



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Reducción de producto no conforme en una línea que produce
balanceado flotante, aplicando herramientas de Lean Six Sigma”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Ivonne Consuelo Cuenca Cobeña

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2024

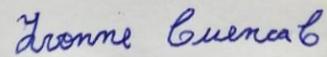
TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**María Retamales G., MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**María Rodríguez Z., PhD
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”

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink that reads "Ivonne Cuenca".

Ivonne Consuelo Cuenca Cobeña

RESUMEN

El presente proyecto aplica herramientas de Lean Six Sigma en una planta de alimento balanceado para reducir el porcentaje de producto no conforme generado en una planta de balanceados.

La empresa en la que se desarrolló el proyecto se dedica a la producción de alimentos balanceados para caninos, equinos, pecuarios y especies acuícolas. El proceso de fabricación de alimento balanceado extruido para camarón consta de varias etapas: Mezcla, Molienda, Extrusión, Secado, Recubrimiento, Enfriado y Envasado.

Como primer punto se recolectaron los datos de enero a junio del 2023, y se realizó un Diagrama de Pareto para definir la línea de producción con mayor porcentaje de producto no conforme, dando como resultado que la línea 2 de producción aporta con el 41% del producto no conforme. Por lo que se decidió enfocar el proyecto en la línea 2 de producción y de esta forma definir el objetivo.

Posterior a esto, se procedió a realizar la gráfica de serie de tiempo y el histograma de capacidad. Con ayuda del diagrama de Pareto obtuvimos las desviaciones más significativas que aportaban con el 73% del producto no conforme generado en la línea 2 de producción, obteniendo las dos siguientes variables enfocadas: largo y diámetro fuera de especificación y humedad elevada.

En conjunto con el equipo multidisciplinario se realizó la lluvia de ideas de las posibles causas de cada variable enfocada definida, las cuales se organizaron en el diagrama de causa- efecto, para luego analizar el impacto de cada causa potencial elaborando una matriz causa y efecto.

Luego de determinar las causas de mayor potencial, se realizó el plan de verificación de las causas potenciales para las dos variables enfocadas. Una vez confirmada cada causa potencial se realizó el análisis de los 5 por qué para cada causa, obteniendo las causas raíces por cada variable enfocada.

Se procedió a generar e implementar las soluciones con ayuda de un plan de implementación. Al finalizar la implementación de las mejoras se usó serie de tiempo, así como el histograma de capacidad para evidenciar el antes y después de la implementación. Así mismo se realizó un Diagrama de Pareto con datos desde la semana 45 a la semana 52 del año 2023 y las semanas 1 y 2 del año 2024, en el cual se observa que las variables enfocadas: largo y diámetro fuera de especificación y humedad elevada, ya no se encuentran en el 80% de desviaciones más significativas. Además, realizando la evaluación financiera se obtuvo una reducción en la pérdida en US\$ de 16,000 a US\$9,000.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema u oportunidad.....	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Descripción de la metodología.....	4
1.4.1 Etapa 1: Recolección de datos.....	4
1.4.2 Etapa 2: Análisis de causas.....	4
1.4.3 Etapa 3: Priorización e implementación de mejoras.....	4
1.5 Cronograma.....	5
CAPÍTULO 2	
2. METODOLOGÍA.....	6
2.1 Recolección de datos de toneladas de PNC de enero a junio de 2023... 6	6
2.2 Problemas enfocados.....	9
2.2.1 Variable enfocada 1: Generación de producto no conforme por diámetro y largo fuera de especificación.....	10
2.2.2 Variable enfocada 2: Generación de producto no conforme por humedad elevada.....	11
2.3 Análisis de causas potenciales.....	11
2.4 Verificación de causas potenciales.....	13
2.4.1 Taponamiento de molde de 2 mm.....	15
2.4.2 Uso incorrecto de los moldes en la extrusora para producciones de T 38% 2mm.....	16
2.4.3 Variación del amperaje de la extrusora.....	17
2.4.4 Insuficiente extracción de aire caliente del secador.....	17
2.4.5 Baja temperatura dentro del secador.....	18
2.4.6 No se descarga el secador según el sensor de nivel.....	19
2.5 Aplicación de los 5 por qué.....	19
2.6 Generación de soluciones por cada causa verificada.....	23
2.7 Implementación de soluciones.....	26
2.7.1 Pre moler el arrozillo en todas las producciones de T38% 2mm....	26
2.7.2 Realizar LUP donde se indique las medidas de diámetro que debe tener los agujeros del molde para el producto T 38% 2mm.....	27
2.7.3 Ordenar y clasificar cada molde para cada producto en un nuevo porta molde, y colocar una tabla especificando los diámetros y largos de	

cada producto.....	29
2.7.4 Verificación del desgaste del tornillo/ realizar el cambio del tornillo de la extrusora.....	30
2.7.5 Realizar LUP donde se indique la apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador por cada producto y talla.....	31
2.7.6 Cambio de puertas del secador y arreglo de fugas.....	32
2.7.7 Cambio de sensor de temperatura de la cámara del secador.....	33
2.7.8 Cambio de micro de descarga de barajas del secador.....	34
CAPÍTULO 3	
3. RESULTADOS	36
3.1 Impacto financiero.....	40
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
4.1. Conclusiones.....	42
4.2. Recomendaciones.....	42
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama de flujo de producción de alimento balanceado.....	1
Figura 1.2 Diagrama de Pareto de toneladas de PNC por línea de producción....	2
Figura 1.3 Serie de tiempo de %PNC de línea 2 de producción.....	3
Figura 2.1 Matriz de producto no conforme.....	6
Figura 2.2 Matriz de toneladas producidas- conforme y no conformes.....	7
Figura 2.3 Análisis de Capability sixpack de porcentaje de PNC de línea 2.....	8
Figura 2.4 Diagrama de Pareto de las desviaciones más significativas.....	9
Figura 2.5 Diagrama de Pareto de las toneladas de PNC generado por diámetro y largo fuera de especificación Línea 2.....	11
Figura 2.6 Diagrama de Ishikawa de la variable enfocada por diámetro y largo fuera de especificación.....	12
Figura 2.7 Diagrama de Ishikawa de la variable enfocada humedad elevada.....	12
Figura 2.8 Molde de 2 mm tapado, restos de producto sin moler.....	16
Figura 2.9 Moldes incorrectos para usar en producciones de T 38% 2mm (diámetro máximo 1,8 mm).....	16
Figura 2.10 Gráfica de amperaje de la extrusora de junio 2023.....	17
Figura 2.11 Apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador durante producción de T 24% 4mm.....	18
Figura 2.12 Temperatura de cámara de secador línea 2.....	18
Figura 2.13 Filtraciones del secador en la descarga.....	19
Figura 2.14 Análisis de 5 por qué de la causa potencial taponamiento de molde de 2 mm.....	19
Figura 2.15 Análisis de 5 por qué de la causa potencial uso incorrecto de moldes de 2mm en extrusora.....	20
Figura 2.16 Análisis de 5 por qué de la causa potencial variación del amperaje de la extrusora.....	20
Figura 2.17 Análisis de 5 por qué de la causa potencial insuficiente extracción de aire caliente del secador.....	21
Figura 2.18 Análisis de 5 por qué de la causa potencial baja temperatura dentro del secador.....	21
Figura 2.19 Análisis de 5 por qué de la causa potencial: No se descarga el secador según el sensor de nivel.....	22
Figura 2.20 Pre moler el arrocillo en molino Kepler para las producciones de T 38% 2mm.....	27
Figura 2.21 LUP: Diámetro y largo de agujero de los moldes para T 38% 2 mm y su respectiva capacitación.....	28
Figura 2.22 Porta moldes clasificados en tallas y producto, línea 2.....	29
Figura 2.23 Tabla de mínimos y máximos de diámetro del agujero del molde para cada talla colocado en el porta moldes de línea 2.....	29
Figura 2.24 Cambio de tornillo de extrusora de línea 2.....	30
Figura 2.25 Personal contratista cambiando el tornillo de extrusora de línea 2....	30
Figura 2.26 LUP y despliegue de la correcta apertura de la válvula de recirculación del ventilador de secador.....	31
Figura 2.27 Arreglo de las puertas del secador de línea 2.....	32
Figura 2.28 Orden de trabajo del cambio de puertas del secador de línea 2.....	32
Figura 2.29 Orden de trabajo del arreglo de las fugas del secador línea 2.....	33

Figura 2.30 Orden de trabajo del arreglo de las fugas del secador línea 2.....	33
Figura 2.31 Correo de cambio de sensor de temperatura del secador línea 2.....	34
Figura 2.32 Cambio de micro de descarga de barajas del secador 2.....	35
Figura 2.33 Orden de trabajo del cambio de micro de descarga de barajas del secador 2.....	35
Figura 3.1 Serie de tiempo del porcentaje de PNC de línea antes y luego de la implementación de las mejoras.....	36
Figura 3.2 Diagrama de Pareto de las desviaciones más significativas en línea 2 antes y después de las mejoras.....	38
Figura 3.3 Análisis de Capability sixpack de porcentaje de PNC de línea 2 antes y después de la implementación de las mejoras.....	39
Figura 3.4 Serie de tiempo de las pérdidas en US\$ por PNC en línea 2 antes y después de la implementación de las mejoras.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de implementación de cada etapa del proyecto.....	5
Tabla 2. Plan de recolección de datos de toneladas de producto no conforme de enero a junio 2023.....	6
Tabla 3. Toneladas generadas por desviaciones físicas o bromatológicas de enero a junio del 2023 en línea 2.....	8
Tabla 4. Desviaciones enfocadas que contribuyen a la generación de PNC.....	9
Tabla 5. Cantidad en toneladas por especie y formato definidos como producto no conforme por diámetro y largo fuera de especificación en línea 2.....	10
Tabla 6. Máximo y mínimo de diámetro y largo del extruso del producto T 38% 2mm.....	11
Tabla 7. Niveles de correlación matriz causa efecto.....	13
Tabla 8. Matriz causa efecto de la variable enfocada diámetro y largo fuera de especificación.....	13
Tabla 9. Matriz causa efecto de la variable enfocada humedad elevada.....	14
Tabla 10. Plan de verificación de causas de las variables enfocadas diámetro y largo fuera de especificación y humedad elevada fuera de especificación.....	15
Tabla 11. Causas raíces de las causas potenciales para la desviación enfocada diámetro y largo fuera de parámetros.....	22
Tabla 12. Causas raíces de las causas potenciales para la desviación enfocada humedad elevada de producto terminado.....	23
Tabla 13. Soluciones a las causas raíces que generan la desviación diámetro y largo fuera de especificación.....	23
Tabla 14. Soluciones a las causas raíces que generan las desviaciones por humedad elevada de producto terminado.....	24
Tabla 15. Plan de implementación de las soluciones para las variables enfocadas.....	24
Tabla 16. Toneladas generadas por desviaciones físicas o bromatológicas post Mejoras.....	37
Tabla 17. Pérdidas (en US\$) por producto no conforme en línea 2 antes y después de la implementación de las mejoras.....	40

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La empresa en la cual se desarrolla este proyecto está dedicada a la producción de balanceado para caninos, equinos, pecuarios y especies acuícolas. Fue constituida el 8 de agosto de 1994 en su sede principal que está ubicada en la vía Durán-Tambo, en el cantón de Durán. En la actualidad consta de 3 plantas en Ecuador, este proyecto se enfoca en la planta que inició sus operaciones en el año 2007, diseñada exclusivamente para la fabricación de alimentos peletizados (camarones y pecuarios), la cual consta de 4 líneas de producción.

La figura 1.1 Presenta el diagrama de flujo de producción de alimento balanceado.

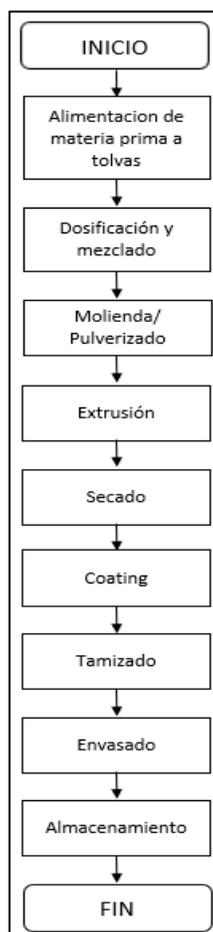


Figura 1.1 Diagrama de flujo de producción de alimento balanceado

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la empresa está apostando en la reducción de costos por producto no conforme. Se ha analizado el porcentaje de producto no conforme que genera las líneas de producción, esto ha arrojado que el 41% del producto no conforme que se genera en la planta de balanceados corresponde a la línea 2 de producción donde se produce alimento para las siguientes especies: tilapia, trucha, mascotas con presentaciones que van desde 2 mm a 16 mm.

El porcentaje de producto no conforme (PNC) se calcula semanalmente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de PNC} = \frac{\text{Toneladas de PNC generadas}}{\text{Toneladas de producción}} \times 100$$

La figura 1.2 Presenta el diagrama de Pareto de toneladas de producto no conforme por línea de producción.

