



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Implementación de herramientas de Manufactura Esbelta para
incrementar OEE de una línea de envasado en una fábrica de
detergentes”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Roberto Andres Orellana Gallardo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2023

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi familia por ser mi pilar fundamental en mi continua preparación profesional, a mi tutora, la PhD. Denise Rodríguez por su guía incondicional dentro del desarrollo de este proyecto y a las personas que colaboraron en este trabajo.

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación va dedicado a mis padres, por ser una luz y fuente de inspiración para mi desarrollo como profesional y personal.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Ana Rivas F., PhD.
DECANA DE LA FIMCP
PRESIDENTE**

**Maria Denise Rodríguez Z., PhD.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**María Fernanda López S., MSc.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

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

Roberto Andres Orellana Gallardo

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realizó en el área de manufactura de una empresa que tiene como giro de negocio la producción de detergente envasado para la industria de consumo masivo, el foco fue en una de las líneas críticas "Línea 101D" la cual tenía una eficiencia de 74%, siendo una de las líneas críticas en el área de manufactura

El problema se determinó a partir de reuniones con los líderes de producción en donde se planteó que era una de las líneas críticas y que no cumplía con la meta del negocio que es un objetivo de 80% de eficiencia en comparación con otras empresas con el mismo giro del negocio de otras regiones.

Para la realización de este proyecto se utilizó una de las metodologías de Lean Six Sigma, específicamente DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar); en la primera etapa se estableció un gráfico de línea base con un escenario neutro de mejora con un 81.38% que va alineado al objetivo del negocio. Posteriormente en la etapa de medición se levanta plan de recolección de datos, confiabilidad de datos y registro de perdidas. En la fase de análisis se siguió el procedimiento de identificación de causa raíz: Diagrama de Ishikawa, matriz de causa efecto, selección de causas potenciales y análisis de causa raíz. En la fase de mejora, después de haber realizado el análisis de causa raíz, se propusieron contramedidas o acciones de mejora, en donde se plantearon 10 mejoras: realizar caja acrílica a salida de la dosificación, realizar estándar de limpieza, mejora entre empate de cabina y dosificador de la línea, levantamiento de estándar de medición de aspiración, colocar platina de acero inoxidable en la carcasa de la cuchilla, plan de mantenimiento de cambio de sistema de mordazas, mejorar el espacio entre tubo formador y hombrera y mejorar la calidad de tensión de lámina.

Como resultado de este estudio se obtuvo una mejora de 10 puntos de eficiencia, llegando a un objetivo del 84%, lo que resulta en mayor aprovechamiento con 50 toneladas esperadas adicionales al plan de producción de la línea, aprovechamiento de horas-hombre y continuidad de producción.

Palabras clave: DMAIC, plan de recolección de datos, Ishikawa, eficiencia.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGÍA	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Alcance del estudio	3
1.4 Objetivos.....	4
1.5 Marco teórico.....	5
CAPITULO 2	9
2 METODOLOGÍA Y PROCESOS.....	9
2.1 Metodología DMAIC.....	9
2.1 Definir	9
2.2 Medición	10
2.3 Análisis	20
2.4 Mejora.....	26
2.5 Control.....	36
CAPÍTULO 3	37
3 RESULTADOS	37
3.1 Ejecución del experimento:.....	37
CAPITULO 4	42
4.1 Conclusiones.....	42
4.2 Recomendaciones	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	44

ABREVIATURAS

DMAIC	Definir, medir, analizar, mejorar, controlar
OEE	Eficiencia general de los equipos
VOC	Voz del Cliente
VOT	Tiempo de operación
LT	Tiempo de carga
OTIDA	Operación, Transporte, Inspección, Demora, Almacenamiento
FOS	Factory Operating system
SAP	Desarrollo de programa de análisis
SKU	Stock keeping unit.

SIMBOLOGÍA

&	Porcentaje
K	Miles
H	Horas
M	Minutos
KG	Kilogramos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Gráfico de eficiencia OEE línea LD101	3
Figura 2.1 Gráfico de línea base de OEE	9
Figura 2.2 Diagrama OTIDA del proceso	11
Figura 2.3 Fardos producidos de un SKU en un turno de producción.	13
Figura 2.4 Interfaz para registro de pérdidas en las líneas durante producción.....	15
Figura 2.5 Gráfico de normalidades según su tipo de distribución.....	17
Figura 2.6 Grafica de estabilidad y capacidad del proceso de eficiencias	18
Figura 2.7 Diagrama de Pareto de principales pérdidas línea LD101	19
Figura 2.8 Dimensiones de caja acrílica para contención de polvo detergente en la cabina de la ISHIDA	28
Figura 2.9 Implementación de cabina acrílica a la salida de la dosificadora gravimétrica ISHIDA	29
Figura 2.10 Ilustraciones del sistema de aspiración antes y después de la implementación.	30
Figura 2.11 Interfaz de aplicación para registros digitales de velocidad de aspiración	31
Figura 2.12 Toma de medición de velocidad de aspiración con herramienta anemómetro.....	31
Figura 2.13 Cuerpo de cuchilla sin colocación de pernos prisioneros (antes).....	32
Figura 2.14 Cuerpo de cuchilla con la colocación de pernos prisioneros (después)	32
Figura 2.15 Estatus de cumplimiento de Mantenimiento anual línea 301.	33
Figura 2.16 Antes del cambio de correa dentada sincrónica.	34
Figura 2.17 Cambio de correa dentada, se ajusta y se deja calibrada.....	34
Figura 2.18 Antes de cambio de polea principal de Servo	34
Figura 2.19 Después del cambio principal de servo, se realiza calibración y ajustes.	34
Figura 2.20 Correcto deslizamiento de lámina primaria a través de tubo formador y hombrera.	35
Figura 3.1 Gráfico de normalidad de datos después del experimento.....	37
Figura 3.2 Grafica de capacidad de proceso para la variable repuesta "eficiencias" e histograma de capacidad	38
Figura 3.3 Informe de capacidad "Sixpack" para el proceso de eficiencias.	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tabla SIPOC de procesos de producción de detergente	4
Tabla 1.2 Ejemplo de cálculo de OEE	7
Tabla 2.1 Datos de línea base (planteamiento de escenario neutro).....	10
Tabla 2.2 4W+1H de la eficiencia en la línea LD101	10
Tabla 2.3 Plan de recolección de datos	12
Tabla 2.4 Principales 21 pérdidas según sistema WCM.....	16
Tabla 2.5 Declaración de problema enfocado 1	19
Tabla 2.6 Declaración de problema enfocada 2	20
Tabla 2.7 Procedimiento para identificación de causas raíz	20
Tabla 2.8 Matriz de priorización de causas y efecto para las causas raíz en la pérdida enfocada de exceso de limpieza y sanitización.	22
Tabla 2.9 Matriz de priorización de causa y efecto para la pérdida de problema de calidad.	23
Tabla 2.10 Selección de causas potenciales a partir de matriz causa-efecto	24
Tabla 2.11 Soluciones potenciales clasificadas por tipo de pérdida para cada causa raíz	26

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El proyecto de titulación será realizado en una empresa dedicada a la fabricación de detergente en polvo y detergente en barra. La cantidad de fabricación que se produce en detergente se estima en 1000 toneladas de detergente mensual, considerando la producción de 6 líneas de envasado.

La línea "LD101" una de las principales líneas de producción no ha logrado cumplir con el indicador de eficiencia OEE la cual su meta es de 81%. Se tomaron la data histórica de los últimos 6 meses teniendo como promedio de eficiencia de 74% muy por debajo de la meta.

En el ámbito productivo y empresarial es muy importante las métricas de desempeño, entre las métricas de producción, una de las más importantes es el OEE: el cual mide el tiempo producido de una línea en base a una escala de tiempo y en base a la calidad de la producción. (Flores, 2020). Este estudio se enfoca en incrementar el OEE de la línea LD 301, una de las principales líneas de la planta de detergentes en estudio.

Adicional, a la métrica del OEE como indicador de desempeño a medir, se utilizarán herramientas de mejora continua, estableciendo de esta manera un objetivo SMART, que nos permita garantizar este indicador en el tiempo como gestión del proyecto (Caviedes, 2019)

Dentro del presente proyecto se utilizará la metodología Lean Six sigma, la cual según (Gonzalez, 2014) es bastante robusta ya que lean se concentran en eliminar aquellas actividades que no agregan valor y Six sigma se concentra en reducir la variación de proceso manteniéndolo estable, estas engranan en la visión de la metodología DMAIC, esto dentro del estudio permitirá identificar, eliminar y mejorar tiempos, desperdicios, cambios de formato, rechazo de producto, que impactan significativamente en el indicador del OEE.

Para identificación de las actividades que no agregan valor se utilizara la herramienta de procesos OTIDA (Paredes-Rodriguez, 2017) cita que “esta técnica permite, a los Stakeholders de una organización, visualizar y entender el proceso; además permite reconocer el valor, diferenciarlo del desperdicio y crear un plan de acción para eliminarlo dentro del proceso”

Posteriormente una vez levantada la información, se realizar un diagrama de Pareto para evaluar cuales son las principales perdidas y desperdicios que tiene la línea, se analizarán los datos, se evaluarán tendencias del proceso, y se utilizarán herramientas como diagrama de Ishikawa, 5w+1h, para la identificación de factores y contramedidas de las causas de desviación del proceso.

Las contramedidas de las acciones van a ser evaluadas con el equipo de producción, mantenimiento e ingeniería, para definir la viabilidad de estas, puestos que este proyecto se enfoca en mejorar las condiciones básicas del equipo manteniendo costos bajos, pero con acciones potentes.

Una vez materializado las contramedidas se va a pasar una fase de toma de datos de eficiencia en donde se monitoreará los resultados de las acciones propuestas, se propone también medir impactos paralelos como horas-hombres aprovechadas, utilización de máquina, mejoras en tiempo de cambios de formato.

1.2 Descripción del problema

Para determinar los problemas que tiene la línea, se realizaron reuniones presenciales, entrevistas y foros, dentro de los cuales los participantes son los siguientes:

- Gerente de Manufactura
- Coordinadores de Manufactura
- Ingeniero de Procesos de envasado
- Operadores de línea
- Planificador de la producción

Las reuniones fueron en manera conjunta y a través de lluvia de ideas se identificó que la línea LD101 es la más crítica de la planta ya que durante los últimos meses no ha alcanzado su objetivo que es el 81% y presenta. Se revisaron los valores históricos de eficiencia OEE de los últimos 6 meses y presento un promedio de 74%, la figura a continuación muestra la tendencia de esta. (figura 1.1)

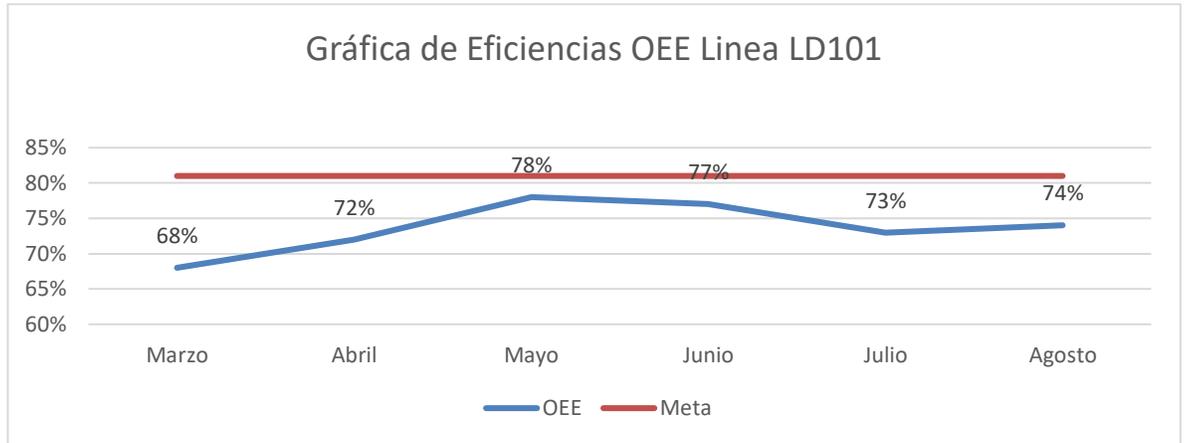


Figura 1.1 Gráfico de eficiencia OEE línea LD101

La declaración del problema del presente proyecto es:

“Desde el mes de marzo hasta septiembre 2022, el porcentaje de OEE de la línea LD101 no cumple con el objetivo establecido por la empresa que es 81%. El porcentaje promedio de eficiencia para esta línea es 74%”.

1.3 Alcance del estudio

Con la herramienta SIPOC se identificó el alcance del proyecto de donde hasta donde se considera el proceso de estudio, la herramienta detalla los inputs y outputs del proceso de elaboración de un pallet de detergente. El SIPOC se muestra en la figura 1.2

SIPOC				
SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
Proceso de slurry y secado	Polvo detergente	Envasado	sobre (medida)	Centro nacional de distribución
	Sobre (medida)	Pesado	Funda pesada	
	funda(pesado)	Etiquetado	funda etiquetada	
	Funda etiquetada	Enfundado	unidades de fardo	
	Fardo	Paletizado	pallets	

Tabla 1.1 Tabla SIPOC de procesos de producción de detergente

El proceso de envasado comienza desde la recepción de polvo detergente en la caja de carga de la envasadora, donde luego se envasa en un sobre de distinto gramaje dependiendo el plan de producción, luego estas son transportadas por bandas hasta la enfardadora donde son depositados en un fardo o funda y luego terminan en paletizado.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar la metodología DMAIC con la finalidad de incrementar el porcentaje de eficiencia de la línea "ID101".

1.4.2 Objetivos específicos

- Reconocer y analizar a través de herramientas las causas raíz que afectan la eficiencia de la línea LD101.
- Desarrollar mejoras al proceso a través de herramientas de manufactura esbelta.
- Mantener el porcentaje de eficiencia de la línea LD101 por arriba de la meta a través de un plan de control

1.5 Marco teórico

1.5.1 Metodología Lean Six Sigma

Es una metodología que permite aumentar la capacidad de procesos a través de una serie de eslabones o fases que comúnmente se denominan DMAIC por sus siglas en inglés: Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve) y controlar. Fases permiten tener una visión holística del proyecto de mejora ya que va desde la identificación de causas, hasta el control estadístico y estandarizado de los procesos (Jiménez, Felizzola Jiménez, & Luna Amaya, 2014).

1.5.2 Definir

Esta etapa busca ser el punto de partida del proyecto, en donde se establece el título del proyecto, planteamiento del problema, las métricas, las variables del proceso, mapeo del proceso (flujo de procesos) y se utiliza la herramienta SIPOC para conocer las necesidades del cliente (Jiménez, Felizzola Jiménez, & Luna Amaya, 2014).

1.5.3 Medir

Esta etapa de la metodología nos permite tener un sistema estadístico robusto y conciso, en donde tenemos un punto de partida a partir de datos históricos, para evaluar tendencias desde antes de la implementación del proyecto. Se utiliza un flujo de procesos para conocer las oportunidades en el mismo, se recolectan datos estadísticos históricos, se procesan para determinar su normalidad, estabilidad, capacidad, en esta fase también es importante el plan de recolección de datos que se va a utilizar para la fase de mejora (Jiménez, Felizzola Jiménez, & Luna Amaya, 2014).

