realizar pequeños ajustes.</p>	Operador de extrusión.	Cuchilla.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 6/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-01 Cambio de órdenes de fabricación con diferentes resinas-colores

6.16.	Rebobinar la película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Antes de recoger la película se debe tomar una muestra de aproximadamente 1 metro de largo para el control de calidad. Se coloca el eje neumático con el core en el rodillo de bobinado y con precaución se une la película extruida al core de cartón para empezar su recogida. Se debe asegurar que el core se encuentre centrado de acuerdo a la película extruida.	Operador de extrusión.	Core de cartón, cuchilla,

6.17.	Control de calidad de la película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	La muestra obtenida se corta exactamente de 1 metro de largo y se pesa en la balanza gramera. El peso debe estar dentro de los parámetros solicitados por el cliente de lo contrario se debe modificar el espesor repitiendo el paso 6.14.	Operador de extrusión y Jefe de Producción.	Balanza gramera, cuchilla, flexómetro

8. REFERENCIAS:

P-01 Control de producción

9. REGISTROS:

R-01 Reporte de extrusión

OT-01 Orden de trabajo extrusión

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 7/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

**IT-02 CAMBIO DE ÓRDENES DE FABRICACIÓN CON
IGUALES RESINAS-COLORES**

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

1. PROPÓSITO:

Establecer un instructivo para realizar el cambio de órdenes de fabricación (OF) en el área de extrusión que permita reducir el scrap generado cuando la materia prima (MP) de la nueva OF se mantiene tanto en el tipo como en el color.

2. ALCANCE:

Este procedimiento aplica para los cambios de orden de fabricación de extrusión desde la revisión de la orden de trabajo por parte del operador hasta el embobinado de la película extruida bajo parámetros adecuados.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

- Planificación: Proceso estructurado donde se definen el cuerpo del proyecto y la ejecución metódica para obtener un objetivo determinado.
- Orden de trabajo (OT) / Orden de fabricación (OF: Documento emitido por el área de planificación luego de recibir un pedido del cliente. En este documento se especifica con detalles los parámetros del producto a producir.
- Fuelleros: Accesorios de la extrusora que sirven para construir los fuelles (dobletes) en la lámina extruida.
- Blower de enfriamiento: Ventilador que con el anillo de enfriamiento distribuye aire para enfriar exteriormente la lámina extruida
- Rodillo de tiro: Rodillo impulsado por un motor que se encarga de estirar la lámina extruida. Variando su velocidad se consigue el espesor deseado de la lámina.
- Especificaciones: Características solicitadas por el cliente para la producción del producto.
- Calibración de película: Centrar el molde de tal forma que el globo o película tenga espesor uniforme.
- Rebobinar película: recoger la película extruida en un core de cartón de ancho similar a la película.
- Reporte de extrusión: Hoja donde se reporta la producción del turno de trabajo, el inventario de materia prima y novedades.
- Materia prima (MP): Es todo bien que es transformado durante un proceso de producción hasta convertirse en un bien de consumo. En el caso particular de la industria del plástico son las resinas, colorantes u otros aditivos que sirven como base para la fabricación.

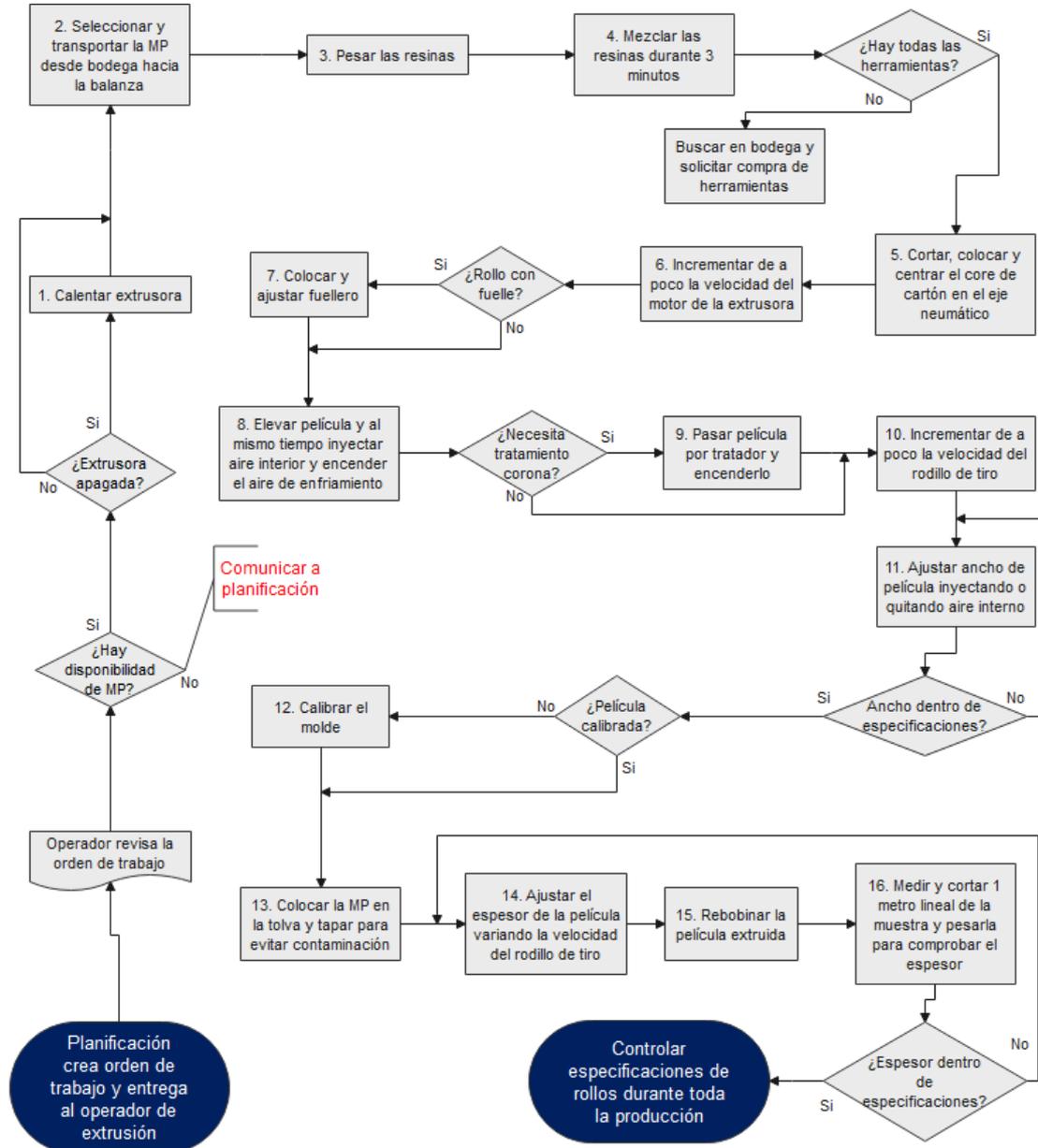
4. RESPONSABLE:

