



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Reducción del producto no conforme en una Empresa de
Producción de Alimento Balanceado Peletizado
mediante la metodología DMAIC”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SEGURIDAD DE
LOS ALIMENTOS**

Presentada por:

Gloria Estefanía Montenegro Aquino

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2022

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de proyecto, la Dra. Denise Rodríguez, a mi madre, Gloria Aquino por su apoyo y mis compañeros Geovanna, Andrés y Karla por siempre ser mi soporte a lo largo de esta maestría.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Thiago, mi hijo, a mi madre, la verdad no sé qué haría sin ti y a todas las mamás que tienen metas profesionales para decirles que, si bien el camino no es fácil, es posible.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**María Denise Rodríguez, Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**Patricio Cáceres, Ph.D.
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”

Gloria Estefanía Montenegro Aquino

RESUMEN

El presente proyecto consistió en la aplicación de la herramienta DMAIC para la reducción de Producto No Conforme en el proceso de producción de alimento balanceado peletizado para camarón.

La empresa se planteó un objetivo estratégico de 0.4% de producto no conforme mensual, teniendo un promedio de 0.49% se analizó el problema y se plantearon actividades de mejora siguiendo la metodología DMAIC para alcanzar el objetivo.

En el análisis se determinó que el problema se evidenciaba en 3 de 11 productos que al momento se comercializan en el mercado ecuatoriano encontrando 5 tipos de no conformes: Flotabilidad, Proteína fuera de especificación técnica, Hidro estabilidad, Tamaño de Pellet y finos.

Se levantaron planes de trabajo en función de las causas potenciales detectadas en el análisis como: el desarrollo de un instructivo de trabajo para la inspección y cambio de cuchillas, programa de formación para el personal técnico, mejora al plan de control de procesos, incorporando controles como la inspección de cuchillas, imanes y controles de presión en diferentes etapas del proceso.

Cumpliendo con los tiempos y con los planes de trabajo, los nuevos controles empleados en el proceso fueron actualizados y mejorados en el plan de control de proceso para alimento peletizado.

Con la reducción del producto no conforme y cumpliendo el indicador se logró un ahorro de \$6080.4 en el mes de diciembre 2022.

Dentro de las recomendaciones se encuentra seguir desarrollando proyectos con la herramienta para reducir los otros tipos de no conformes y seguir detectando oportunidades de mejora.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL	II
ABREVIATURAS	III
INDICE DE TABLAS	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Presentación del Problema.....	3
1.3. Objetivo General.....	3
1.4. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación del Proyecto	4
CAPÍTULO 2	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Definir	5
2.2. Medir	5
2.3. Analizar	5
2.4. Mejorar	6
2.5. Controlar.....	6
CAPÍTULO 3	7
3. METODOLOGÍA DMAIC	7
3.1. Definición.....	7
3.2. Medición	10
3.3. Análisis	20
3.4. Mejorar	33
3.5. Comparación de la mejora antes y después	39
CAPÍTULO 4	43
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
4.1. Conclusiones	43
4.2. Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ABREVIATURAS

DMAIC	Resolución de Problemas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
AMEF	Análisis de Modo y Efecto de falla
PNC	Producto No Conforme
TM	Tonelada Métrica
PT	Peletizado
H	Hora
PM	Permeabilidad

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Toneladas métricas de Producto No Conforme por tipo.	2
Tabla 2. Voz del Cliente (VOC).....	9
Tabla 3. Benchmark y Objetivo SMART.....	9
Tabla 4. Segregación del tipo de Pellet.....	10
Tabla 5. Estratificación de Datos	11
Tabla 6. Valoración de la matriz causa-efecto.....	20
Tabla 7. Matriz Causa-Efecto.....	21
Tabla 8. Criterio de análisis Severidad.....	22
Tabla 9. Criterio de Ocurrencia	23
Tabla 10. Criterio de Análisis de Detección.....	24
Tabla 11. Verificación de Causas.....	27
Tabla 12. Plan de Acción	34
Tabla 13. Contenido de Formación a Personal Técnico Operativo.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Tipos de Reclamos de Clientes en 2022	3
Figura 1.2 Indicador Mensual de Productos No Conformes Peletizado.....	4
Figura 3.1. Diagrama SIPOC	8
Figura 3.2. Diagrama de Pareto por tipo de Pellet	10
Figura 3.3. Diagrama de Pareto.....	11
Figura 3.4 Xbarra-R de parámetro proteína	12
Figura 3.5 Probabilidad de % de proteína	13
Figura 3.6 Probabilidad de % de proteína	13
Figura 3.7 Xbarra-R de Flotabilidad	14
Figura 3.8 % de Probabilidad del % de Flotabilidad	14
Figura 3.9 Análisis de Capacidad de % de Flotabilidad.....	15
Figura 3.10 Xbarra-R de % de Longitud de Pellet fuera de especificación	16
Figura 3.11 Probabilidad de % de Longitud de Pellet fuera de especificación.....	16
Figura 3.12 Análisis de Capacidad de % de Longitud de Pellet	17
Figura 3.13 Xbarra-R de % de finos.....	18
Figura 3.14 Probabilidad de % de Finos	19
Figura 3.15 Análisis de capacidad del % de finos	19
Figura 3.16. Diagrama de Ishikawa.....	20
Figura 3.17. Matriz Causa Efecto.....	25
Figura 3.18. Resultados Flotabilidad.....	28
Figura 3.19. Resultados % Tamaño del Pellet	29
Figura 3.20. Resultados Proteína	29
Figura 3.21. Resultados % de finos	30
Figura 3.22 Estado de imanes en Silos de Abastecimiento.....	30
Figura 3.23 Desgaste de las cuchillas de la Línea de Producción.....	31
Figura 3.24 Resultado de recopilación de datos en pre acondicionador.....	32
Figura 3.25. Formación Personal Técnico Operativo	35
Figura 3.26 Instructivo de Cambio de Cuchillas y Moldes	37
Figura 3.27 Socialización del plan de control de procesos para producto peletizado ..	39
Figura 3.28 Comparativo Antes y Después de la mejora	39
Figura 3.29 Análisis de Capacidad Proteína Mes de Diciembre.....	40
Figura 3.30 Análisis de Capacidad del proceso % de finos.....	41
Figura 3.31 Análisis de Capacidad Flotabilidad.....	42

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolló en una empresa productora de alimento balanceado para camarón de acuicultura, la cual es líder en el mercado ecuatoriano, se encuentra ubicada en la vía Durán-Yaguachi, cuenta con más 30 años de trayectoria acuícola iniciando sus actividades en Perú, al momento tiene presencia comercial en Perú, Honduras, Chile y México.

La empresa cuenta con 5 líneas de producción de alimento balanceado Peletizado, con un promedio de producción mensual de 22000 TM, distribuyendo a diferentes camaroneras ubicadas a lo largo de la costa ecuatoriana, se cuenta con 11 diferentes tipos de Alimento para abastecer las diferentes etapas de crecimiento de camarón.

Dentro de sus proyecciones futuras se encuentra la ampliación de su capacidad de producción en un 100% para 2025, la cual se encuentra al momento en un promedio de producción mensual de 22000 TM.

Dentro de las actividades comerciales más importantes del Ecuador se encuentra la exportación de camarón acuícola, y cada año va creciendo el volumen de exportaciones, en 2021 mantiene su posición como primer exportador mundial de camarón acuícola en el mundo (CNA, 2022), al ser un mercado en crecimiento es importante como industria de alimento balanceado, y siendo fuente principal e indispensable para el proceso de crecimiento de camarón acuícola, proveer de productos que cumplan con las necesidades nutricionales que plantea el cliente.

Al aumentar la producción de camarón y en consecuencia la demanda de alimento balanceado, es indispensable eliminar las brechas que pueden tener consecuencia en la calidad del producto, el producto No Conforme representa un factor importante en el proceso de producción, tiene impacto en el proceso productivo ya que involucra el uso de recursos en el reproceso o disposición final, costos de almacenamiento y el impacto hacia el cliente, al manifestarse la inconformidad del mismo a través de reclamos, donde también se involucra recursos para poder procesar respuestas, análisis y cierre para satisfacción del mismo.

Como indicador de cumplimiento la empresa tiene establecido un tope de 0.4% de producto no conforme dentro de sus indicadores de cumplimiento en base a la data generada entre 2020 y 2021; sin embargo, en los meses de febrero a junio se ha identificado un aumento de producto no conforme superior al máximo permitido, lo cual involucra reprocesos, desperdicio y uso de mano de obra para poder ajustar el producto acorde a las especificaciones necesarias de acuerdo a las necesidades del cliente.

1.1. Descripción del Problema

Dentro de la empresa se maneja el Plan de Control de Calidad de Producto Terminado por cada lote como parte de las estrategias de control previo al envío al cliente, los análisis y los resultados son realizados por el Técnico de Control de Calidad quien a su vez interpreta los resultados y los compara en función de las especificaciones levantadas por el área de Desarrollo de Producto y Nutrición, en caso de detectarse producto fuera de Especificación levantada, el área de Calidad realiza la alerta de producto no conforme y la segrega por tipo de hallazgo, mediante sistema se coloca el

producto en cuarentena para evitar su envío a cliente y se coloca señalética de Producto No Conforme y se almacena en un área específica.

En la tabla 1.1. se muestra los diferentes tipos de productos no conformes detectados por Control de Calidad dentro del proceso, dentro de los tipos de no conformes principales están:

- Proteína fuera de especificación: cada producto tiene una cantidad específica de proteína de acuerdo con las necesidades del cliente dependiendo de la etapa de producción de la camarónera, la variación de la proteína puede causar un impacto significativo en el proceso.
- Variación de colores: indicativo que el producto no ha sido correctamente homogenizado en su etapa de rociado variando sus características atrayentes hacia el camarón.
- Permeabilidad: capacidad si deja pasar a través de él un fluido.
- Hidro estabilidad: resistencia para disolverse en contacto con el agua.
- Material Extraño: presencia de residuos de materias primas al no ser correctamente homogenizado el producto.

Se ha clasificado en el periodo de Febrero a Junio de acuerdo a las toneladas consideradas como no conformes los diferentes tipos levantados por el área de calidad, representando un total de 895 TM de producto que ha necesitado ser reparado, reprocesado o dar una disposición final específica, el principal tipo de no conforme es la Proteína Fuera de Especificación, seguido de las variaciones de colores y la permeabilidad, todas teniendo un impacto significativo para el proceso de producción para el cliente.

Tabla 1. Toneladas métricas de Producto No Conforme por tipo.

Tipo de No Conforme	Toneladas Métricas
Proteína Fuera de Especificación	191.4
Variación de Colores	163.35
Permeabilidad	132.15
Flotabilidad	130.35
Material Extraño	94.03
Falta de Micros	72.6
Exudado de aceite	26.48
Finos fuera de especificación	25.55
Grumos	21.45
Pellets Quemados	19.8
Otros	18.14
Total	895.3

Fuente: Elaboración Propia

Adicional, la figura 1.1. presenta el indicador de reclamos levantado por el área de Inocuidad con los diferentes reclamos aceptados y levantados por los clientes, se puede

observar una diferencia significativa con respecto al factor de flotabilidad, el cual es indispensable para la alimentación de las piscinas de camarón, el cual está directamente relacionado con las características de hidro estabilidad y permeabilidad que se ha detectado como principal característica de los No Conformes detectados por el área de Calidad.

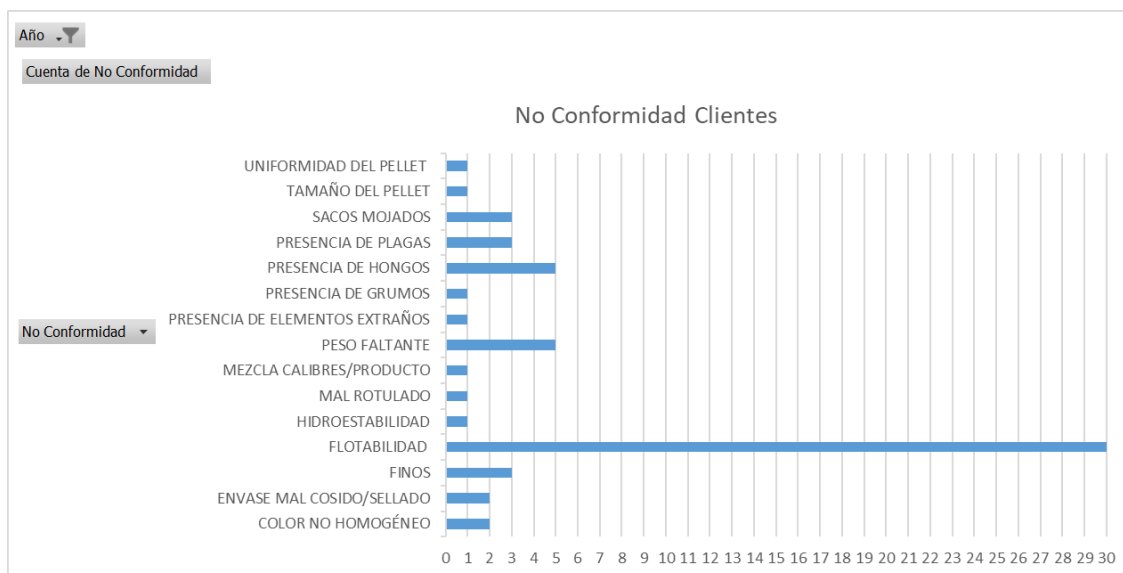


Figura 1.1. Tipos de Reclamos de Clientes en 2022

Fuente Elaboración Propia

1.2. Presentación del Problema

Elevado % de producto no conforme de alimento balanceado Peletizado. En los meses de febrero a junio del 2022 se encuentra en porcentaje promedio de 0.52% superando la meta máxima de 0.40%.