1.5.4 Analizar

Las causas potenciales de nuestras pérdidas identificadas en el proceso van a ser plasmadas en la fase de análisis, aquí se utiliza matriz de causa y efecto, el análisis modal de falla (AMEF), verificación de causas

potenciales e identificación de causas raíz y planteamiento de contramedidas (Jiménez, Felizzola Jiménez, & Luna Amaya, 2014).

1.5.5 Mejorar

En la etapa de mejoramiento, utilizamos todo el resultado de la fase de análisis, es decir todas las acciones o contramedidas planteadas, que van a atacar la causa raíz de cada una de ellas, con el objetivo de eliminarlo o reducirlo. En esta fase se desarrolla un plan de acciones de actividades concretas.

Adicional en esta fase se considera si han avisado mejoras al proceso sustanciales, desde un enfoque productivo y económico (Jiménez, Felizzola Jiménez, & Luna Amaya, 2014).

1.5.6 Controlar

Etapa de estandarización de todos los procesos, busca asegurar que sea sostenible las modificaciones en el tiempo, para no tener ningunas causas raíz repetidas, si no que se asegura que estandarizar los procesos mejoras, estándares operaciones, estándares de limpieza (Jiménez, Felizzola Jiménez, & Luna Amaya, 2014).

1.5.7 Diagrama OTIDA

Es un flujo de procesos donde se muestra la secuencia cronológica de todas las actividades de un proceso, se utiliza una simbología para conocer qué tipo de actividad está realizando:

- Circulo: Operación
- Cuadrado: Símbolo de verificación de calidad
- Flecha: Símbolo de transporte o movimiento.
- Triangulo: Símbolo de almacenamiento.
- Triangulo invertido: Símbolo de fin de proceso (Chong Chong, 2011).

1.5.8 OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS):

Dentro de la empresa el OEE se obtiene con el tiempo de Value Operating time o valor del tiempo de funcionamiento y el Loading o tiempo de carga, como se muestra en el ejemplo a continuación:

$$eficiencia = \frac{Value\ Operating\ time}{Loading\ Time}$$

Ecuación 1.1 Fórmula OEE en base del tiempo operativo y tiempo de carga.

Como ejemplo consideramos que se produjo 1300 kg de producto detergente bueno a una velocidad nominal de 100 kg/h, con 50 kilogramos de merma o desperdicio.

Tiempo de carga = 16 horas		
Perdida por rendimiento de fabricación = 80 min	Valor de tiempo de funcionamiento	Perdidas impulsadas por el proceso= 40 min

Tabla 1.2 Ejemplo de cálculo de OEE

Donde:

Perdida por rendimiento de fabricación: 80 minutos

Perdidas impulsadas por el proceso: 40 minutos

$$VOT = \frac{1300kg}{\frac{100kg}{hr}} = 13\ horas.$$

Ecuación 1.2 Fórmula de VOT basado en el ejemplo de la tabla anterior

$$\text{Eficiencia} = \text{VOT}/\text{LT} \rightarrow 13 \text{ horas}/16\text{horas} = \mathbf{81.3\%}$$

(Unilever Ecuador, 2022)

1.5.9 Grandes pérdidas basadas en sistema WCM

Son 21 pérdidas, que pertenecer como parte del sistema de mejoramiento continuo de la empresa en estudio, estas pérdidas son todas aquellas que me afectan a mi tiempo de carga (LT) el cual es el tiempo disponible para realizar una producción (Unilever Manufacturing Standar, 2022).

1.5.10 Diagrama de Pareto

Es una representación gráfica sobre el principio de Pareto, en donde establece que el 20% de las causas, producen el 80% de los efectos o defectos dentro de la rama de la ingeniería industrial, permite atacar las principales pérdidas o problemas (UTEQ, 2016).

1.5.11 Matriz de priorización (Causa y efecto)

Es una herramienta utilizada para entre varias decisiones eligibles, poder eliminar el sesgo a la hora de elegir una de las decisiones, mediante la eliminación de la subjetividad y mediante la asignación de valores a los criterios, lo cual se hace evaluando las alternativas que haya en base a determinados criterios (Izar, 2018).

1.5.12 Diagrama de Ishikawa

Es un diagrama que permite identificar causas potenciales (variables x), y que tiene efecto sobre una variable respuesta (variable Y). Es necesario la generación de lluvia de ideas de todas las causas que puedan afectar a la variable respuesta, su importancia también radica a que nos permite categorizar dentro de distintos conjuntos las causas, que se definen como las 4M: maquina, método, mano de obra y material (Romero & Díaz, 2010).

CAPITULO 2

2 METODOLOGÍA Y PROCESOS

2.1 Metodología DMAIC

Definir

Para identificar los hallazgos del cliente, se realizaron reuniones presenciales, entrevistas y foros, dentro de los cuales los participantes son los siguientes.

- Gerente de Manufactura
- Coordinadores de Manufactura
- Ingeniero de Procesos de envasado
- Operadores de línea
- Planificador de la producción

Los hallazgos obtenidos en las entrevistas fueron los siguientes:

- Altas perdidas por Breakdowns en las líneas.
- LD101 no cumple con indicador de planta (OEE)
- No se cumple con el plan de producción en la LD101.

2.1.1 Establecimiento de línea Base

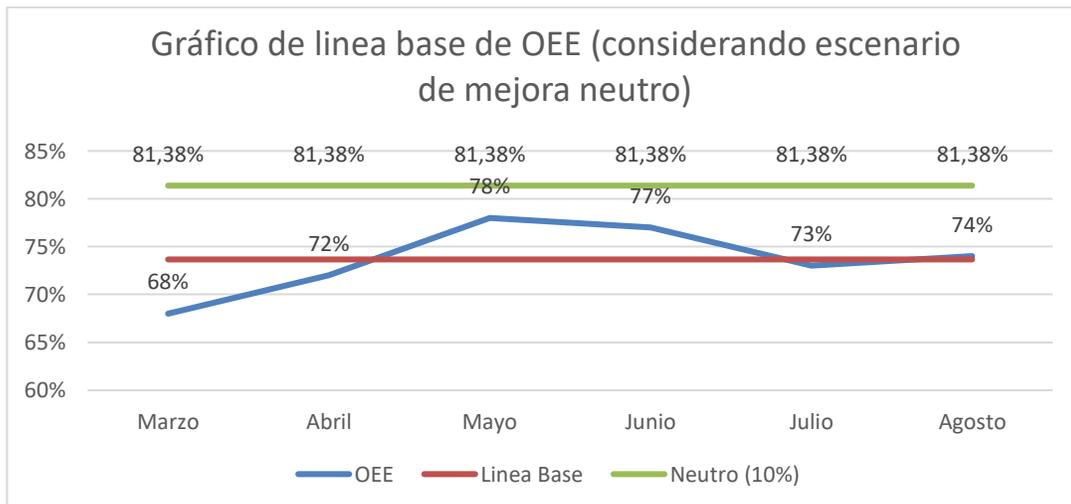


Figura 2.1 Gráfico de línea base de OEE

Mes	Eficiencias	Línea Base	Benchmark	GAP	Neutro (10%)
Marzo	68%	74%	78%	4%	81,38%
Abril	72%	74%	78%	4%	81,38%
Mayo	78%	74%	78%	4%	81,38%
Junio	77%	74%	78%	4%	81,38%
Julio	73%	74%	78%	4%	81,38%
Agosto	74%	74%	78%	4%	81,38%

Tabla 2.1 Datos de línea base (planteamiento de escenario neutro)

Después del establecimiento de la línea base, podemos definir como objetivo SMART que un OEE en escenario “neutro” considerando un % de mejora del 10% con respecto a nuestro Benchmark es alcanzable. Por lo que el objetivo SMART para este proyecto está en alcanzar el OEE en 81%.

2.1.1 Declaración enfocada del problema

La declaración del problema se establece a través de la herramienta 4W+1H

PREGUNTA	DESCRIPCIÓN
¿Qué?	el porcentaje de eficiencia
¿Dónde?	línea LD101
¿Cuándo?	Desde el mes de marzo hasta septiembre 2022
¿Qué tanto?	El porcentaje promedio de eficiencia para esta línea es 74%”.
¿Cómo lo sé?	el objetivo establecido por la empresa que es 81%.

Tabla 2.2 4W+1H de la eficiencia en la línea LD101

“Desde el mes de marzo hasta septiembre 2022, el porcentaje de OEE de la línea LD101 no cumple con el objetivo establecido por la empresa que es 81%. El porcentaje promedio de eficiencia para esta línea es 74%”.

2.2 Medición

En la fase de medición se recolecta los datos del proceso y se identifica las variables que pueden afectar en el proceso.

2.2.1 Diagrama OTIDA del proceso

Para mejorar la comprensión del proceso, de forma general, se realizó un diagrama OTIDA. El proceso comienza desde que se tiene producto en los silos de almacenamiento de producto terminado, tiene una serie de procesos detallados en el flujo a continuación, donde finalmente termina con un pallet producido constituido principalmente por fardos o fundas de sobre detergente. En el flujo podemos ver detallado a que corresponde cada uno de los procesos del OTIDA.

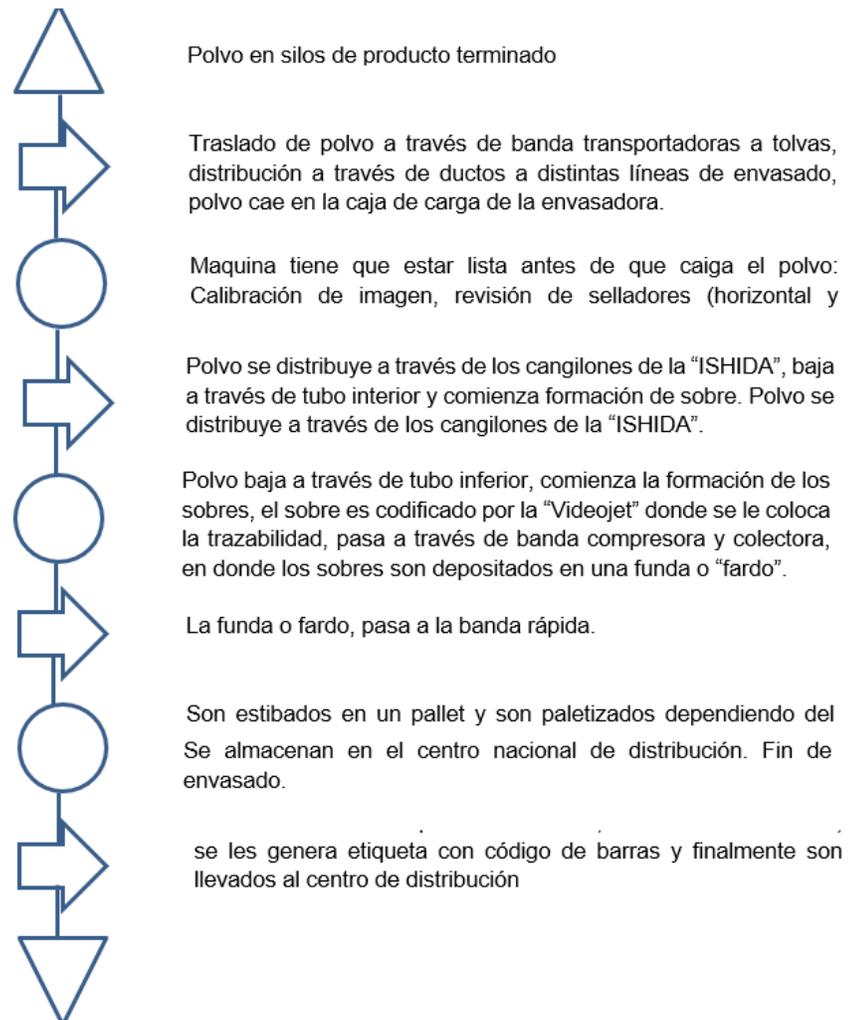


Figura 2.2 Diagrama OTIDA del proceso

2.2.2 Plan de recolección de datos:

Con el fin de obtener información relevante de la variable de respuesta se elabora un plan de recolección de datos que ayuda a identificar cuáles son los factores de estratificación con lo que se debe trabajar en adelante el presente proyecto.

Métrico	Definición Operacional	Tamaño de muestra	Factores de estratificación	Método de recolección	¿Quién recolectara los datos?
% Eficiencia	Efectividad total del Equipo es una razón porcentual que sirve para medir el aprovechamiento INTEGRAL de la línea, este se obtiene a través del tiempo de Value Operating time o valor del tiempo de funcionamiento VOT y el de Loading time o tiempo de carga LT	Registro del OEE de todos los turnos durante el periodo estudiado Tiempos a justificar por el operador donde no se produce.	Por día Por turno Por operador Por tipo de perdida	Registro en el formato de cálculo de Eficiencias	Los operadores de cada línea
VOT	Es la producción en toneladas transformada a tiempo que se utiliza en el cálculo de la eficiencia	Todos los turnos en el periodo estudiado	Por día Por turno Por operador Por tipo de perdida	Mediante uso de la herramienta SAP	Coordinador de producción
LT	Es el tiempo planificado para la producción de la línea.	Todos los turnos en el periodo estudiado	Por día Por turno	Plan de producción enviado por planificación	Coordinador de producción
Registro de perdidas	Tiempos perdidos en la operación	Todos los turnos, durante periodo estudiado	Por día, Por turno, Por intervalo de hora	Uso de herramienta FOS en BUILDAPP	Operadores de envasado

Tabla 2.3 Plan de recolección de datos

Para identificar cuáles son las pérdidas que afectan la eficiencia de la línea en cada turno, se toman los valores de la herramienta FOS, misma que fue creada por la empresa para conocer el tipo de pérdida y tiempo que esta afecta.

2.2.3 Confiabilidad de los datos

Se determino la confiabilidad de los datos, ya que, dentro de un turno de producción de 8 horas, la producción se refleja en el sistema por etiqueta emitida por el sistema SAP, esto contabiliza la cantidad de fundas/fardos que tiene un pallet en un gramaje en específico.

Como se logra apreciar a en la figura 2.2, se procede a descargar todas las cantidades emitidas dentro de un turno para calcular cuantos pallets fueron producidos para un tipo de gramaje en específico. El resultado que se obtuvo de esto es que se tiene segura la cantidad de fardos o fundas producidas por turno, teniendo una confiabilidad de datos elevada, lo que quiere decir que podemos utilizar estos datos para el cálculo de VOT y posteriormente de eficiencia.

Turno	(Todas)	▼
Concat	LunesT3304	▼
Suma de Confirmation Qty		
Material Description	▼	Total
DEJA PVO CUIDADO SUPERIOR 6X1800G		2600
Total general		2600

Figura 2.3 Fardos producidos de un SKU en un turno de producción.

Un ejemplo real es en una producción de un detergente de formato de 1.8 kilogramos, en un turno de producción se realizan 2600 fardos o fundas, cada pallet contiene 40 fardos por lo que durante este turno de producción se hicieron 65 pallets de este SKU, se tiene como velocidad nominal de la línea 450 fardos/hora \rightarrow 7,5 fardos/min

$2600 \text{ fardos} / (7.5 \text{ fardos/min}) = 346 \text{ minutos de producción (VOT)}$

En el turno de producción se asigna una corrida de 480 minutos o un turno para poder producir por lo que la eficiencia de esta línea para este turno es de:

$$\text{OEE} = 346/480 = 72\%$$

De esta forma es como se calcula la eficiencia para las distintas líneas de producción, es la forma en cómo se da la confiabilidad de datos a partir de las etiquetas emitidas en el sistema SAP, que son descargadas a un Excel, en donde luego de ser filtradas por línea y por turno, nos permite conocer la cantidad de fardos producidos en el turno y calcular la eficiencia con la fórmula = VOT/LT

El Loading Time o tiempo de carga, se refiere al tiempo disponible que tiene la línea para producir, por lo general se refiere a un turno de producción de 8 horas o de 480 minutos, para la línea D101 se tienen que restar 10 minutos por verificaciones de calidad por lo que el LT por lo general es de 470 minutos por turno de producción.