Operador de extrusión / Jefe de Producción

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 1/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

5. DIAGRAMA DE FLUJO:



Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 2/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

6. CUERPO DEL PROCEDIMIENTO

6.1.	Calentar extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	El operador revisa la orden de extrusión en la cual verifica las especificaciones técnicas a fabricar (ancho, espesores, pesos en gramos, fuelle), cantidad de Kg a fabricar, el tipo de MP a utilizar y su existencia física en la bodega. Si el operador verifica la falta de materia prima, se comunica inmediatamente al Jefe de Producción y se espera hasta nueva orden. Si la extrusora se encuentra apagada se procede a encender las zonas de calentamiento, de lo contrario se ajustan las temperaturas si se requiere.	Operador de extrusión, Jefe de Producción.	Orden de extrusión, inventario.

6.2.	Transportar la materia prima		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Una vez que se verifica la existencia de MP en la bodega, se procede a seleccionar las resinas y transportarlas con una carreta hacia la balanza ubicada en el área de extrusión, teniendo en cuenta los respectivos cuidados de seguridad y medio ambiente.	Operador de extrusión.	Carreta, orden de extrusión, cuchilla.

6.3.	Pesar la materia prima		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	El operador debe pesar las resinas de acuerdo a la cantidad que se va a mezclar y al porcentaje que corresponde según la orden de trabajo. Se debe verificar que la balanza se encuentre calibrada y encerada.	Operador de extrusión.	Carreta, balanza.

6.4.	Mezclar la materia prima		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Verificar que el mezclador se encuentre limpio y de no ser así proceder con la limpieza. Colocar las resinas previamente pesadas en el mezclador. Cerrar la tapa colocando los seguros y activar el mezclador. El mezclador tiene un temporizador ajustado en 4 minutos, suficientes para una buena homogenización del material.	Operador de extrusión.	Mezclador, aire a presión, tacho.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 3/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

6.5.	Preparar cores de cartón		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Mientras se realiza la mezcla de las resinas, el operador deber preparar un core de cartón con el ancho similar a la película que se va a extruir. Se introduce el core en el eje neumático de la extrusora y se centra para dejarlo listo. Para que el core quede asegurado, se inyecta aire al eje neumático a través de una válvula. El eje neumático con el core listo se coloca en la extrusora en la sección de embobinado.	Operador de extrusión.	Core de cartón, eje neumático, sierra eléctrica, cinta adhesiva, aire a presión, flexómetro.

6.6.	Incrementar la velocidad del motor de la extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Si hasta este paso el motor de la extrusora se encuentra apagado, se debe encender el motor de la extrusora incrementando de a poco para desplazar la resina antigua por la nueva o la de limpieza.	Operador de extrusión.	

6.7.	Colocar fuelleros		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Si la orden es con fuelle, se debe colocar los fuelleros y ajustarlos de acuerdo a la medida requerida por el cliente.	Operador de extrusión.	Llave allen de 6 mm, llave corona #17, llave inglesa, flexómetro.

6.8.	Elevar película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Puesto que la extrusora no se encontraba realizando trabajo previo, el operador debe elevar la película con una guía. Mientras se eleva película se inyecta aire al interior de la misma para formar el globo y se enciende el aire de enfriamiento exterior. Cuando la unión de la película guía pasa por el rodillo de tiro, se activa otro rodillo para que este cierre y se forme el globo manteniendo el aire interior.	Operador de extrusión.	Guantes, espátula, película guía, aire comprimido, cuchilla.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 4/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

6.9.	Tratamiento corona		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Si en la orden de trabajo indica que se haga tratamiento de corona, la película se debe pasar por los rodillos del tratador de corona y encender el mismo a la intensidad adecuada. Si no se requiere realizar tratamiento de corona omitir este paso.	Operador de extrusión.	Guantes, película guía.

6.10.	Incrementar la velocidad del rodillo de tiro		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Con el globo formado, se va incrementando la velocidad del rodillo de tiro a valores cercanos al requerido poco a poco para no arrancar la película.	Operador de extrusión.	Guantes.

6.11.	Ajustar ancho de película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Para ajustar el ancho de la película según la nueva orden de trabajo, el operador debe medir el ancho actual y de requerir incrementar el ancho se debe inyectar aire abriendo la válvula o si se requiere disminuir el ancho se debe sacar aire haciendo un agujero al globo.	Operador de extrusión.	Clavo, aire comprimido, flexómetro.

6.12.	Calibrar el molde		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Para realizar esta actividad, el operador debe centrar el molde de tal forma que el espacio anular del molde sea igual en todas sus partes ajustando los pernos de calibración y variando el flujo de aire de enfriamiento. Todas las actividades realizadas hasta este paso se hacen mientras la resina nueva o de limpieza desplaza a la resina antigua y la extrusora se va limpiando. Si hasta este paso aún sigue saliendo resina contaminada, se debe esperar hasta que salga limpia.	Operador de extrusión.	Llaves allen de 14 mm, tubo de metálico, guantes.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 5/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

6.13.	Abastecer extrusora		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Se procede a colocar un tacho plástico en la puerta de descarga del mezclador y se levanta manualmente tapa para que salga la resina mezclada. Se llena hasta un volumen manejable por el operador, se cierra la compuerta del mezclador y se abastece la tolva de la extrusora. Se repiten estos pasos hasta llenar la tolva y se tapa la misma para evitar contaminación. De esta misma forma es el abastecimiento constante durante la extrusión.	Operador de extrusión.	Mezclador, tacho, tapa de tolva.