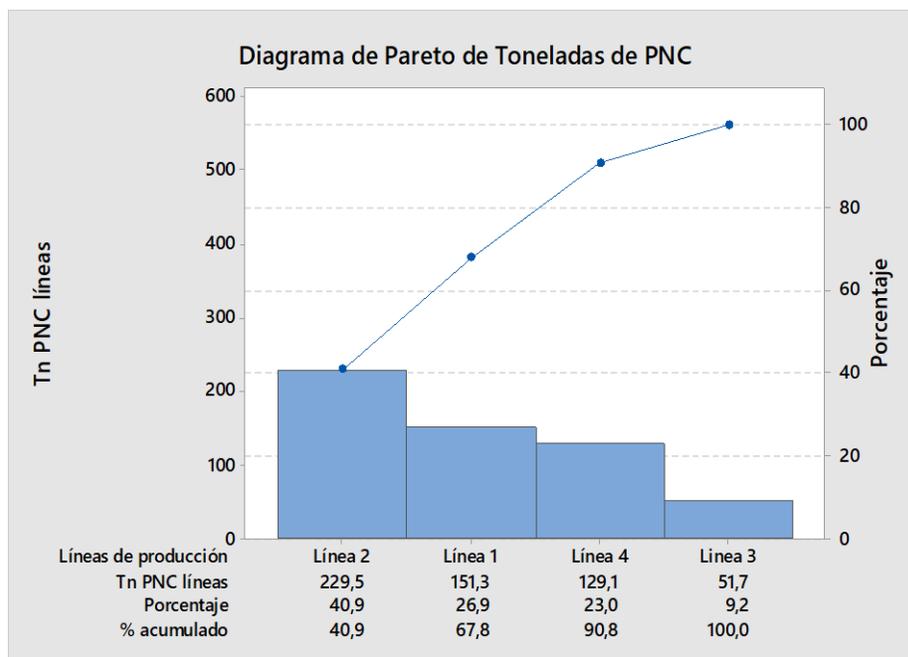


Figura 1.2 Diagrama de Pareto de toneladas de PNC por línea de producción

Fuente: Elaboración propia

Al generar producto no conforme la empresa debe asumir todos los gastos que intervienen en el reproceso del producto no conforme.

La figura 1.3 Presenta la serie de tiempo del porcentaje de PNC de la línea 2, de las semanas donde se generaron PNC (16 semanas), desde la semana 3 a la semana 25 del año 2023, es decir, desde el 16 de enero hasta el 25 de junio del 2023.

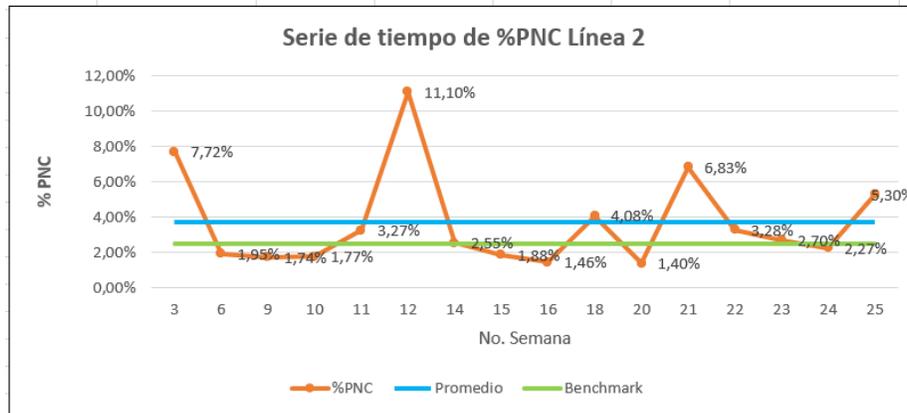


Figura 1.3 Serie de tiempo de %PNC de línea 2 de producción

Fuente: Elaboración propia

1.2. Definición del problema u oportunidad

Existe un alto porcentaje de PNC generado en la línea 2 de producción de balanceado flotante en una planta de balanceados desde enero a junio 2023. El porcentaje semanal de PNC en promedio ha sido de 3.71%. La empresa tiene como objetivo mantener como máximo un 2.53% promedio semanal de PNC.

Cabe mencionar que un 3.71% de PNC semanal representa \$16,000 aproximadamente de pérdida para la empresa.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Reducir el porcentaje promedio semanal de producto no conforme generado en línea 2 de producción de balanceado flotante del 3.71% a 2.53%, aplicando herramientas de Lean Six Sigma.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar las desviaciones físicas o bromatológicas más significativas en el PNC mediante un diagrama de Pareto.
2. Determinar si las especificaciones de las desviaciones más significativas cumplen con las especificaciones usando análisis de capacidad o gráficas de control.
3. Identificar las causas raíces de las desviaciones más significativas usando el diagrama de Ishikawa y el análisis de los 5 por qué.
4. Implementar soluciones para cada causa raíz, seleccionándolas mediante una matriz de priorización.

1.4. Descripción de la metodología.

1.4.1 Etapa 1: Recolección de datos

En la primera etapa se realiza la recolección de datos de toneladas de PNC de enero a junio del 2023, para luego desarrollar un diagrama de Pareto y precisar las desviaciones más recurrentes (Saavedra J. y Arboleda J., 2021). Luego se analiza las desviaciones físicas o bromatológicas más significativas usando el análisis de capacidad o gráfica de control, para enfocar el problema.

1.4.2 Etapa 2: Análisis de causas

Se identifica las posibles causas de las desviaciones física o bromatológica más significativa (identificado en la etapa 1) a través del diagrama de Ishikawa en conjunto con el equipo multidisciplinario. Se verifica cada causa usando herramientas estadísticas mediante análisis de capacidad, diagrama de Pareto y Gemba Walk (Costa T. y Pinto Ferreira L., 2017). Una vez verificada cada causa, se aplica la herramienta 5 por qué para identificar las causas raíces, la cual consiste en preguntar por qué cinco veces por cada causa verificada con el objetivo de ir más allá de los síntomas evidentes (Martínez J. y García E., 2019).

1.4.3 Etapa 3: Priorización e implementación de mejoras

En conjunto con el personal involucrado, se identifica las soluciones y se las implementa siguiendo un plan de implementación 5W2H.

Se recolecta los datos por desviación física o bromatológica analizada y el %PNC luego de las soluciones implementadas. Se realiza un nuevo análisis de capacidad por desviación escogida más significativa y la gráfica de serie de tiempo de %PNC generado en línea de producción de alimento flotante, una vez que hayan sido implementadas las soluciones, para validar el éxito del proyecto (Guleria P. y Shubham S. , 2021).

1.5. Cronograma.

Tabla 1. Cronograma de implementación de cada etapa del proyecto.

Actividades/Semanas	Julio 2023				Agosto 2023					Septiembre 2023				Octubre 2023				Noviembre 2023					Diciembre 2023					
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4		
1. Recolección de datos																												
1.1. Recolección de datos de enero a junio del 2023 para desarrollar un diagrama de Pareto para precisar las desviaciones más recurrentes.																												
1.2. Análisis de las desviaciones físicas o bromatológica más significativas usando análisis de capacidad/gráfica de control.																												
2. Análisis de causas																												
2.1. Identificación de las posibles causas por desviación físicas o bromatológica más significativa a través del diagrama de Ishikawa																												
2.2. Se verifica cada causa usando las herramientas estadísticas mediante análisis de capacidad, diagrama de Pareto y Gemba Walk.																												
2.3. Luego de verificar las causas, se usa la herramienta 5 por qué para identificar las causas raíces																												
3. Priorización e implementación de mejoras																												
3.1. Se identifican las soluciones, y se las implementa siguiendo un plan de implementación 5W2H.																												
3.2. Recolección de datos por desviación física o bromatológica analizada y el % PNC luego de las soluciones implementadas																												
3.3. Se realiza un nuevo análisis de capacidad por desviación escogida más significativa y la gráfica de serie de tiempo de % PNC																												

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

2.1. Recolección de datos de toneladas de PNC de enero a junio de 2023

La tabla 2. Presenta el plan de recolección de los datos que se recolectaron, cómo se midieron, las condiciones registradas, el muestreo y dónde se registra.

Tabla 2. Plan de recolección de datos de toneladas de PNC de enero a junio 2023.

Plan de recolección de datos					
Datos a recolectar		Definiciones operacionales y procedimientos			
Qué	Tipo de dato	Cómo medir	Condiciones registradas	Muestreo	Dónde se registra
Toneladas de PNC generadas	Continuo	Se registra las toneladas de producto no conforme por turno de 12 horas en línea 2	Which: nombre de producto, por desviación física o bromatológica	Se registra diariamente	En plantilla de Excel
%PNC	Continuo	Se registra las toneladas de producto no conforme generadas y las toneladas conformes producidas semanalmente en línea 2	Which: nombre de producto, por desviación física o bromatológica	Se registra semanalmente	En plantilla de Excel

Fuente: Elaboración propia

La figura 2.1 presenta un extracto del formato utilizado para recolectar los datos de toneladas de producto no conforme generados a diario, donde se detalla lo siguiente: fecha de producción, nombre del producto, desviaciones físicas o bromatológicas.

Internal										
Title: Matriz de Producto No Conformes										
Document Owner: Supervisores de Calidad										
Organization: [REDACTED]										
Fecha	Año	Mes	Especie	Nombre Producto	Fecha Producción	Línea/Bodega	Desviaciones	Cantidad Kg	Cantidad en TM	
18-ene-23	2023	Enero	Tilapia	T 38% 2 mm	18-ene-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	4500	4,5	
18-ene-23	2023	Enero	Tilapia	T 38% 2 mm	18-ene-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	4000	4	
18-ene-23	2023	Enero	Tilapia	T 38% 2 mm	18-ene-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	3150	3,15	
18-ene-23	2023	Enero	Tilapia	T 38% 2 mm	18-ene-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	1800	1,8	
21-ene-23	2023	Enero	Tilapia	T 28% 7 mm	21-ene-23	Línea 2	sin núcleo	4500	4,5	
21-ene-23	2023	Enero	Tilapia	T 32% 4 mm	21-ene-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	13000	13	
9-feb-23	2023	Febrero	Tilapia	T 28% 7 mm	9-feb-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	7700	7,7	
3-mar-23	2023	Marzo	Tilapia	T 28% 5 mm	3-mar-23	Línea 2	distribución fuera de parámetros	600	0,6	
3-mar-23	2023	Marzo	Tilapia	T 28% 5 mm	3-mar-23	Línea 2	humedad alta	3875	3,875	
8-may-22	2022	mayo	Tilapia	T-240 5mm	8-may-22	Línea 2	distribución fuera de parámetros	6750	6,75	

Figura 2.1 Matriz de producto no conforme

Fuente: Departamento de Aseguramiento de Calidad

Para realizar el cálculo de porcentaje de PNC se utilizó el registro que lleva el área de producción, que registra diariamente las cantidades de toneladas de producto no conforme y las toneladas de producción total.

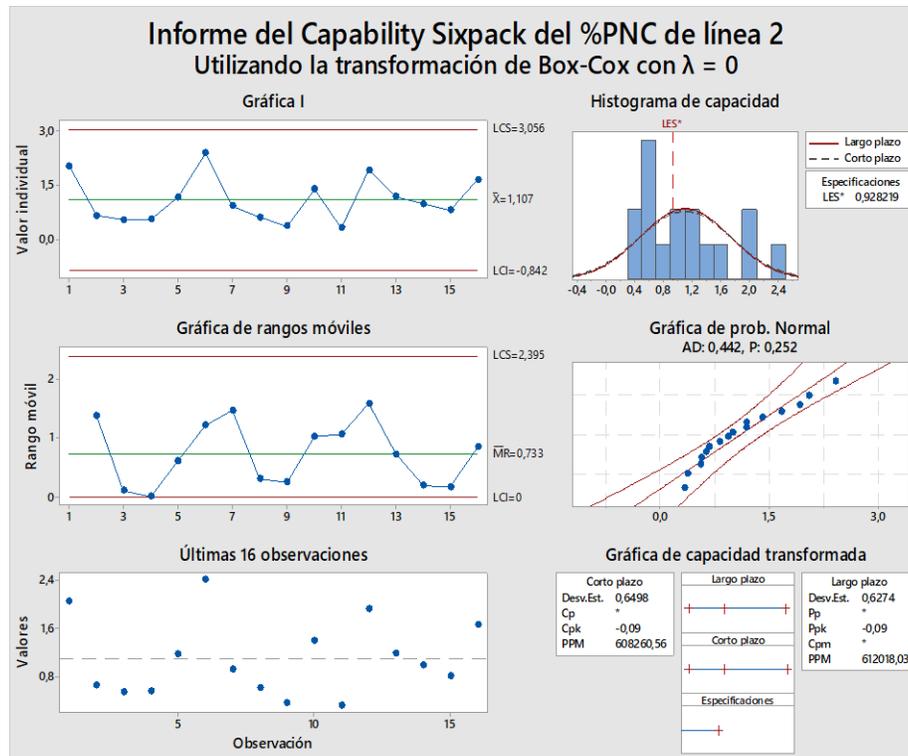


Figura 2.3 Análisis de Capability sixpack de porcentaje de PNC de línea 2.