1.3. Objetivo General

Reducir el producto no conforme del alimento balanceado Peletizado a un porcentaje promedio de 0.40% en 4 meses a través de la implementación de la metodología DMAIC.

1.4. Objetivos Específicos

- Identificar las principales causas que incrementen el producto no conforme dentro del proceso de producción de alimento balanceado Peletizado mediante el uso de herramientas de calidad.
- Proponer mejoras que reduzcan el producto no conforme que respondan a las causas raíz identificadas
- Implementar las ideas de mejora que mayor impacto tengan en la reducción del producto no conforme.
- Diseñar un plan de control de procesos adecuado a las operaciones que se manejan al momento en la empresa con el fin de mantener las metas de producción.

1.5. Justificación del Proyecto

Dentro de los indicadores de desempeño levantados por la empresa, se encuentra el Indicador de Productos No Conformes para Pelletizado, el cual se ha establecido un límite máximo de 0.4%, esto en función de los datos recopilados entre 2020 y 2021.

Dentro de los meses de febrero a mayo se evidencia aumento del producto no conforme fuera del indicador máximo.

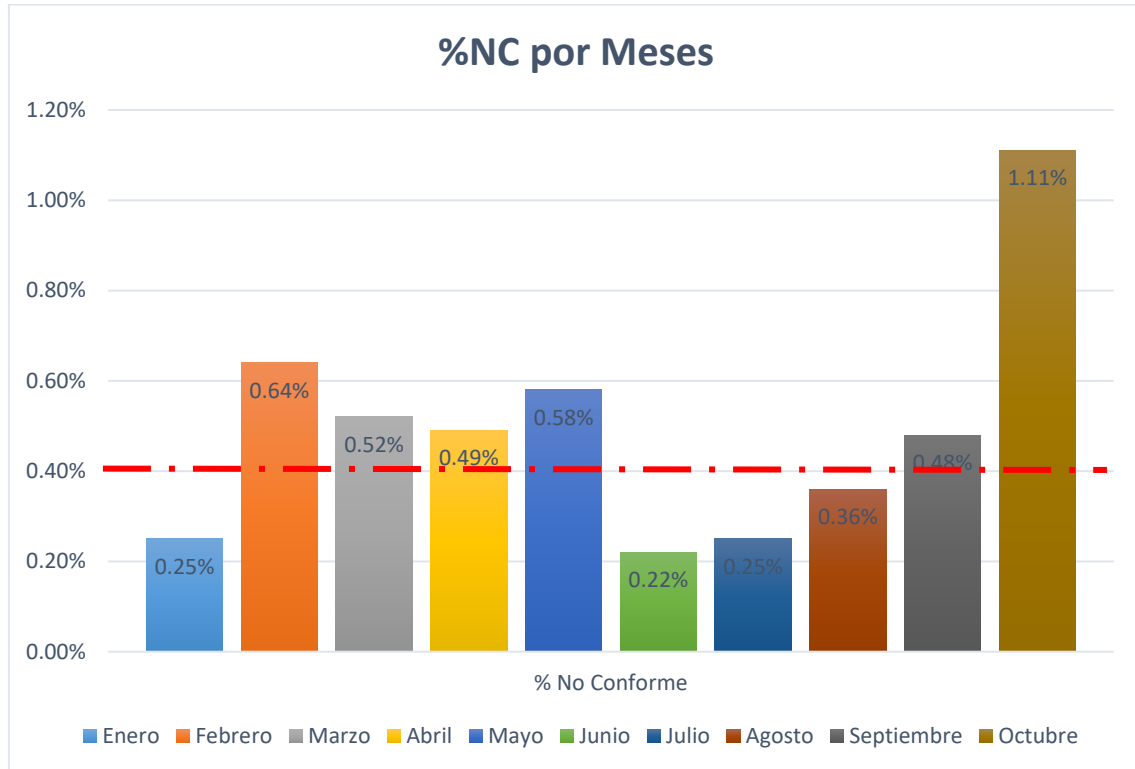


Figura 1.2 Indicador Mensual de Productos No Conformes Peletizado. Fuente Elaboración Propia.

Con el fin de poder culminar el año dentro del límite aceptable es importante determinar las causas y establecer un plan de acción alcanzable para poder evitar que se vuelva a elevar el indicador de no conformes, y así poder evitar reprocesos, almacenamiento de no conformes, retornos por reclamos de clientes. EL costo de reproceso es de \$54/tonelada.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

La metodología utilizada para resolver el problema planteado es DMAIC, cuya filosofía permite analizar cada etapa del problema sin apresurarse, evitando omitir pasos críticos (Escalante, 2010).

DMAIC es el acrónimo de cada una de las fases de implementación que involucran la metodología de trabajo: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

2.1. Definir

Primera fase de la herramienta DMAIC, se aterriza el problema en función de la data recolectada, se establece el objetivo, el alcance, participantes del proyecto. (Arias & Montoya, 2008). Dentro de las herramientas a emplearse están:

- VOICE OF CLIENT (VOC): Herramienta empleada para conocer las necesidades y expectativas de los clientes, permite enfocarse en los procesos y sectores claves y relacionar las necesidades del cliente con los procesos de la organización.
- DECLARACIÓN DEL PROBLEMA: Enfocar el problema a través de preguntas relevantes, ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cuándo? ¿Qué tanto? ¿Cómo lo sé?
- OBJETIVO SMART: Establecer una meta clara, alcanzable, medible, realista y en función de tiempos reales, se aplica la línea base del problema para definir el GAP del problema y establecer el objetivo del proyecto.

2.2. Medir

Se realiza la caracterización del problema, se recopila los datos y permitirá analizar la capacidad del proceso (Garza & Hernandez, 2016). Se emplearán las siguientes herramientas:

- DIAGRAMA DE FLUJO: el levantamiento de cada una de las etapas del proceso permitirá conocer las características del proceso y organizar la información a analizar.
- PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS: permite identificar la calidad y cantidad de datos que se requieren en función del problema a resolver.
- ESTRATIFICACIÓN: en base a los datos recopilados, se ordena la información a través de diagramas de Pareto para de esta forma tener un enfoque más preciso del problema a través del uso de la herramienta 5W2H.

2.3. Analizar

En esta fase, en función de los resultados obtenidos de la fase anterior, se procede a dar un diagnóstico del problema, determinar el análisis causa-raíz y se estructura un plan de mejoras potenciales (Garza & Hernandez, 2016). Las herramientas que utilizarse son:

- DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO: calcular matemáticamente la correlación entre las variables clave de entrada del proceso y las salidas del cliente.
- A3: práctica para plantear el problema y establecer soluciones, se emplean herramientas como Diagrama Ishikawa, 5 porqué.
- MATRIZ IMPACTO-ESFUERZO: Prioriza las causas potenciales y de mayor relevancia.

2.4. Mejorar

Se detectan posibles soluciones y se procede a desarrollar, priorizar y validar las acciones a tomar para que sean efectivas en función de la causa-raíz detectada. (Arias & Montoya, 2008)

- PLAN DE IMPLEMENTACIÓN 5W2H: Establece un plan de acción relevante en función de los puntos considerados significativos.

2.5. Controlar

Etapa importante ya que se debe garantizar que la solución planteada sea sostenible con el tiempo, en esta etapa se debe monitorear el cumplimiento de los planes establecidos y que se ha dado cumplimiento al objetivo de resolución del problema, dentro de las herramientas que se pueden utilizar están las auditorías de proceso, seguimiento de indicadores o evaluación de beneficios. (Arias & Monto)

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA DMAIC

3.1. Definición

- Miembros del Equipo de Mejora

Producción: Responsables del proceso de Producción de Peletizado, levantamiento de información y miembros del equipo responsable de la implementación de hallazgos.

Cargos: ingenieros de producción, supervisor de control de proceso, auxiliar de producción.

Calidad: Equipo con la responsabilidad de liberación de la materia prima de recepción, verificación de limpieza y levantamiento de producto no conforme en caso de encontrarse producto fuera de especificaciones implementadas.

Cargos: Coordinador de Calidad, Analista de Calidad.

Mejora Continua: Responsables de implementación de Reportes de Problema y Alinear la información como cumplimiento íntegro.

Cargos: Ingeniero de mejora continua.

- Diagrama SIPOC

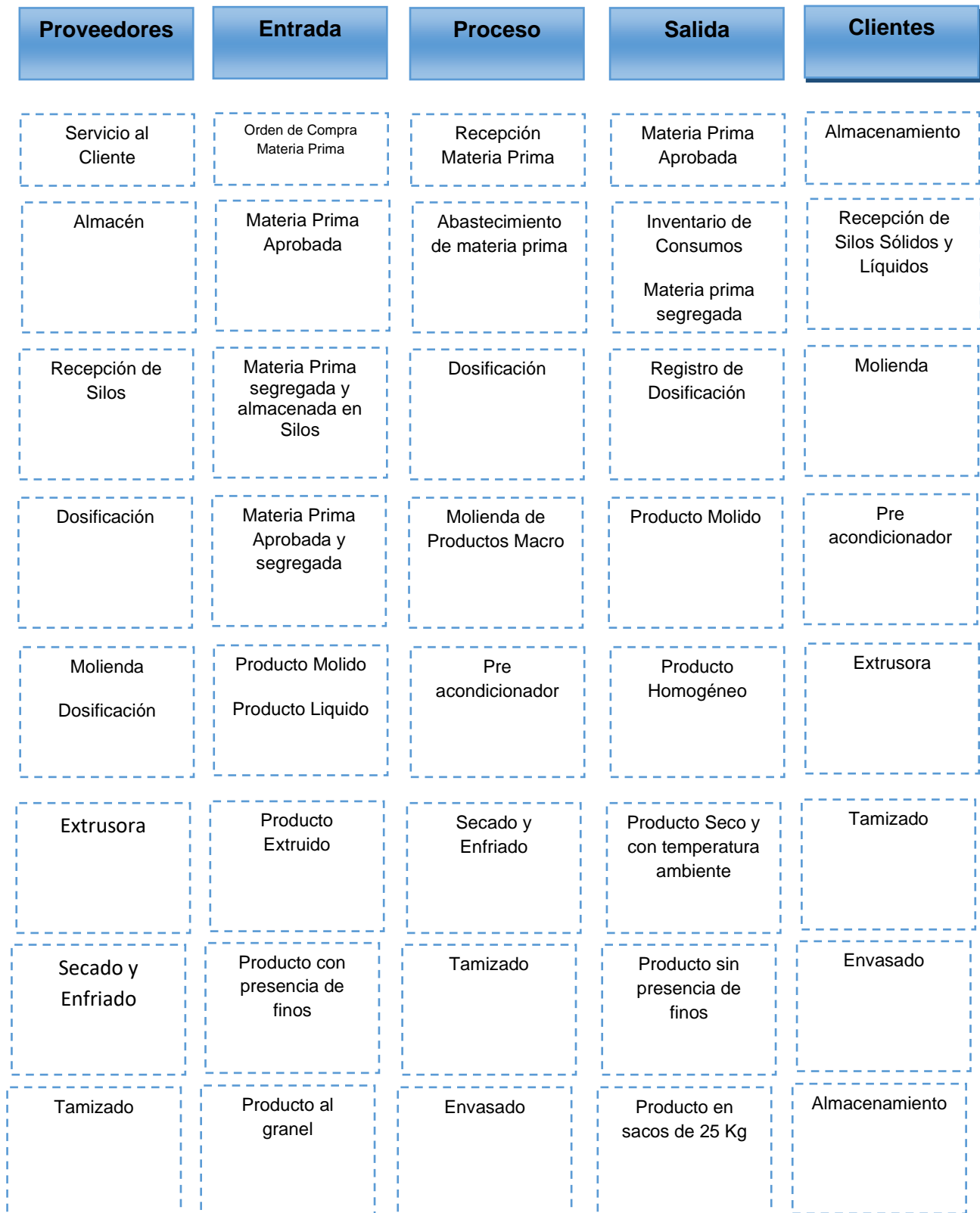


Figura 3.1. Diagrama SIPOC

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Voz del Cliente (VOC)

VOC	Hallazgo	Necesidades	Medición
Materia Prima Importada	Materia Prima no conforme riesgo de abastecimiento	Materia prima nacional	% de materia prima local
Micro ingredientes	Alta Cantidad de material particulado en Micro ingredientes	Tolvas de absorción	% de Material Particulado
Producto No Conforme	Alta Cantidad de Producto No Conforme	Reducir el producto no conforme	% de Producto no conforme mensual
Análisis de Producto Terminado	Altos Costos de Producto Terminado	Reducir cantidad análisis externos por validación de datos	Presupuesto de Control de Producto
Superar metas de producción	Aumento de Capacidad de Producción	Aumento de personal, mejoras de equipos	Avisos de Mantenimiento Correctivo

Fuente: Elaboración Propia

- Declaración del Problema

Acorde a la figura 1.2. tenemos los datos mensuales de productos No Conformes de Alimentos Peletizado.