6.14.	Ajustar el espesor de la película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Para ajustar el espesor de la película a lo solicitado por el cliente, el operador debe modificar la velocidad del rodillo de tiro de tal forma que si se requiere aumentar el espesor, la velocidad se disminuye y si se requiere bajar el espesor la velocidad se aumenta. Se debe ajustar la velocidad a valores muy cercanos a lo teórico para luego de la inspección realizar pequeños ajustes.	Operador de extrusión.	Cuchilla.

6.15.	Rebobinar la película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	Antes de recoger la película se debe tomar una muestra de aproximadamente 1 metro de largo para el control de calidad. Se coloca el eje neumático con el core en el rodillo de bobinado y con precaución se une la película extruida al core de cartón para empezar su recogida. Se debe asegurar que el core se encuentre centrado de acuerdo a la película extruida.	Operador de extrusión.	Core de cartón, cuchilla,

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 6/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Instrucción de trabajo
Referencia:	IT-02 Cambio de órdenes de fabricación con iguales resinas-colores

6.16.	Control de calidad de la película		
	Detalle	Encargado (s)	Recurso (s)
	La muestra obtenida se corta exactamente de 1 metro de largo y se pesa en la balanza gramera. El peso debe estar dentro de los parámetros solicitados por el cliente de lo contrario se debe modificar el espesor repitiendo el paso 6.14.	Operador de extrusión y Jefe de Producción.	Balanza gramera, cuchilla, flexómetro

8. REFERENCIAS:

P-01 Control de producción

9. REGISTROS:

R-01 Reporte de extrusión

OT-01 Orden de trabajo extrusión

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 7/7
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

ANEXO G

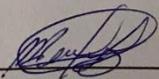
HOJA DE ASISTENCIA A CHARLA DE ESTANDARIZACIÓN

Logo empresa

HOJA DE ASISTENCIA - HA

Fecha: 09/02/2021 Tema: Estandarización de Procesos de extrusión
Hora: 7:10 Sub tema: Flujo de proceso, nuevos formatos
Lugar: Fabrica. Nombre Instructor: Harlon Fejoo

	Nombre y Apellido	Cargo	Firma
1	JV B	EXTRUSOR	
2	EM	EXTRUSOR	
3	L. V.	Jefa Producción	
4	CB	GERENTE P.	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			


Firma Instructor

ANEXO H

P-02 CONTROL DE CALIDAD DE EXTRUSIÓN

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

PROPÓSITO

Asegurar que los productos producidos en extrusión cumplan con los requerimientos del cliente a través del control de calidad constante.

ALCANCE

Este procedimiento cubre al proceso de producción de extrusión.

RESPONSABILIDAD

- El Gerente general es responsable de asegurar que este procedimiento sea implementado y eficaz.
- El Jefe de Producción es el responsable de asegurar el cumplimiento de este procedimiento.

PROCEDIMIENTO

1. Personal encargado

El encargado de realizar el control de calidad de los productos producidos o en proceso de producción debe ser el Jefe de producción o el Gerente general, puesto que por ser una fábrica pequeña no se cuenta con departamento de control de calidad.

2. Registro de datos

El documento utilizado para el registro de los datos es la tabla TCCE-Tabla de control de calidad extrusión, la cual consta de dos partes:

Información general.- Aquí se detalla toda la información del área y del producto a ser analizado.

Hora: Colocar la hora de toma de la muestra.

OT: Es el número de la orden de trabajo emitida por el área de planificación (OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado).

Rollo: Es el número del rollo del cual fue tomada la muestra.

Nombre Operador: El nombre del operador que fabricó el rollo de la muestra.

Máq: La máquina en la cual fue fabricado el rollo de la muestra.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 1/6
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

Peso ref: Es el peso referencial en gramos que debe tener 1 metro lineal de la muestra, este peso viene dado en la OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado.

Descripción del Material: Aquí se colocan las dimensiones y el tipo de materia prima con la cual fue fabricada la muestra. Por ejemplo, el siguiente código 17FL3.5x0.000295B/D-Amarillo tiene la siguiente información: 17 pulgadas es el ancho de la película, FL3.5 quiere decir que tiene fuelle lateral de 3.5 pulgadas, 0.000295 es el espesor de la película en milésimas de pulgada, B/D es el tipo de materia prima con la que fue fabricado en este caso es de baja densidad y Amarillo es el color del producto.

Inspecciones.- En esta sección se coloca toda la información recolectada en la inspección de la muestra.

Medidas (plg): El ancho real de la película medido por el auditor, el ancho del fuelle lateral izquierdo y del fuelle lateral derecho.

Color: Se verifica si la tonalidad de la muestra está de acorde a la muestra del cliente (si existe) o a lo solicitado por planificación. Se debe colocar OK si la tonalidad está bien y NO OK si la tonalidad no está acorde.

Espesor: Se utiliza el calibrador de espesores que posee la empresa distribuyendo las medidas de la siguiente forma:

- Si la muestra es tipo lámina, tomar 5 medidas distribuidas uniformemente en el ancho de la muestra y calcular el promedio.
- Si la muestra es tipo tubo, tomar 5 medidas distribuidas uniformemente en el ancho de la muestra, calcular el promedio y dividir para dos.

Peso real: Se Corta un metro lineal de la muestra y se pesa. Se coloca el peso real en gramos.

Cortes: Colocar el número de cortes para control de calidad que tiene el rollo analizado.

Rasg. Si la prueba de rasgado no tiene novedades se coloca OK de lo contrario se coloca NO OK.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 2/6
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

Trat: Si a la muestra se le hizo tratamiento corona, se debe realizar la prueba según TT-01 Tabla de tolerancias de bobina extruida de Polietileno y colocar OK si no hay desprendimiento de tinta y NO OK si hay desprendimiento de tinta. Si a la muestra no se le realizó tratamiento corona, colocar N/A (no aplica).

Observaciones: Colocar cualquier dato o comentario adicional.

3. Control de calidad

3.1. Encargado de control de calidad

El personal encargado de realizar el control de calidad debe realizar a todos los rollos (bobinas) extruidas o en proceso de extrusión de tal forma que ningún producto fuera de las especificaciones llegue al cliente.

3.2. Operadores de extrusión

El operador de extrusión debe realizar un control permanente de los parámetros del producto que está fabricando con la finalidad de reducir el scrap y el producto fuera de especificaciones.