2.2.4 Registro de pérdidas – FOS

Dentro de la confiabilidad de datos también tenemos el sistema FOS, que nos permite categorizar las pérdidas que va teniendo la línea hora a hora, nos permite poder registrar las pérdidas dentro de 21 pérdidas que engloban los Breakdowns, ajustes, o cualquier tipo de evento que pueda repercutir en el tiempo de producción de una línea.

ENVASADO PLAN FARDOS: [] REAL FARDOS: [] **FOS 4.0** Unilever

Orden [] **Línea** 301 **Familia** DEJA **Variante** FLORAL **Formato** 340

Fecha 8 noviembre **Turno** T2 **LÍDER** *Titanes* Orellana, Roberto **Operador** Por línea Vera, Manuel **Bloque** 19h - 20h

PRODUCCIÓN 80 **FARDOS/HORA** 86 **VOT (min)** 55,9 **LT (min)** 60 **TIEMPO A JUSTIFICAR (min)** 4,1

Pérdida 10. Limpieza y Sanitización **Descripción** [] **Tiempo(min)** []

Comentarios Sin comentarios

Agregar **Registrar** **Cerrar orden**

Figura 2.4 Interfaz para registro de pérdidas en las líneas durante producción

El responsable de registrar las pérdidas en el sistema FOS es el operador, esto nos permite hacer un seguimiento a los tiempos perdidos durante un turno de producción. En el archivo FOS los operadores deben colocar la orden de producción, la línea que está produciendo, la familia de producto, la variante y el gramaje, de esta forma se registran hora a hora la producción de fardos que se tiene para la línea, este sistema está configurado dependiendo del gramaje la producción en fardos/hora que tiene que producir, por lo que, en este caso tenemos que en formato 340 gramos se producen 86 fardos/hora o que es lo mismo 1.433 fardos/minuto, para este ejemplo se produjeron 80 fardos por lo que esto representa en VOT =55,82 minutos por lo que se tiene que justificar 4.17 minutos, esta justificación de tiempo son los que los operadores deben ir registrando hora a hora. Estos registros son almacenados y tratados en Power BI en donde podemos desplegar un árbol de pérdidas de los tiempos perdidos que principalmente afectaron a la línea durante el turno, día, semana, mes, año y datos históricos.

2.2.5 Estructura de las 21 grandes pérdidas basadas en la definición WCM

A continuación, se presentan las pérdidas que se manejan en la unidad de producción, las principales macro pérdidas que se tienen son: pérdidas legales, pérdidas de capacidad no utilizada, pérdidas originadas en proceso y pérdidas de rendimiento de manufactura. Como se observa en la tabla 2.5 cada macro pérdida, tiene su pérdida detallada, lo cual permite registrar en el FOS (capítulo 2.2.4), y permite dar seguimiento adecuado.

21 grandes pérdidas	
Perdidas Legales	1.- Externas/Legales
Perdidas de capacidad no utilizada	2.- Feriados
	3.- Patrón de turnos de trabajo
	4.- Tiempo sin ocupación
	5.- Paradas planificadas
	6.- Falta de utilidades
	7.- Ensayos y modificaciones planeadas (Comisionamiento)
	Perdidas originadas en proceso
9.- Breaks	
10.- Limpieza y sanitización	
11.- Changeover	
12.- Preparación y cierre de línea	
Perdidas de rendimiento de manufactura	13.- Falla de equipo
	14.- Falla en área de procesos
	15.- Falta de operadores
	16.- Disponibilidad de materiales en la línea
	17.- Cambio de piezas
	18.- Pequeñas paradas
	19.- Velocidad
	20.- Defectos de calidad
	21.- Medición y ajuste

Tabla 2.4 Principales 21 pérdidas según sistema WCM

2.2.6 Prueba de Normalidad de datos.

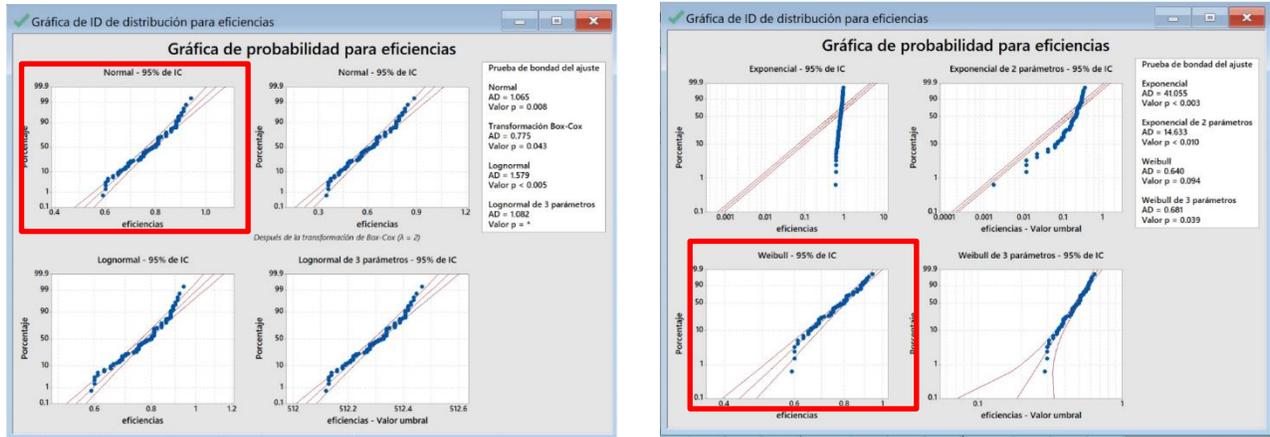


Figura 2.5 Gráfico de normalidades según su tipo de distribución

Para determinar qué tipo de distribución siguen los datos, se utilizaron todos los datos de eficiencias (aproximadamente 120 datos), donde se hizo una prueba de normalidad.

Se realizó el siguiente planteamiento:

H_0 (hipótesis nula): nuestros datos siguen una distribución normal.

H_a (hipótesis alterna): Nuestros datos no siguen una distribución normal.

Valor p: 0.008 para una distribución normal

Por lo que mi valor p de $0.008 < 0.05$ (95% de nivel de confianza), se rechaza mi hipótesis nula, y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Dando como resultado que no siguen una distribución normal.

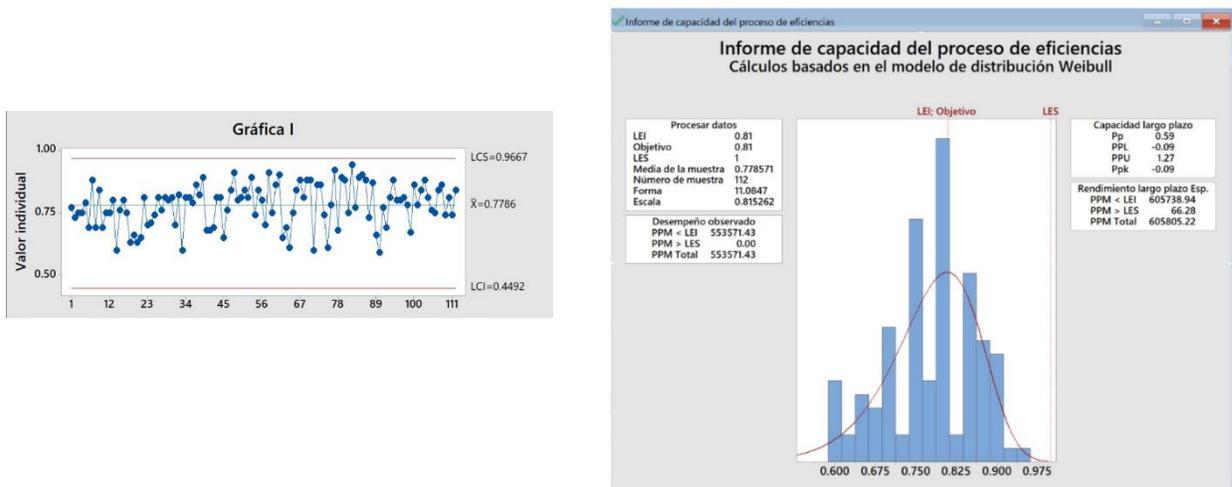


Figura 2.6 Grafica de estabilidad y capacidad del proceso de eficiencias

2.2.7 Análisis de estabilidad y capacidad de proceso (Distribución No normal – Weibull)

- Podemos observar en la figura 2.5 el comportamiento de los datos tomados, los cuales a pesar de que están dentro de los límites de controles superiores e inferiores, se puede considerar como un proceso no estable, debido a que tiene datos que están muy cerca de los límites, se observan como los datos están distantes de la media.
- Capacidad de proceso: Como tenemos una distribución no normal, no tenemos valores de capacidad de proceso a corto plazo, como los son el CP y CPK. Pero se utilizaron las capacidades a largo plazo, las cuales son PP y el PPK. Como podemos observar en la figura 2.5 en el gráfico de la derecha, el análisis obtenido es que se tiene un valor del PP: 0.59 y PPK: -0.09, por lo que el dato del PP indica que el proceso no cumple con el requerimiento utilizado en industrias de 1.33 y el proceso tiene variación. El valor del PPK nos indica que tan centrado está el proceso a largo plazo, con referencia de 1.33 utilizado para la industria, podemos inferir que este proceso no está centrado con respecto a las especificaciones y no cumple con el requerimiento del cliente.

2.2.8 Problema enfocado

Mediante el periodo de muestras de los 30 datos, se tuvo que las mayores afectaciones fueron las siguientes. La confiabilidad de datos se da ya que estos valores son el reflejo de la cantidad de pallets que son transferidos al centro de distribución.

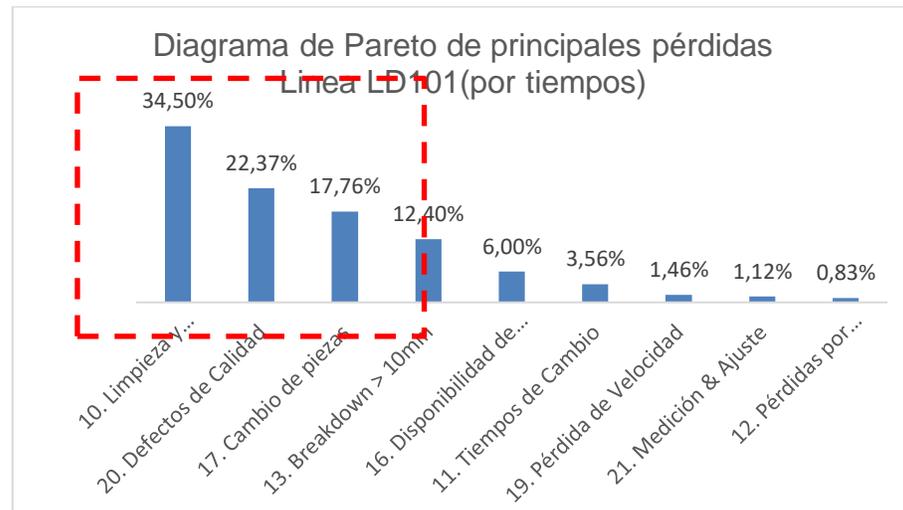


Figura 2.7 Diagrama de Pareto de principales pérdidas línea LD101

Dentro de la línea D101, tenemos cuatro principales causales de tiempos perdidos, lo cual afectan directamente a la eficiencia de las líneas.

Declaración enfocada del problema #1

Pregunta	Descripción
¿Qué?	El % de afectación a la eficiencia
¿Cómo?	Limpieza & Sanitización
¿Cuál?	34,50%
¿Cuándo?	Desde el mes de marzo a septiembre del 2022
¿Dónde?	En la línea D101

Tabla 2.5 Declaración de problema enfocado 1

“El 34.5 % de las pérdidas de la eficiencia de la línea D 101, es por limpieza & sanitización excesiva, la cual se presentó desde el mes de marzo a septiembre del 2022, ocurriendo en todos los turnos”

Declaración enfocada del problema #2

Pregunta	Descripción
¿Qué?	El % de afectación a la eficiencia
¿Cómo?	Defectos de calidad
¿Cuál?	22.37%
¿Cuándo?	Desde el mes de marzo a septiembre del 2022
¿Dónde?	En la línea D101

Tabla 2.6 Declaración de problema enfocada 2

“El 22.37 % de las pérdidas de la eficiencia de la línea D 101, es por defectos de calidad, la cual se presentó desde el mes de marzo a septiembre del 2022, ocurriendo en todos los turnos”

2.3 Análisis

Esta fase del proyecto DMAIC tiene como enfoque identificar todas las causas que pueden tener un impacto en nuestra variable de respuesta. Se emplean las siguientes herramientas de Lean Six Sigma para poder identificar las posibles causa raíz para cada una de las perdidas.

Generación de Causas
1.- Diagrama de Ishikawa
2.- Matriz de causa y efecto
3.- Selección de causas potenciales
4.- Análisis de Causa raíz

Tabla 2.7 Procedimiento para identificación de causas raíz

2.3.1 Diagrama de Ishikawa:

Se utilizo esta herramienta, la cual permite encasillar todas las afectaciones dentro de un conjunto categorizado, los cuales son los siguientes: Maquina, material, método y mano de obra. Se tuvo una reunión operacional con los operadores de la línea, coordinadores e ingeniero de proceso para alocar todas las posibles causas que afectan a la variable respuesta. Se realizo esto para las dos principales perdidas: Anexo A (diagrama de Ishikawa: limpieza excesiva de polvos), Anexo B: Perdida de calidad. Se realizó para la identificación de las causas potenciales para cada perdida.

2.3.2 Matriz de priorización (causa – efecto)

Se procedió a revisar las causas potenciales (resultado del diagrama de Ishikawa) para cada una de nuestras pérdidas: Exceso de limpieza & sanitización y pérdidas generales de calidad. Se elimino la subjetividad y se agregó una valoración numérica para determinar el peso de cada una de las causas potenciales.

Esto se realizó en conjunto con los operadores de la línea los cuales son los que pasan el día a día en Gemba y conocen la relevancia de cada causa potencial:

Se asignó la siguiente ponderación para cada uno de los valores siendo 0: ninguna relación, 1: Correlación baja, 3: Correlación moderada y 9: Existe una fuerte correlación

Variables X	Variable y o Respuesta:			Total
	Eficiencia de la línea D101			
	Jorge Escalante	Manuel Vera	Christian Choez	
Problemas con exceso de polvo en la cabina de la ISHIDA	3	9	9	21
Exceso de polvo fino	3	9	9	21
Vibración excesiva de los radiales de la ISHIDA	1	0	0	1
Lámina con COF y tensión fuera de especificación	1	1	1	3
Mal sellado en la lámina (lo que se está haciendo en la selladora)	3	9	9	21
parámetros de arranque de envasadora incorrectos	1	0	1	2
parámetros incorrectos de sistema de cuchilla (hace que sobre se rompa)	0	0	0	0
Falta de conocimiento de los operadores sobre el sistema de corte y sellado	0	0	0	0

Tabla 2.8 Matriz de priorización de causas y efecto para las causas raíz en la pérdida enfocada de exceso de limpieza y sanitización.