En función de los datos recopilados se obtuvo el GAP y Benchmark, con lo cual se obtuvo el objetivo SMART como se detalla en la tabla:

Tabla 3. Benchmark y Objetivo SMART

Promedio	Benchmark	Gap Kg/Mes	Reducción del GAP %	Objetivo %PNC
0.49	0.22	0.27	25%	0.42
			30%	0.41
			34%	0.40

Fuente: Elaboración Propia

Al revisar el porcentaje definido por la empresa como indicador máximo se propone el objetivo SMART como: "Reducir el producto no conforme del alimento balanceado Peletizado a un porcentaje promedio de 0.40% en 4 meses"

3.2. Medición

- Diagrama de Pareto

Dentro de la revisión de datos, se detectó que dentro de los 11 tipos diferentes de productos el 55% de las Toneladas de No Conformes Correspondían al alimento Balanceado Pellet Tipo 4 como se muestra en la Tabla a continuación.

Tabla 4. Segregación del tipo de Pellet

Tipo de Pellet	% PNC
Pellet tipo 4	54.64%
Pellet tipo 5	15.43%
Pellet tipo 6	13.69%
Pellet tipo 7	6.43%
Pellet tipo 3	4.39%
Pellet tipo 1	2.47%
Pellet tipo 2	1.18%
Pellet tipo 8	0.62%
Pellet tipo 9	0.46%
Pellet tipo 11	0.38%
Pellet tipo 10	0.31%
Total	100%

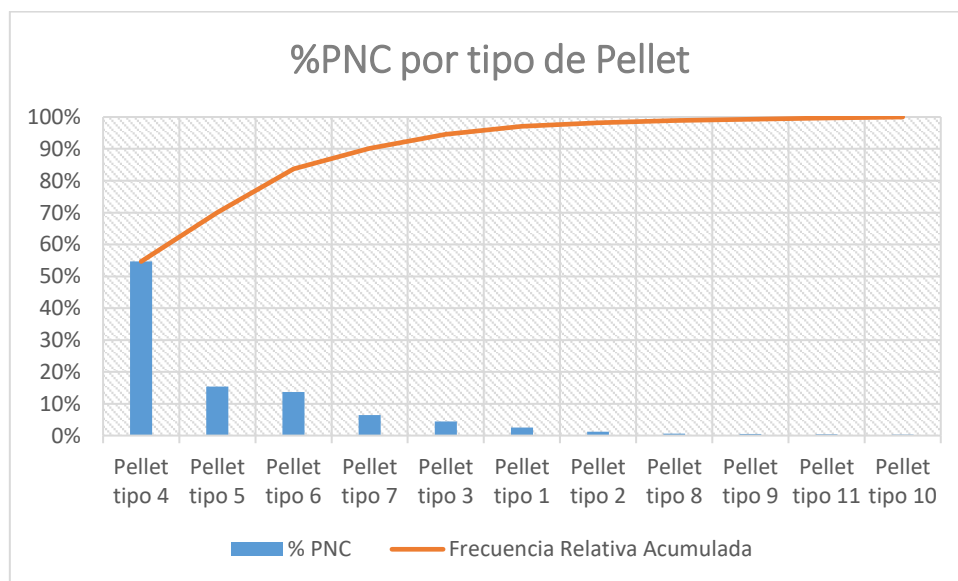


Figura 3.2. Diagrama de Pareto por tipo de Pellet

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Estratificación de Datos

Alimento		
PELLET TIPO 4, 5, 6		
Tipo de PNC	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
Flotabilidad	30.79%	30.79%
Tamaño Fuera De E.T.	27.63%	58.42%
Proteína Fuera De E.T.	12.05%	70.47%
Finos Fuera De E.T.	6.21%	76.68%
Hidro estabilidad 3 – Mala	4.45%	81.13%
Pm Fuera De E.T.	4.21%	85.35%
Dos Colores	3.34%	88.69%
Presencia De Grumos	3.15%	91.84%
Pt Sin Micros	2.97%	94.81%
Presencia De MP En Pellets	2.23%	97.03%
Pellets Quemados	2.23%	99.26%
Humedad Fuera De E.T.	0.74%	100.00%

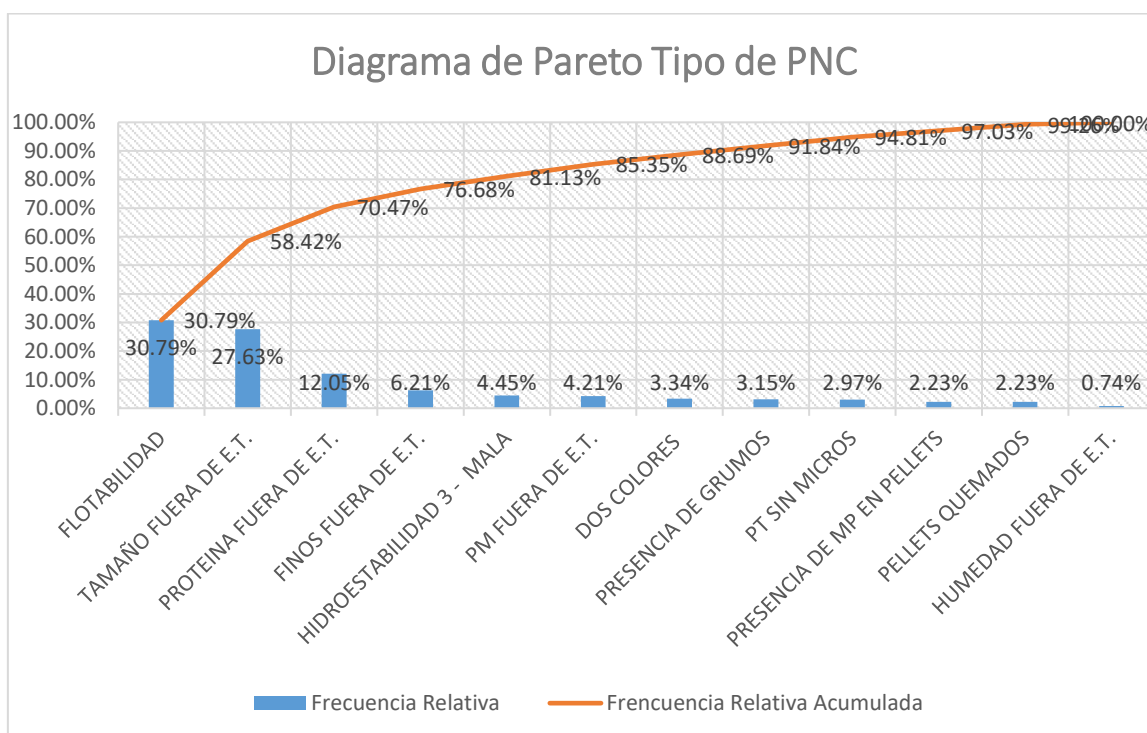


Figura 3.3. Diagrama de Pareto

Fuente Elaboración Propia

- Problema Enfocado

Dentro de la revisión de datos se detecta que el 55% de No Conformes correspondes al Balanceado Pellet tipo 4, 5, 6, en el cual 80% de Productos No Conformes Corresponden a Flotabilidad, Tamaño Fuera de Especificación Técnica, Proteína Fuera de Especificación Técnica y Finos en los meses de Febrero a Junio del 2022.

- Análisis de Estabilidad

Con respecto a la hidro estabilidad es en función de resultados de observación clasificados en buena y mala, por ende, no se puede analizar su estabilidad y capacidad.

Para los parámetros determinados como Producto No Conforme, se levantaron gráficos de control, de probabilidad y análisis de capacidad, los resultados están en función de ellos de los días en que se realizó la medición.

- Proteína

De los datos recopilados se analizó la estabilidad y con los resultados obtenidos en el gráfico 3.4 con los valores de proteína se tiene una media de 36.2786% lo cual está dentro de las especificaciones del producto, al estar los datos dentro de los límites de control el sistema se considera estable.

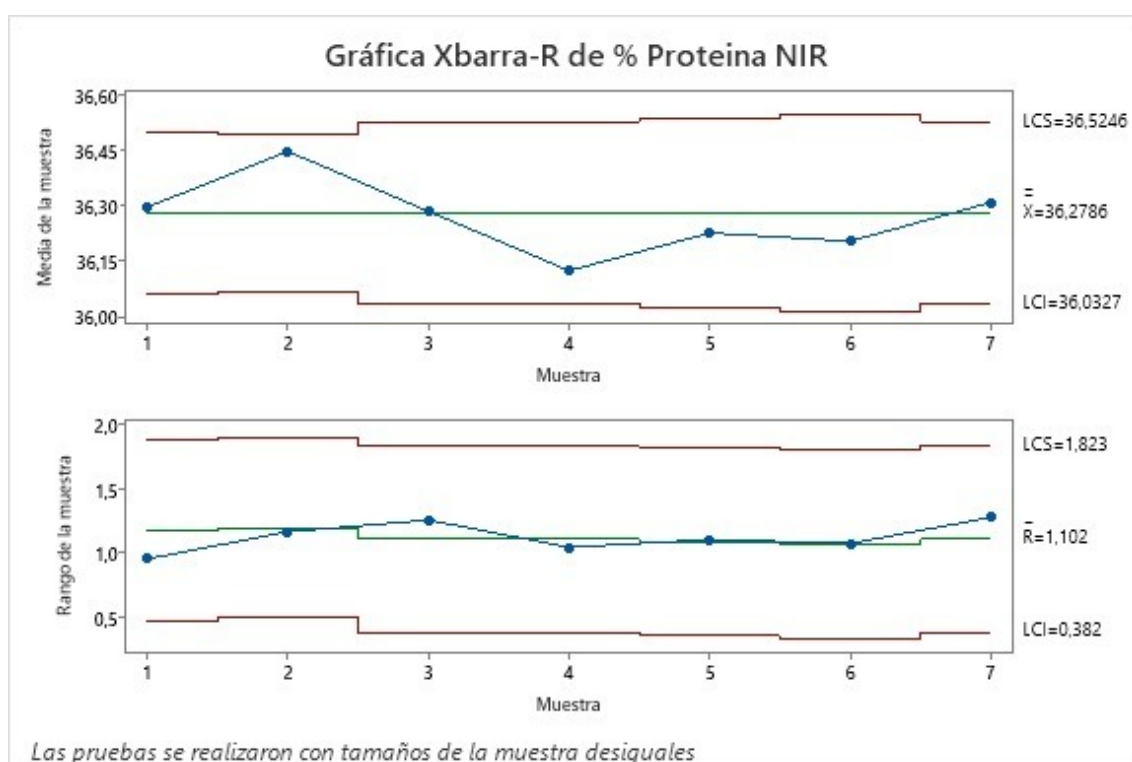


Figura 3.4 Xbarra-R de parámetro proteína

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a validar si los datos tienen distribución normal, según el gráfico 3.5 el valor p es 0.354 lo cual es mayor a 0.05 con lo cual se acepta la hipótesis nula sobre la distribución normal, por ello procedemos a realizar el cálculo de la capacidad.

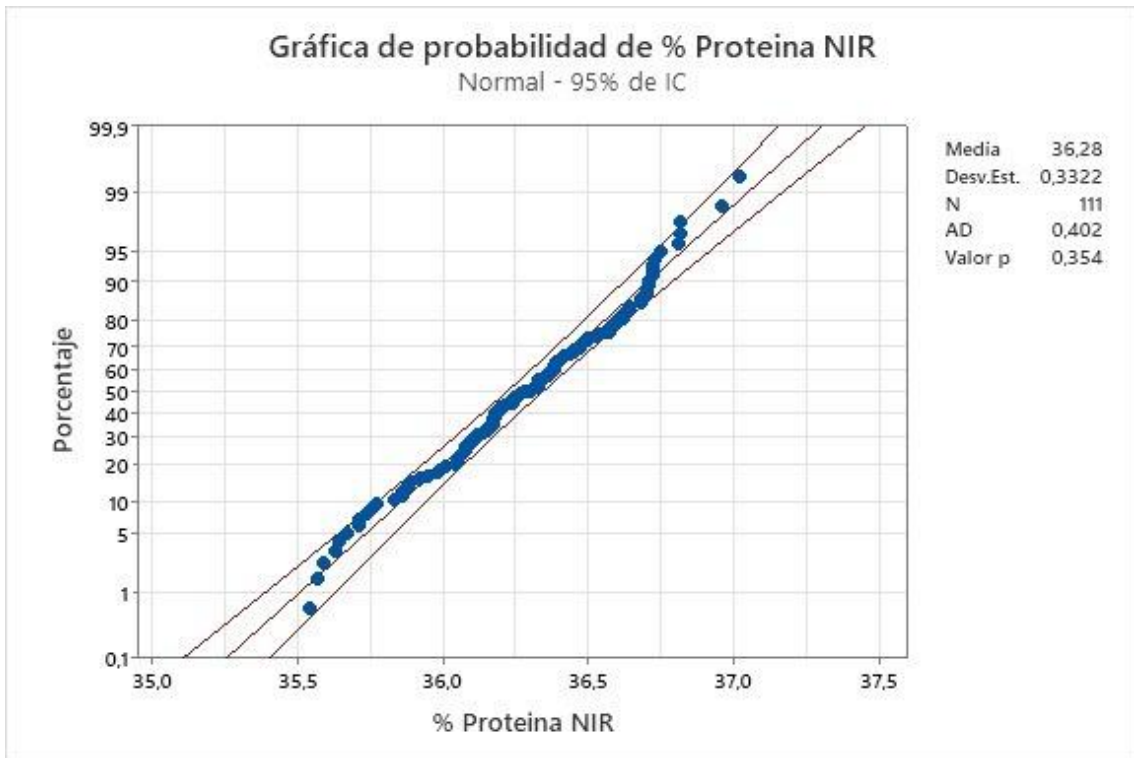


Figura 3.5 Probabilidad de % de proteína

Fuente Elaboración Propia

Según la gráfica 3.6 El valor $cp=1.02$ y el $cpk=0.79$, por ello se concluyó que el proceso es parcialmente adecuado, se observan datos fuera de la especificación en el LEI.