El Operador de extrusión debe siempre tomar una o dos muestras intermedias mientras se fabrica cada rollo dependiendo del grosor de la bobina a criterio del operador (rollos gruesos 2 muestras, rollos finos 1 muestra). Durante el cambio de rollos nuevamente se debe tomar una muestra. Inmediatamente después de la toma de muestra se debe realizar las pruebas de calidad para de ser el caso hacer correcciones inmediatas. Las pruebas que debe hacer el operador son: control de ancho, control de peso (espesores), control de tonalidad, control de rasgado, control de tratamiento corona (si fuera el caso).

Es importante que el operador permanentemente (cada 15 minutos) mida el ancho de la película con el flexómetro mientras se está fabricando y verifique el calibre de la misma presionando con sus manos la bobina verificando que todo su ancho esté compacto.

4. Pruebas de control de calidad

Tanto el encargado de control de calidad como el operador de extrusión deben realizar estas pruebas de calidad para identificar especificaciones fuera de parámetros.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 3/6
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

4.1. Control de ancho

Esta prueba se la realiza a la lámina mientras se está fabricando o con la muestra tomada para hacer correcciones inmediatas. Con un flexómetro se mide el ancho de la lámina sin parar la extrusora. La medida debe estar dentro de los rangos de tolerancia indicados en la TT-01 Tabla de tolerancias de bobina extruida de Polietileno, de lo contrario hacer correcciones del ancho. Si la lámina lleva fuelle, también se deben mediar los anchos de los fuelles.

4.2. Control de espesor

El control de espesor se lo realiza de la siguiente forma:

1. Tomar una muestra de lámina
2. Cortar un metro lineal de la lámina
3. Doblar la lámina y pesarla en la balanza gramera.
4. Verificar si el peso se encuentra dentro del rango especificado en la OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado de acuerdo a TT-01 Tabla de tolerancias de bobina extruida de Polietileno.
5. Si el peso está fuera del rango, hacer correcciones inmediatas.

4.3. Control de tonalidad

La tonalidad de la bobina extruida se la compara con las muestras de los clientes en caso de existir, de lo contrario el Jefe de producción o el Gerente general dan el visto bueno a la tonalidad.

4.4. Control de rasgado

La verificación del rasgado se la hace manualmente estirando y rasgando la muestra para comprobar si tiene la elasticidad adecuada. Si hay novedades en la prueba, inmediatamente se deben tomar medidas para su corrección.

4.5. Control de tratamiento corona

Para verificar si la película se encuentra bien tratada se realiza el siguiente procedimiento:

1. Tomar una muestra de lámina tratada
2. Dibujar una línea con tinta de impresión cubriendo todo el ancho de la película
3. Dejar secar la tinta

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 4/6
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

4. Pegar cinta adhesiva sobre la tinta seca
5. Despegar con fuerza la cinta
6. Finalmente, verificar si al despegar la cinta adhesiva, esta sale con tinta.

Si la cinta adhesiva despegar la tinta, quiere decir que el tratado no es el adecuado y se debe hacer correcciones en la intensidad del tratador.

5. Identificación del material y embalaje

5.1. Protección

La bobina terminada debe cubrirse con una funda plástica y sellada con cinta adhesiva para proteger de contaminantes y deterioros.

5.2. Identificación

La bobina debe identificarse la etiqueta E-01 Etiqueta de rollos, la cual debe contener la siguiente información:

- Cliente
- Medida
- Espesor
- Color
- Densidad
- Operador
- Fecha
- Peso bruto
- Tara
- Peso neto
- Turno
- Número de rollo

REFERENCIAS

OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado.

TT-01 Tabla de tolerancias de bobina extruida de Polietileno.

E-01 Etiqueta de rollos.

REGISTROS

TCCE-Tabla de control de calidad extrusión.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 5/6
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

**TT-01 TABLAS DE TOLERANCIA DE BOBINA EXTRUIDA DE
POLIETILENO**

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

Objetivo:

Brindar al personal de la empresa los rangos de tolerancia aceptables de las bobinas extruidas de Polietileno, para realizar productos de calidad enfocados en los requerimientos de clientes disminuyendo el scrap y los productos no conformes.

Responsable:

Jefe de Producción / Operadores de extrusión.

Tabla de tolerancias:

- **Ancho de película.-** La unidad de medida utilizada es la pulgada. La tolerancia en el ancho de la película se encuentra en +/- 1/8 de pulgada. Ejemplo.

Ancho referencial (pulgadas)	Tolerancia (pulgadas)
24	23 15/16 – 24 1/8
7 1/2	7 3/8 – 7 5/8

- **Espesor.-** La unidad de medida utilizada es la milésima de pulgada. Es aceptable tener el espesor en un rango de +/- 5 % con respecto al valor referencial indicado en la OT-01 Orden de trabajo de extrusión. Ejemplo.

Espesor referencial (milésima de pulgada)	Tolerancia (milésima de pulgada)
0.80	0.76 – 0.84
1.25	1.19 – 1.30

- **Peso.-** La unidad de medida utilizada es el gramo. Es aceptable tener el peso en un rango de +/- 5 % con respecto al valor referencial indicado en la OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado. Ejemplo.

Peso referencial (gramos)	Tolerancia (gramos)
39.941	37.944 – 41.938
149.612	142.131 – 157.093

Nota: El rango de tolerancia está especificado en la OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado.

- **Color.-** La tonalidad de la bobina extruida se la compara con las muestras de los clientes en caso de existir, de lo contrario el Jefe de producción o el Gerente general dan el visto bueno a la tonalidad.

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 1/2
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

Logo empresa	Procedimiento
Referencia:	P-02 Control de calidad extrusión

- **Rasgado.-** La verificación del rasgado se la hace manualmente estirando y rasgando la muestra para comprobar si tiene la elasticidad adecuada.
- **Tratador de corona.-** Para verificar si la película se encuentra bien tratada se realiza el siguiente procedimiento:
 1. Tomar una muestra de lámina tratada
 2. Dibujar una línea con tinta de impresión cubriendo todo el ancho de la película
 3. Dejar secar la tinta
 4. Pegar cinta adhesiva sobre la tinta seca
 5. Despegar con fuerza la cinta
 6. Finalmente, verificar si al despegar la cinta adhesiva, esta sale con tinta.