Fuente: Elaboración propia

Con los datos recolectados se elaboró la tabla 3 donde se especifica las toneladas de producto no conforme generado por desviaciones físicas o bromatológicas durante el período que comprende enero a junio del 2023.

Tabla 3. Toneladas generadas por desviaciones físicas o bromatológicas de enero a junio del 2023 en línea 2.

Desviaciones físicas o bromatológicas	Toneladas PNC Línea 2
Largo y diámetro fuera de especificación	104.95
Error en etiqueta	4.2
Flotabilidad	5.8
Humedad alta	63.12
Humedad baja	4.56
Mezcla PT	34
Presencia de ciscos	5.025
Proteína baja	2.5
Sin núcleos	7.38

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la figura 2.3 el diagrama de Pareto donde se puede precisar las 2 desviaciones que aportan con el 73% del total de toneladas de PNC generadas en la línea 2.

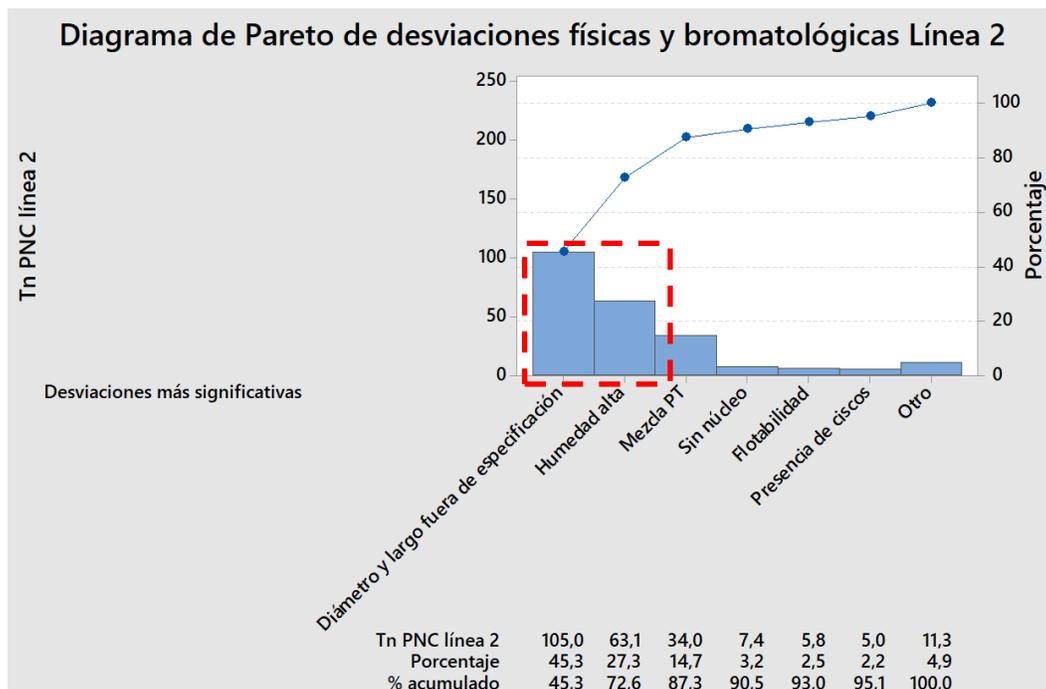


Figura 2.4 Diagrama de Pareto de las desviaciones más significativas en línea 2.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos el proyecto se enfocará en la resolución de las dos desviaciones físicas más representativas.

2.2 Problemas enfocados.

En la tabla 4 se observa la cuantificación de cada desviación de PNC.

Tabla 4. Desviaciones enfocadas que contribuyen a la generación de PNC

Variable enfocada 1			
Generación de producto no conforme por diámetro y largo fuera de especificación	% PNC Total	Porcentaje que representa esta desviación (Pareto figura 2.3)	Porcentaje de PNC por desviación
Porcentaje de PNC	3.71%	45.30%	1.68%
Variable enfocada 2			
Generación de producto no conforme por humedad elevada	% PNC Total	Porcentaje que representa esta desviación (Pareto figura 2.3)	Porcentaje de PNC por desviación

Porcentaje de PNC	3.71%	27.30%	1.01%
-------------------	-------	--------	-------

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1 Variable enfocada 1: Generación de producto no conforme por diámetro y largo fuera de especificación.

El porcentaje de producto no conforme generado en la línea 2 por diámetro y largo fuera de especificación es del 1.68% como se puede observar en la tabla 4.

En la tabla 5 se clasificó las toneladas de PNC por diámetro y largo fuera de especificación generados de todas las especies y formato del producto.

Tabla 5. Cantidad en toneladas por especie y formato definidos como producto no conforme por diámetro y largo fuera de especificación en línea 2.

Nombre Producto	Cantidad PNC en Toneladas por diámetro y largo fuera de especificación línea 2
T 38% 2 mm	8.45
T 38% 2 mm	6.8
T 38% 2 mm	8.3
T 38% 2 mm	14
T 32% 4 mm	7
T 28% 7 mm	7.35
T 28% 5 mm	4.3
T 32% 4 mm	7.5
T 28% 5 mm	6
T 38% 2 mm	10
T 38% 2 mm	15
T 38% 2 mm	5.03
T 38% 2 mm	10.25

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.4 se observa el diagrama de Pareto donde se determina que el 71% del PNC generado por diámetro y largo fuera de especificación se genera en el producto T 38% 2mm, (especie tilapia con 38% de proteína, con largo y diámetro de 2mm). Por lo que se decidió enfocar el problema en este producto.

Las especificaciones de diámetro y de largo del extruso para el producto T 38% 2 mm se presenta en la tabla 6.

Tabla 6. Máximo y mínimo de diámetro y largo del extruso del producto T 38% 2mm

Especificaciones T 38% 2mm	Mínimo mm	Máximo mm
Largo	2.0	2.6
Diámetro	1.8	2.4

Fuente: Elaboración propia

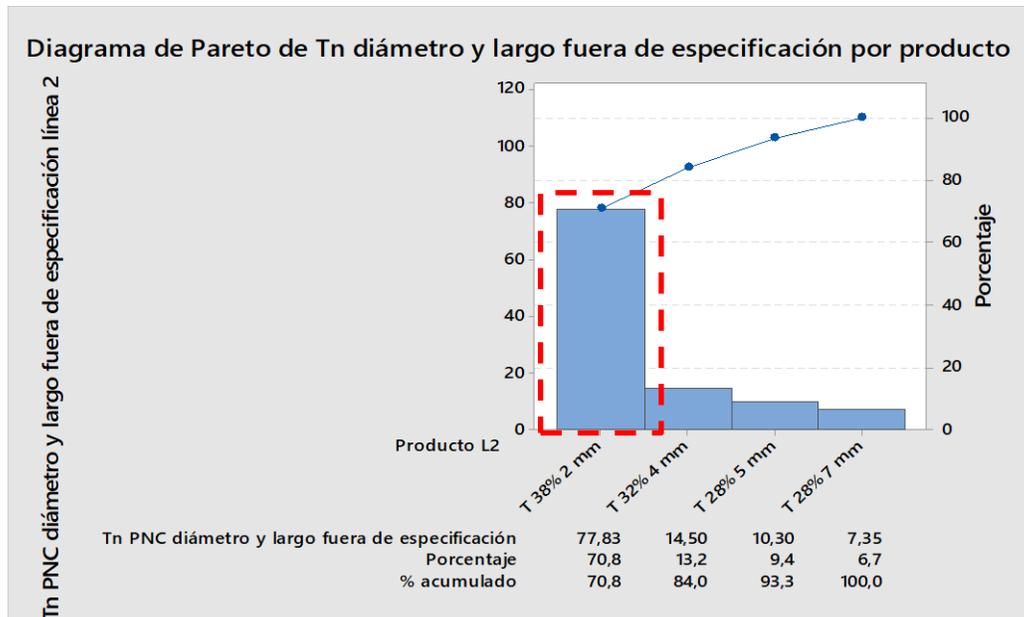


Figura 2.5 Diagrama de Pareto de las toneladas de PNC generado por diámetro y largo fuera de especificación Línea 2.

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Variable enfocada 2: Generación de producto no conforme por humedad elevada.

El porcentaje de producto no conforme generado en la línea 2 por humedad elevada es del 1.01% como se puede observar en la tabla 4.

2.3 Análisis de causas potenciales.

Luego de haber analizado el desempeño de cada desviación, y confirmando que se encuentran fuera de especificación generando producto no conforme, se realizó la lluvia de ideas de las posibles causas en conjunto con el equipo multidisciplinario, y luego se organizaron en el Diagrama Ishikawa. Esto se realizó para las dos desviaciones enfocadas confirmadas.

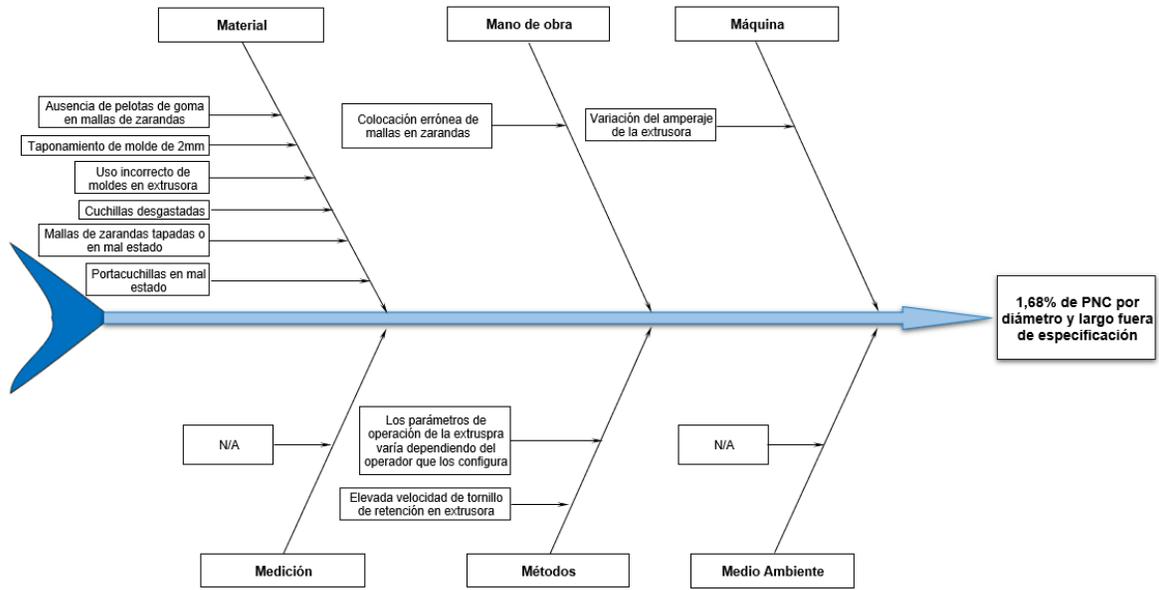


Figura 2.6 Diagrama de Ishikawa de la variable enfocada por diámetro y largo fuera de especificación.

Fuente: Elaboración propia.

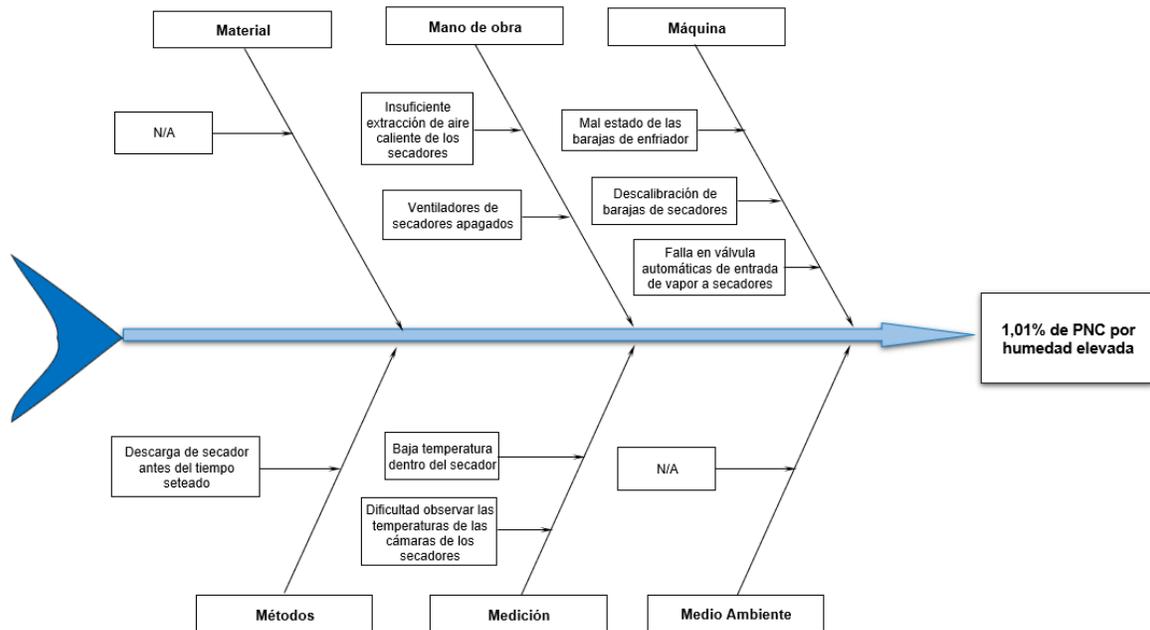


Figura 2.7 Diagrama de Ishikawa de la variable enfocada por humedad elevada.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Verificación de causas potenciales.