Variables X	Variable y o Respuesta:			Total
	Eficiencia de la línea D101			
	Jorge Escalante	Manuel Vera	Christian Choez	
Espacio entre tubo formador y hombrera no es adecuado	9	9	9	27
Sellador vertical no está sellando correctamente la lámina primaria	3	1	3	7
Des calibración de hombrera	1	1	1	3
Falta de deslizamiento de lamina	9	3	9	21
Polvo detergente con variación de densidad	3	1	3	7
parámetros incorrectos de temperatura de sellado horizontal y vertical	0	0	0	0
Colocación incorrecta de la bobina	0	0	0	0
Desconocimiento de parámetros para colocación de lamina	0	0	0	0

Tabla 2.9 Matriz de priorización de causa y efecto para la pérdida de problema de calidad.

2.3.3 Selección de causas potenciales

Después de haber realizado la matriz de priorización para la pérdida de exceso de sanitización y limpieza y pérdida de calidad, tenemos nuestras variables “x” o causas potenciales las cuales son agrupadas y clasificadas por pérdidas en la tabla 2.11.

Causa Potencial	Perdida
Problemas con exceso de polvo en la cabina de la ISHIDA	Exceso de sanitización y limpieza
Exceso de polvo fino	
Mal sellado en la lámina (lo que se está haciendo en la selladora)	
Atrapamiento de lámina primaria en sistema de envasado	Pérdida de Calidad
Falta de deslizamiento de lamina	

Tabla 2.10 Selección de causas potenciales a partir de matriz causa-efecto

2.3.4 Análisis de causa raíz

Perdida: Exceso de limpieza & sanitizaciones adicionales;

Causa potencial: Problemas con exceso de polvo en la cabina de la ISHIDA.

Se realizó un ACR (análisis de causa raíz) para conocer de primera mano, cual es o cuales fueron las causas raíz de cada una de nuestras perdidas. Para esta perdida nuestras principales causas raíz fueron las siguientes:

- 1) Hermetizado no adecuado para el proceso de envasado
- 2) Falta de estándares de limpiezas establecidos
- 3) Falta de consideración de base de acople a el nuevo diseño de la dosificadora gravimétrica.

Como podemos ver en el anexo C se plantearon contramedidas inmediatas y preventivas, que atacaron a las causas raíz, que se podrán observar en el plan de implementación de soluciones.

Perdida: Exceso de limpieza & sanitización adicional;

Causa potencial: Presencia de exceso de polvos finos.

Se realizo un ACR (análisis de causa raíz), para determinar las causas raíz por el exceso de presencia de polvos finos, los cuales se muestran en el Anexo D

- 1) no hay correcto diseño por que se añadió dosificador gravimétrico y no se considero
- 2) no hay estándar de medición de velocidad de aspiración

Perdida: Exceso de limpieza & sanitización adicional;

Causa potencial: Mal sellado de lámina primaria

Se realizo un ACR para determinar las causas raíz del problema de mal sellado de lámina primaria, como se muestra en el Anexo E. Las principales causas raíz fueron las siguientes:

- 1) Presencia de desgaste de placas de asentamiento de la cuchilla de sellado por accionamiento de cuchilla
- 2) Partidura de dientes en la cuchilla del sellador horizontal por desalineamiento de la cuchilla
- 3) Falta de plan de Mantenimiento para el cambio de piezas en la línea

Perdida: Perdidas por calidad;

Causa potencial: Atrapamiento de lámina primaria en sistema de envasado

Se realizo un ACR para determinar las causas raíz del problema de atrapamiento de lámina primaria en el sistema de envasado, como se muestra en el Anexo F.

- 1) No se consideró espacio entre tubo formador hombrera en el nuevo diseño de hombrera

Perdida: Perdidas por calidad;

Causa potencial: Atrapamiento de lámina primaria en sistema de envasado

Se realizó un ACR para determinar las causas raíz del problema de falta de deslizamiento de lámina, como se muestra en el Anexo G

- 1) Falta de parámetros de tensión adecuados de parte del proveedor para el correcto deslizamiento de lámina.

2.4 Mejora

2.4.1 Soluciones potenciales para causas raíz:

Para la fase de solución de los problemas, se realizaron las respectivas reuniones con ingeniero de envasado, coordinadores de producción, equipo de mantenimiento. En la siguiente tabla, se presenta cada solución para las causas raíz y se categorizaron con una letra para que nos sirva para la matriz de Impacto-Esfuerzo.

Perdida: Exceso de limpieza & sanitización			
Causas potenciales	Causas raíz	Solución	Letra
Exceso de polvo en la cabina de la Ishida	Hermetizado no adecuado para el proceso de envasado	Realizar una caja acrílica a la salida de la dosificación.	A
	No hay estándares de limpieza establecidos	Realizar un estándar de limpieza donde se establezcan frecuencias y puntos de limpieza	B
	No se consideró que caja dosificadora empate con caja de envasado	Realizar mejora en el empate entre cabina de ishida y sistema dosificador	C
Exceso de polvos finos	no hay correcto diseño por que se añadió dosificador gravimétrico	Mejorar el diseño del sistema de aspiración, mediante la correcta distribución de ramales de	D
	no hay estándar de medición de velocidad de aspiración	Levantar un estándar operacional de medición de aspiración (m/s) para determinar la capacidad de aspiración	E
Des calibración plancha de sellado	Desgaste en placas de asentamiento de cuchillo	Colocar platina de acero inoxidable a la carcasa de la cuchilla	F
	Desalineamiento de la cuchilla	Elaborar plan de mitto (cambio de piezas del sistema de mordaza)	G
	Falta de plan de mantenimiento para el cambio de piezas en la línea	Cambiar correa dentada y polea principal del servo	H
Perdida: Exceso de limpieza & sanitización			
Causas potenciales	Causas raíz	Solución	Letra
Atrapamiento de lamina	No se consideró espacio entre hombrera y tubo formador al cambiar a nuevo diseño de hombrera	Reducir el espacio de tubo formador en el torno para que sea uniforme a través de tubo formador	I
Falta de deslizamiento de lámina primaria	Lamina no viene con parámetros adecuados de tensión de parte del proveedor	Plan de acción de negociación con proveedores de lámina	J

Tabla 2.11 Soluciones potenciales clasificadas por tipo de pérdida para cada causa raíz

2.4.2 Matriz de impacto esfuerzo

Se determinó cuales son las acciones o soluciones que tienen que ser implementadas de primera mano, se hizo un foro con el equipo de producción y operadores para determinar cuáles son las soluciones más relevantes de las que se espera que impacte positivamente en la fase de resultados. A continuación, se presenta la matriz de impacto y esfuerzo.

		Esfuerzo bajo			Esfuerzo alto		
Impacto Alto		F	G	J	A	C	D
					H	I	
Impacto Bajo					E	B	

Figura 2.13. Matriz de impacto y esfuerzo de las soluciones propuestas.

Se realizó la matriz de impacto esfuerzo, en conjunto con el equipo de coordinadores e ingeniero de envasado para verificar que tanto esfuerzo iban a requerir realizar la implementación de soluciones, como se puede observar en la figura 2.13 cada una de las letras representa a una solución propuesta (figura 2.12), con esto se categorizo y se priorizo la implementación de las soluciones.

Con esta matriz se concluye que las primeras soluciones a realizar son las que son de esfuerzo alto, debido a que son temas que tienen que ser revisados entre departamentos, con el equipo de mantenimiento. Estas son las soluciones A, C, D, H, I. ver (tabla 2.12).

2.4.3 Realizar una caja acrílica a la salida de la dosificación.

Se realizó reuniones operacionales con el Coordinador y Técnico de Mantenimiento para diseñar una caja acrílica que sirva de medio de contención, para que el detergente no se esparza por toda la cabina, esto beneficia a que solo se retire la caja y se aspire solo esa sección. A continuación, se detallan las dimensiones de la caja que se mandó a construir de un material acrílica

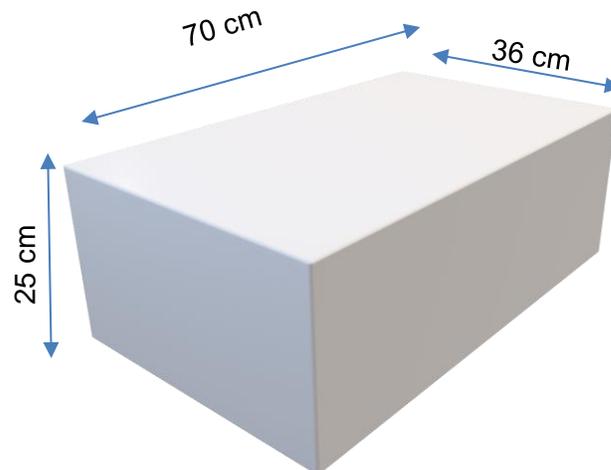


Figura 2.8 Dimensiones de caja acrílica para contención de polvo detergente en la cabina de la ISHIDA

En la siguiente imagen se evidencia la solución implementada en la línea. El tiempo de limpieza se reduce de 10 a 3 minutos.

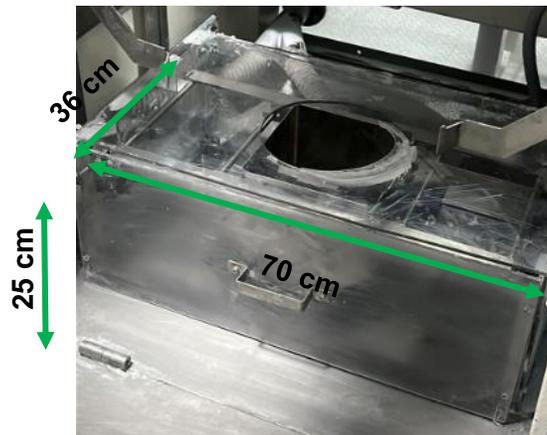


Figura 2.9 Implementación de cabina acrílica a la salida de la dosificadora gravimétrica ISHIDA

2.4.4 Realizar un estándar de limpieza

Para asegurar y mantener las condiciones básicas de la línea y evitar problemas durante los arranques. Se realizó un estándar LILA (limpieza, inspección, lubricación y ajuste) el cual detalla el estándar, herramientas, la duración y frecuencia de la tarea. El estándar fue comunicado en GEMBA con los operadores de la línea. Este permitió entregar los turnos con las áreas correctamente limpiadas y adecuadas para la producción, de tal forma se responsabiliza a la operación por la eficiencia no solo del turno en curso, sino que también de los turnos que entran posteriormente. (anexo H)

2.4.5 Realizar mejora en el empate entre cabina de ISHIDA y sistema dosificador.

Como se muestra en la parte de anexos (anexo I), se realizó una mejora en el empate entre la tolva de descarga de la dosificadora gravimétrica ISHIDA y se redujo el espacio que había entre esta tolva y la entrada de la envasadora de 1.8 centímetros, adicional se realizó una base que hermetiza la descarga.

2.4.6 Mejorar el diseño del sistema de aspiración, mediante la correcta distribución de ramales de aspiración

Antes: En el área del tubo formador y la hombrera solo existía un punto de aspiración con un ramal de aspiración que es para el tubo interior. Como existía poca aspiración había exceso de polvo fino los cuales incurren en tiempos de limpieza.

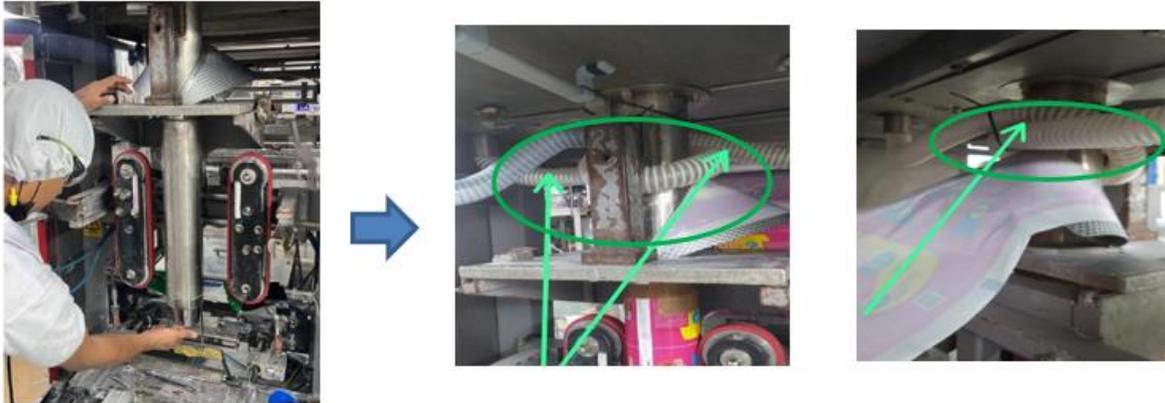


Figura 2.10 Ilustraciones del sistema de aspiración antes y después de la implementación.

Después: Se mejora el sistema de distribución de ramales de aspiración. Para que todos los polvos finos que se generan en el sistema de la cabina de envasado son aspirados por estos ramales, adicional se colocó un ramal por detrás de la hombrera denominado “collarín” para que no haya problemas de sellado por presencia de polvo.

2.4.7 Levantar un estándar operacional de medición de aspiración (m/s) para determinar la capacidad de aspiración

Se estableció un estándar de medición de velocidad de aspiración, este debe hacerse 1 vez a la semana en 49 puntos previamente identificados a lo largo de toda de planta. Estos puntos fueron levantados con el coordinador de SHE. Para medir estos puntos se utilizó un equipo denominado Anemómetro el cual mide el flujo de viento en m/s.



The image shows a mobile application interface titled "Velocidad de Aspiración". The form contains the following fields:

- FECHA:** 27 diciembre 2021, 13:37
- MES:** Diciembre
- * RESPONSABLE:** (dropdown menu)
- ÁREA:** (dropdown menu)
- * PUNTOS DE MEDICIÓN:** (dropdown menu)
- * VELOCIDAD DE ASPIRACIÓN (m/s):** (text input field)
- BUILDAPP:** (text input field)
- OBSERVACIONES:** (text input field)

Figura 2.11 Interfaz de aplicación para registros digitales de velocidad de aspiración

Se desarrolló una aplicación con el equipo de mejora continua, con la aplicación PowerApps donde se reemplaza el registro de medición que se hacía esporádicamente y en formatos en hojas físicas, a uno digitalizado como se detalla en la imagen a continuación, este se guarda en una base de datos en la nube digital, y permite levantar novedades sobre la capacidad de aspiración.



Figura 2.12 Toma de medición de velocidad de aspiración con herramienta anemómetro

2.4.8 Colocar prisioneros de acero inoxidable a la carcasa de la cuchilla

Antes: El contrasello sostiene la cuchilla desde la parte central, lo cual se fue deteriorando con el tiempo, lo que daba como resultado de calibración de la cuchilla.

Después: Se colocó, 3 prisioneros, como se observan en la figura 2.13. De esta forma se mejoró la alineación y la estabilidad de la cuchilla con respecto al contrasello, por lo que, al momento del sellado no va a haber mal cortado.