Si la cinta adhesiva despega la tinta, quiere decir que el tratado no es el adecuado y se debe hacer correcciones en la intensidad del tratador.

Referencias:

OT-01 Orden de trabajo de extrusión y sellado

Registros:

TCCE-Tabla de control de calidad extrusión

Elaborador por: M. Feijoo	Aprobado por: C. B.	Emisión original: 19/02/2021	Revisión: 20/02/2021	Versión: 1.0	Página: 2/2
------------------------------	------------------------	---------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------

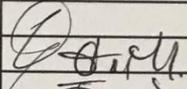
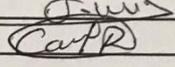
ANEXO I

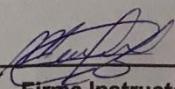
HOJA DE ASISTENCIA A CHARLA DE CONTROL DE CALIDA

Logo empresa

HOJA DE ASISTENCIA - HA

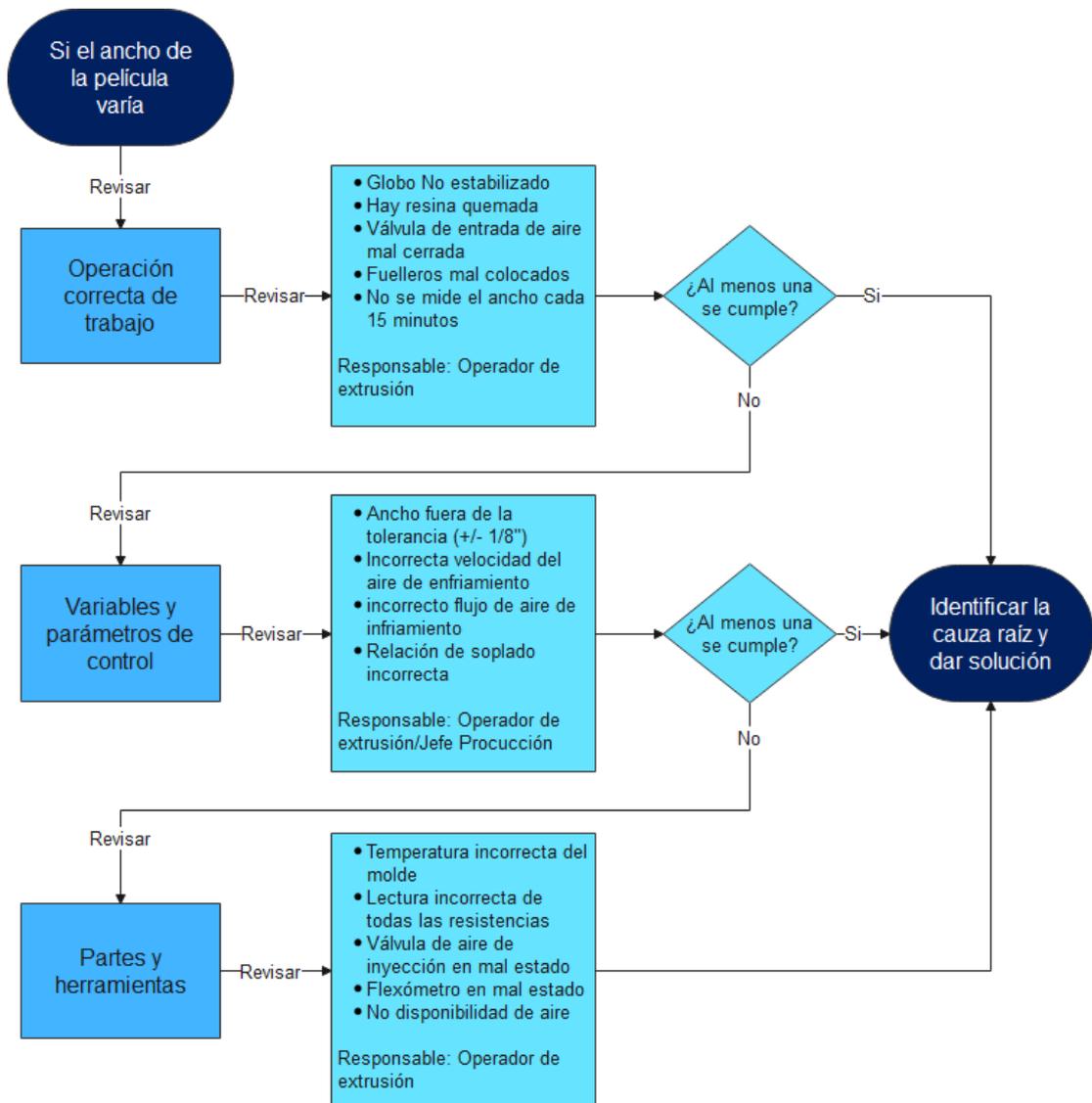
Fecha: 10/02/2021 Tema: Control de Calidad Extrusión
Hora: 7:00 Sub tema: Procedimientos, formatos, tolerancias,
Lugar: Fábrica Nombre Instructor: Marlon Feijoo