En conjunto con el equipo multidisciplinario se analizó el impacto de cada causa potencial elaborando una matriz causa y efecto.

En la tabla 7 se muestra la asignación de valores según el criterio de niveles de correlación de cada una de las variables del problema.

Tabla 7. Niveles de correlación matriz causa efecto

Valor	Efecto
0	Ninguna correlación
1	Correlación muy remota
3	Correlación moderada
9	Correlación fuerte

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Matriz causa efecto de la variable enfocada diámetro y largo fuera de especificación.

Matriz causa efecto		Variable enfocada 1
		El 1.68% de PNC de la línea 2 corresponde a la desviación de diámetro y largo fuera de especificación
Variables de entrada	Material	
	Ausencia de pelotas de goma en mallas de zarandas	1
	Taponamiento de moldes de 2mm	9
	Uso incorrecto de moldes en extrusora	9
	Cuchillas desgastadas	3
	Mallas de zarandas tapadas o en mal estado	1
	Portacuchillas en mal estado	3
	Mano de obra	
	Colocación errónea de mallas en zarandas	3
	Métodos	
	Los parámetros de operación de la extrusora varían dependiendo del operador que los configura	1
	Elevada velocidad de tornillo de retención en extrusora	1
	Máquina	

	Circuito de inyección de vapor no está limpio	1
	Variación del amperaje de la extrusora	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Matriz causa efecto de la variable enfocada humedad elevada.

Matriz causa efecto		Variable enfocada 2
		El 1.01% de PNC de la línea 2 corresponde a la desviación de humedad elevada de producto terminado
Variables de entrada	Mano de obra	
	Insuficiente extracción de aire caliente de los secadores	9
	Métodos	
	Descarga de secador antes del tiempo seteado	9
	Máquina	
	Mal estado de las barajas de enfriador	1
	Descalibración de barajas de secadores	3
	Falla en válvula automáticas de entrada de vapor a secadores	1
	Ventiladores de secadores apagados	3
	Medición	
	Dificultad observar las temperaturas de las cámaras de los secadores	1
	Baja temperatura dentro del secador	9

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que las causas de mayor potencial son las variables que tienen los valores más altos (9).

En la tabla 10 se observa los planes de verificación de las causas potenciales definidas en las matrices de causa efecto.

Tabla 10. Plan de verificación de causas de las variables enfocadas diámetro y largo fuera de especificación y humedad elevada fuera de especificación.

Causas potenciales	Teoría acerca del impacto	Método de verificación	Estado	Variable es significativa
Taponamiento de molde de 2 mm	El taponamiento de moldes resulta en variabilidad de largo y diámetro del extruso	Observación directa	Completo	SI
Uso incorrecto de moldes en extrusora para producciones de T 38% 2mm	Colocar un molde incorrecto produce incumplimiento de largo y diámetro del extruso	Observación directa	Completo	SI
Variación del amperaje de la extrusora	Al aumentar o bajar el amperaje, el producto sale largo y corto de la extrusora	Observación directa	Completo	SI
Insuficiente extracción de aire caliente del secador	Flujo de aire caliente salida secador deficiente, puede resultar en humedad elevada	Observación directa	Completo	SI
No se descarga el secador según el sensor de nivel	El producto dentro del secador se descarga antes de que el producto dentro del secador tenga una humedad no mayor a 10	Observación directa	Completo	SI
Baja temperatura dentro del secador	Ocasiona que el producto dentro del secador no seque el producto lo suficiente, resultando en humedad elevada	Gráfica de control/análisis de capacidad de las temperaturas dentro del secador	Completo	SI

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 10, cada causa potencial fue verificada con diferentes métodos explicados a continuación:

2.4.1 Taponamiento de molde de 2 mm

Se realizó el Gemba Walk en sitio en cada ocurrencia de taponamiento de molde durante las producciones de T38% 2mm y se observó restos de producto no molido en los huecos del molde, por lo tanto, se confirma que la causa se valida como significativa.



Figura 2.8 Molde de 2 mm tapado, restos de producto sin moler

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Uso incorrecto de los moldes en la extrusora para producciones de T 38% 2mm

El día 25 de septiembre se realizó el recorrido en la línea 2 y se pudo verificar que no estaban usando el molde asignado para las producciones de T 38% 2mm esto debido a las similitudes de los tamaños de los agujeros de los moldes de las diferentes tallas que se realizan, el diámetro máximo del agujero del molde definido es 1.8mm. Se observó que los diámetros de los agujeros de los moldes. Se valida como causa significativa.



Figura 2.9 Moldes incorrectos para usar en producciones de T 38% 2mm (diámetro máximo 1.8mm)

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Variación del amperaje de la extrusora

Durante las producciones de T 38% 2 mm del mes de junio se tomaron los datos de amperaje de la extrusora de línea 2, en la figura 2.17 se observa la variabilidad del amperaje de la extrusora teniendo como mínimo y máximo tolerable los valores de 200 y 300 amperios respectivamente.

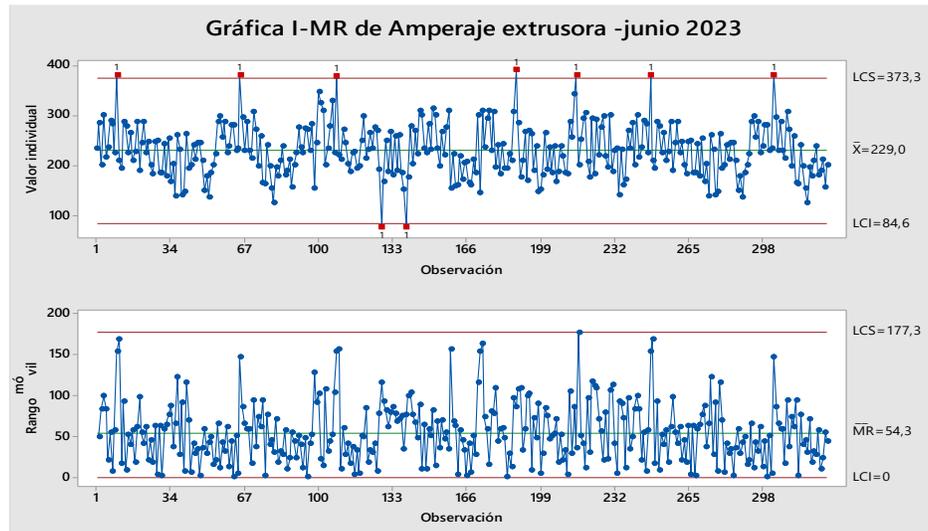


Figura 2.10 Gráfica de amperaje de la extrusora de junio 2023

Fuente: Elaboración propia

2.4.4 Insuficiente extracción de aire caliente del secador.

El día 09 de septiembre durante la producción de Tilapia 24 % 4 mm se observó que usaban en 5 la apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador, cuando se debe usar en 3. Se confirma in situ que la apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador no es la correcta, marca en 5.

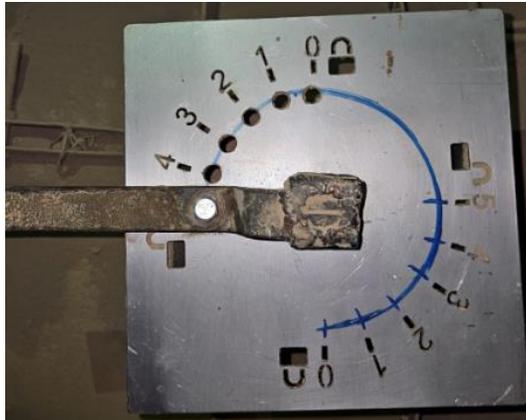


Figura 2.11 Apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador durante producción de T 24% 4mm.

Fuente: Elaboración propia

2.4.5 Baja temperatura dentro del secador

Se tomaron las lecturas de temperatura interna del secador durante el mes de julio usando un sensor PT 100, en la figura 2.19 se puede observar el histograma de capacidad de temperaturas del secador, se extrajo esta data y se lo llevó a una gráfica comparándolos con la temperatura mínima de secado que es 70 °C para cada producto que se realiza en la línea 2. La gráfica demuestra que el 63% de datos está por debajo de los 70°C, por lo que se valida como causa significativa.

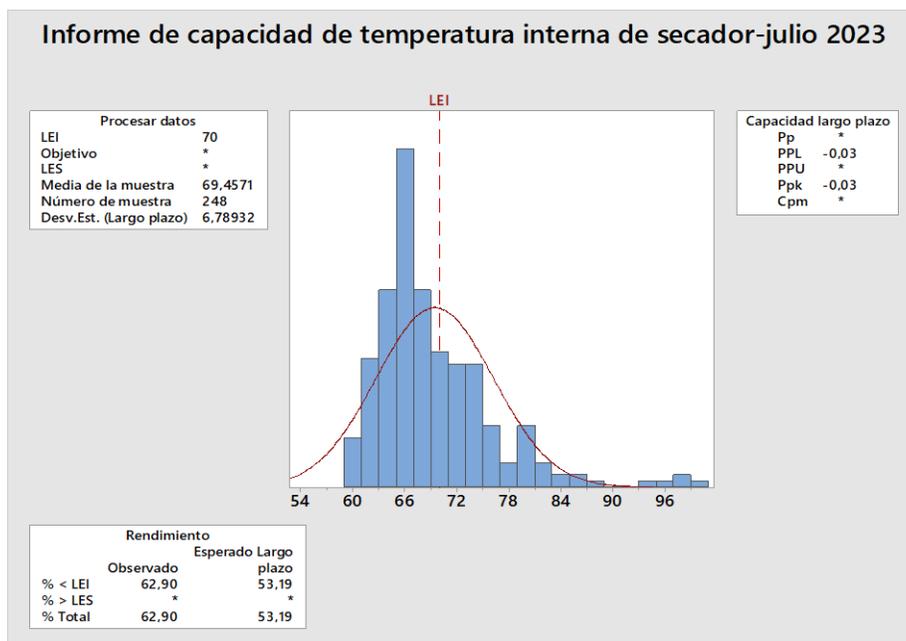


Figura 2.12 Temperatura de cámara de secador línea 2

Fuente: Elaboración propia

2.4.6 No se descarga el secador según el sensor de nivel.

Se verifica que el secador no es descargado según el sensor de nivel, mantiene filtraciones.



Figura 2.13 Filtraciones del secador en la descarga.

Fuente: Elaboración propia

2.5 Aplicación de los 5 por qué.

Una vez confirmada cada causa potencial se realizó el análisis de los 5 por qué para cada causa.

Causa potencial		Ronda 1		Ronda 2		Ronda 3		Acción
Taponamiento de molde de 2 mm en la extrusora		Hipótesis		Hipótesis		Hipótesis		
P	Por qué existe molde tapado en presentación de 2 mm?			Por qué entra molienda gruesa?		Por qué se rompe una criba?		Se pre muele el arrocillo en todas las producciones de T38% 2mm
R1	Porque entra molienda gruesa	Confirmado en Gemba	R1	Porque se rompió la criba	Confirmado en Gemba	R1	Porque ingresa materia prima sin pre moler (arrocillo)	Confirmado en Gemba
			R2	Porque no se colocó la criba correcta (medida MESH)	No confirmado en Gemba	R2	Porque los martillos de los molinos están desgastados	No confirmado en Gemba
						R3	Porque las cribas están desgastadas	No confirmado en Gemba

Causa raíz

Figura 2.14 Análisis de 5 por qué de la causa potencial taponamiento de molde de 2 mm.

Fuente: Elaboración propia

Causa potencial			
Uso incorrecto de moldes en extrusora para producciones de T 38% 2mm			
Ronda 1		Hipótesis	Acción
P	Por qué se usa el molde incorrecto en extrusora para producciones de T 38% 2mm?		Ordenar y clasificar cada molde para cada producto
R1	Porque no está identificados los moldes que se deben usar para producir T38% 2mm	Confirmado en Gemba	
R2	Porque los operadores no tienen conocimiento de cuál es el mínimo y máximo de diámetro debe tener cada agujero del molde	Confirmado en Gemba	Reaizar LUP donde se indique las medidas de diámetro que debe tener los agujeros

Causa raíz

Figura 2.15 Análisis de 5 por qué de la causa potencial uso incorrecto de moldes de 2mm en extrusora.