Figura 2.13 Cuerpo de cuchilla sin colocación de pernos prisioneros (antes)



Figura 2.14 Cuerpo de cuchilla con la colocación de pernos prisioneros (después)

2.4.9 Elaborar plan de Mantenimiento (cambio de piezas del sistema de mordaza)

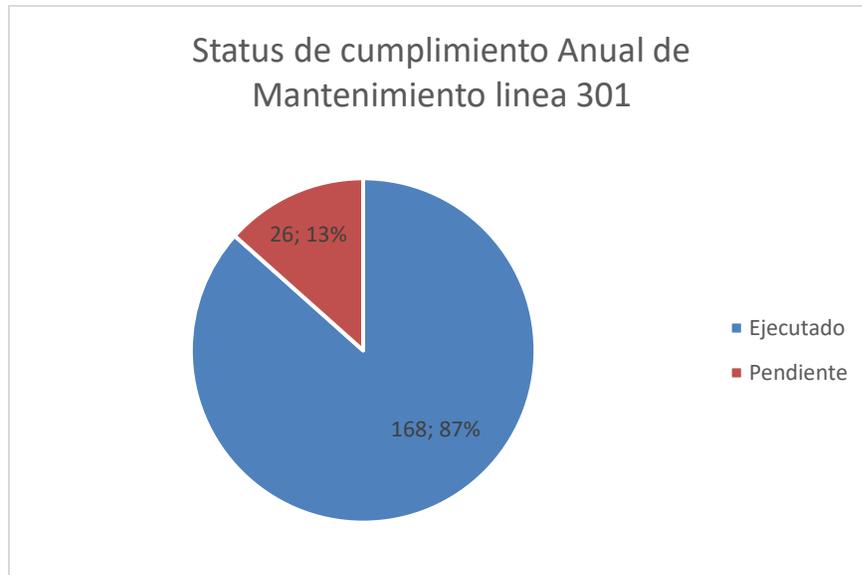


Figura 2.15 Estatus de cumplimiento de Mantenimiento anual línea 301.

Se realizó una revisión sobre el plan de Mantenimiento (Anexo J) que se tenía para la línea 301 en conjunto con los miembros del departamento, en donde se revisaron las frecuencias. Al comienzo siendo de manera bimensual las tareas, con el objetivo de mejorar la línea estas tareas pasaron a ser mensuales, considerando que el sistema de mordazas estaba siendo un punto crítico en la afectación de la eficiencia por exceso de limpiezas.

En la fase de ejecución de las tareas de Mantenimiento preventivo, al comienzo del presente estudio se tenía un cumplimiento del 58%, en compromiso con el departamento de Mantenimiento el objetivo fue de terminar el cumplimiento de estas tareas por encima de una meta >75% para la ejecución de las tareas preventivas de mantenimiento.

Del resultado del seguimiento del plan de mantenimiento, se levantaron los siguientes hallazgos que fueron cambiados:



Figura 2.16 Antes del cambio de correa dentada sincrónica.

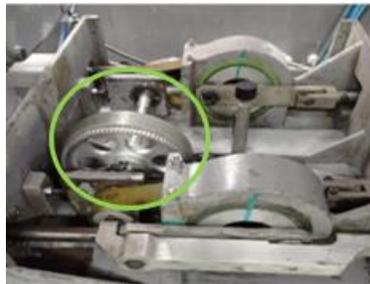


Figura 2.17 Cambio de correa dentada, se ajusta y se deja calibrada



Figura 2.18 Antes de cambio de polea principal de Servo



Figura 2.19 Después del cambio principal de servo, se realiza calibración y ajustes.

2.4.10 Solución: Reducir el espacio entre tubo formador en torno para que sea más uniforme a través de tubo formador.

Se tuvo reuniones con el departamento de Mantenimiento para aumentar el espacio de aproximadamente 0.3 milímetros de ancho, Este elemento fue enviado a un proveedor externo que pulió la parte exacta donde hay interacción entre tubo formador- lamina – hombrera, aumentando el espacio de 0.3 milímetros de ancho a 0.7 milímetros de ancho en la parte superior, esto mejora el espacio que la lámina no tenga atrapamientos como se pudo observar en el análisis de causa raíz realizado previamente.

Una vez recibida, este componente mejorado fue probado durante producción con resultados favorables, mejorando el deslizamiento de la lámina.



Figura 2.20 Correcto deslizamiento de lámina primaria a través de tubo formador y hombrera.

2.4.11 Solución: Plan de negociación con proveedor

Para esta solución, se tuvo el soporte del departamento de calidad, en donde pudimos evidenciar que el coeficiente de fricción con el que se estaba trabajando son muy bajos o altos comparado con lo que se trabaja normalmente para que no haya problemas de deslizamiento de lámina.

Dentro de esta fase de solución el departamento de calidad sostuvo negociaciones con los proveedores directos de lámina, donde se acordaron hacer pruebas con 3 escenarios distintos:

Primer escenario: (0.12-0.14) de COF

Segundo escenario (0.14 – 0.16) de COF

Tercer Escenario (0.16 – 0.18) de COF

El proveedor mando rollos para realizar pruebas durante un turno de producción con diferentes Coeficientes de fricción dinámicos. En donde se tuvo que el segundo escenario de láminas con coeficiente de fricción de entre 0.14 – 0.16 tenía una mejor capacidad de deslizamiento entre superficies metal – lamina.

2.5 Control

Todas las implementaciones realizadas, fueron mapeadas dentro de un plan de control, ya que es fundamental que se mantengan en el tiempo para poder dar resultados sostenibles. En el Anexo K, se muestra el plan de implementación con las frecuencias, responsables, y preguntas claves para el correcto seguimiento de las contramedidas o soluciones.

2.5.1 Matriz de costo – Beneficio

Se realizó una matriz de costo – beneficio en donde se evaluó los costos de la implementación y el beneficio que se obtuvo. El costo aproximado de la implementación de soluciones fue de \$2765, el beneficio fue de una ganancia en rendimiento de producción de 100 toneladas que antes no se envasaban por la pérdida de eficiencia. (Anexo L)

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS

3.1 Ejecución del experimento:

Después de la realización de todas las propuestas de soluciones, se procedió a tomar nuevamente las eficiencias de todos los turnos por tres meses (duración del estudio).

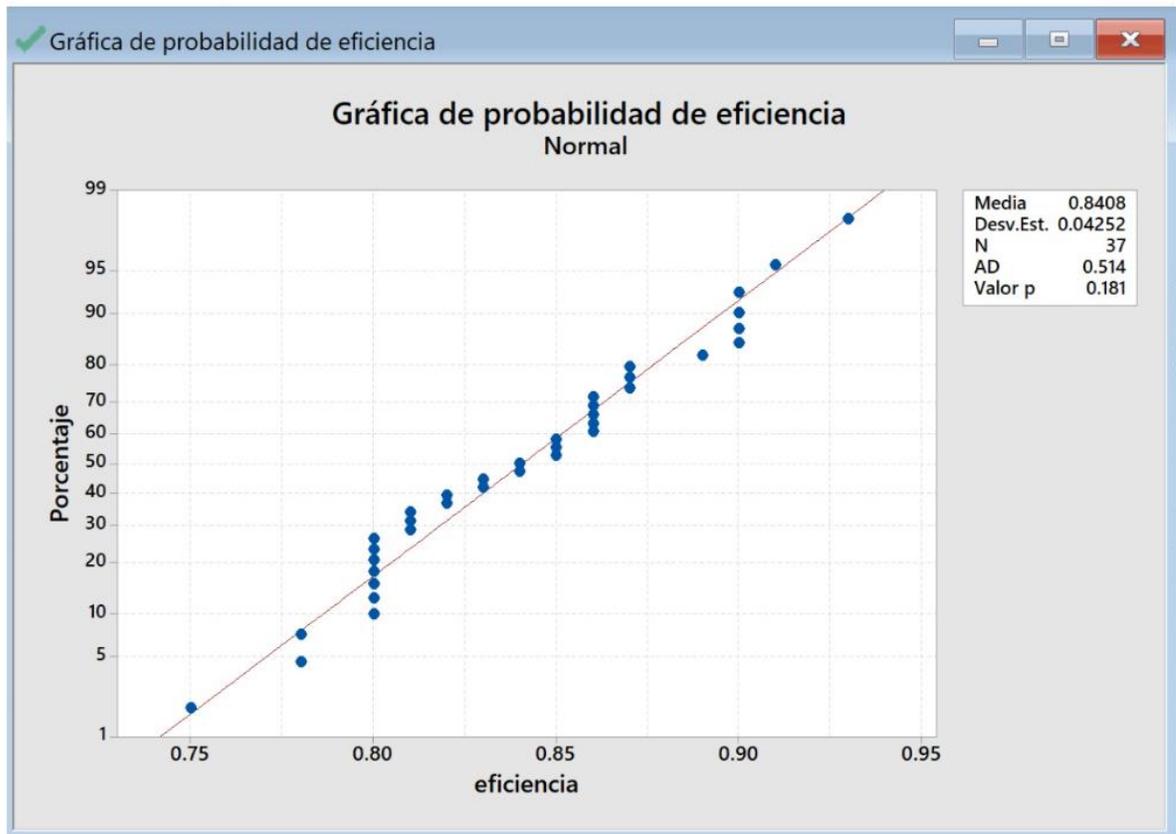


Figura 3.1 Gráfico de normalidad de datos después del experimento

Una vez implementadas todas las soluciones propuestas, se recolectaron 37 datos, y se realizó una prueba de normalidad, como podemos observar en la figura 3.1 tenemos un valor $p=0.181$. Por lo que se realiza la prueba de hipótesis

Ho (hipótesis nula): nuestros datos siguen una distribución normal.

Ha (hipótesis alterna): Nuestros datos no siguen una distribución normal.

Valor $p: 0.181 \rightarrow$ por lo que existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, estos datos si siguen una distribución normal.

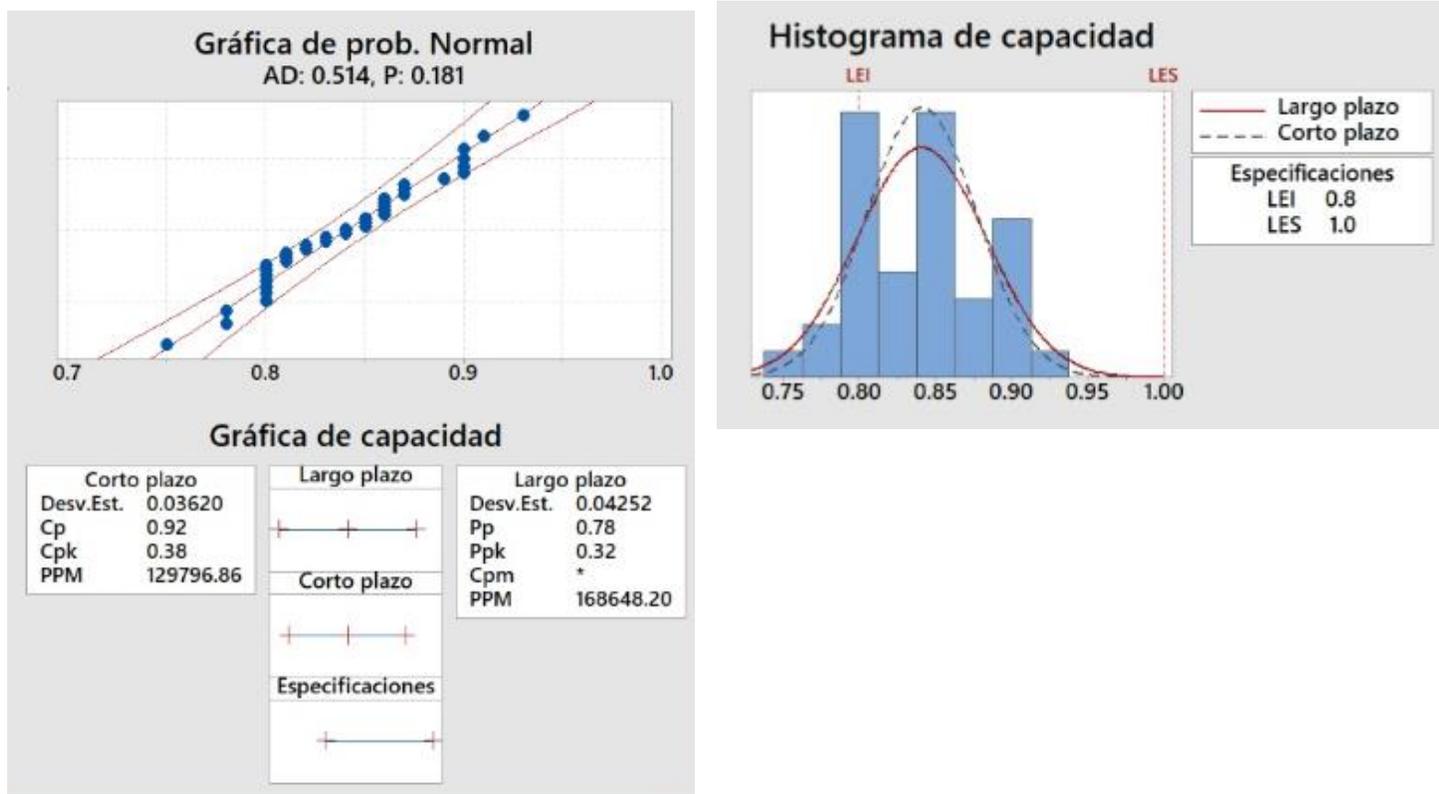


Figura 3.2 Grafica de capacidad de proceso para la variable repuesta "eficiencias" e histograma de capacidad

Se observa que después de haber realizado las implementaciones, y realizar un análisis de capacidad de proceso tenemos los siguientes datos:

Cp.: 0.92, cerca de rango aceptable para capacidad de proceso, se puede determinar cómo el proceso está cerca distribuido mis datos permitidos "mayor a 1",

lo que indica que las eficiencias están con una tendencia a estar dentro de las especificaciones: 81% como objetivo de eficiencia como límite inferior hasta un 100% límite superior.

CPK: 0.38: Podemos observar en la figura 3.2, esto indico como están las eficiencias. Con las mejoras ya podemos determinar una capacidad de proceso a corto plazo, pero aún hay oportunidad de mejora en el centro del proceso con respecto a las especificaciones. Se observa en la figura 3.2 el histograma de capacidad como tenemos datos por debajo de 0.80 o 80% de eficiencia.

PP: 0.78: Al comienzo del estudio se observó cómo se tenía un valor de 0.59, lo que indica que tenemos una mejora en la capacidad de proceso de cumplir con el objetivo a largo plazo.

PPK:0.32: al comienzo del estudio se observó que se tenía un PPK de -0.09, lo que quiere decir es el proceso a largo plazo no cumplió con los límites de especificación. Después de realizar el estudio se tuvo un PPK de 0.32 por lo que se pasó a tener un proceso más controlado con respecto a las especificaciones.