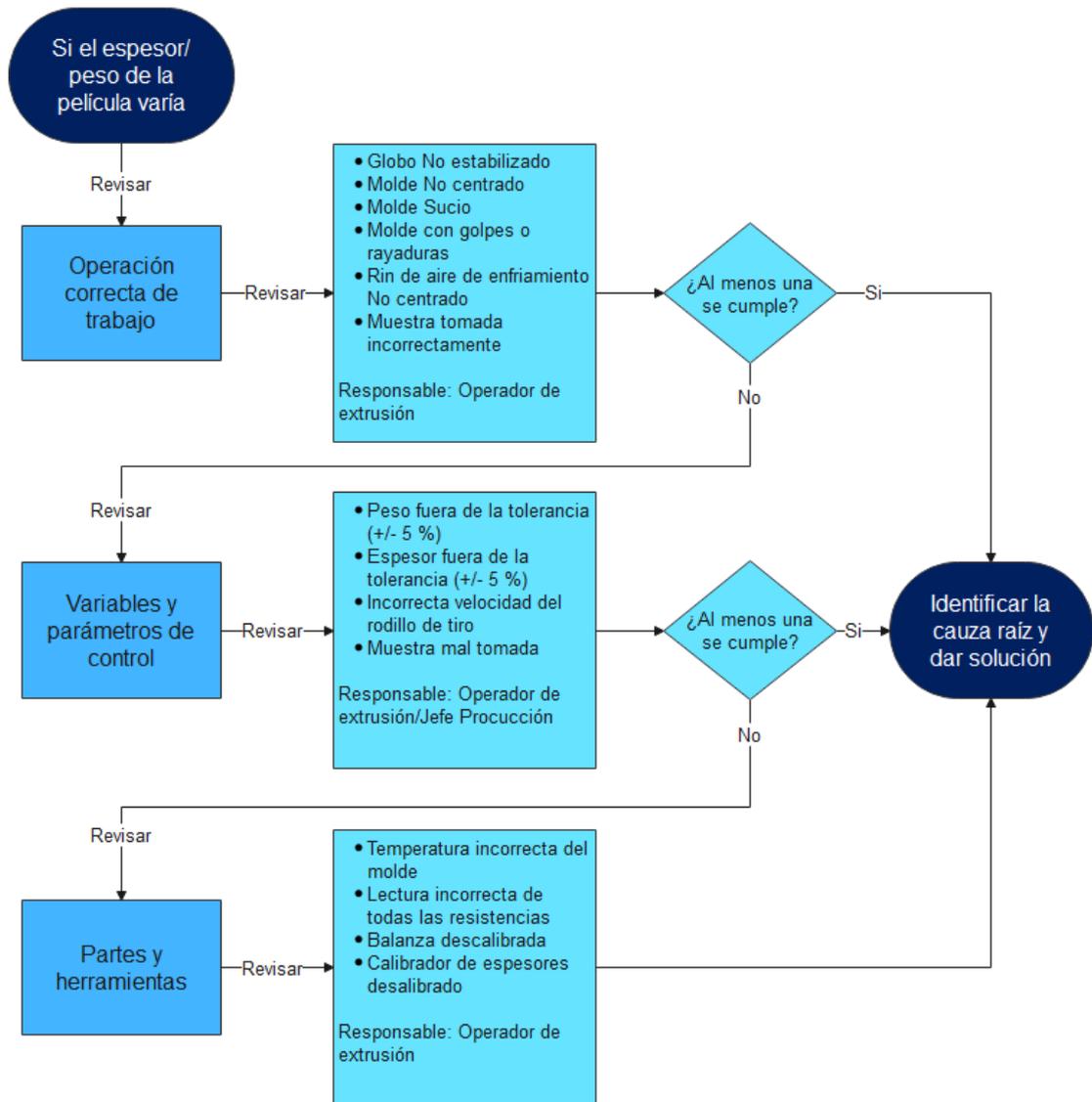
	Nombre y Apellido	Cargo	Firma
1	M B	EXTRUSOR	
2	F H	EXTRUSOR	
3	J. V.	Jefa Producción	
4	CB	GERENTE P.	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			