Fuente: Elaboración propia

Causa potencial			
Variación del amperaje de la extrusora			
Ronda 1		Hipótesis	Acción
P	Por qué existe variación del amperaje de la extrusora?		
R1	Exceso de reproceso alimentado a la extrusora	No confirmado en Gemba	
R2	Porque existe desgaste del tornillo de la extrusora	Confirmado en Gemba	Cambio de tornillo de extrusora

Causa raíz

Figura 2.16 Análisis de 5 por qué de la causa potencial variación del amperaje de la extrusora.

Fuente: Elaboración propia

Causa potencial						
Insuficiente extracción de aire caliente del secador						
Ronda 1		Hipótesis	Ronda 2		Hipótesis	Acción
P	Por qué existe insuficiente extracción de aire caliente del secador?			Por qué no se realiza la regulación la apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador?		Realizar un cuadro donde se detalle la apertura de la válvula del ventilador de extracción de aire por cada producto y talla
R1	Porque no se realiza la regulación la apertura de la válvula de recirculación del ventilados del secador	Confirmado en Gemba	R1	Porque los operadores desconocen el % de apertura del válvula de recirculación del ventilador de secador por producto y talla	Confirmado en Gemba	

Causa raíz

Figura 2.17 Análisis de 5 por qué de la causa potencial insuficiente extracción de aire caliente del secador

Fuente: Elaboración propia

Causa potencial						
Baja temperatura dentro del secador						
Ronda 1		Hipótesis	Ronda 2		Hipótesis	Acción
P	Por qué existe baja temperatura dentro del secador?			Por qué existen fugas de vapor en la cámara del secador?		Cambio de puertas del secador y arreglo de fugas
R1	Porque existe fuga de vapor en puertas del secador	Confirmado en Gemba	R1	Porque los empaques y puertas del secador están en estado y con fugas.	Confirmado en Gemba	
R2	Porque el sensor de temperatura de la cámara del secador están en mal estado por lo que no se tiene el control adecuado	Confirmado en Gemba	Acción			Cambio de sensor de temperatura de la cámara del secador

Causa raíz

Figura 2.18 Análisis de 5 por qué de la causa potencial baja temperatura dentro del secador.

Fuente: Elaboración propia

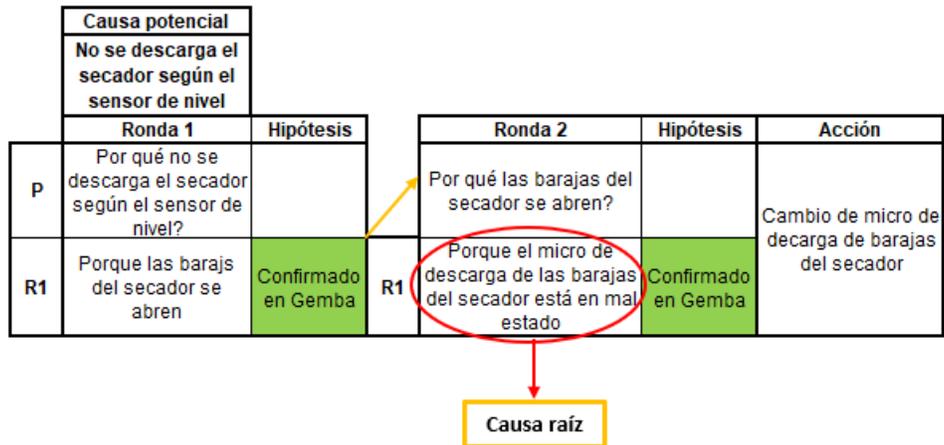


Figura 2.19 Análisis de 5 por qué de la causa potencial: No se descarga el secador según el sensor de nivel.

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la tabla 11 y 12 las causas potenciales y las respectivas causas raíces de cada desviación enfocada.

Tabla 11. Causas raíces de las causas potenciales para la desviación enfocada diámetro y largo fuera de parámetros.

Causa potencial	Causa raíz
Taponamiento de molde de 2 mm	Arrocillo es alimentado sin pre moler
Uso incorrecto de moldes en extrusora para producciones de T 38% 2mm	Operadores no tienen conocimiento de cuál es el mínimo y máximo de diámetro que debe tener cada agujero del molde de 2 mm
	Sin identificación los moldes que se deben usar para producir T38% 2mm
Variación del amperaje de la extrusora	Desgaste del tornillo de extrusora

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Causas raíces de las causas potenciales para la desviación enfocada humedad elevada de producto terminado

Causa potencial	Causa raíz
Insuficiente extracción de aire caliente del secador	Los operadores desconocen el porcentaje de apertura de válvula de recirculación del ventilador de secador por producto y talla
Baja temperatura dentro del secador	Porque los empaques y puertas del secador están en estado y con fugas.
	Sensor de temperatura del secador está en mal estado por lo que no se tiene el control adecuado
No se descarga el secador según el sensor de nivel	Micro de descarga de las barajas del secador está en mal estado

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Generación de soluciones por cada causa verificada.

En conjunto con el equipo multidisciplinario se generaron las soluciones que atacaron las causas raíces de cada desviación enfocada.

Las acciones que se realizaron para solucionar las causas de cada desviación enfocada se muestran en las tablas 13 y 14.

Tabla 13. Soluciones a las causas raíces que generan la desviación diámetro y largo fuera de especificación.

Causa potencial	Causa raíz	Solución
Taponamiento de molde de 2 mm	Arrocillo es alimentado sin pre moler	Se pre muele el arrocillo en todas las producciones de T38% 2mm
Uso incorrecto de moldes en extrusora para producciones de T 38% 2mm	Operadores no tienen conocimiento de cuál es el mínimo y máximo de diámetro que debe tener cada agujero del molde de 2 mm	Realizar LUP donde se indique las medidas de diámetro que debe tener los agujeros del molde para el producto T 38% 2mm
	Sin identificación los moldes que se deben usar para producir T38% 2mm	Ordenar y clasificar cada molde para cada producto en un nuevo porta molde
Variación del amperaje de la extrusora	Desgaste del tornillo de extrusora	Verificación del desgaste del tornillo/ realizar el cambio del tornillo de la extrusora

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Soluciones a las causas raíces que generan las desviaciones por humedad elevada de producto terminado.

Causa potencial	Causa raíz	Solución
Insuficiente extracción de aire caliente del secador	Los operadores desconocen el porcentaje de apertura de válvula de recirculación del ventilador de secador por producto y talla	Realizar un cuadro donde se detalle la apertura de la válvula del ventilador de extracción de aire por cada producto y talla
Baja temperatura dentro del secador	Porque los empaques y puertas del secador están en estado y con fugas.	Cambio de puertas del secador y arreglo de fugas
	Sensor de temperatura de la cámara del secador está en mal estado por lo que no se tiene el control adecuado	Cambio de sensor de temperatura de la cámara del secador.
No se descarga el secador según el sensor de nivel	Micro de descarga de las barajas del secador está en mal estado	Cambio de micro de descarga de barajas del secador

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se observa el plan de implementación que se desarrolló para cada solución, usando la herramienta 5W2H.

Tabla 15. Plan de implementación de las soluciones para las variables enfocadas.

Causa Raíz	Qué	Por qué	Cómo	Dónde	Quién	Cuánto	Cuándo	Estado
Arrocillo es alimentado sin pre moler	Se pre muele el arrocillo en todas las producciones de T38% 2mm	Porque actualmente no se está pre moliendo el arrocillo para posteriormente ser alimentado para producir	Se molerá en el molino llamado Kepler cada vez que se realice T 38% 2mm	Molino Kepler	Alimentador de materia prima	\$ -	oct-23	Finalizado
Operadores no tienen conocimiento de cuáles es el mínimo y máximo de diámetro que debe tener cada agujero del molde de 2 mm	Realizar LUP donde se indique las medidas de diámetro que debe tener los agujeros del molde para el producto T 38% 2mm	Para evitar el uso de moldes que tengan el diámetro de cada agujero fuera de especificación	-	Extrusión L2	Ivonne Cuenca	\$ -	oct-23	Finalizado
Sin identificación los moldes que se deben	Ordenar y clasificar cada molde para cada producto en	Porque existe confusión de que moldes usar.	Fabricar un porta molde donde tenga	Línea 2	Ivonne Cuenca	\$ 950.00	oct-23	Finalizado

usar para producir T38% 2mm	un nuevo porta molde, y colocar una tabla especificando los diámetros y largos de cada molde producto		identificación cada molde					
Desgaste del tornillo de extrusora	Verificación del desgaste del tornillo/ realizar el cambio del tornillo de la extrusora	Porque el tornillo al tener desgaste provoca que no existe una adecuada continuidad del flujo del producto dentro de la extrusora	Cambio del tornillo por parte del contratista	Línea 2	Personal externo	\$2,500.00	nov-23	Finalizado
Los operadores desconocen el porcentaje de apertura de válvula de recirculación del ventilador de secador por producto y talla	Realizar un cuadro donde se detalle la apertura de la válvula del ventilador de extracción de aire por cada producto y talla	Porque es importante controlar el flujo de aire de salida del secador	Se molerá en el molino llamado Kepler cada vez que se realice T 38% 2mm	Secador Línea 2	Líder de proyecto	\$ -	oct-23	Finalizado
Los empaques y puertas del secador están en mal estado y con fugas.	Cambio de puertas del secador y arreglo de fugas	Porque existe fugas de vapor	-	Línea 2	Líder de proyecto	\$ 500.00	nov-23	Finalizado
Sensor de temperatura de la cámara del secador está en mal estado por lo que no se tiene el control adecuado	Cambio de sensor de temperatura de la cámara del secador	No existe adecuado control de la temperatura de la cámara del secador	-	Línea 2	Personal externo	\$340.00	oct-23	Finalizado
Micro de descarga de las barajas del secador	Cambio de micro de descarga de barajas del secador	Las barajas no cierran y abren de manera adecuada	Personal externo verifica y cambia el micro de	Secador Línea 2	Líder de proyecto	\$ 500.00	nov-23	Finalizado

está en mal estado			descarga de las barajas				
--------------------	--	--	-------------------------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

2.7 Implementación de soluciones

2.7.1. Pre moler el arrocillo en todas las producciones de T38% 2mm

En el mes de octubre del 2023 se realizó una LUP donde se identificó el problema de no pre moler el arrocillo y se coloca la solución que es la de pre moler el arrocillo en el molino Kepler para evitar los taponamientos consecutivos de los moldes durante las producciones de T 38% 2 mm.

Title: LECCIÓN DE UN PUNTO		Revision: 00
		Effective date: December 21, 2023
Document Owner: [Redacted]	Approver(s) [Redacted]	
Organization: [Redacted]	Process: 18. Procesos y Mejora Continua: 02. Instructivos de Trabajo: 03. Manejo de Lección de un Punto: 1. Lección de un Punto	
TEMA:	Taponamiento de moldes de talla 2 mm por presencia de arrocillo en los agujeros	Nro. LUP: consecutivo de matriz: 34
		FECHA: 10/10/2023
ESTÁNDAR RELACIONADO:		Nro. Documento:
REALIZADO POR:	Ivonne Cuenca	
ÁREA:	Línea 2/Planta 4.5	
TIPO:	<input type="checkbox"/> Conocimiento básico <input type="checkbox"/> Caso Problema <input checked="" type="checkbox"/> Caso de Mejora	
		
		
Problema: Generación de PNC en producciones de T38% 2mm por distribución fuera de parámetros por presencia de arrocillo sin pre moler	Solución: Pre moler el arrocillo para todas las producciones de T38% 2mm	

REGISTRO						
Internal						Document nr: RH-R02.01-1
Title: Asistencia a capacitación						Revisión: 6
Document Owner: [Redacted]						Effective date: Aug. 31, 2023
Organization: [Redacted]						Approver(s): [Redacted]
Process: 04. Recursos Humanos: 02. Capacitación y desarrollo de personal						
: 01. Capacitación y Desarrollo: 1. Asistencia a capacitación						
TEMA: Taponamiento de moldes talla 2mm por presencia de arrocillo no molido en						REUNION <input type="checkbox"/>
FECHA: 10/10/2023						INDUCCIÓN <input type="checkbox"/>
PLANTA: 4.5						ENTRENAMIENTO <input type="checkbox"/>
LUGAR:						CAPACITACION <input type="checkbox"/>
DURACIÓN:						
Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	TURNO	AREA	EMPRESA	FIRMA
1	Harold Kerstin Rojas	Supervisor	1	Producción	Gris	[Firma]
2	Eduardo Quimbombi B.	Alimentador	1	Producción	Gris	[Firma]
3	Carlos Morales	Caden miera	1	Producción	Ques	[Firma]
4	Luque Muñoz Angel	Molino	1	Producción	Gris	[Firma]
5						
6						

Figura 2.20 Pre moler el arrocillo en molino Kepler para las producciones de T 38% 2mm.

Fuente: Elaboración propia

2.7.2 Realizar LUP donde se indique las medidas de diámetro que debe tener los agujeros del molde para el producto T 38% 2mm

Se realizó la LUP donde se indica el problema de generación de PNC por diámetro y largo fuera de especificación, se propone la solución la cual es la de medición de los diámetros de los agujeros del molde a usar.