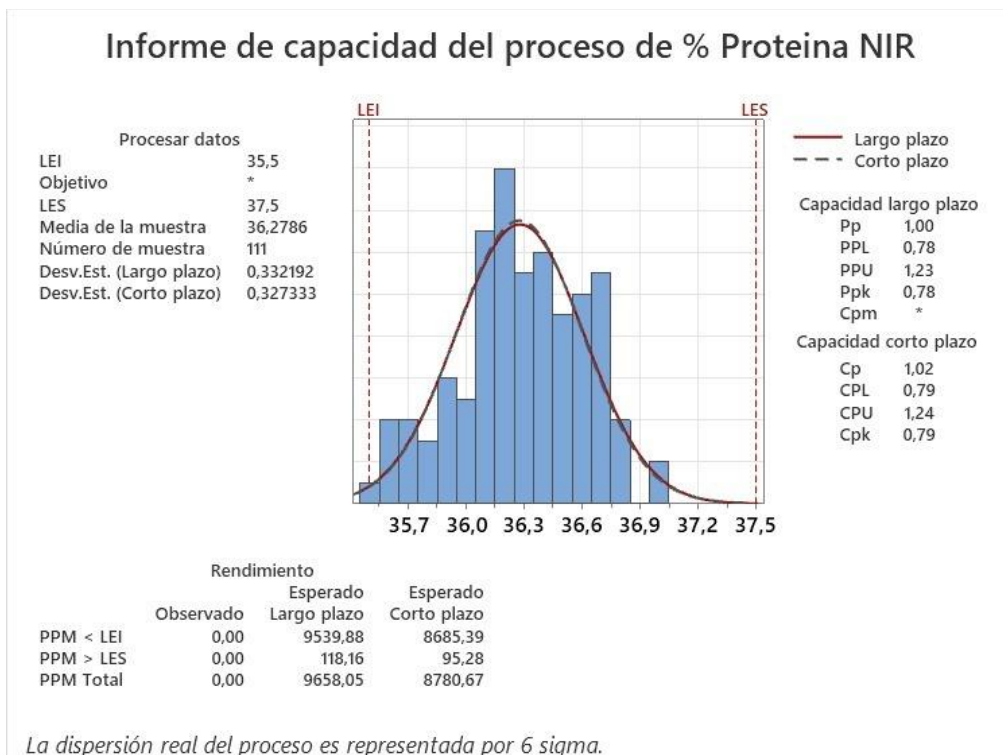


Figura 3.6 Probabilidad de % de proteína

Fuente Elaboración Propia

- Flotabilidad

Con respecto a la flotabilidad según la gráfica 3.7 con una media de 98.486% se observó que el proceso es estable, sin embargo, se está por debajo de la especificación del producto (>99%).

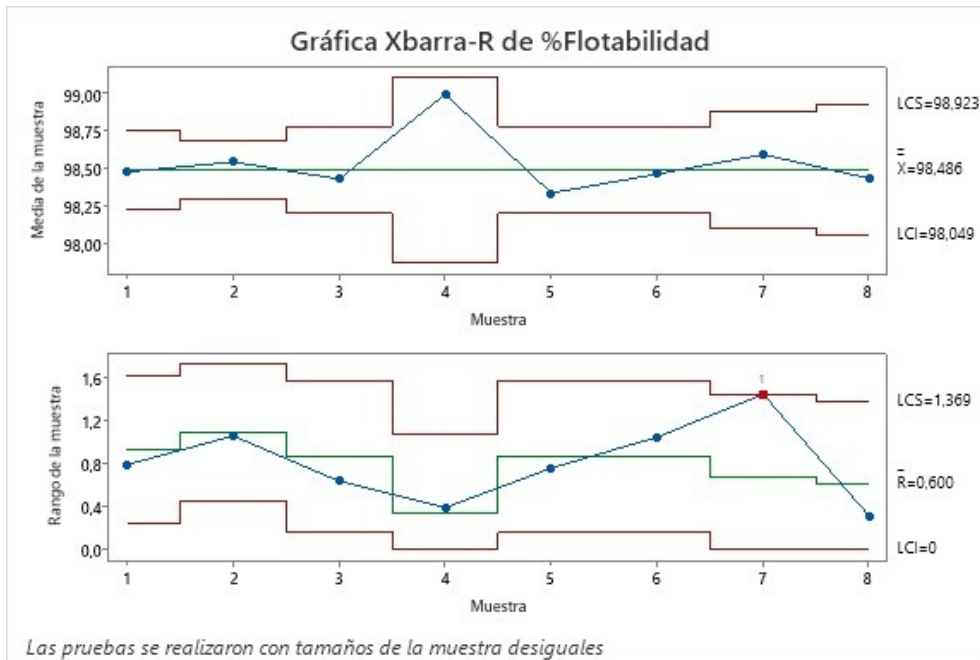


Figura 3.7 Xbarra-R de Flotabilidad

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo el valor p: 0.296 según la figura 3. Al ser mayor a 0.05 se tiene una distribución normal, procedemos al cálculo de la capacidad.

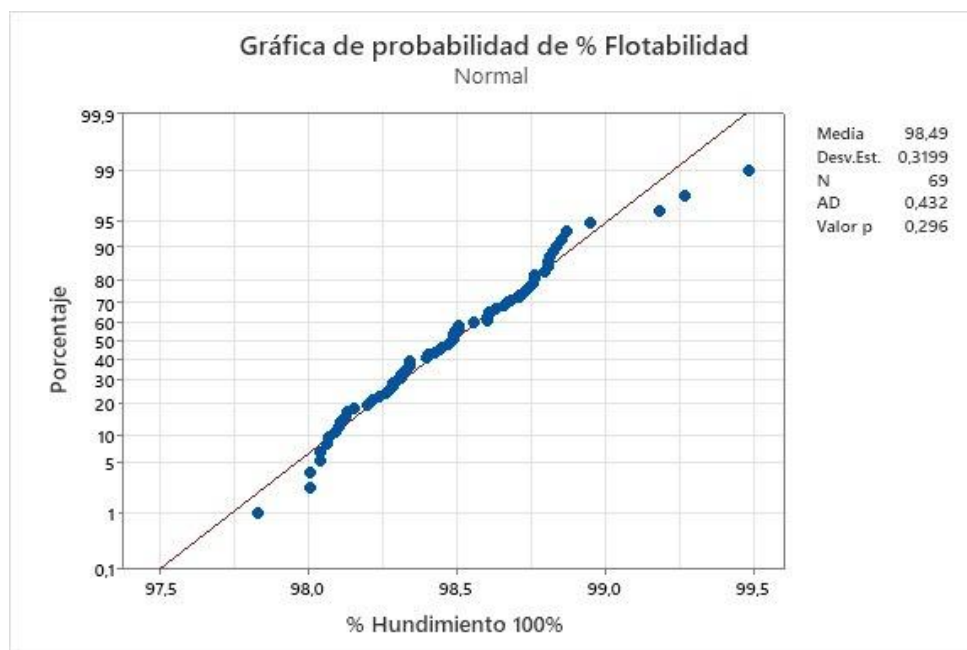


Figura 3.8 % de Probabilidad del % de Flotabilidad

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3.9 se obtuvo el análisis de capacidad, obteniendo $C_p=0.53$ y $C_{pk}=-0.54$, con los datos obtenidos se observa que el proceso no es capaz.

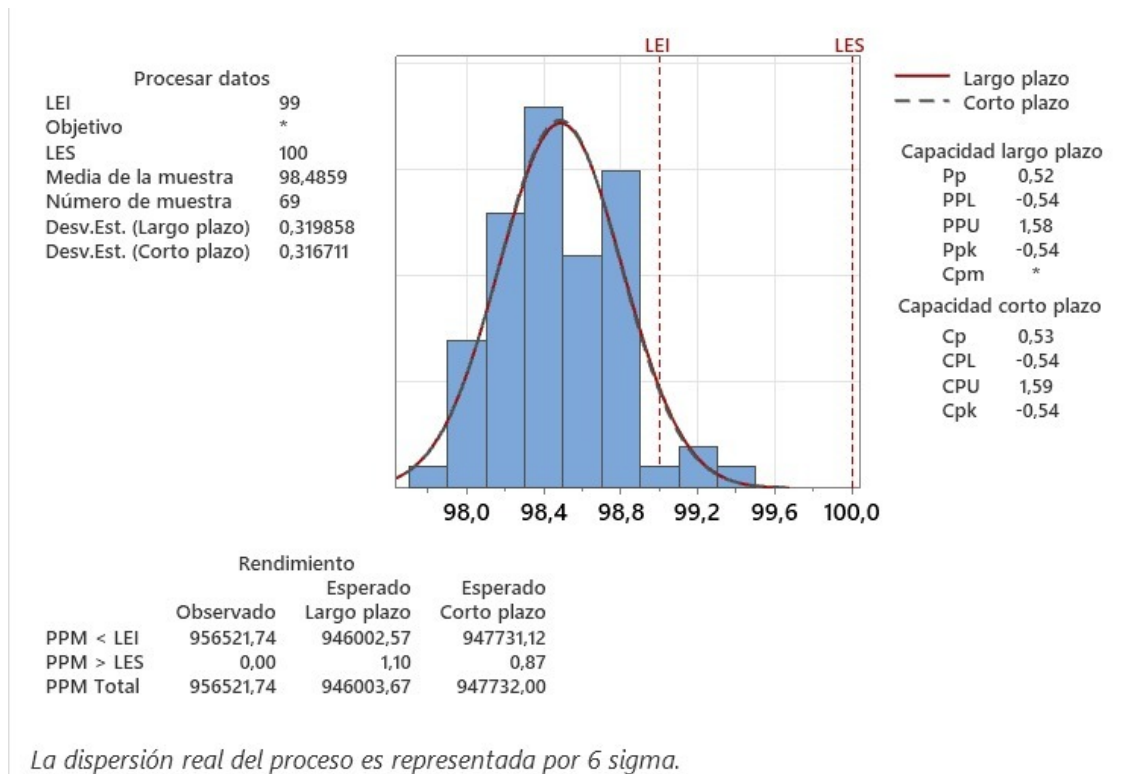


Figura 3.9 Análisis de Capacidad de % de Flotabilidad

Fuente: Elaboración Propia

- Tamaño fuera de especificación

Con la figura 3.10 podemos visualizar que la media de este tipo de PNC es 40.917%, los datos se encuentran dentro de especificación de producto por lo tanto el proceso es estable.