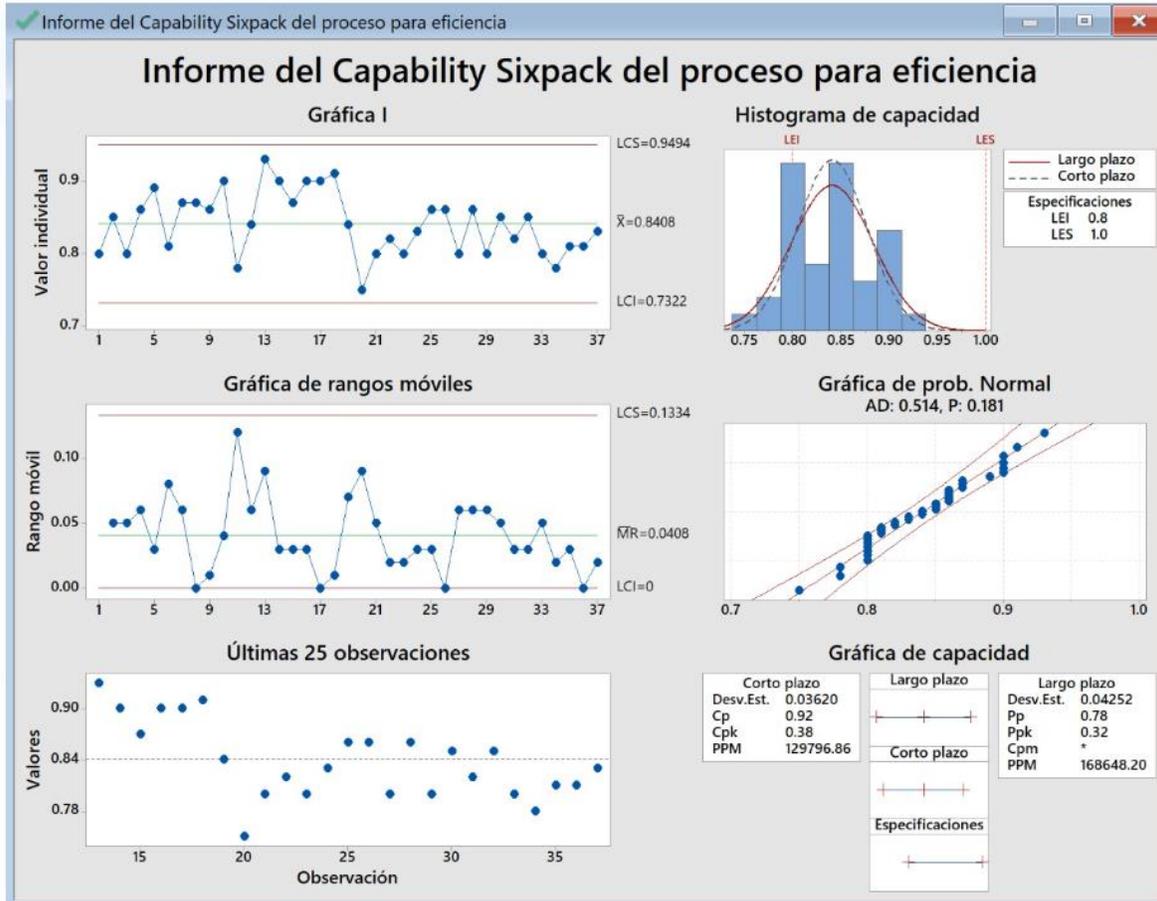


Figura 3.3 Informe de capacidad “Sixpack” para el proceso de eficiencias.

Valores individuales: Después las soluciones planteadas podemos observar en la figura 3.3, como los datos al ser considerados como individuales en grafico “I” tenemos los datos de \bar{x} = **media del proceso**, nos muestra la estabilidad de proceso, la medias proceso, +- 3 desviaciones estándares, se tiene un proceso controlado cuando es analizado por valores individuales.

Carta MR: Observación de los datos con respecto a la línea central, la media del proceso, como podemos observar en el rango móvil de la figura 3.3., si tenemos que la mitad de los datos están con respecto a la media, corresponde a que el proceso está mejorando con respecto a la estabilidad, de lo contrario si hay datos dispersos, hacia los límites, puede representar mejoras en el proceso o deterioros repentinos en el proceso.

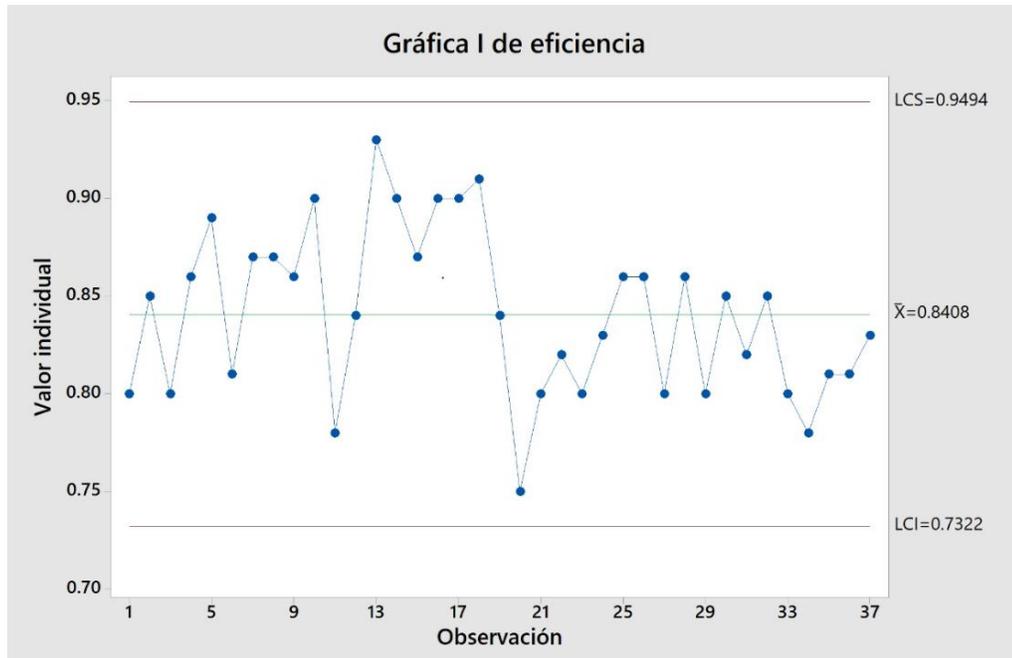


Figura 3.4: Grafico de Series de tiempo después de la implementación del estudio.

Después de la implementación de las soluciones, se realizó un gráfico de serie de tiempos con los límites de control, se observa como los datos están mejores distribuidos con respecto a los límites de control superior e inferior, y como los datos están más distribuidos con respecto a nuestra media de 84%.

CAPITULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se mejoro la eficiencia de la línea 101D de 74% a 84% implementado todas las etapas de la metodología DMAIC.
- Se encontraron las causas raíz de las principales perdidas: exceso de limpieza y perdidas por calidad las cuales eran: incorrecto hermetizado de la envasadora, falta de estándares en procesos de envasado.
- Se mejoro el proceso, al comienzo del estudio se tenía un comportamiento no normal, después de la implementación de soluciones, los datos tuvieron un comportamiento normal, con valores de cp:0.92 y pp:0.78 los cuales es un proceso con menor dispersión de datos, tanto para corto, como para largo plazo.
- Se implemento un plan de control, con frecuencias y responsables establecidos, de esta forma aseguramos que los resultados sean sostenibles en el tiempo.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda seguir con el plan de control, de tal forma que se asegure la eliminación de las causas raíz.
- Se recomienda difundir correctamente las eficiencias a la operación para mejorar el compromiso del equipo de operadores con lideres de producción
- Se recomienda realizar la misma metodología para las otras perdidas

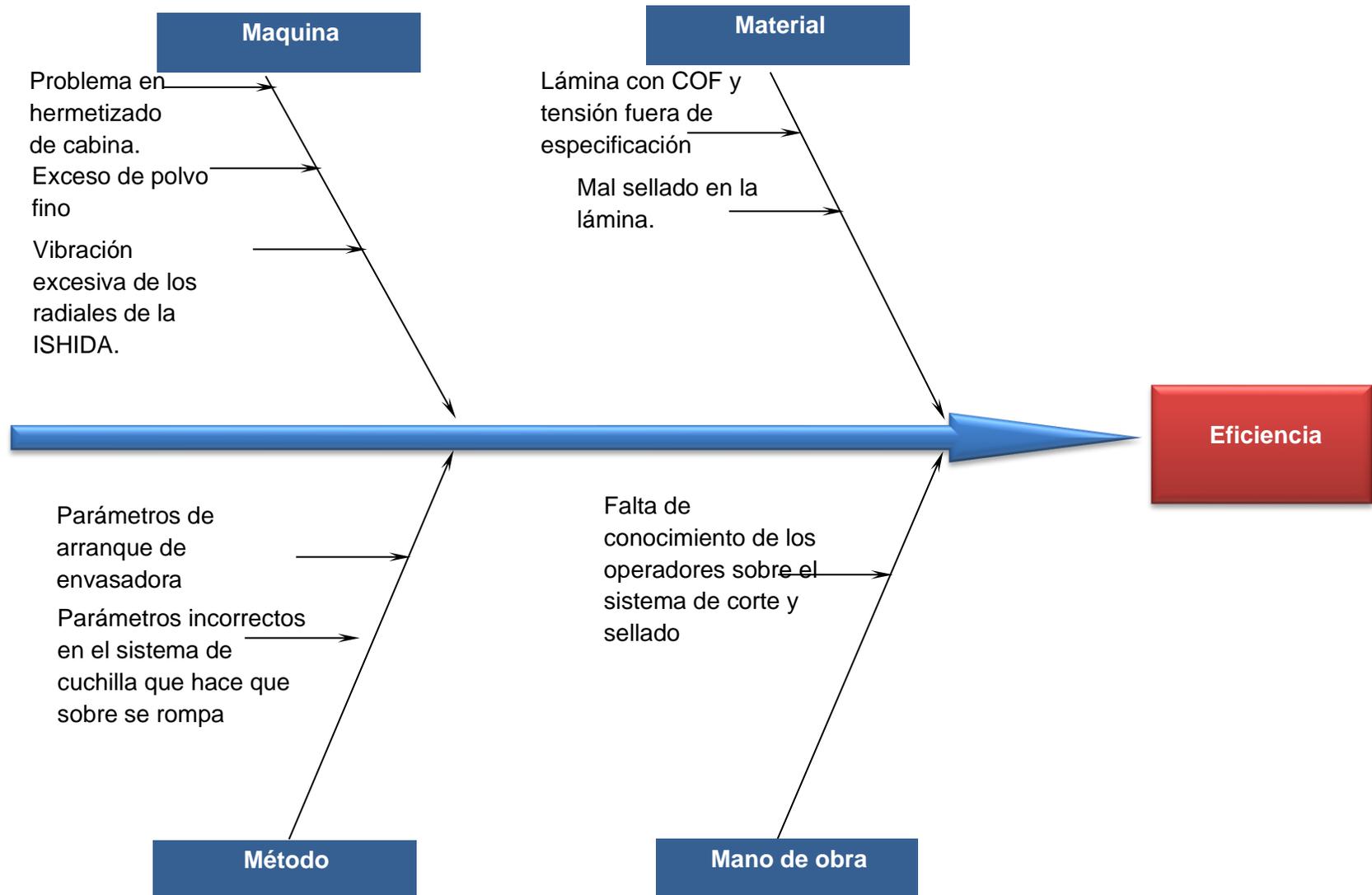
BIBLIOGRAFÍA

- Caviedes, R. E. (Agosto de 2019). "Definición de un modelo de gestión de desempeño para la compañía Seguros del Pichincha". Quito, Pichincha, Ecuador.
- Chong Chong, D. (2011). Implementación del módulo de alineamiento de objetivos de un sistema de excelencia continua. *Tesis de grado. Escuela Superior Politecnica del Litoral*, 26-32.
- Flores, I. O. (2020). ¿Qué es el OEE? *Prodasis Group*, 1.
- Gonzalez, M. (24 de Junio de 2014). *Mejoramiento de la OEE en la línea de producción siguiendo la metodología seis sigma + lean*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol2num3/Aplicaciones_de_la_Ingenieria_Vol2_Num3_5.pdf
- Izar, J. (2018). Calidad y Mejora continua. Rio verde.
- Jiménez, F., Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>
- Paredes-Rodriguez, A. M. (junio de 2017). *Scielo.org*. Obtenido de Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032017000100262
- Romero, E., & Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto. *Redalyc*, 11(3), 128-129.
- Unilever Ecuador. (2022). *Analisis de Perdidas*. Guayaquil.
- Unilever Manufacturing Standar. (2022). *Pedidas en Sistemas WCM*. Guayaquil.
- UTEQ. (2016). Diagrama de Pareto. Queretaro: Universidad Tecnologica de Queretaro.

ANEXOS

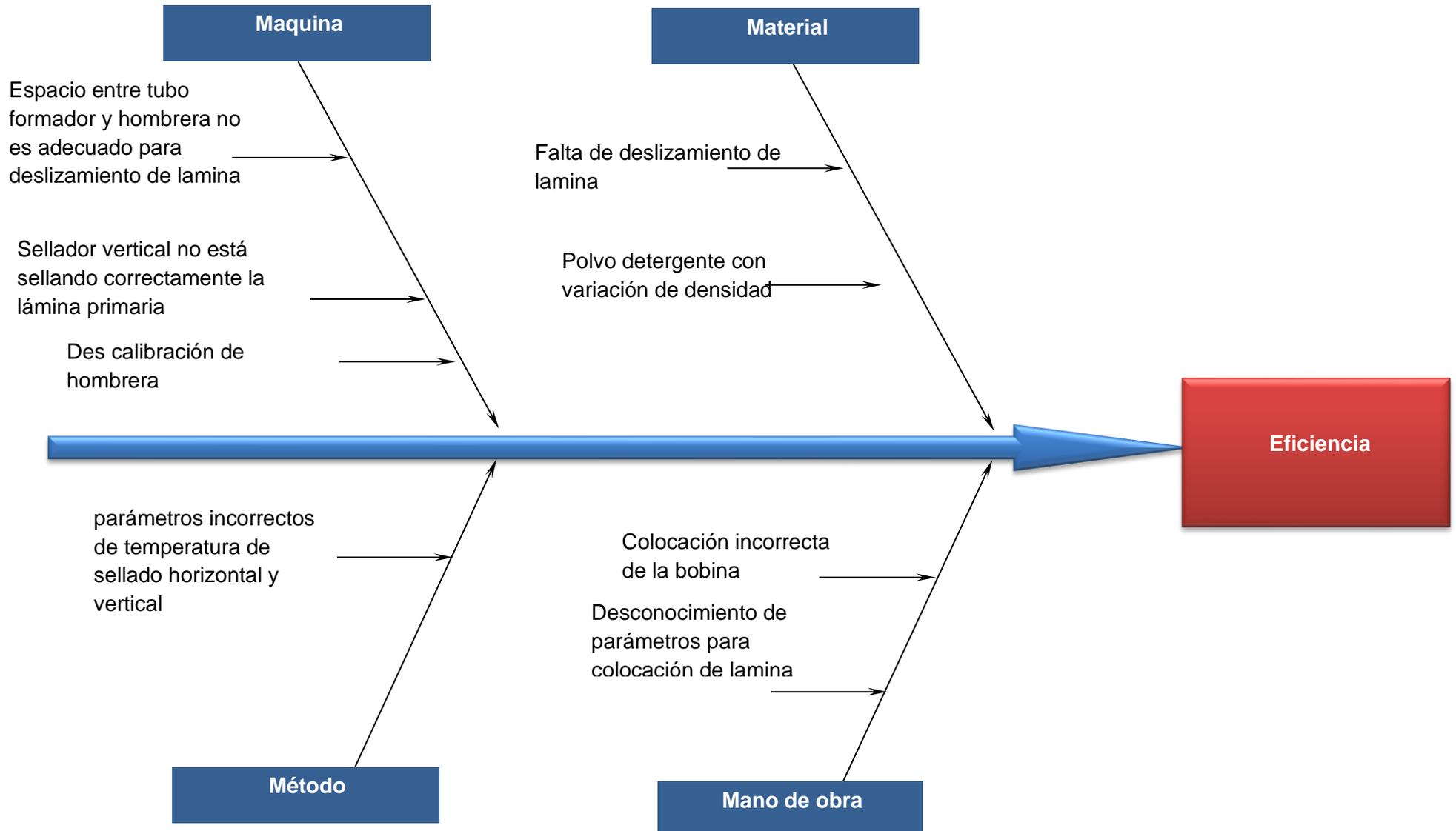
ANEXO A

Ishikawa Limpieza y sanitización en la línea 101D



ANEXO B

Diagrama de Ishikawa (perdidas de por defectos de calidad)