Title: LECCIÓN DE UN PUNTO		Revision: 00
		Effective date: December 21, 2023
Document Owner: [Redacted]	Approver(s): [Redacted]	
Organization: [Redacted]	Process: 18. Procesos y Mejora Continua: 02. Instructivos de Trabajo: 03. Manejo de Lección de un Punto: 1. Lección de un Punto	
TEMA:	Generación de PNC por diámetros y largos fuera de especificación del producto T 38% 2mm	Nro. LUP: 31
		FECHA: 5/10/2023
ESTÁNDAR RELACIONADO:		Nro. Documento:
REALIZADO POR:	Iroane Cereca	
ÁREA:	Línea 2/Planta 4.5	
TIPO:	<input type="checkbox"/> Conocimiento básico <input checked="" type="checkbox"/> Caso Problema <input type="checkbox"/> Caso de Mejora	



Problema: Generación de PNC por diámetro y largo fuera de especificación de tilapia 38% 2 mm. Esto se debe al uso de moldes fuera de especificación. Diámetro mínimo: 1,6 mm; Diámetro

Solución: Medir el diámetro de los agujeros de los moldes para producciones de tilapia 38% 2mm. solo usar moldes con diámetro de agujeros dentro de especificación. Diámetro mínimo: 1,6 mm; Diámetro máximo: 1,8 mm

Title: Asistencia a capacitación		Effective date: Aug. 31, 2023				
Document Owner: Valeria Chong Qui		Approver(s): Silvia Loor				
Organization: Gisis Km 4.5 (Edif. Prod. 1; Edif. Prod. 2), Gisis Km 6.5.		Process: 04. Recursos Humanos: 02. Capacitación y desarrollo de personal : 01. Capacitación y Desarrollo: 1. Asistencia a capacitación				
TEMA:	Diámetros y largos de agujeros de moldes para producto Tilapia					
FECHA:	[Redacted]					
PLANTA: 4.5	LUGAR:	DURACION:				
Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	TURNO	AREA	EMPRESA	FIRMA
1	Edwards Huicho	Extrusora	1	P.	4.5	Edwards Huicho
2	Maldonado Wilson	Extrusora	1	Producción	4.5	Wilson Maldonado
3	Sisalema Charles	EXTRUSOR	1	Producción	4.5	Charles
4	Julio Hera Macías	EXTRUSION	1	P.	4.5	Julio Macías

Figura 2.21 LUP: Diámetro y largo de agujero de los moldes para T 38% 2 mm y su respectiva capacitación.

Fuente: Elaboración propia

2.7.3 Ordenar y clasificar cada molde para cada producto en un nuevo porta molde, y colocar una tabla especificando los diámetros y largos de cada molde producto.

En la figura 2.29 se observa el porta moldes que se colocó en línea 2, donde está clasificado cada molde por talla y producto. Además, en la figura 2.30 se demuestra que se colocó una tabla donde se especifica los mínimos y máximos del diámetro en cada agujero del molde en milímetros para cada talla.



Figura 2.22 Porta moldes clasificados en tallas y producto, línea 2.

Fuente: Elaboración propia



Talla	Mínimo	Máximo
2 mm	1,6	1,8
4 mm	3,4	3,8
5 mm	4,2	4,8
7 mm	6,2	6,7
10 mm	9,1	9,6
13 mm	11,8	12,5

Figura 2.23 Tabla de mínimos y máximos de diámetro del agujero del molde para cada talla colocado en el porta moldes de línea 2.

Fuente: Elaboración propia

2.7.4 Verificación del desgaste del tornillo/ realizar el cambio del tornillo de la extrusora.

El día 01 de noviembre personal contratista verifica en línea 2 el tornillo de la extrusora, se confirma el desgaste del tornillo y se lo cambia por uno nuevo, en la figura 2.31 se observa en la parte izquierda en los cuadros de rojo el desgaste del tornillo, se observa deforme. Y en la parte derecha se observa el tornillo nuevo sin desgaste. En la figura 2.32 se observa el personal contratista trabajando en el tornillo del extrusor de línea 2.

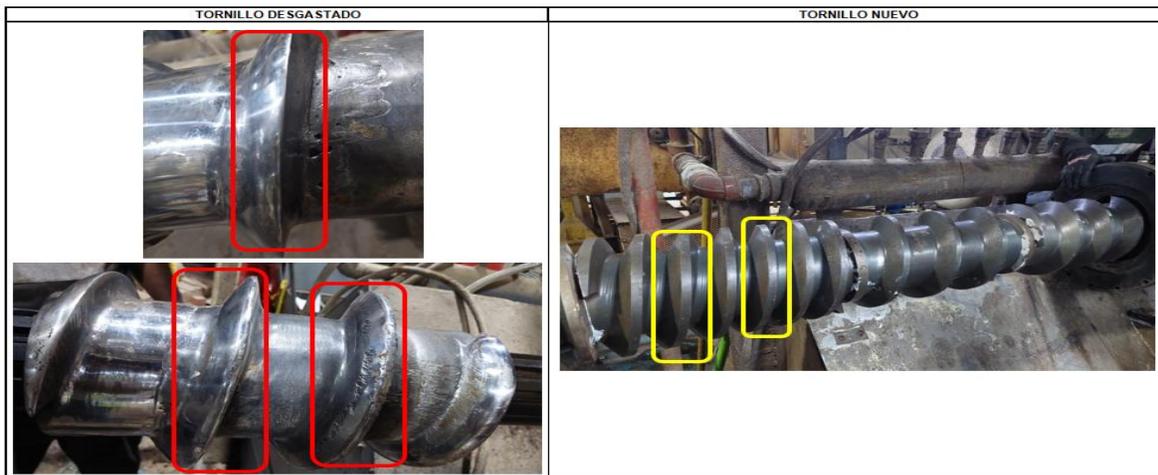


Figura 2.24 Cambio de tornillo de extrusora de línea 2

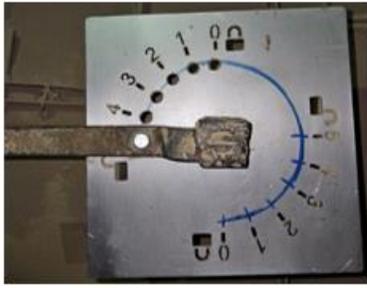
Fuente: Elaboración propia



Figura 2.25 Personal contratista cambiando el tornillo de extrusora de línea 2

Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Realizar LUP donde se indique la apertura de la válvula de recirculación del ventilador del secador por cada producto y talla.

Title: LECCIÓN DE UN PUNTO		Revision: 00															
		Effective date: December 21, 2023															
Document Owner: [Redacted]		Approver(s): [Redacted]															
Organization: Gisis Km 6.5		Process: 18. Procesos y Mejora Continua: 02. Instructivos de Trabajo: 03. Manejo de Lección de un Punto: 1. Lección de un Punto															
TEMA:	Humedad elevada en producciones de línea 2, genera mohos y hongos	Nro. LUP: consecutivo de matriz	33														
		FECHA:	8/10/2023														
ESTÁNDAR RELACIONADO:		Nro. Documento:															
REALIZADO POR:	Ivonne Cuenca																
ÁREA:	Línea 2/Planta 4.5																
TIPO:	<input type="checkbox"/> Conocimiento básico <input type="checkbox"/> Caso Problema <input checked="" type="checkbox"/> Caso de Mejora																
																	
		<table border="1"> <caption>Tabla de apertura de la válvula de recirculación del ventilador de secador</caption> <thead> <tr> <th>Producto</th> <th>Apertura secador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 mm</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>4 mm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5 mm</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>7 mm</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>10 mm</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>13 mm</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		Producto	Apertura secador	2 mm	4	4 mm	3	5 mm	5	7 mm	5	10 mm	5	13 mm	5
Producto	Apertura secador																
2 mm	4																
4 mm	3																
5 mm	5																
7 mm	5																
10 mm	5																
13 mm	5																
<p>Problema: Generación de PNC en línea 2 por humedad elevada, lo que genera reclamo por parte de clientes por presencia de mohos hongos. Desconocimiento de los operadores de la apertura que debe tener cada talla.</p>		<p>Solución: Cuadro donde se indica la apertura de la válvula de recirculación de secador para cada talla</p>															

Title: Asistencia a capacitación						Effective date: Aug. 31, 2023
Document Owner: Valeria Chong Qui				Approver(s): Silvia Loo		
Organization: Gisis Km 4.5 (Edif. Prod. 1; Edif. Prod. 2), Gisis Km 6.5.				Process: 04. Recursos Humanos: 02. Capacitación y desarrollo de personal :01. Capacitación y Desarrollo: 1. Asistencia a capacitación.		
TEMA: Humedad elevada en producciones línea 2, mal manejo de válvula de recirculación secador L2						REUNION INDUCCION ENTRENAMIENTO CAPACITACION
FECHA: 08/10/2023						
PLANTA: 4.5		LUGAR:		DURACION:		
Nro.	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	TURNO	AREA	EMPRESA	FIRMA
1	Eduardo Huillo H.	Extrusora	L	Producción	Gisis	Eduardo Huillo
2	McLennan de Cabilan	Extrusora	1	Producción	Gisis	McLennan de Cabilan
3	Sisalema Charles	EXTRUSOR	1	Producción	Gisis	[Signature]
4	Julio Mora Marcos	Extrusión	L	Producción	4.5	[Signature]

Figura 2.26 LUP y despliegue de la correcta apertura de la válvula de recirculación del ventilador de secador.

Fuente: Elaboración propia

2.7.6 Cambio de puertas del secador y arreglo de fugas.

En la figura 2.34 se puede observar en el cuadro izquierdo las fugas de vapor por lo que ponían un tubo para tratar de apretar las puertas tratando de disminuir las fugas. En el cuadro de la derecha se observa el cambio de puertas del secador. En la figura 2.35 se muestra la orden de trabajo del cambio de las puertas del secador de línea 2, y en la figura 2.36 la orden de trabajo del arreglo de fugas del secador 2



Figura 2.27 Arreglo de las puertas del secador de línea 2.

Fuente: Elaboración propia

Work Order	88730	Limpeza radiadores y marco pantalla laterales del Secador línea 2					
Wo Details:							
WO Status:	Lanzada	Priority: High					
Wo Type:	Limpeza	Department: Producción					
Assigned To:		WO Closed By:					
Reported By:		Problem Code:					
Facility:	5A0	Equipment Description: Secador Multimet 2 - Línea 2					
Equipment #:	PROD-PET-DRY-HPA002	PM Code: ECU-30A-M-PMP-200					
Facility:	Producción	PM Desc: Limpeza radiadores y marco pantalla laterales del Secador					
Manufacturer:	MULTIMET	Route:					
Model:		Route Desc:					
Serial Number:							
Equipments:							
Activities:							
Activity #:	Trade:	Notes:	Task:	Start Date:	End Date:	Estimation:	Time Remaining:
10	M03	RADIADORES : Limpeza y retiro de producto de los cuatro cajones, material acumulado / Limpeza de serpentines individuales de cada radiador con aire a presión / Cambio de puertas de secador línea 2		01/10/2023	01/10/2023	4	4
20	M03	MARCO DE MALLA : Desmontaje de marcos para limpeza con agua / Limpeza de mallas con agua a presión e instalación en sitio de trabajo		01/10/2023	01/10/2023	8	8
 _____ Performed By	 _____ Requested By / Validated By	 _____ In accordance:					

Figura 2.28 Orden de trabajo del cambio de puertas del secador de línea 2.

Fuente: Elaboración propia

RODRINOX, Reparar Fugas de Aire Ciclon, Ductos Tuberias/Secadores Linea#2

Work Order 88768

Wo Details:

WO Status: Lanzada	Priority:
Wo Type: 5S	Department: Producción
Assigned To:	WO Closed By:
Reported By:	Problem Code:

Facility: 5A0	Equipment Description: Secador Multimet 2 - Linea 2
Equipment #: PROD-PET-DRY-HPA002	PM Code:
Facility: Producción	PM Desc:
Manufacturer: MULTIMET	Route:
Model:	Route Desc:
Serial Number:	

Equipments:

Route	Equipment	Description

Activities:

Activity #:	Trade:	Notes:	Task:	Start Date:	End Date:	Estimation:	Time Remaining:
10	M03	Reparar Fugas de Aire Ciclon, Ductos Tuberias/Fugas de vapor de Secador Linea#2		02/10/2023	02/10/2023	12	12

Performed By



Requested By / Validated By:



In accordance:



Figura 2.29 Orden de trabajo del arreglo de las fugas del secador línea 2.

Fuente: Elaboración propia

2.7.7 Cambio de sensor de temperatura de la cámara del secador.

Se presenta la figura 2.37 la orden de trabajo de la revisión de los sensores de temperatura y su respectivo cambio.