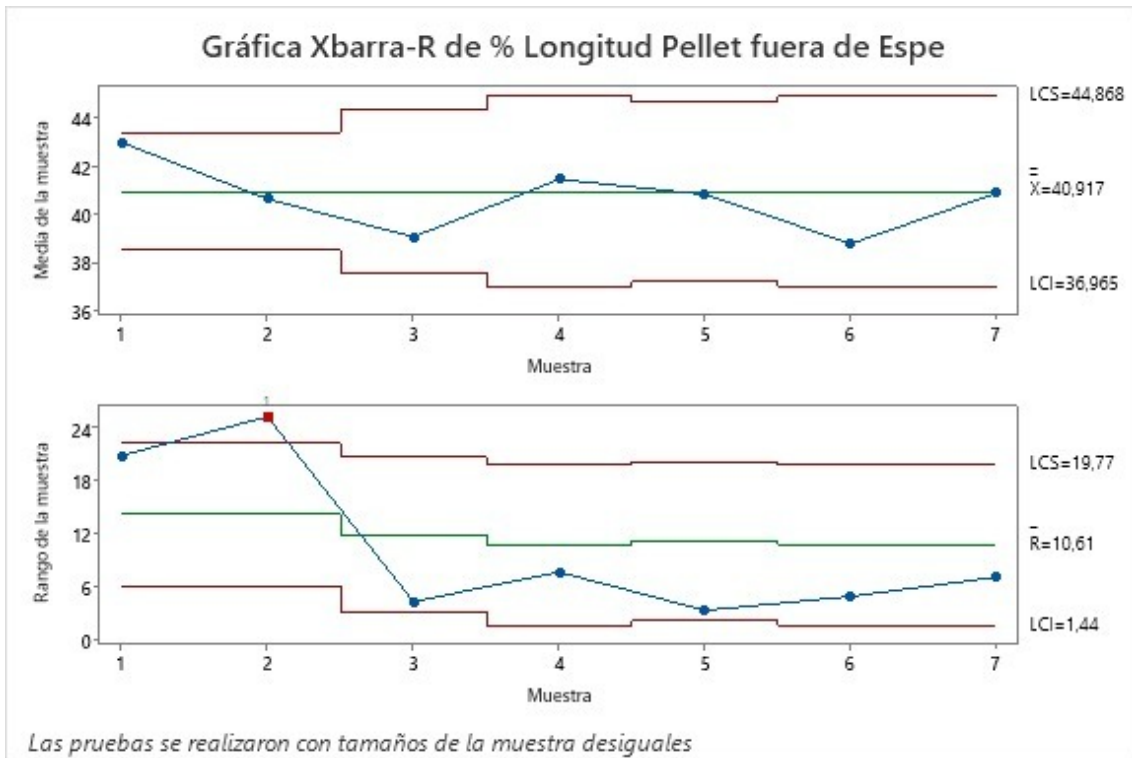


Figura 3.10 Xbarra-R de % de Longitud de Pellet fuera de especificación

Fuente: Elaboración Propia

Con la figura 3.11 el valor p obtenido es menor a 0.05 por lo tanto no tiene una distribución normal.

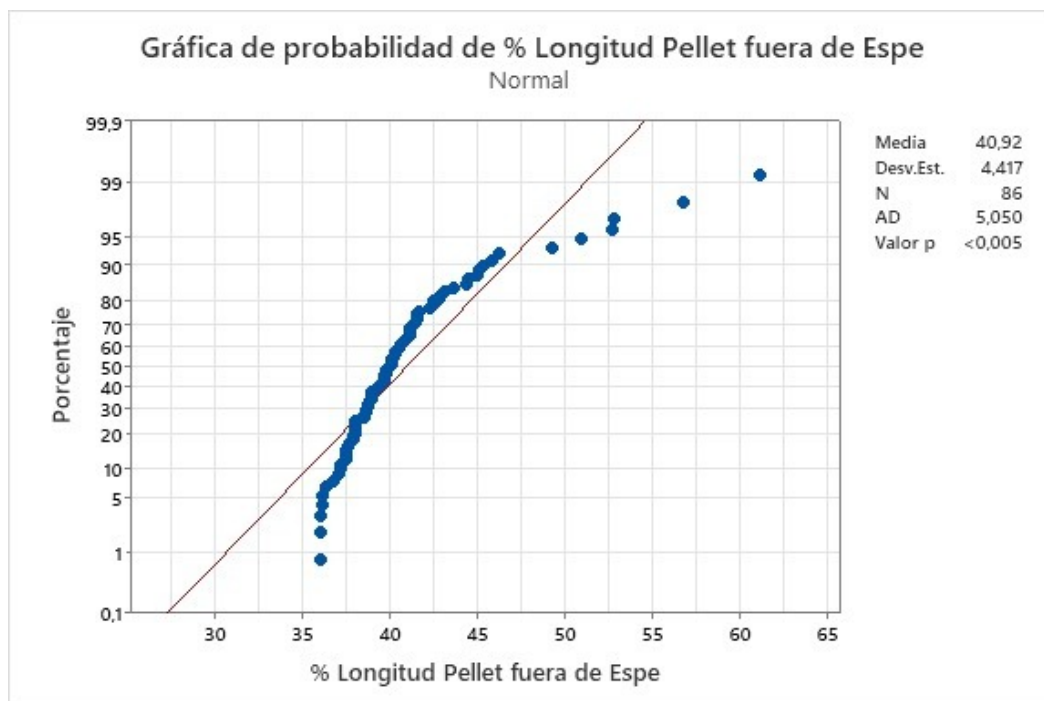


Figura 3.11 Probabilidad de % de Longitud de Pellet fuera de especificación

Se realizó el análisis de capacidad cuando no se posee una distribución normal, en la figura 3.12 el resultado de Ppk es 0.55 por lo que el proceso no es capaz y se observan datos que superan el LES.

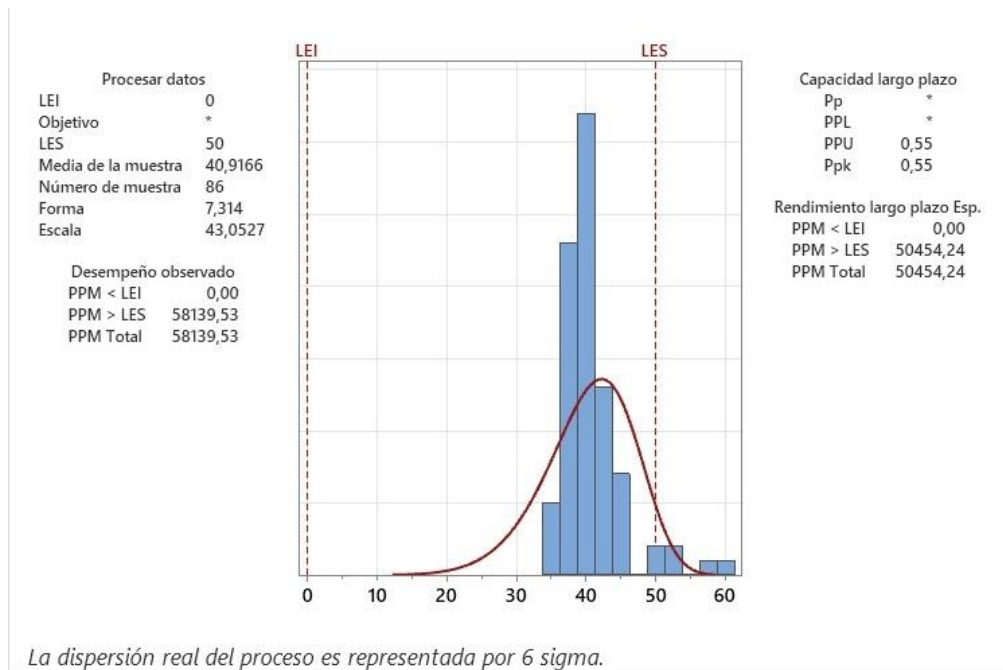


Figura 3.12 Análisis de Capacidad de % de Longitud de Pellet

Fuente: Elaboración propia

- % de Finos

Se obtuvo la media del PNC % de finos el cual es 0.1651%, los límites de control se encuentran dentro de las especificaciones de producto, el proceso se considera estable acorde a la figura 3.13.

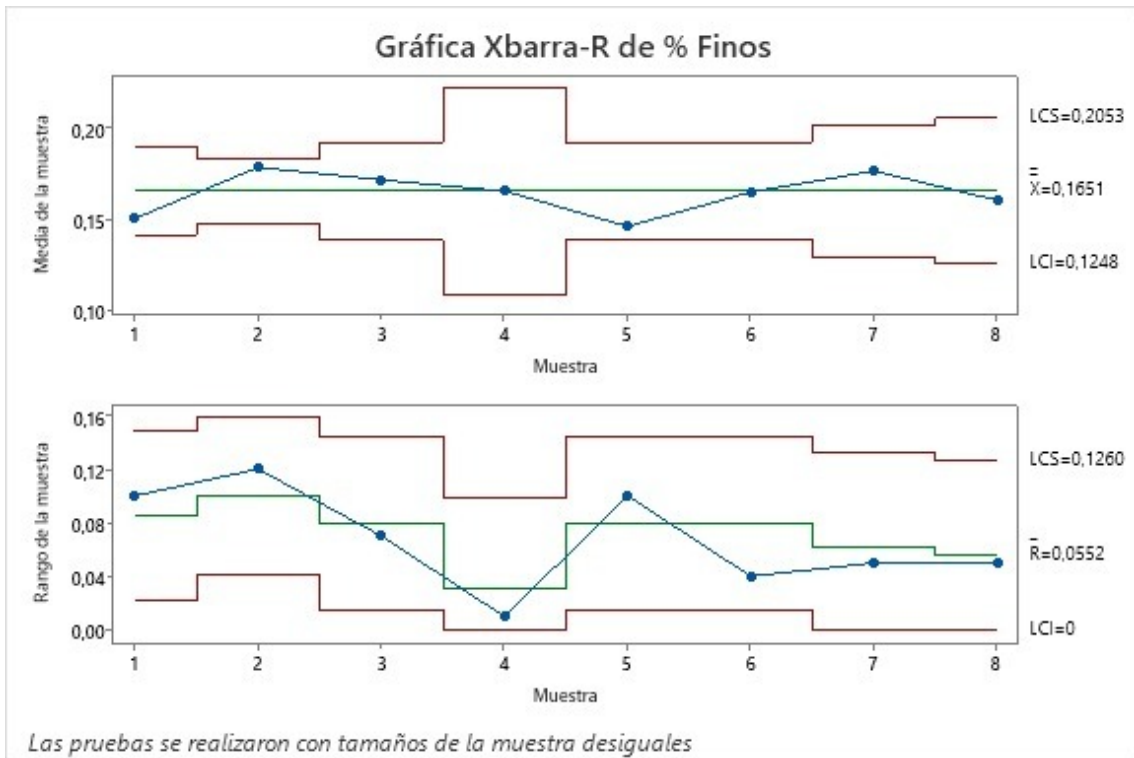


Figura 3.13 Xbarra-R de % de finos

Fuente: Elaboración Propia

Se analizó si el proceso tiene distribución normal, se obtuvo el resultado de $p=0.007$ que al ser menor a 0.05 se considera al proceso con distribución no normal según la figura 3.14.

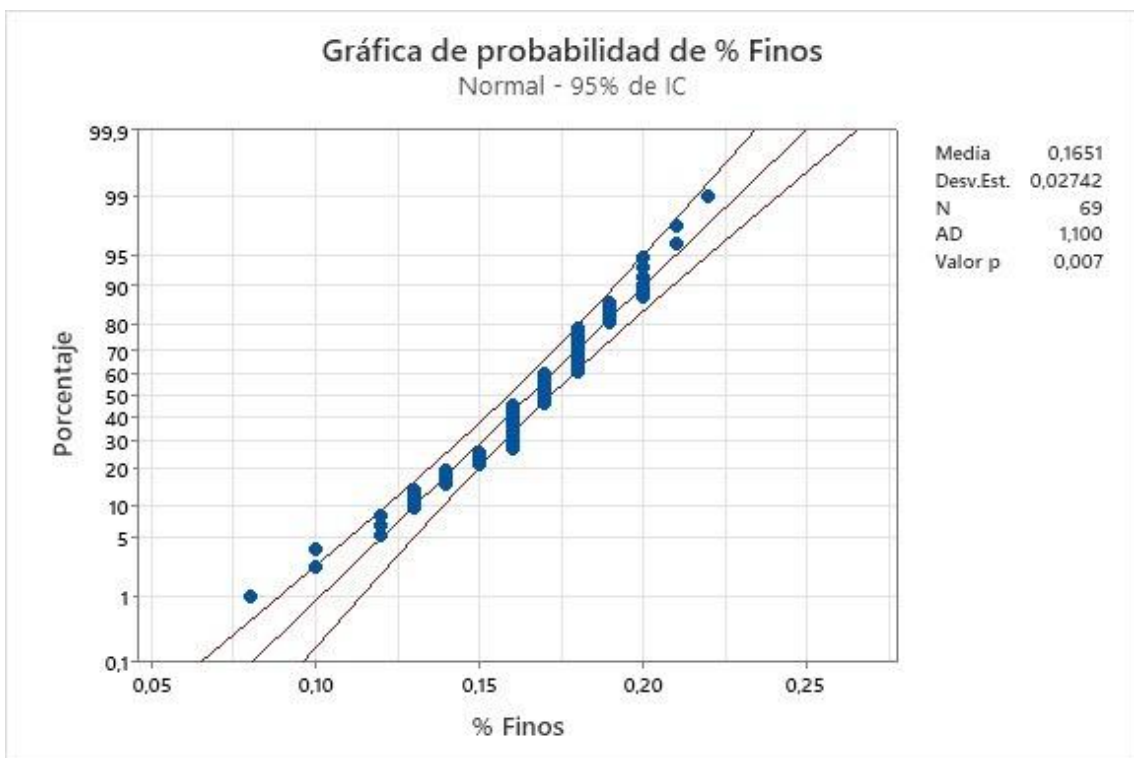


Figura 3.14 Probabilidad de % de Finos

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el análisis de capacidad en distribución no normal, según la figura 3.15 el ppk es 1.54 por lo que se considera el sistema es capaz.