ANEXO C

Reportes de Análisis de Causa Raíz para exceso de polvo fino en la cabina de la ISHIDA

Reporte de análisis de Causa raíz (Breakdowns)																																																							
Información General:	Perdida: Exceso de limpieza & sanitizaciones adicionales; Causa potencial: exceso de polvo en la cabina de la ISHIDA																																																						
Fecha de ocurrencia	Desde marzo a septiembre del 2022																																																						
Hora de ocurrencia:	No Aplica																																																						
análisis realizado por:	Roberto Orellana - Christian Choez - Jorge Escalante - Manuel Vera																																																						
Fotos del Defecto																																																							
																																																							
Foto de verificación																																																							
																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fecha</th> <th>Línea</th> <th>Turno</th> <th>Bloque</th> <th>Tiempo</th> <th>Tipo1</th> <th>Pérdida</th> <th>Descripción</th> <th>Comentarios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13/10/2022</td> <td>301</td> <td>T1</td> <td>07h - 08h</td> <td>35.50</td> <td>PDL</td> <td>10. Limpieza y Sanitización</td> <td>10.1 Limpieza no planeada</td> <td>limpieza de tolva y cabezales de ishida por alarr</td> </tr> <tr> <td>14/10/2022</td> <td>301</td> <td>T1</td> <td>10h - 11h</td> <td>10.90</td> <td>PDL</td> <td>10. Limpieza y Sanitización</td> <td>10.1 Limpieza no planeada</td> <td>limpieza de tolva de ishida</td> </tr> <tr> <td>19/10/2022</td> <td>301</td> <td>T2</td> <td>15h - 16h</td> <td>14.70</td> <td>PDL</td> <td>10. Limpieza y Sanitización</td> <td>10.1 Limpieza no planeada</td> <td>limpieza de tolva de ishida</td> </tr> <tr> <td>20/10/2022</td> <td>301</td> <td>T2</td> <td>15h - 16h</td> <td>15.90</td> <td>PDL</td> <td>10. Limpieza y Sanitización</td> <td>10.1 Limpieza no planeada</td> <td>limpieza de tolva de ishida</td> </tr> <tr> <td>25/10/2022</td> <td>301</td> <td>T3</td> <td>04h - 05h</td> <td>6.50</td> <td>PDL</td> <td>10. Limpieza y Sanitización</td> <td>10.1 Limpieza no planeada</td> <td>limpieza de tolva ishida</td> </tr> </tbody> </table>		Fecha	Línea	Turno	Bloque	Tiempo	Tipo1	Pérdida	Descripción	Comentarios	13/10/2022	301	T1	07h - 08h	35.50	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva y cabezales de ishida por alarr	14/10/2022	301	T1	10h - 11h	10.90	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva de ishida	19/10/2022	301	T2	15h - 16h	14.70	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva de ishida	20/10/2022	301	T2	15h - 16h	15.90	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva de ishida	25/10/2022	301	T3	04h - 05h	6.50	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva ishida
Fecha	Línea	Turno	Bloque	Tiempo	Tipo1	Pérdida	Descripción	Comentarios																																															
13/10/2022	301	T1	07h - 08h	35.50	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva y cabezales de ishida por alarr																																															
14/10/2022	301	T1	10h - 11h	10.90	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva de ishida																																															
19/10/2022	301	T2	15h - 16h	14.70	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva de ishida																																															
20/10/2022	301	T2	15h - 16h	15.90	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva de ishida																																															
25/10/2022	301	T3	04h - 05h	6.50	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada	limpieza de tolva ishida																																															
Validación de causas																																																							
Teoría del impacto	Al momento de la producción de detergente, se logra visualizar gran acumulación en la cabina de la																																																						

	Envasadora gramática, esto afecta que los operadores tengan que abrir la cabina para realizar una limpieza no planifica, afectando a la eficiencia.
¿Como se verifica?	Se revisa el reporte de registro de fallas en el sistema FOS, se observa como los operadores están ingresando las pérdidas de tiempo por exceso de limpieza por gravimétrica ISHIDA, adicional también se verifica en GEMBA

Análisis de 5 ¿Por qué?

¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?
Exceso de polvo en la cabina de la envasadora gravimétrica "ISHIDA"	porque al dosificar detergente, polvo tiende a esparcirse	Hermetizado no adecuado para el proceso de envasado		
Exceso de polvo en la cabina de la envasadora gravimétrica "ISHIDA"	Detergente remanente de anteriores producciones, turno a turno.	no hay una frecuencia determinada de limpieza para los cambios de turnos o de manera semanal	No hay estándares de limpieza establecidos, ni herramientas adecuadas.	
Exceso de polvo en la cabina de la envasadora gravimétrica "ISHIDA"	porque base del cono de sistema dosificador no empata o encaja con la entrada de la cabina de sistema de sellado de la envasadora	No se consideró dentro del nuevo diseño al colocar gravimétrica		

Contramedidas y acciones tomadas

Acciones correctivas (corto plazo)	Responsable	Estatus
Realizar limpiezas al inicio de cada turno (entregar turno con equipo limpio	Operadores	Realizado

Acciones Preventivas (Largo plazo (Eliminar causa-raíz))	Responsable	Estatus
Realizar una caja acrílica a la salida de la dosificación que contenga el polvo detergente	Mantenimiento	Realizado
Realizar una mejora en el empate entre cabina de la ISHIDA y sistema dosificador	Ingeniería	En proceso
Realizar un estándar de limpieza donde se establezcan frecuencias y puntos de limpieza	Producción	Realizado

ANEXO D

Análisis de causa raíz para la presencia de exceso de polvos finos.



Fecha	Línea	Turno	Bloque	Tiempo	Tipo1	Pérdida	Descripción
03/06/2022	301	T2	18h - 19h	36,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
10/06/2022	301	T2	21h - 22h	23,40	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
16/06/2022	301	T1	13h - 14h	17,80	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
20/06/2022	301	T3	04h - 05h	13,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
22/06/2022	301	T3	01h - 02h	15,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
23/06/2022	301	T3	24h - 01h	40,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
01/07/2022	301	T1	13h - 14h	20,70	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
01/07/2022	301	T2	17h - 18h	18,20	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
04/07/2022	301	T3	05h - 06h	2,20	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
05/07/2022	301	T3	06h - 07h	3,20	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
14/07/2022	301	T1	14h - 15h	6,50	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
18/07/2022	301	T2	21h - 22h	12,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
23/07/2022	301	T2	19h - 20h	20,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada
09/08/2022	301	T3	06h - 07h	13,00	PDL	10. Limpieza y Sanitización	10.1 Limpieza no planeada

Reporte de análisis de Causa Raíz (Breakdowns)

Información General:	Perdida: Limpieza & Sanitización; Causa potencial: Exceso de polvos finos
Fecha de ocurrencia	Desde marzo a septiembre del 2022
Hora de ocurrencia:	No aplica
análisis Realizado por:	Roberto Orellana - Christian Choez - Jorge Escalante - Manuel Vera

Fotos del Defecto	Fotos de verificación
--------------------------	------------------------------

Validación de causas

Teoría del impacto	Acumulación excesiva de polvos finos en componentes de la envasadora. La cual genera problemas de sellado de sobre primario.
---------------------------	--

¿Como se verifica?

Se reviso los registros del sistema FOS, en donde los operadores detallan las perdidas, que tienen por limpiezas y sanitizaciones no planeadas.

análisis de 5 ¿Por qué?

¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?
Exceso de polvos finos en la cabina de la envasadora	porque la aspiración en la cabina no es uniforme	no hay correcta distribución de ramales de aspiración	no hay correcto diseño por que se añadió dosificador gravimétrico y no se considero	
Exceso de polvos finos en la cabina de la envasadora	Falta de medición de velocidad de aspiración		no hay estándar de medición de velocidad de aspiración	

Contramedidas y acciones tomadas

Acciones correctivas (corto plazo)	Responsable	Estatus
Limpieza al momento de los polvos finos (abrir cabina, usar aspiradora, aspirar polvos)	Operador	Cerrado
Acciones Preventivas (Largo plazo (Eliminar causa-raíz))	Responsable	Estatus
Mejorar el diseño del sistema de aspiración, mediante la correcta distribución de ramales de aspiración.	Mantenimiento	Cerrado

Levantar un estándar operacional de medición de aspiración (m/s) para determinar la capacidad de aspiración (aplicación)

Producción

En
proceso

ANEXO E

Análisis de causa raíz para mal sellado de lámina primaria

Reporte de Análisis de Causa raíz (Breakdowns)	
Información General:	Problema de falla, Exceso de limpieza & sanitización; Causas potenciales: Mal sellado de lámina primaria
Fecha de ocurrencia	De marzo del 2022 a septiembre del 2022
Hora de ocurrencia:	No aplica
análisis Realizado por:	Roberto Orellana - Christian Choez - Manuel Vera - Jorge Escalante
Fotos del Defecto	Fotos de la verificación del defecto
	
teoría del impacto	En proceso de envasado, el sellador genera partidura en el sellado lo cual contamina la envasadora y los operadores realizan limpiezas adicionales. Se realiza una prueba de presión de sellado, se colocó una hoja y papel carbón, y se procede a realizar el sellado

¿Como se verifica? En el sistema de mordazas, se evidencia que el sellado no es uniforme a través de la marca.

Análisis de 5 ¿Por qué?

¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?
Contaminación de detergente en banda transportadoras por problemas en selladores horizontal	Por partidura de sellado	por desgaste de placas de asentamiento de la cuchilla de sellado	por accionamiento de cuchilla	
Contaminación de detergente en banda transportadoras por problemas en selladores horizontal	por mal corte del sobre	por partidura de dientes en la cuchilla del sellador horizontal	por desalineamiento de la cuchilla	
Contaminación de detergente en banda transportadoras por problemas en selladores horizontal	Des calibración de la mordaza	Dientes de la polea sincronizada presenta desgaste	Polea cumplió con vida de útil	Plan de Mantenimiento para el cambio de piezas en la línea

Contramedidas y acciones tomadas

Acciones correctivas (corto plazo)	Responsable	Estatus
realizar limpieza de la banda transportadora	Operadores	Realizado
Colocar teflones en las esquinas del sellador para nivelarlas (causa 1)	Christian C	Realizado
Colocar baquelita para alinear cuchilla	Christian C	Realizado
Acciones Preventivas (Largo plazo (Eliminar causa-raíz))	Responsable	Estatus
Colocar platina de acero inoxidable a la carcasa de la cuchilla (causa 1)	Mantenimiento	Realizado
Colocación de prisioneros en las esquinas de la cuchilla para evitar desalineamiento	Mantenimiento	Realizado
Elaborar plan de Mantenimiento de la línea (cambio de piezas) del sistema de mordaza	Mantenimiento	Realizado

ANEXO F

Análisis de causa raíz para atrapamiento de lámina en sistema de envasado

Reporte de Análisis de Causa raíz (Breakdowns)	
Información General:	Perdida: Perdidas de calidad; Causa potencial: atrapamiento de lámina primaria en sistema de envasado
Fecha de ocurrencia	De marzo del 2022 a septiembre del 2022
Hora de ocurrencia:	No aplica
análisis Realizado por:	Roberto Orellana - Jorge Escalante - Manuel Vera - Christian Choez
Fotos del Defecto	Fotos de verificación
	
Teoría del impacto	Espacio entre hombrera y tubo formador no tiene la apertura adecuada para permitir que la lamina pase a través esta esta apertura, por lo que lamina se queda atascada en este espacio

¿Como se verifica?

Se realiza la prueba con un calibrador y da una apertura de 1,58 mm, la cual en comparación con otros espacios de hombrera y tubo que producen los mismos gramajes, son mayores, se verifico en GEMBA con el operador.

Análisis de 5 ¿Por qué?

¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?
porque hay atrapamiento de lamina	espacio entre hombrera y tubo formador no es suficiente para que pase la lamina	tubo formador inadecuado para diámetro de hombrera	no se consideró espacio en nuevo diseño de hombrera	

Contra medidas y acciones tomadas

Acciones correctivas (corto plazo)	Responsable	Estatus
pulir la superficie del tubo formador para que mejore el espacio y pueda pasar lamina	Mantenimiento	Realizado
Acciones Preventivas (Largo plazo (Eliminar causa-raíz))	Responsable	Estatus
Reducir el espacio del tubo formador en el torno y que sea uniforme a través del tubo formador	Ingeniería	Pendiente

ANEXO G

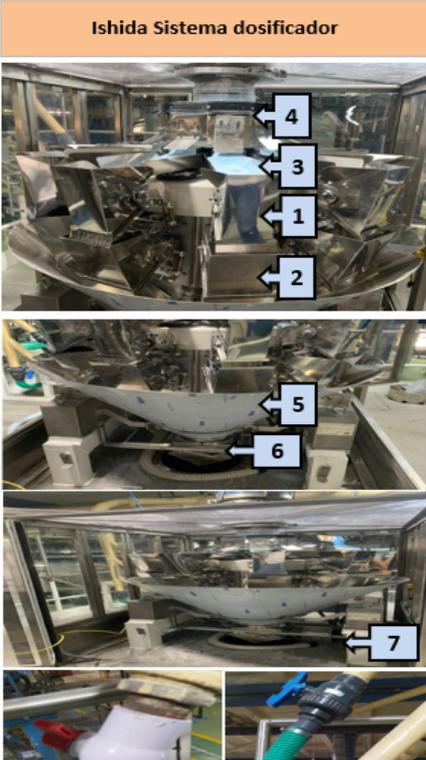
Análisis de causa raíz para problema de falta de deslizamiento de lámina primaria