JMPLUS | Cambio sensores y controlador temperatura | L2- Secador | Ref 2023090

Work Order 67677

Wo Details:

WO Status: Terminada	Priority: Medium
Wo Type: No Afecta HNP	Department: Producción
Assigned To:	WO Closed By:
Reported By:	Problem Code:

Facility: 5A0	Equipment Description: Secador Multimet 2 - Linea 2
Equipment #: PROD-PET-DRY-HPA002	PM Code:
Facility: Producción	PM Desc:
Manufacturer: MULTIMET	Route:
Model:	Route Desc:
Serial Number:	

Equipments:

Route	Equipment	Description

Activities:

Activity #:	Trade:	Notes:	Task:	Start Date:	End Date:	Estimation:	Time Remaining:
10	M03	Revisión de sensores y controlador de temperatura L2- Secador2		15/09/2023	15/09/2023	12	0

Work Order Comments:

FAUSTO.CACEDO@SKRETTING.COM [16-MAY-2023 18:12]:
ACR

294 sacos con humedad elevada de 12% de Tilapia 32% 4 mm, realizado el día 30/08/2023 en línea 2 por turno 2. Representando 65.56% de PNC

Performed By



Requested By / Validated By:



In accordance:



Figura 2.30 Orden de trabajo del arreglo de las fugas del secador línea 2.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2.38 se evidencia el correo donde se confirma la revisión y cambio de sensor de temperatura del secador línea 2

De: Fausto Eduardo Caicedo Cevallos
 Enviado el: viernes, 22 de septiembre de 2023 13:33
 Para: Manuel Meza <manuel.g.meza@skretting.com>; Juan Carlos Peralta <juan.peralta@skretting.com>; IVONNE CUENCA COBEÑA <ivonne.cuenca@skretting.com>; JAILIN PAJARO SUAREZ <jailin.pajaro@skretting.com>; David Reyes Moreira <david.reyes@skretting.com>
 CC: Jorge Estrada <jorge.estrada@skretting.com>; Cesar Lucena Diaz <cesar.lucena@skretting.com>; José Otero <jose.otero@skretting.com>; Erika Campaña <Ericka.Campana@skretting.com>
 Asunto: Plan de Acción ACR || Problema de 60% de hundimiento en Tilapia T-32 4 mm Lote 16087071 Turno 1, sucedió en la línea 2 el Jueves 11/07/2023 afectando el indicador de reclamo. || Línea #2
 Saludos estimados @IVONNE CUENCA COBEÑA @JAILIN PAJARO SUAREZ

Detalle evidencias correspondientes a los planes de acción para el ACR descrito en el asunto del presente correo.

Plan de Acción #329:

Solucionar Problemas de descarga en el secador #2 por falla de micro, cuenta actualmente con solución paliativa (uso de penetrante cada vez que seca)

Se realiza el cambio del micro de las barajas del secador, se detalla evidencia:



Plan de Acción #330:

Solucionar Problemas de control de sensores de temperaturas el secador #2, se revisó y se tuvo que cambiar el sensor de temperatura PT 100 ya que se encontró en mal estado.



Adjunto OT recibida por el operador del equipo.

@JAILIN PAJARO SUAREZ @IVONNE CUENCA COBEÑA su ayuda colocando esta actividad como completada en la matriz de ACR.

Saludos Cordiales
 Fausto Caicedo

Figura 2.31 Correo de cambio de sensor de temperatura del secador línea 2.

Fuente: Elaboración propia

2.7.8 Cambio de micro de descarga de barajas del secador.

En las figuras 2.39 y 2.40 se presenta el trabajo realizado en el mes de septiembre donde se revisó el micro de descarga de barajas y su respectivo cambio.

De: Fausto Eduardo Caicedo Cevallos
Enviado el: viernes, 22 de septiembre de 2023 13:33
Para: Manuel Meza <manuel.g.meza@skretting.com>; Juan Carlos Peralta <juan.peralta@skretting.com>; IVONNE CUENCA COBEÑA <ivonne.cuenca@skretting.com>; JAILIN PAJARO SUAREZ <jailin.pajaros@skretting.com>
CC: Jorge Estrada <jorge.estrada@skretting.com>; Cesar Lucena Diaz <cesar.lucena@skretting.com>; Jose Otero <jose.otero@skretting.com>; Erika Campaña <Ericka.Campana@skretting.com>
Asunto: Plan de Acción ACR || Problema de 60% de hundimiento en Tilapia T-32 4 mm Lote 16087071 Turno 1, sucedió en la línea 2 el Jueves 11/07/2023 afectando el indicador de reclamo. || Línea #2

Saludos estimadas @IVONNE CUENCA COBEÑA @JAILIN PAJARO SUAREZ

Detalle evidencias correspondientes a los planes de acción para el ACR descrito en el asunto del presente correo.

Plan de Acción #329:

Solucionar Problemas de descarga en el secador #2 por falla de micro, cuenta actualmente con solución paliativa (uso de penetrante cada vez que seca)

Se realiza el cambio del micro de las barajas del secador, se detalla evidencia:



Figura 2.32 Cambio de micro de descarga de barajas del secador 2.

Fuente: Elaboración propia

JMPLUS || Cambio micro || L2-Secador || SEM20 Ref 2023092

Work Order 67828

Wo Details:

WO Status: Terminada	Priority: Low
Wo Type: No Afecta HNP	Department: Producción
Assigned To:	WO Closed By:
Reported By:	Problem Code:

Facility: 5A0	Equipment Description: Secador Multimet 2 - Línea 2
Equipment #: PROD-PET-DRY-HPA002	PM Code:
Facility #: Producción	PM Desc:
Manufacturer: MULTIMET	Route:
Model:	Route Desc:
Serial Number:	

Equipments:

Route	Equipment Description

Activities:

Activity #:	Trade:	Notes:	Task:	Start Date:	End Date:	Estimation:	Time Remaining:
10	M03	Cambio de micro L2-Secador2		15/09/2023	15/09/2023	12	0

Performed By: 	Requested By / Validated By: 	In accordance:
--------------------------	---	---------------------------

Figura 2.33 Orden de trabajo del cambio de micro de descarga de barajas del secador 2.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Las soluciones descritas en el capítulo 2 fueron implementadas a partir de la semana 37 hasta la semana 44, por lo que a partir de la semana 45 del año 2023 hasta la semana 2 del año 2024 se recolectaron los datos de toneladas de producto no conforme, así como de las toneladas totales producidas en la línea 2. Con esto se llevó a cabo el análisis del porcentaje de producto no conforme. La figura 3.1 presenta la serie de tiempo del porcentaje de PNC antes y luego de la implementación de las mejoras referentes a este proyecto. Se observa en la figura 3.1 la serie de tiempo antes y luego de la implementación de las soluciones, el porcentaje de PNC disminuyó de un promedio semanal de 3.71% a 1.93%.

De las 9 semanas que se analizaron, existió un solo valor (semana 50) por encima del objetivo planteado inicialmente, esto se debió a un caso puntual de error de codificación por una desactualización del formato de codificación por parte del área de Certificación.

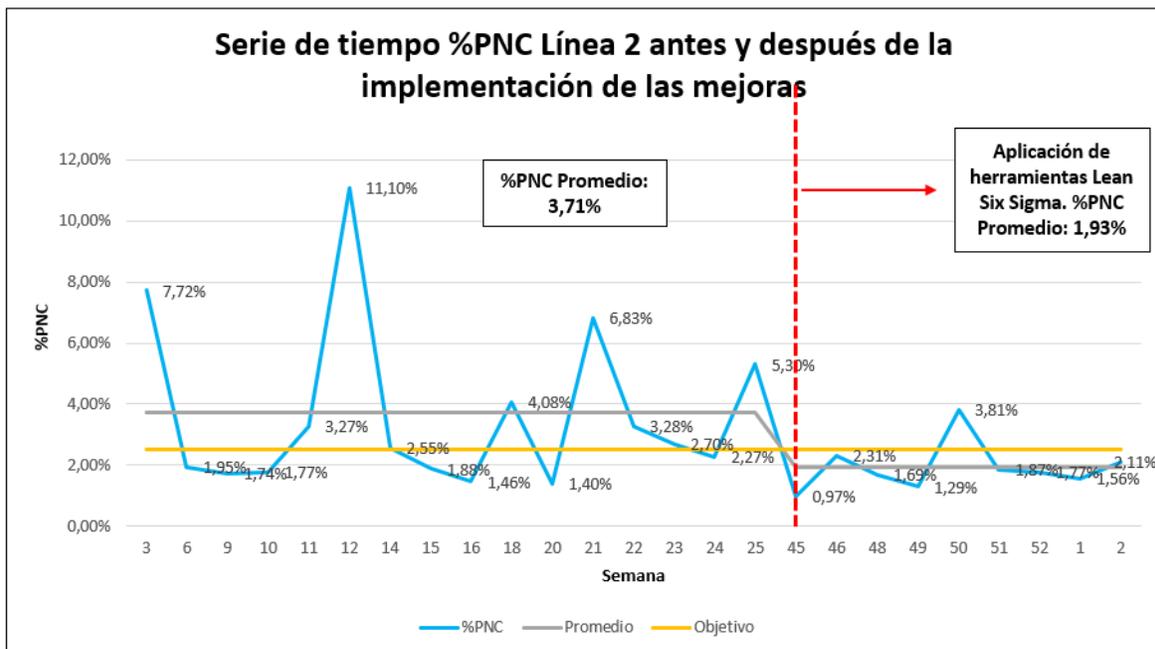


Figura 3.1 Serie de tiempo del porcentaje de PNC de línea antes y luego de la implementación de las mejoras.

Fuente: Elaboración propia

Adicional, se realizó el análisis de las desviaciones físicas o bromatológicas luego de la implementación de las mejoras, es decir en un período de 9 semanas (Tabla 16).

Tabla 16. Toneladas generadas por desviaciones físicas o bromatológicas luego de implementación de mejoras

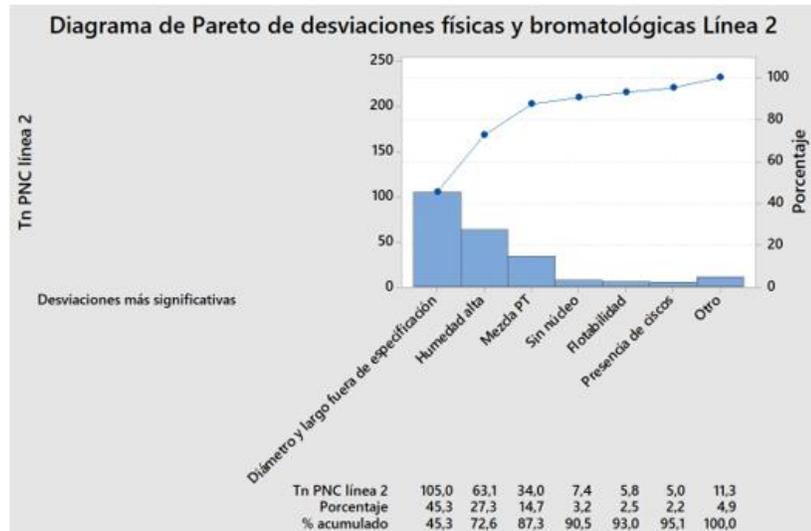
Desviaciones físicas o bromatológicas post mejoras	Toneladas PNC Línea 2
Grasa baja	8.4
Mezcla PT	1.341
Humedad alta	1.596
Diámetro y largo fuera de especificación	3.587
Error de codificación	26.125
Bajo peso en saco	13.977
Presencia de cisco	19.472

Fuente: Elaboración propia

Se detalla en la figura 3.2 los diagramas de Pareto al inicio del proyecto y luego de la implementación de las soluciones y se puede observar que las desviaciones con mayor peso al inicio del proyecto y las que se enfocó el proyecto no se encuentran como significativas en el diagrama de Pareto luego de la implementación de las soluciones.

Se eliminó la causa de la variable enfocada humedad alta que al inicio del proyecto representaba el 27.3% de las toneladas de PNC generadas en la línea 2. Además, disminuyó el porcentaje que representa la variable enfocada diámetro y largo fuera de especificación del 45.3% a 4.8% del total de toneladas de PNC generadas en la línea 2.