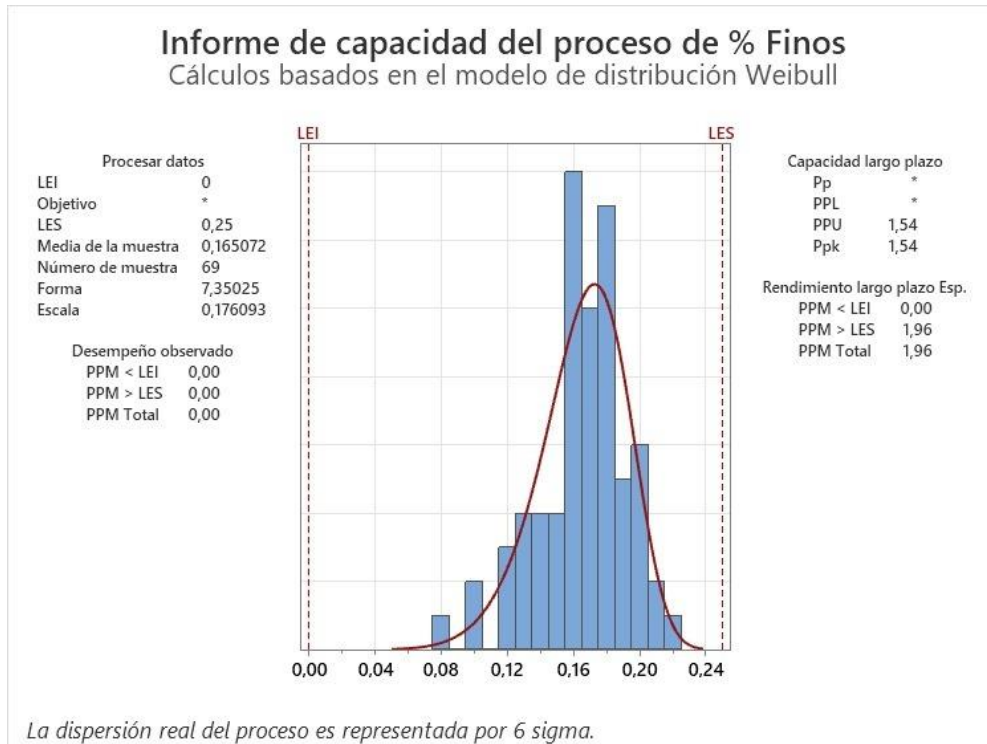


Figura 3.15 Análisis de capacidad del % de finos

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Análisis

- Diagrama Ishikawa

Ya con el problema enfocado se realizó el levantamiento del Diagrama Ishikawa con el equipo de mejora.

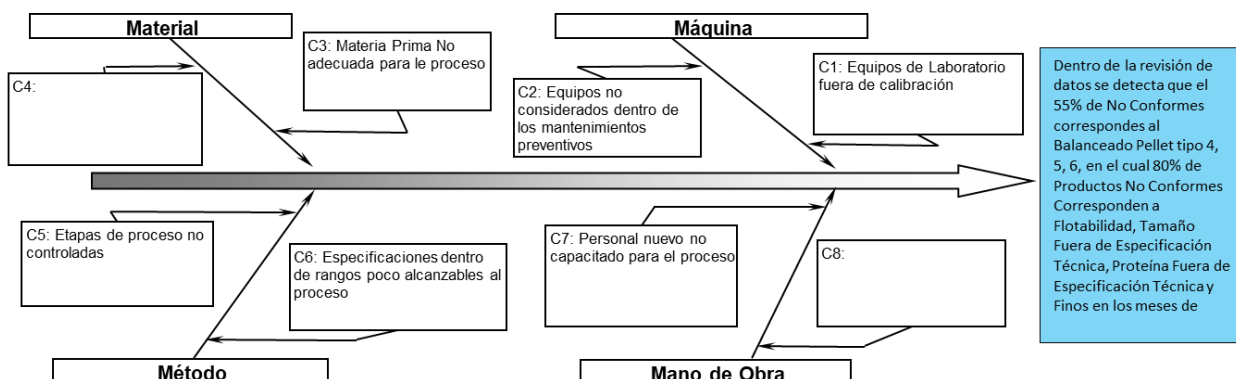


Figura 3.16. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

- Análisis Causa Efecto

De acuerdo con las causas potenciales levantadas se procede a evaluar con puntajes definidos y poder segregar las que posean la mayor calificación a través del siguiente medio de evaluación:

Tabla 6. Valoración de la matriz causa-efecto

Rango	Efecto
0	Ningún Impacto
3	Impacto Débil
6	Impacto Medio
9	Alto Impacto

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Matriz Causa-Efecto

N°	Causas por Ishikawa	Supervisor de Producción	Técnico de Calidad	Coordinador de Calidad	Total
1	Equipos de Laboratorio fuera de calibración	3	3	3	27
2	Equipos no considerados dentro de los mantenimientos preventivos	3	3	3	27
3	Materia Prima No adecuada para el proceso	3	3	3	27
4	Etapas de proceso no controladas	9	9	9	729
5	Especificaciones dentro de rangos poco alcanzables al proceso	9	9	9	729
6	Personal nuevo no capacitado para el proceso	3	6	6	108

Fuente: Elaboración Propia

- **Matriz de Análisis AMEF**

Se realizó la evaluación de la matriz AMEF donde se evaluaron las causas potenciales en cada una de las etapas del proceso, los resultados con calificación alta y media fueron levantados dentro de la matriz Causa-Efecto para priorizar y enfocar el análisis causa

Se realizó el levantamiento del Análisis mediante los siguientes criterios de análisis:

Tabla 8. Criterio de análisis Severidad

Severidad		
Calificación	Efecto	Criterio
10	Muy Crítico	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá sin aviso
9	Crítico	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá Con aviso
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho
7	Alto	Interrupción Mayor a la línea de producción. Producto Probablemente debe ser clasificada y una porción menor al 100% queda desechada. Ítem Operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada no clasificada. Ítem Operables, pero algunos ítems de confort/conveniencia inoperable. Clientes experimentan incomodidad
5	Bajo	Interrupción Menora la línea de producción. 100% producto retrabajado. Ítem Operable, pero algunos ítems de confort/conveniencias operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción menor al 100% del producto probablemente sea retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción del producto menor al 100% probablemente deba ser retrabajada en línea, pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción menor al 100% del producto probablemente sea retrabajada. Defecto percibido solo por clientes expertos
1	Ninguno	Ningún defecto

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Criterio de Ocurrencia

Ocurrencia			
Calificación	Efecto	Criterio	Frecuencia
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2
9			1 en 3
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8
7			1 en 20
6	Moderado	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80
5			1 en 400
4			1 en 2000
3	Bajo	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15000
2			1 en 150000
1	Remoto	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos	< 1 en 1500000

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Criterio de Análisis de Detección

Detección			
Calificación	Probabilidad de Detección	Oportunidad de Detección	Criterio
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	No hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas en el proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Levemente moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Altamente Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla

Fuente: Elaboración Propia

- **Matriz de Causa y Efectos**

De acuerdo con las causales detectadas se analiza su nivel de criticidad de acciones alcanzables para realizar el levantamiento del plan de acción.

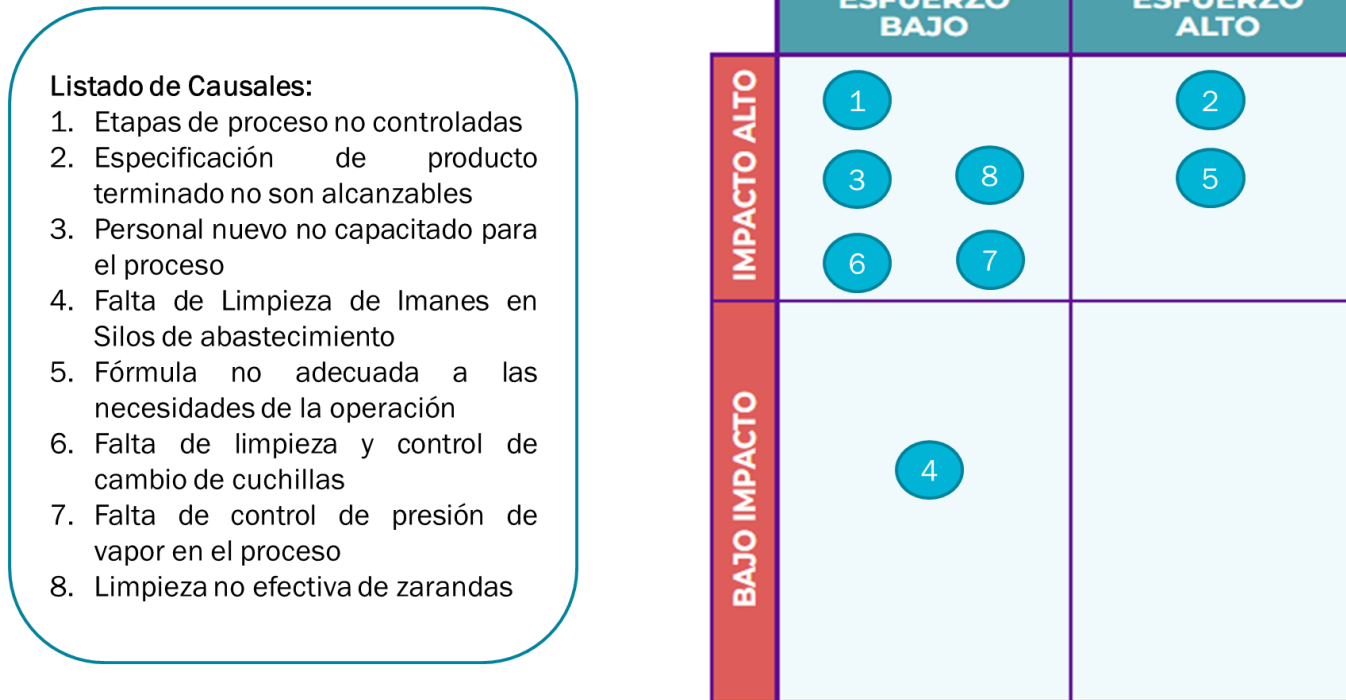


Figura 3.17. Matriz Causa Efecto

Fuente: Elaboración Propia

- **Matriz de Verificación de Causas**

Una vez determinados las causas críticas se realiza el levantamiento de la matriz de Verificación de Causa, los datos y revisiones fueron realizados en la semana del 14 al 18 de noviembre del 2022, la revisión estuvo a cargo del Coordinador de Calidad, Analista de Producción y Coordinador SGI.

Tabla 11. Verificación de Causas

CAUSA POTENCIAL	TEORICA SOBRE EL IMPACTO	QUIEN LO VERIFICA RESPONSABLE	COMO LO VERIFICA MÉTODO	DONDE VERIFICA LUGAR	RESULTADO ¿ES CAUSA?
Etapas de control de proceso no controladas	La falta de control de parámetros en diferentes etapas de proceso origina el producto no conforme	Coordinador de Producción	Validación de etapas que generen impacto en el proceso con los líderes de área	En el lugar	Si
Personal nuevo no capacitado	El área de calidad ha tenido alta rotación de personal en los últimos 3 meses, el personal no ha recibido formación adecuada	Coordinador de Calidad	Entrevista a personal, revisión de manejo de parámetros	Laboratorio de Calidad	Si
Falta de Inspección de estado de imanes en Silos de Abastecimiento	El estado de los imanes deteriorados provoca que el producto no se homogenice y salga de los parámetros especificados	Coordinador de Producción	Inspección visual	Abastecimiento	No
Falta de control y Limpieza de Cuchillas	Las cuchillas desgastadas provocan el aumento de tamaño del pellet	Coordinador de Producción	Inspección Visual	Molienda	Si
Falta de Control de Presión de vapor en el proceso	La variación de la presión de vapor de agua afecta en la calidad final del pellet	Analista de Producción	Recopilación de los parámetros de presión	Oficina	Si
Limpieza no efectiva de zarandas	Al no haber una correcta filtración de producto cambian las condiciones esperadas de calidad del producto terminado	Analista de Producción	Inspección visual	Peletizado	No

Fuente: Elaboración Propia

1. Personal Nuevo No Capacitado

Dentro de las entrevistas realizadas al personal se pudo validar en una evaluación del mismo tipo de Pellet 4 en los parámetros de Flotabilidad, Proteínas, Finos y Tamaño de Pellet en donde los resultados reales indicaban conformidad al producto en los parámetros señalados, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Flotabilidad: Límite Permisible: $\geq 99\%$

En la figura 3.18 dentro de las 28 muestras analizadas que debieron ser conformes 12 muestras están fuera de parámetros es decir el 42% de las muestras salieron como falsos positivos

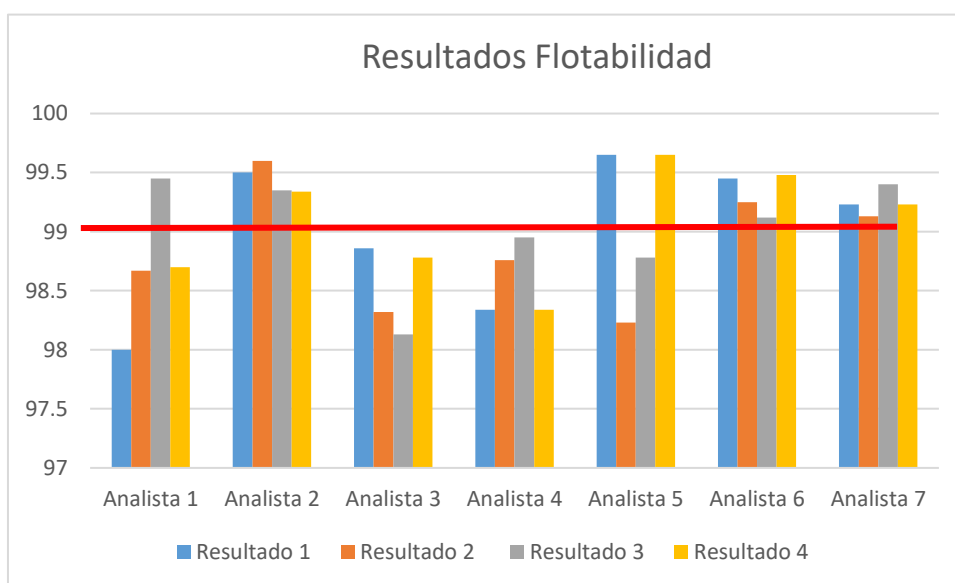


Figura 3.18. Resultados Flotabilidad

Fuente: Elaboración Propia

Tamaño de Pellet: Límite permisible <50%

Con respecto a la figura 3.19 se observa que 4 de los 14 análisis salieron no conformes, es decir el 29%.