Reporte de análisis de Causa raíz (Breakdowns)																																																	
Información General:	Perdida: Perdidas de calidad; Causa potencial: Falta de deslizamiento de lámina primaria																																																
Fecha de ocurrencia	De marzo del 2022 a septiembre del 2022																																																
Hora de ocurrencia:	No aplica																																																
análisis Realizado por:	Roberto Orellana - Jorge Escalante - Manuel Vera - Christian Choez																																																
Fotos del Defecto	Foto de verificación																																																
	<p style="text-align: center; font-size: small;">Tabla 2. Resultados. Ensayo de coeficiente de fricción. Cara interna - metal</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Código de submuestra</th> <th style="width: 10%;">Espesor (mm)</th> <th style="width: 15%;">Carga en el movimiento inicial (N)</th> <th style="width: 15%;">Carga promedio durante deslizamiento uniforme (N)</th> <th style="width: 15%;">Coeficiente de fricción estático¹ (u_s)</th> <th style="width: 10%; border: 2px solid green;">Coeficiente de fricción cinético² (u_k)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>22-7464-1</td><td>0.054</td><td>0.42</td><td>0.39</td><td>0.21</td><td style="border: 2px solid green;">0.20</td></tr> <tr><td>22-7464-2</td><td>0.056</td><td>0.44</td><td>0.43</td><td>0.22</td><td style="border: 2px solid green;">0.22</td></tr> <tr><td>22-7464-3</td><td>0.055</td><td>0.43</td><td>0.43</td><td>0.22</td><td style="border: 2px solid green;">0.22</td></tr> <tr><td>22-7464-4</td><td>0.056</td><td>0.36</td><td>0.43</td><td>0.18</td><td style="border: 2px solid green;">0.22</td></tr> <tr><td>22-7464-5</td><td>0.055</td><td>0.37</td><td>0.43</td><td>0.19</td><td style="border: 2px solid green;">0.22</td></tr> <tr><td colspan="2">Promedio</td><td>0.40</td><td>0.42</td><td>0.21</td><td style="border: 2px solid green;">0.21</td></tr> <tr><td colspan="2">Desviación estándar</td><td>0.04</td><td>0.02</td><td>0.02</td><td style="border: 2px solid green;">0.01</td></tr> </tbody> </table>	Código de submuestra	Espesor (mm)	Carga en el movimiento inicial (N)	Carga promedio durante deslizamiento uniforme (N)	Coeficiente de fricción estático ¹ (u _s)	Coeficiente de fricción cinético ² (u _k)	22-7464-1	0.054	0.42	0.39	0.21	0.20	22-7464-2	0.056	0.44	0.43	0.22	0.22	22-7464-3	0.055	0.43	0.43	0.22	0.22	22-7464-4	0.056	0.36	0.43	0.18	0.22	22-7464-5	0.055	0.37	0.43	0.19	0.22	Promedio		0.40	0.42	0.21	0.21	Desviación estándar		0.04	0.02	0.02	0.01
Código de submuestra	Espesor (mm)	Carga en el movimiento inicial (N)	Carga promedio durante deslizamiento uniforme (N)	Coeficiente de fricción estático ¹ (u _s)	Coeficiente de fricción cinético ² (u _k)																																												
22-7464-1	0.054	0.42	0.39	0.21	0.20																																												
22-7464-2	0.056	0.44	0.43	0.22	0.22																																												
22-7464-3	0.055	0.43	0.43	0.22	0.22																																												
22-7464-4	0.056	0.36	0.43	0.18	0.22																																												
22-7464-5	0.055	0.37	0.43	0.19	0.22																																												
Promedio		0.40	0.42	0.21	0.21																																												
Desviación estándar		0.04	0.02	0.02	0.01																																												
teoría del impacto	Durante la producción de detergente surf se evidencia que la lámina no desliza en el sistema de																																																

	rodillos, debido a que la lámina estaba pegada			
¿Como se verifica?	Equipo de calidad, manda a realizar prueba de coeficiente de fricción a un laboratorio externo, con valores de 0.22 de COF, históricamente estos datos están por arriba del COF estándar para un correcto deslizamiento.			
análisis de 5 ¿Por qué?				
¿Por qué 1?	¿Por qué 2?	¿Por qué 3?	¿Por qué 4?	¿Por qué 5?
porque hay falta de deslizamiento de lámina primaria	por qué se queda pegada en el sistema de rodillos de la envasadora	por qué no tiene una tensión adecuada	por qué no viene con los parámetros de tensión adecuados de parte del proveedor	
Contramedidas y acciones tomadas				
Acciones correctivas (corto plazo)			Responsable	Estatus
Se procede a medir la tensión, se intenta arrancar, si no se puede, se rechaza lamina			Mantenimiento autónomo	Cerrado
Se cambia recorrido de rodillo en rodillos de tensión para tener un mejor arrastre			Mantenimiento autónomo	Cerrado
Acciones Preventivas (Largo plazo (Eliminar causa-raíz))			Responsable	Estatus
Plan de acción de negociación con los proveedores de lámina primaria Surf			Ing de procesos	En proceso

ANEXO H

Estándar Lila para la línea 101 D

Mantenimiento Autonomo Estandar de Limpieza	ÁREA	MAQUINA	PREPARADO POR	APROBADO POR	FECHA	ESTÁNDAR	
		ENVASADO	BOSCH SVB2502A y EPA 30	Roberto Orellana	Roberto Orellana	23/11/2022	INSPECCIÓN
 Quando Limpie las Máquinas use siempre su Equipo de protección Personal requerido Gafas de seguridad, Guantes, Mascarilla y casco							
PIEZAS	LINEA 301						
Ishida Sistema dosificador	#	PIEZA	TAREA	ESTÁNDAR	HERRAMIENTAS	DURACIÓN	FRECUENCIA
	1	TOLVAS DE DEPÓSITO (10 Unidades)	Inspeccionar que el resorte y rodillo estén en optimas condiciones.	Resorte no estirado y rodillo sin desgaste	Visual	1 min	Semanal
	2	TOLVAS DE PESO (10 Unidades)	Inspeccionar que el rodillo giratorio no tenga desgaste y resorte en optimas condiciones	Resorte no estirado y rodillo sin desgaste	Visual	1 min	Semanal
	3	RADIALES (10 Unidades)	Inspeccionar que el vibrador no este fuera de lugar y radial sin golpes	Vibrador con piezas en su lugar y radial sin golpes	Visual	1 min	Semanal
	4	TOLVA DE DESCARGA SUPERIOR (Plato dispersor)	Inspeccionar que los canales de dosificación esten en optimas condiciones	Canales de dosificacion sin golpes ni deformaciones	Visual	1 min	Semanal
	5	BANDEJAS	Inspeccionar que las agarraderas esten en optimas condiciones	sin golpes ni deformaciones en las agarraderas	Visual	1 min	Semanal
	6	TOLVA DE DESCARGA (Tolva de tiempo)	Inspeccionar que el regulador de abertura y tolva esten en optimas condiciones	Pernos completos y ajustados	Visual	1 min	Semanal
	7	CABINA DE ISHIDA	Inspeccionar que las puertas cierren correctamente y acrilicos en optimas condiciones	Acrilicos y puerta en buen estado	Visual	1 min	Semanal
	8	LÍNEAS DE ASPIRACIÓN DE ISHIDA	Inspeccionar que las líneas no estén taponadas	Sin restos de polvos ni obstrucciones	Visual	1 min	Mensual

ANEXO I

Realizar mejora en el empate entre cabina de ISHIDA y sistema dosificador



Antes: Existía un espacio entre la tolva de descarga y la base de la entrada al sistema de envasado (el espacio era de 1.8 centímetros lo cual permitía la fuga de polvo a toda la cabina del ISHIDA por medio de esta abertura)



Después: Se realizo con el equipo de Mantenimiento una tolva que cuenta con una estructura que acopla totalmente al espacio superior de la tolva de descarga como se muestra en la imagen. Con esta estructura ya no existe fuga de detergente por que elimina el espacio 1.8 centímetros que permitan el paso de detergente.

ANEXO J

Elaborar plan de MANTENIMIENTO (cambio de piezas del sistema de mordaza)

Descripción de trabajo de Mantenimiento	Frecuencia	Elemento técnico	Especialidad
ENV INSP CAJA TRANS CENTRA LLEN BOSCH	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV INSPE SIST SELLADO HOR LLEN BOSCH	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Eléctrico
ENV INSPE SIST SELLADO VER LLEN BOSCH	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Eléctrico
ENV INSP SIST SELLADO HORIZ EPA 30	Mensual	SIST. SELLADO EPA L301	Eléctrico
ENV INSP SIST SELLADO VERTICAL EPA 30	Mensual	SIST. SELLADO EPA L301	Eléctrico
ENV INSPM SIST SELLADO VER LLEN BOSCH	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV INSPM SIST SELLADO HOR LLEN BOSCH	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV INSP MORDAZA Y RESORTE LLEN BOSCH	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV INSP PINES Y ARTICUL BASE EPA 30	Trimestral	SIST. SELLADO EPA L301	Mecánico
INSP ELEC D SIST SELLADO EPA 301	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Eléctrico
INSP ELEC P SIST SELLADO BOSCH 301	Semestral	SIST. SELLADO BOSCH L301	Eléctrico
INSP ELEC P SIST SELLADO EPA 301	Semestral	SIST. SELLADO EPA L301	Eléctrico
CAMBIO DE SENSOR PT 100	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Instrumentación
ENV CAMB BARRA SUELDA VER LLEN BOSCH	Anual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico

ENV CAMB BARRA SUELDA HOR LLEN BOSCH	Anual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
INSP ELEC P ENV SIST SELLADO LAM.PRIM	Semanal	SIST. SELLADO BOSCH L301	Eléctrico
REVISIÓN DE TRANSMISIÓN DE MORDAZA	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
CAMBIO DE BUJE DE SELLADOR VERTICAL	Mensual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV CAMB ACEITE TRANS LLEN BOSCH	Bianual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV CAMB CORREAS TRANS LLEN BOSCH	Bianual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico
ENV CAMB ELEM MESA TRANS LLEN BOSCH	Bianual	SIST. SELLADO BOSCH L301	Mecánico

ANEXO K

Plan de control de implementaciones

Ítem	Solución	¿Qué se controlará?	¿Por qué?	¿Cuánto?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Dónde?
1	Realizar una caja acrílica a la salida de la dosificación.	Hay que asegurar que los operadores utilizan este contenedor de la manera correcta.	Para asegurar la reducción de los tiempos de limpieza en la cabina de la ISHIDA	El total de la cabina tiene que ser Limpiada	Al final de cada turno	Operador	Caja acrílica de dosificador gravimétrico ISHIDA
2	Realizar un estándar de limpieza	Los operadores cumplan con los estándares de limpieza, respeten la frecuencia y método de limpieza	Asegurar correcta limpieza del equipo, mejorar condiciones de operación de la maquina	100 % del plan	Cuando la frecuencia indique	Coordinador de producción	línea 101D
3	Realizar mejora en el empate entre cabina de ISHIDA y sistema dosificador.	Correcto hermetizado entre dosificador con la base de la entrada de la envasadora.	Para evitar que existan fugas de polvos al momento que sistema de cangilones dosifique a entrada de tubo formador	100% de la base	Lunes, al arranque de producción	Operador	Entre la descarga de dosificador ISHIDA y entrada a la envasadora Bosch

4	Mejorar el diseño del sistema de aspiración, mediante la correcta distribución de ramales de aspiración	La correcta aspiración de polvos finos se debe revisar la nula o poca presencia de polvos finos en el cuello de la hombrera.	Para que no haya problemas de contaminación en planchas de sellado	100% del diseño	Mensual, en los Mantenimientos de línea	Operador	Cabina de la envasadora Bosch
5	Levantar un estándar operacional de medición de aspiración (m/s) para determinar la capacidad de aspiración	Correcta velocidad de aspiración, en los puntos de la cabina de la ISHIDA y la cabina de la Bosch	Para asegurar la correcta velocidad de aspiración que puede ser afectada por obstrucciones en ductos central de aspiración	100% de la aspiración	Mensual	Coordinador de producción	Punto de medición de cabina de la ISHIDA y punto de medición de la cabina de la Bosch
6	Colocar prisioneros de acero inoxidable a la carcasa de la cuchilla	Cuchilla realice un corte correcto de sobre	Porque si el prisionero se afloja puede repercutir en un mal cortado, y se contamina el sistema		Semanal	Operador	Mordazas del sistema de sellado
7	Elaborar plan de MANTENIMIENTO (cambio de piezas del sistema de mordaza)	Se cumpla con el plan de Mantenimiento del sistema de mordazas (sellado)	Correcto funcionamiento de sellado (evitar falsos sellados, fugas de polvo en sobre)		Mensual	Coordinador de producción	Sistema de mordazas de envasadora Bosch
8	Reducir el espacio entre tubo formador en torno para que sea más uniforme a	Que no haya atrapamientos a nivel del tubo formador y la hombrera	Hay que asegurar que lamina pase entre espacio de hombrera y tubo formador		Semanal	Operador	Hombrera y tubo formador de la línea 101D

	través de tubo formador						
9	Correcto deslizamiento de lámina primaria a través de tubo formador y hombrera.	Correcto coeficiente de fricción	Para que no haya lamina tensionada que afecte en el deslizado en el sistema de rodillos		Semanal	Operador	Línea 101D

ANEXO L

Matriz de costo- beneficio de las implementaciones realizadas

Matriz de Costo - Beneficio				
Solución	Costo	Beneficio	Costo/Beneficio	Beneficio Total implementaciones
Realizar una caja acrílica a la salida de la dosificación.	\$450	Se realizo caja para reducir los tiempos de limpieza en la cabina dosificadora de la ISHIDA	Redujo limpiezas de 10 minutos a 2 minutos	Mejora en 6% con respecto a la eficiencia objetivo del negocio Toneladas producidas: Aprovechar rendimiento de mejor eficiencia para envasar 100 toneladas aproximadamente
Realizar un estándar de limpieza donde se establezcan frecuencias y puntos de limpieza	\$0	Estandarizar y redacción de procedimientos de las frecuencias y pasos de limpieza para entregas de turnos	Entregar turno con equipo y componentes limpios	
Realizar mejora en el empate entre cabina de ISHIDA y sistema dosificador	\$330	Reducir la presencia de polvo en la cabina de la ISHIDA	La dosificación de detergente es más homogénea ya que va a través de tubería hermética	

Mejorar el diseño del sistema de aspiración, mediante la correcta distribución de ramales de aspiración	\$100	Aspiración uniforme dentro de cabina envasadora Bosch	Ramales correctamente adecuados y acoplados para la aspiración en presencia de polvos
Levantar un estándar operacional de medición de aspiración (m/s) para determinar la capacidad de aspiración	\$0	Estandarizar y redacción de procedimientos de las frecuencia y pasos para las mediciones de aspiración para la cabina gravimétrica y para la envasadora Bosch	Seguimiento adecuado para asegurar correcta aspiración
Colocar platina de acero inoxidable a la carcasa de la cuchilla	\$135	Fijar cuchilla para no tener fallas al momento de realizar cortes en sobre	probabilidad de limpiezas adicionales por fallo en el corte se reduce por esta solución
Elaborar plan de Mantenimiento (cambio de piezas del sistema de mordaza)	\$0	Mapeo correcto de actividad de Mantenimiento preventivo	Mantener la línea en condiciones básicas para la operación
Cambiar correa dentada y polea principal del servo	\$1.300	Cambio de elementos por defectos, asegurando equipo en condiciones básicas	Mitigar y reducir Breakdowns por componentes mecánicos

Reducir el espacio de tubo formador en el torno para que sea uniforme a través de tubo formador	\$450	asegurar el correcto deslizamiento de lámina en envasadora Bosch	Disminuir tiempos perdidos y toneladas producidas por falla de calidad
Plan de acción de negociación con proveedores de lámina primaria surf	\$0	asegurar el correcto deslizamiento de lámina en envasadora Bosch	Disminuir tiempos perdidos y toneladas producidas por falla de calidad