Antes



Después

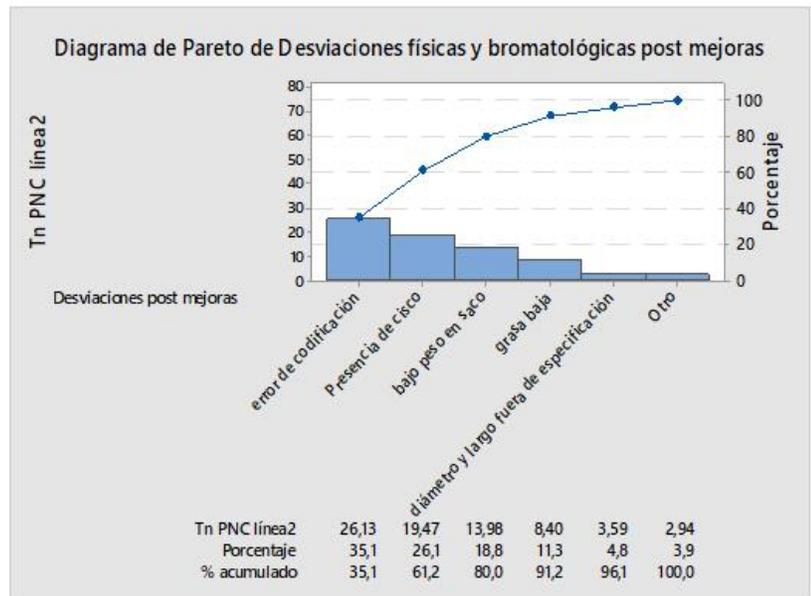


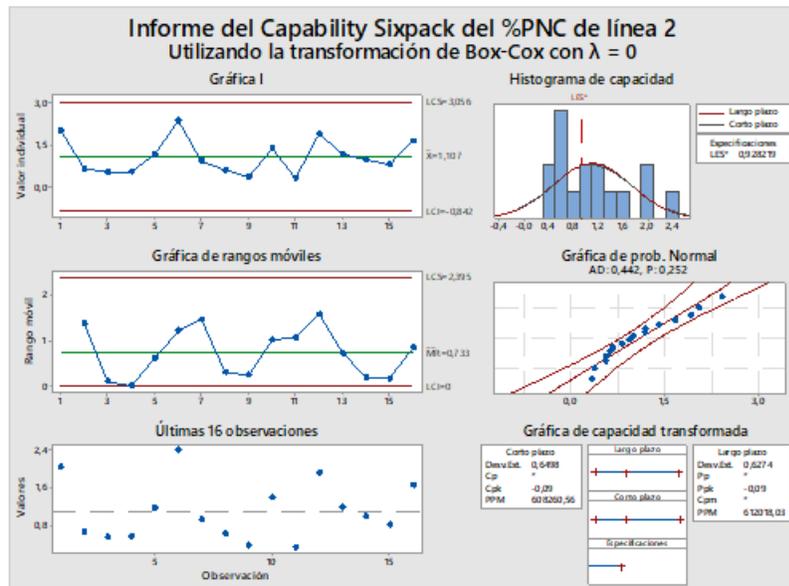
Figura 3.2 Diagrama de Pareto de las desviaciones más significativas en línea 2 antes y después de las mejoras.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 3.1, la semana 50 tiene un punto fuera del objetivo asignado, el mismo que es eliminado para realizar el histograma de capacidad ya que fue ocasionada por una causa especial o asignable debido a un error en la codificación de la etiqueta de unos sacos de producto terminado porque la codificación de la etiqueta no fue actualizada debidamente por el departamento de Certificaciones y Asuntos Regulatorios, por lo que se usó una codificación no actualizada, esto se corrigió a la brevedad.

La figura 3.3 es el histograma de capacidad antes y luego de la implementación de las mejoras, en el cual se evidencia el mejoramiento del Cpk de -0.09 a 0.58, lo cual indica que el proceso no es capaz, esto debido a que aún existe variabilidad en el indicador, a pesar de que las nuevas observaciones están por debajo del estándar de %PNC máximo permitido.

Antes



Después

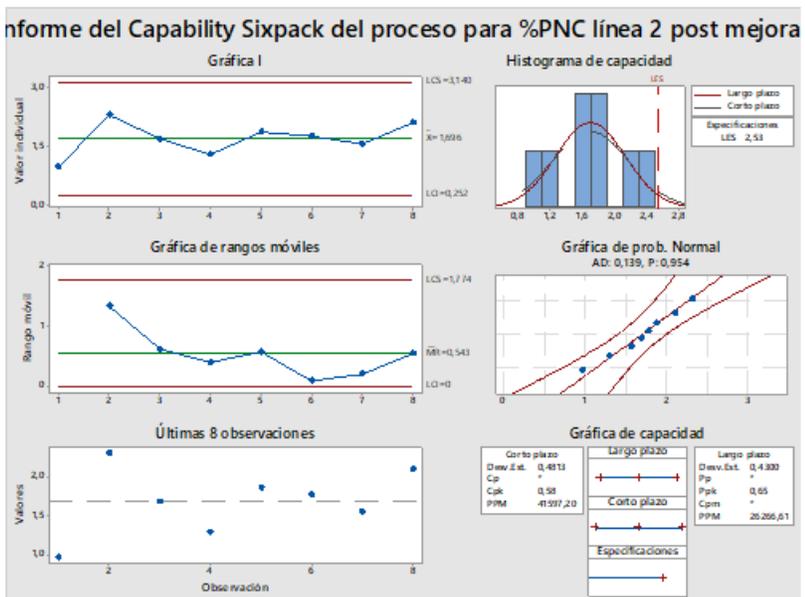


Figura 3.3 Análisis de Capability sixpack de porcentaje de PNC de línea 2 antes y después de la implementación de las mejoras.

Fuente: Elaboración propia

3.1. Impacto financiero.

Al inicio del proyecto el promedio semanal de porcentaje de PNC era de 3.71% lo cual representaba una pérdida (en US\$) de \$16,000 aproximadamente, luego de las mejoras implementadas el porcentaje se redujo a 1.93% lo cual representa una pérdida en US\$ semanal de \$9,000 aproximadamente. Como se presentó en el capítulo 2 (tabla 15) los costos en total de la implementación de las mejoras no superaron los \$5,000

En la tabla 17 se observa las toneladas de PNC generadas, así como las toneladas producidas en la línea 2, tomando en cuenta que cada tonelada de alimento balanceado representa un costo de \$1,000 se calculó la pérdida semanal en US\$ por PNC en línea 2 analizada antes y después de la implementación de las mejoras.

Tabla 17. Pérdidas (en US\$) por producto no conforme en línea 2 antes y después de la implementación de las mejoras.

Número de semana	Toneladas PNC Línea 2	Toneladas producción Línea 2	Pérdida (en US\$) por PNC Línea 2
3	49.93	646.68	\$ 54,923.00
6	7.35	377.33	\$ 8,085.00
9	10.5	601.78	\$ 11,550.00
10	7.5	424.51	\$ 8,250.00
11	14.3	437.63	\$ 15,730.00
12	8.3	74.81	\$ 9,130.00
14	8.56	335.62	\$ 9,416.00
15	9.1	484.54	\$ 10,010.00
16	8	547.62	\$ 8,800.00
18	17.7	433.91	\$ 19,470.00
20	7.8	556.12	\$ 8,580.00
21	24	351.44	\$ 26,400.00
22	14.28	434.76	\$ 15,702.50
23	8.22	304.31	\$ 9,042.00
24	10.8	476.32	\$ 11,880.00
25	25.2	475.33	\$ 27,720.00
45	2.78	288.18	\$ 3,061.30
46	4.58	198.12	\$ 5,034.70
48	8.95	528.55	\$ 9,842.80
49	6.84	531.09	\$ 7,520.70
50	17.43	457.51	\$ 19,167.50
51	8.38	448	\$ 9,215.80
52	8.4	473.38	\$ 9,240.00

1	7.85	503.05	\$	8,635.00
2	9.3	439.85	\$	10,230.00

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.3 se observa el comportamiento de pérdidas (en US\$) antes y después de la implementación de las mejoras

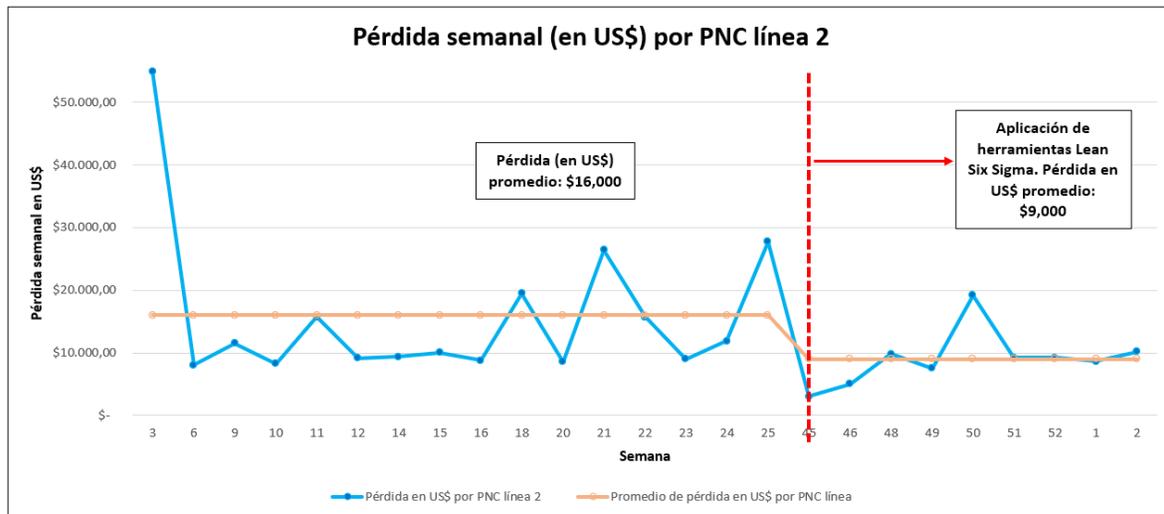


Figura 3.4 Serie de tiempo de las pérdidas promedio semanal en US\$ por PNC en línea 2 antes y después de la implementación de las mejoras.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones

1. Con la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma se logró reducir el porcentaje de producto no conforme semanal generado en la línea 2 de producción del 3.71% al 1.93%, que es mucho más de lo que se había colocado como objetivo, esto confirma que se atacaron con certeza las causas raíces del problema.
2. Mediante un diagrama de Pareto se logró determinar las desviaciones físicas y bromatológicas más significativas que aportan al producto no conforme. Las variables enfocadas fueron: diámetro y largo fuera de especificación la cual aportaba con un 1,68% del %PNC total, así como humedad elevada que aportaba con un 1.01% del %PNC total.
3. Se identificaron las causas raíces usando diagrama de Ishikawa y el análisis de los 5 por qué, para cada variable enfocada. En total fueron 4 causas raíces que se logró identificar para la variable enfocada largo y diámetro fuera de especificación, y por otro lado se encontraron 4 causas raíces para la variable enfocada humedad elevada.
4. Con el involucramiento del equipo multidisciplinario, se generaron soluciones para cada causa raíz encontrada, siendo exitosas cada implementación ya que disminuyó el %PNC, sobrepasando el objetivo que era disminuir a 2.53%.
5. Se logra disminuir los costos perdidos por generación de producto no conforme en la línea 2, al iniciar el proyecto se tenía un promedio de \$16,000 semanal como pérdida por producto no conforme, luego de la implementación de las soluciones se tiene un promedio de \$9,000 semanal como pérdida de PNC.
6. El Cpk del proceso mejoró de -0.09 a 0.58, esto afirma que el proceso aún no es capaz porque existe una variación considerable en el porcentaje de producto no conforme. A pesar de esto ninguno de los valores están por encima del límite superior de especificación ni sobrepasa la meta de la empresa, y se logró el objetivo del proyecto.

6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda a la empresa ajustar el objetivo del porcentaje de producto no conforme a 1.93% a la línea 2 ya que como se observa en la gráfica 3.1 el promedio de %PNC es de 1.93% luego de las mejoras implementadas.
2. Se recomienda definir las frecuencias de revisión y/o cambio de micros de descarga de las barajas del secador de la línea 2, así como la revisión y/o cambio del sensor de temperatura de la cámara del secador, y que se incluya en el plan de mantenimiento preventivo.
3. Actualmente no existe un control de la verificación de la variación del amperaje de la extrusora de la línea 2, por lo que se recomienda primero que este control se lleve de manera quincenal, para prevenir la generación de producto no conforme a causa del desgaste del tornillo de la extrusora, y poder anticipar la compra de los tornillos nuevos para su respectivo cambio.
4. Se recomienda analizar mediante herramientas de Lean Six Sgma las desviaciones físicas y bromatológicas que más contribuyeron al % de PNC generado en línea 2 luego de la implementación de las mejoras las cuales fueron: presencia de ciscos y bajo peso de saco, lo cual representa el 80% del total de toneladas de producto no conforme generadas.

5. Se recomienda analizar la desviación física: presencia de ciscos en el producto ya que esta desviación es la que está presente en el diagrama de Pareto antes y después de la implementadas las mejoras.
6. Se recomienda continuar analizando la dispersión y variabilidad del proceso, esto podrá mejorar aún más la capacidad del proceso, ya que con este proyecto mejoró el Cpk de - 0.09 a 0.58 (como se puede observar en la figura 3.3), lo cual denota que el proceso todavía no es capaz.

BIBLIOGRAFÍA

Costa T. y Pinto Ferreira L. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma. *Elsevier*.

Guleria P. y Shubham S. . (2021). Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing. *Elsevier*.

Martínez J. y García E. (2019). Efecto de Seis Sigma en el Almacén de una Empresa Manufacturera. *Conciencia Tecnológica*.

Saavedra J. y Arboleda J. (2021). Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S.A.S, mediante herramientas de lean manufacturing. *Revista Inventum*.