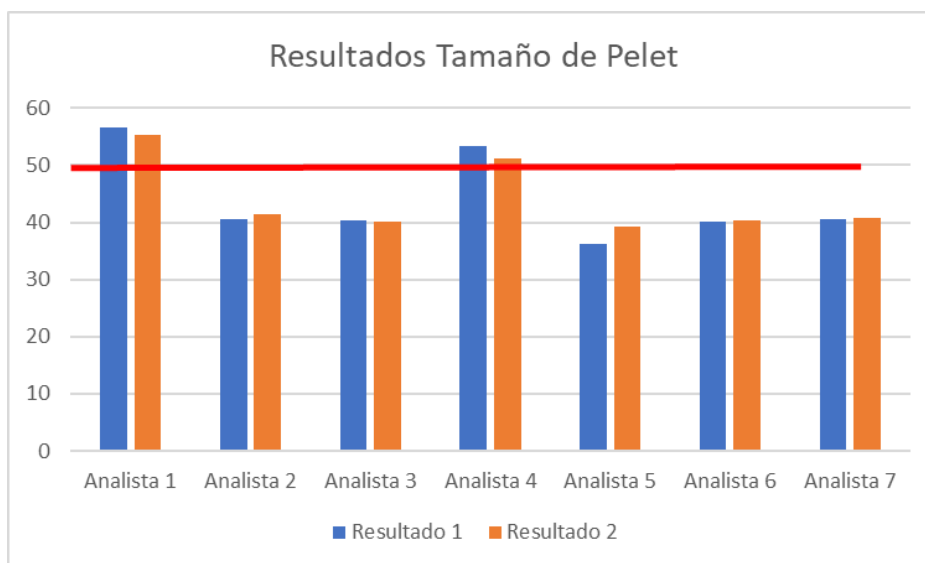


Figura 3.19. Resultados % Tamaño del Pellet

Fuente: Elaboración Propia

Proteína: Límite Permisible: 35.5-37.5 ppm

En el análisis de proteína de los 28 análisis realizados el 14% estuvieron fuera de especificación según se observa en la figura 3.20

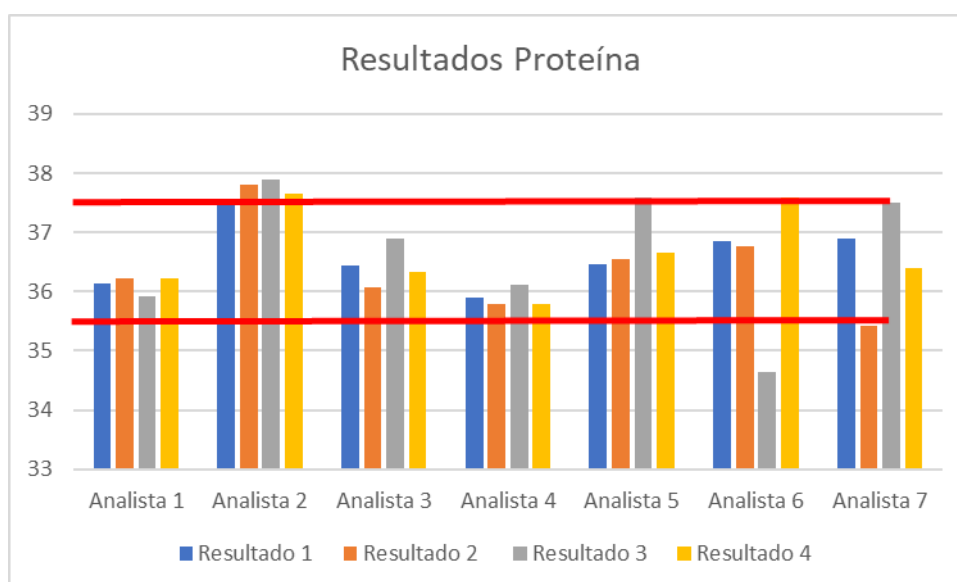


Figura 3.20. Resultados Proteína

Fuente: Elaboración Propia

% Fino: Límite Permissible: <25%

En lo que respecta a % de finos el 24% de los análisis obtuvieron resultados fuera de especificación según se observa en la figura 3.21.

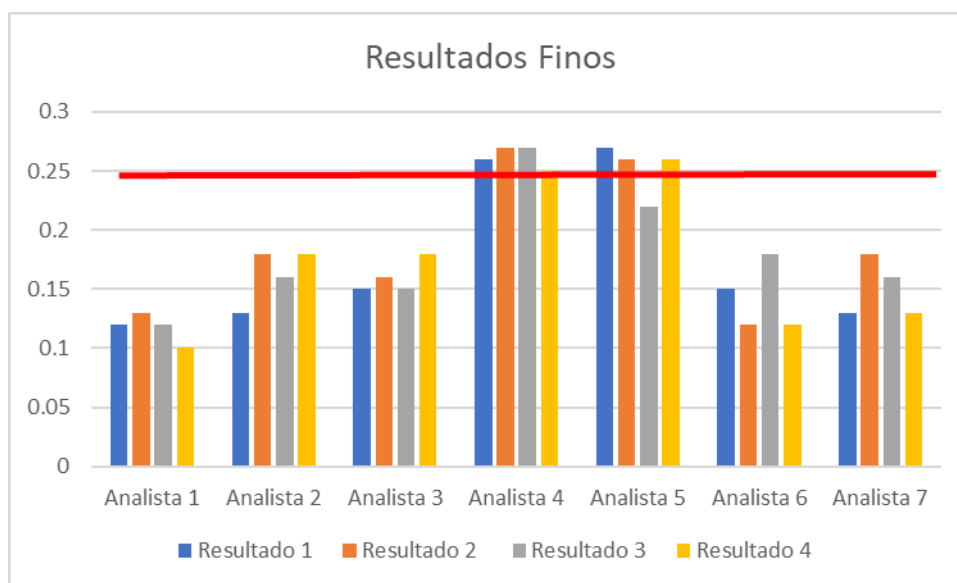


Figura 3.21. Resultados % de finos

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del plan de control de procesos solo se contempla el control de Flotabilidad y tamaño de Pellet en la finalización del proceso, es decir en la etapa de envasado, a diferencia de los controles de proteína y finos.

1. Falta de Limpieza de Imanes en Silos de Abastecimiento

En la revisión diaria realizada por el equipo de Producción, se procedió a entrevistar y verificar el estado de los imanes en los silos de abastecimiento,

Dentro de la inspección visual se pudo evidenciar que los imanes se encuentran limpios, sin embargo, dentro de las entrevistas con el personal se pudo corroborar que no está correctamente documentado y socializado el método de limpieza adecuado,

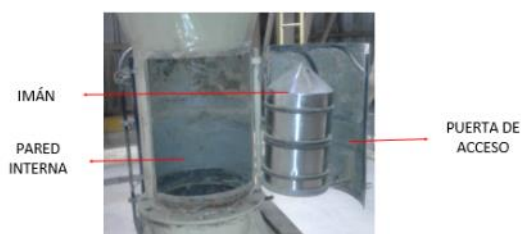


Figura 3.22 Estado de imanes en Silos de Abastecimiento

Fuente Elaboración Propia

2. Falta de control de Cambio de Cuchillas

Dentro de la revisión de turno 2 en conjunto con el operador de prensa se observa en la figura 3.20, que la cuchilla se encuentra desgastada, no se tiene establecido una frecuencia definida de revisión y cambio de las cuchillas y no se tiene levantado un método de revisión, limpieza y cambio de cuchillas o un control documentado que permita evidenciar y analizar la frecuencia de los cambios realizados.

El operador realiza el cambio de acuerdo con las paradas programadas de producción la cual varía entre 1 a 3 meses.



Figura 3.23 Desgaste de las cuchillas de la Línea de Producción

Fuente: elaboración Propia

3. Controles de Presión de vapor en el proceso

De acuerdo con la operatividad del equipo, en el pre acondicionador el rango óptimo de funcionamiento del equipo es de 1.5 a 2 BAR, dentro del proceso no se considera el control de presión como parámetro de control, el manómetro es revisado como medida correctiva en caso de que en el panel de control se eleve la alarma de novedad en la etapa de producción.

En conjunto con el auxiliar de prensa se recopiló veces al día la siguiente data en el transcurso de 5 días como se observa en la figura 3.21:

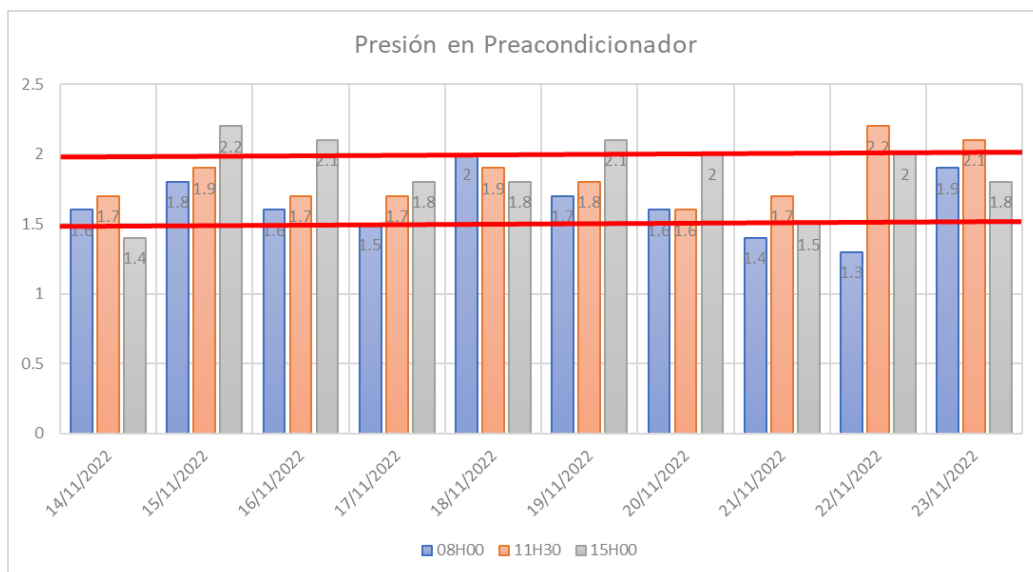


Figura 3.24 Resultado de recopilación de datos en pre acondicionador

Fuente: Elaboración Propia

4. Limpieza no efectiva en zarandas

Dentro de la inspección visual, se tiene levantado un instructivo de control de limpieza, así como una frecuencia diaria, la cual según lo revisado por el personal y la actividad vista en proceso es correcta, el estado de las mallas y zaranda no interfieren en los resultados del proceso, por ende no ingresaría dentro de las causas probables.

3.4. Mejorar

Una vez detectados la causa raíz se procede a establecer el plan de acción con el objetivo

- **Etapas de proceso no controladas:**

Durante la revisión en sitio se evidenció falta de controles entre los que se pudo detectar el control de imanes, cuchillas y presión de vapor, por ello dentro del plan de acción se propone:

- Revisión del plan de Control de Procesos peletizado levantado y establecer los límites permisibles, revisión de novedades y evaluación de los controles que agregan valor al proceso y mitigar aquellos que no agregan valor.
- Socialización del plan de procesos al personal involucrado.
- **Personal Nuevo No Capacitado.**

Causa Raíz: Falta de estructura en el proceso de inducción al personal operativo

Plan de Acción:

- Establecer un programa de entrenamiento al personal, alinear el contenido y tiempo.
- Ejecutar el programa para todo el personal de calidad.
- Establecer el programa de formación como parte de proceso de entrenamiento para todo personal operativo de nuevo ingreso.
- **Falta de control y Limpieza de Cuchillas**

Causa Raíz: Falta de Protocolos documentados y socializados al personal operativo.