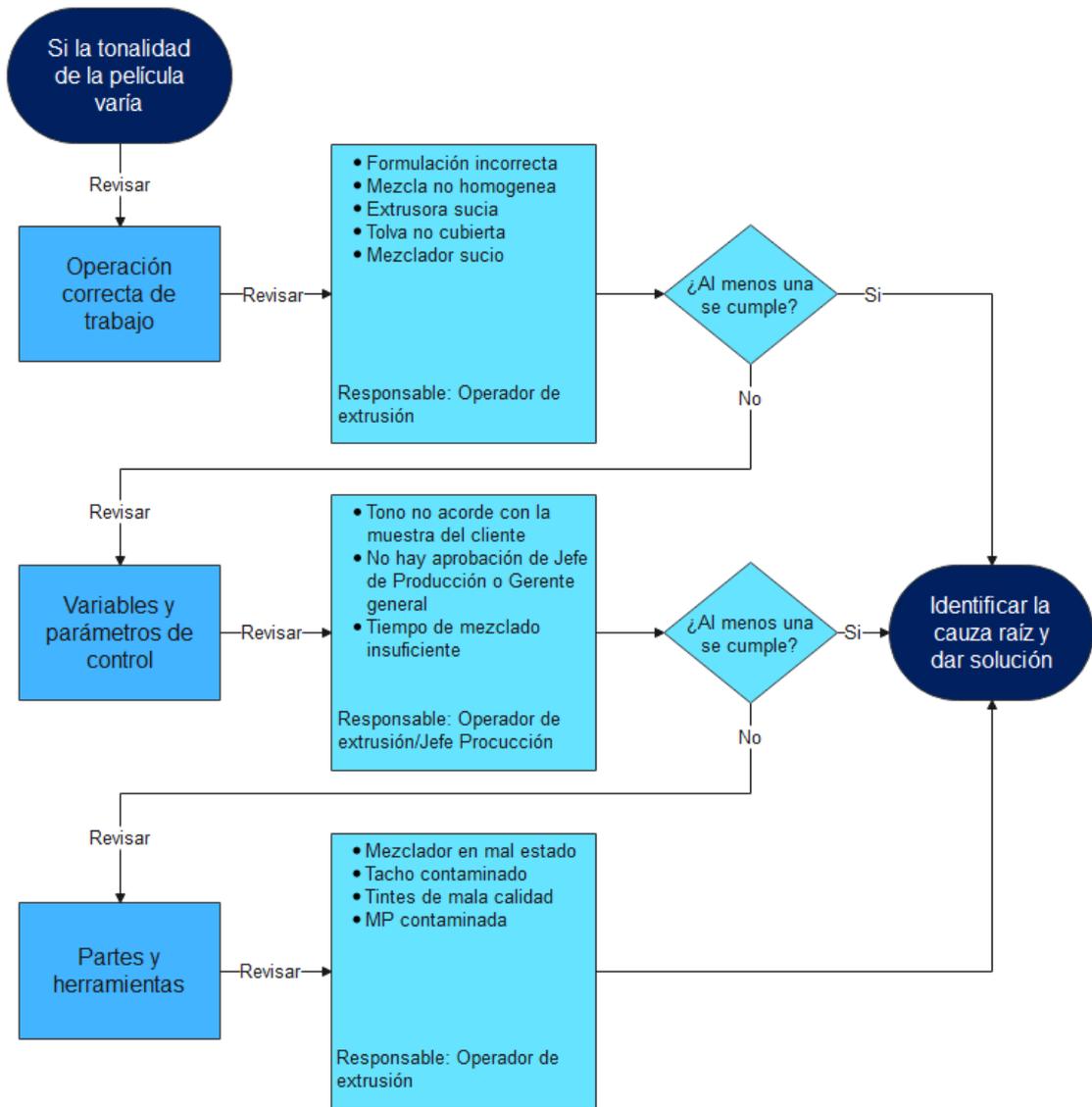

Firma Instructor

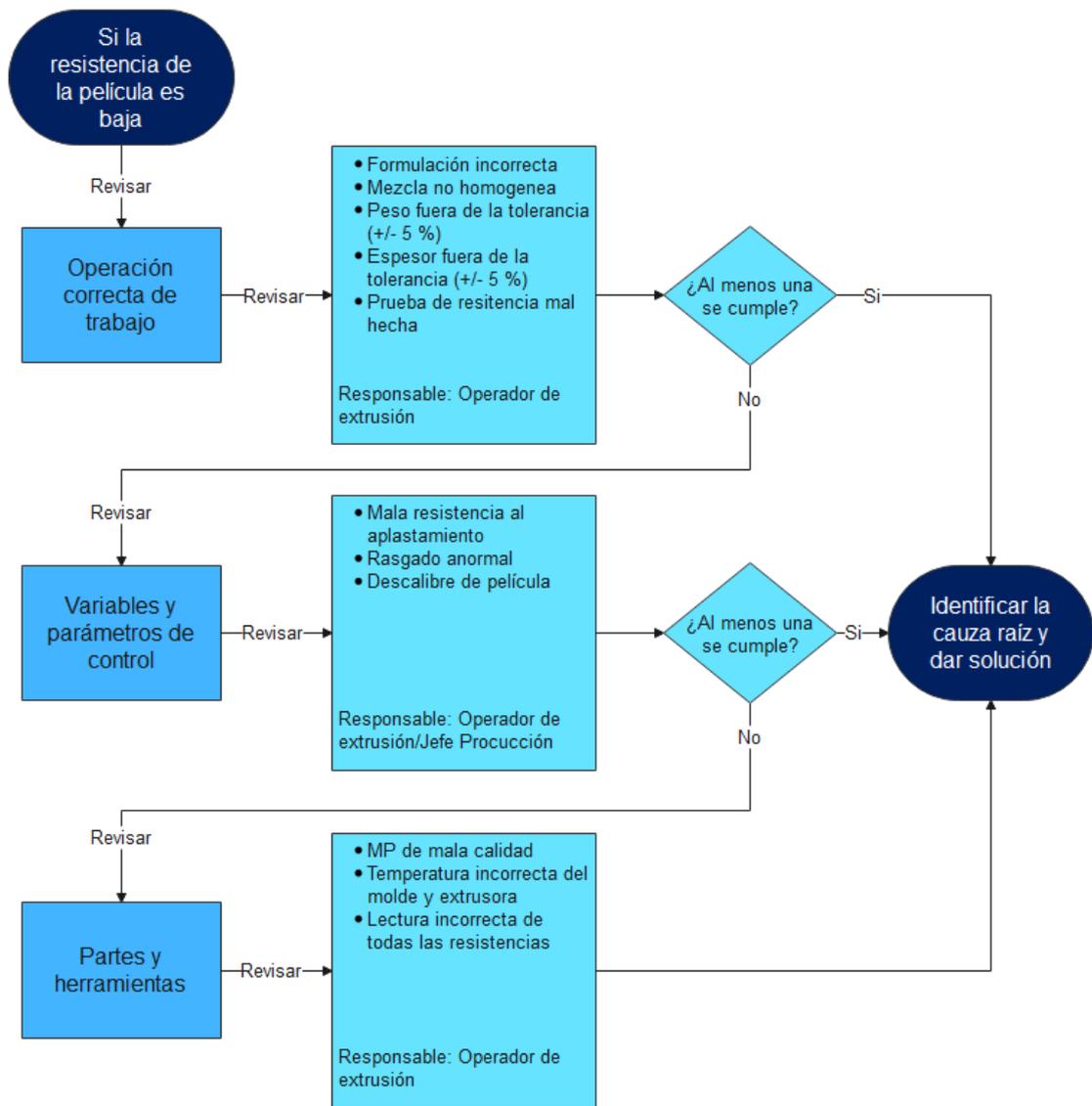
ANEXO K

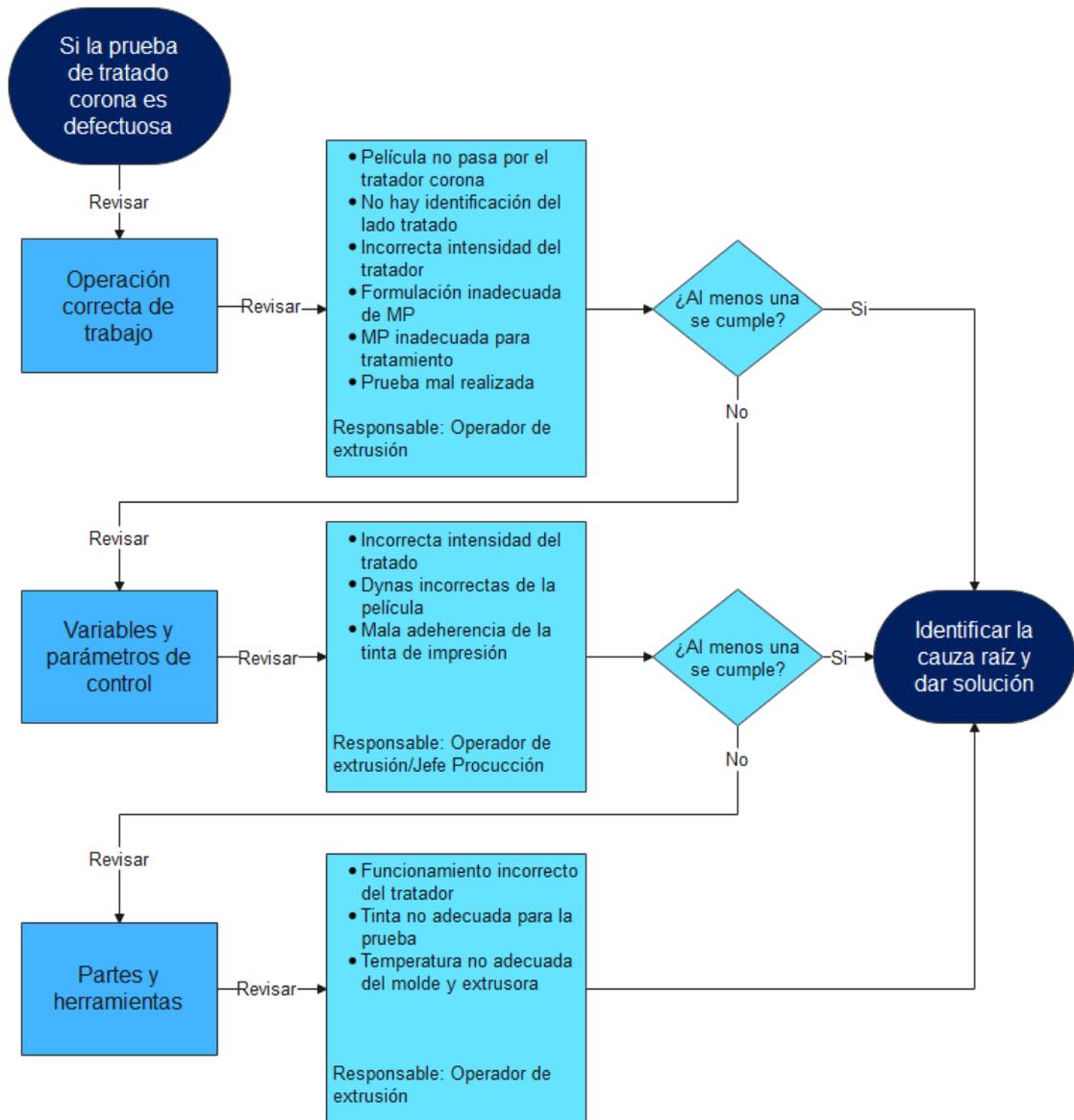
PLAN DE REACCIÓN ANTES PROBLEMAS

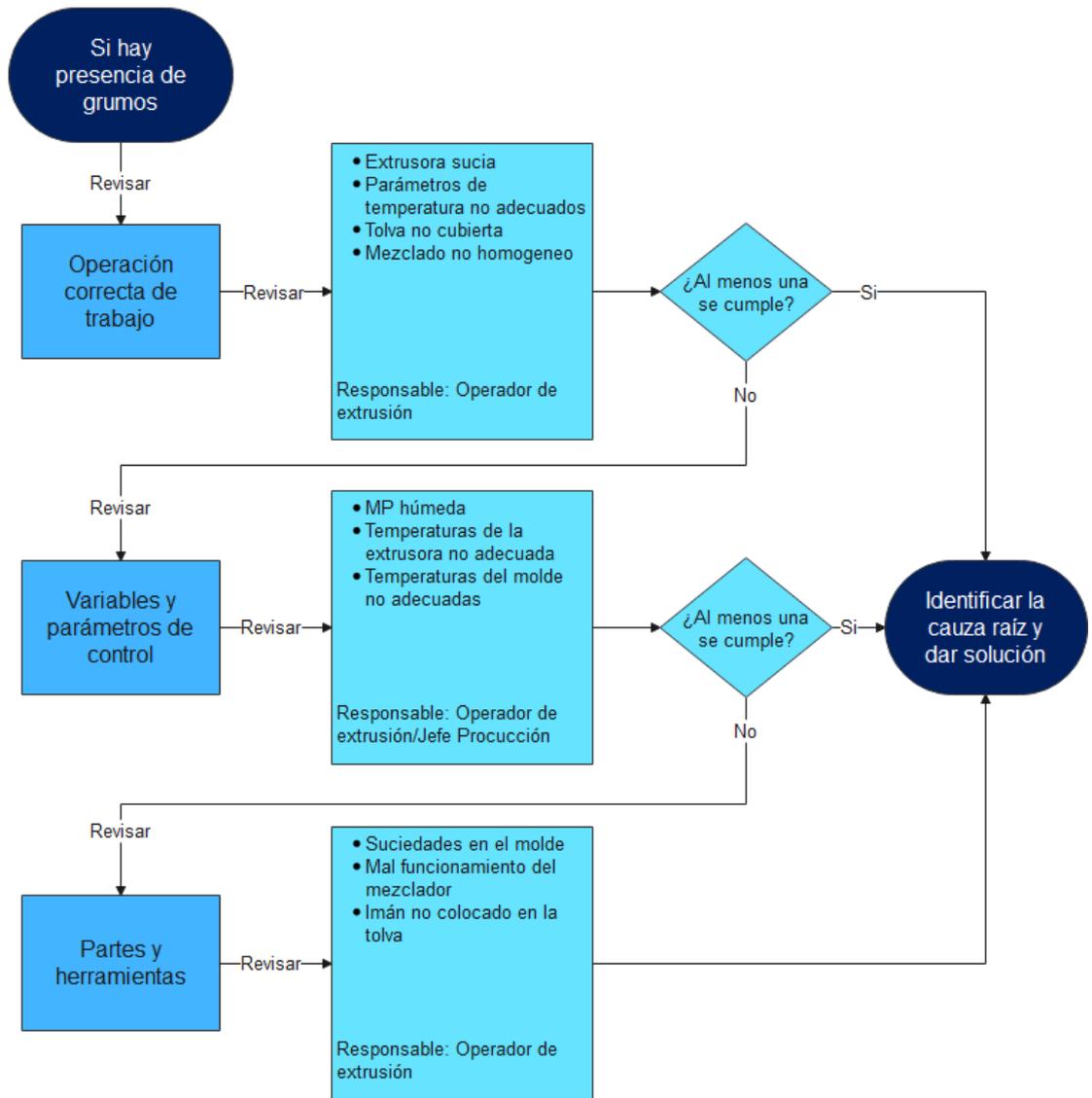












ANEXO K

HA - HOJA DE ASISTENCIA A CHARLAS / ENTRENAMIENTO

Logo empresa

HOJA DE ASISTENCIA - HA

Fecha: _____ Tema: _____

Hora: _____ Sub tema: _____

Lugar: _____ Nombre Instructor: _____

	Nombre y Apellido	Cargo	Firma
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			

Firma Instructor