- Levantar protocolo de inspección y frecuencia cambio de cuchillas cada 24 horas
- Establecer acciones en caso de detectar cuchillas en mal estado
- Socialización al personal
- Agregar actividad al plan de control de procesos
- **Falta de Control de Presión de vapor en el proceso.**

Causa Raíz: Falta de protocolos documentados y socializados al personal operativo.

Establecer frecuencia de inspección

- Implementar acciones a ejecutar en caso de resultados fuera de los límites permisibles
- Agregarlo al Plan de Control de Procesos
- Seguimiento del resultado.

Tabla 12. Plan de Acción

Causa Potencial	Qué	Por qué	Cómo	Dónde	Quién	Cuándo	Estado
Etapas de proceso no controladas	Revisión y mejora del plan de control de procesos	Mejorar el control y evitar no conformes	Revisión de equipo multidisciplinario	Proceso	Coordinador de Calidad	nov-22	Ejecutado
	Sociabilización del Plan de Control de Procesos	Dar a conocer para ejecución del proceso	Reunión de Equipo	Sala de Formación	Jefe de Producción	dic-22	Ejecutado
Personal Nuevo No Capacitado.	Establecer un programa de entrenamiento al personal, alinear el contenido y tiempo.	Establecer la formación adecuada y necesaria para el personal operativo	Formación por Coordinador y Jefe	Planta de Proceso Laboratorio	Jefe de Calidad	nov-22	Ejecutado
	Ejecutar el programa para todo el personal de calidad	Estandarizar el método de trabajo con todo el personal operativo relevante al control del proceso	Formación por Coordinador y Jefe	Planta de Proceso Laboratorio	Jefe de Calidad	nov-22	Ejecutado
Falta de control y Limpieza de Cuchillas	Levantar protocolo de inspección y frecuencia cambio de cuchillas cada 24 horas	Estandarizar el método de trabajo con todo el personal operativo relevante al control del proceso	Revisión de equipo y documentarlo en instructivo	Oficina	Coordinador de Producción	nov-22	Ejecutado
	Establecer acciones en caso de detectar cuchillas en mal estado	Estandarizar el método de trabajo con todo el personal operativo relevante al control del proceso	Toma de decisiones en conjunto con equipo de Mantenimiento	Oficina	Coordinador de Producción	nov-22	Ejecutado
Falta de Control de Presión de vapor en el proceso.	Establecer frecuencia de inspección	Estandarizar el método de trabajo con todo el personal operativo relevante al control del proceso	Revisión de equipo y determinación de frecuencia en base a las revisiones en conjunto con el equipo técnico	Planta de Proceso	Coordinador de Producción	nov-22	Ejecutado
	Implementar acciones a ejecutar en caso de resultados fuera de los límites permisibles	Estandarizar el método de trabajo con todo el personal operativo relevante al control del proceso	Toma de decisiones en conjunto con equipo de Mantenimiento	Oficina	Coordinador de Producción	nov-22	Ejecutado

- **Implementación del Plan de Acción**
- 1. Personal Nuevo No Capacitado.**

Programa de Entrenamiento de Personal

Por medio de Herramientas digitales dadas por la empresa, y en conjunto con los proveedores se estableció un programa de entrenamiento íntegro tanto en alinear habilidades operativas como el desarrollo de habilidades blandas, a continuación, se detalla el plan de Formación y la duración de cada una:

Tabla 13. Contenido de Formación a Personal Técnico Operativo

Actividad/Tema	Horas
Recorrido de Planta	3
Análisis fisicoquímicos	8
Análisis Microbiológicos	8
Interpretación de resultados	1
Técnicas de Muestreo	2
Manejo de Plagas	2
Buenas Prácticas de Manufactura	2
Informe y reporte de trabajo efectivo	1
Inteligencia Emocional	4
Trabajo en Equipo	4
Horas/Colaborador	35

Fuente: Elaboración Propia

- Ejecutar el programa para todo el personal de calidad.

En el transcurso del mes de noviembre se ejecutó el programa de formación entre entrenamiento virtual y presencial, organizando las actividades de tal manera que no afecte las actividades de producción como se observa en la figura 3.22.



Figura 3.25. Formación Personal Técnico Operativo

Fuente: Elaboración Propia

Establecer el programa de formación como parte de proceso de entrenamiento para todo personal operativo de nuevo ingreso.

El programa de entrenamiento ya forma parte del proceso de inducción a personal nuevo, el último ingreso reportado en el área de Calidad fue en el mes de noviembre, para el mes de febrero se tiene planificado el ingreso de dos Técnicos para completar el equipo.

2. Falta de control y Limpieza de Cuchillas

Levantar protocolo de inspección y frecuencia cambio de cuchillas cada 24 horas

Se realizó el levantamiento con un instructivo paso a paso sobre la inspección y cambio, la frecuencia de cambio de acuerdo con el estado de revisión diaria de cuchillas se estableció por el momento en 24 horas.

EJECUCIÓN INSPECCIÓN CAMBIO DE CUCHILLA Y MOLDE		
GRÁFICO PASO A PASO	¿CÓMO REALIZAR LA ACTIVIDAD ?	RESPONSABLE
<p>REFERENCIA PASO 3.13</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.14</p> 	<p>Tiempo estimado: 90 minutos /Frecuencia min 24 horas</p> <p>3.13 Con el sistema del carro porta-molde y la adaptación para montaje de rodillos se procede a sujetar uno de los rodillos ajustando perno con llave numero 30mm, colocar en posición que quede rodillo flojo respecto al molde, se procede a transportar rodillo hasta el bocín donde encaja este en el modulo y graduando con el carro y centrando eje del rodillo con el bocín hasta que ingrese completamente. Se repite el proceso para ambos rodillo. (antes de montar revisar condiciones de rodillos " revisión de puntos de graseros, asegurar que los rodillos no estén tomados")</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.15</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.16</p> 	<p>3.14 De la estantería de moldes se transporta el molde que se va a montar el cual se coloca en el carro usando un teclé con preuso de teclés</p> <p>3.15 Con la ayuda del carro porta molde acercar el molde, colocar pernos guías uno en cada extremo, girar el modulo manualmente usando una barra de acero acercar y centrar el molde en conjunto con los pernos guías para colocarlo en su posición de trabajo para luego asegurar este con la graduación del carro que lo sujeta.</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.17</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.18</p> 	<p>3.16 Proceder a colocar los 12 pernos M20X110 mm que sujetan el molde(entre la actividad retirar los pernos guías) con el dado 30 mm para agilidad del proceso se puede hacer uso de la pistola neumática. Colocar en cruz y ajustar, se debe colocar separadores sin arandelas.</p> <p>3.17 Se retira carro porta molde y se procede a realizar ajuste con torquimetro de los 12 pernos M20 X110 mm que sujetan al molde con el reloj comprador para asegurar el centrado de este, la fuerza aplicar con el torquimetro debe ser 400 Nm.</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.19</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.20</p> 	<p>3.18 Una vez que se centre el molde con el ajuste de los pernos a 400 Nm, se debe hacer girar este en vacío para comprobar que la alineación este por debajo de 0.30 centésimas de milímetro.</p> <p>3.19 Se coloca distribuidor de producto y con la pistola neumática mas el dado 32 mm se realiza ajuste de los dos pernos, para el ajuste final se hace uso de un torquimetro a 280 Nm. Se realiza ajuste de rodillos con el molde empleando el dado estriado y haciendo palanca para generar fricción entre si, el ajuste inicial se realiza con un torquimetro a 20FT/LB. Validar ajuste colocando una hoja de papel para su asentamiento.</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.21</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.22</p> 	<p>3.20 Limpiar, engrasar el borde del molde y colocar pernos guía para facilitar el montaje del anillo porta molde (esta actividad de montaje del anillo porta molde se debe de realizar entre dos personas, revisando que no exista desgaste en el alojamiento del anillo).</p> <p>3.21 Colocar los 12 pernos de fijación con ayuda de pistola neumática y dado allen 17mm con encastre a 1/2".</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.23</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.24</p> 	<p>3.22 El ajuste final de los pernos del anillo porta molde se lo realiza con un torquimetro y de forma en cruz a 450 Nm, trabajando en conjunto dado allen de 17 mm con encastre de 1/2" y acople de 3/4" a 1/2".</p> <p>3.23 Colocar placa de ajuste en ambos rodillos y con la pistola neumática mas el dado 30 mm se ajusta pernos con placa de rodillos. El ajuste final de los pernos se lo realiza con un torquimetro a 40 Nm o 30 Lbf/ft.</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.25</p>  <p>REFERENCIA PASO 3.26</p> 	<p>3.24 Montar cubierta de molde ajustando los tres pernos de fijación usando una pistola neumática con dado allen 17 mm y encastre 1/2".</p> <p>3.25 El ajuste final de los pernos de la cubierta se lo realiza con el torquimetro a 400 Nm de fuerza, trabajando en conjunto dado allen de 17 mm con encastre de 1/2" y acople de 3/4" a 1/2".</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa
<p>REFERENCIA PASO 3.28</p> 	<p>3.26 Desajustar pernos de fijación de porta cuchilla y realizar cambio de estas, luego regular empujando hacia abajo para acercarlo del filo del molde, la calibración de la distancia se realizará de acuerdo con el tipo de formato del producto.</p>	Operador de Prensa/Auxiliar de prensa

Figura 3.26 Instructivo de Cambio de Cuchillas y Moldes

Fuente: Elaboración Propia

- Establecer acciones en caso de detectar cuchillas en mal estado

Según el protocolo levantado las acciones y responsabilidad a tomar sería:

Responsable: Operador de Prensa

a. Parada de equipo

b. Cambio de cuchillas

- Establecer frecuencia de inspección e Implementar acciones a ejecutar en caso de resultados fuera de los límites permisibles

Según lo establecido por el fabricante. Límite Permisible Presión de Vapor: 1.5-2 BAR.

Acciones por tomar:

Responsable: Operador de Prensa:

a. Revisar el funcionamiento de las válvulas reguladoras y moduladoras

b. Detener la línea de ser necesario

3. Etapas de proceso no controladas:

Revisión del plan de Control de Procesos peletizado levantado y establecer los límites permisibles, revisión de novedades y evaluación de los controles que agregan valor al proceso y mitigar aquellos que no agregan valor.

En la revisión realizada se realizó controles de parámetros de límites permisibles alineado a la especificación técnica del producto.

Dentro de los controles aumentados se incluyó:

- Control de Limpieza de imanes
- Presión de vapor
- Control de granulometría en molienda
- Frecuencia de revisión de tiempo de retención de control mensual a trimestral.
- Control de Inventarios

En anexo 2 se puede revisar el plan levantado.

4. Socialización del plan de procesos al personal involucrado.

Se realizó una socialización incluyendo las acciones ejecutadas como parte del plan de acción. Se convocó la presencia de todo el personal operativo involucrado con el control



Figura 3.27 Socialización del plan de control de procesos para producto peletizado

3.5. Resultados del Proyecto

- Comparación de la mejora antes y después

Una vez implementadas las acciones se revisó el resultado de Producto No Conforme en el mes de diciembre, dentro del cual se obtuvo el siguiente resultado:

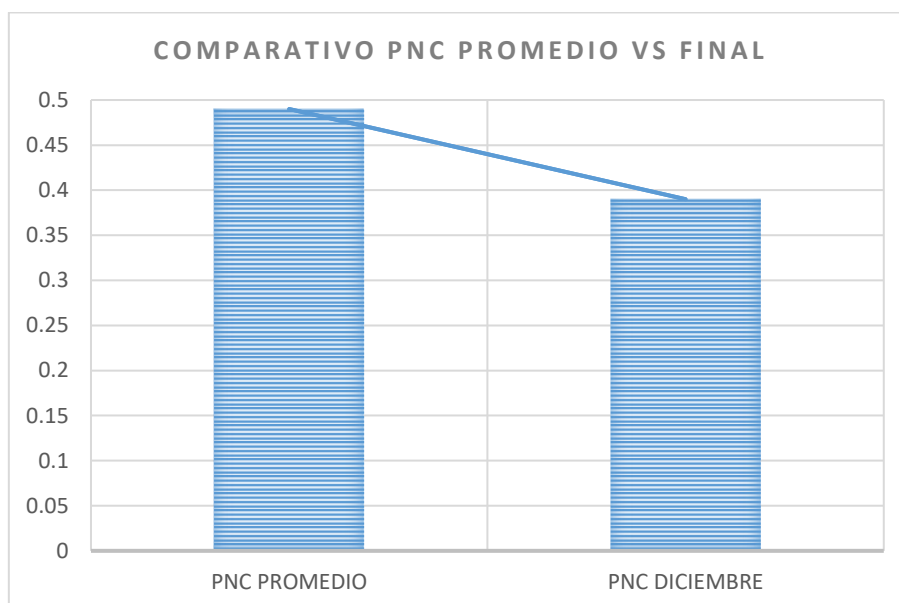


Figura 3.28 Comparativo Antes y Después de la mejora

Fuente Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 4.1. hemos superado el indicado a 0.39% a pesar de que el objetivo era 0.40%.

A continuación, se detalla los resultados comparativos de:

- Proteína

En la gráfica 4.2 el Cp es 1.37, es decir que pasamos de un proceso no adecuado a un proceso adecuado con mayor tendencia al Límite de especificación inferior y sin datos fuera de especificación.

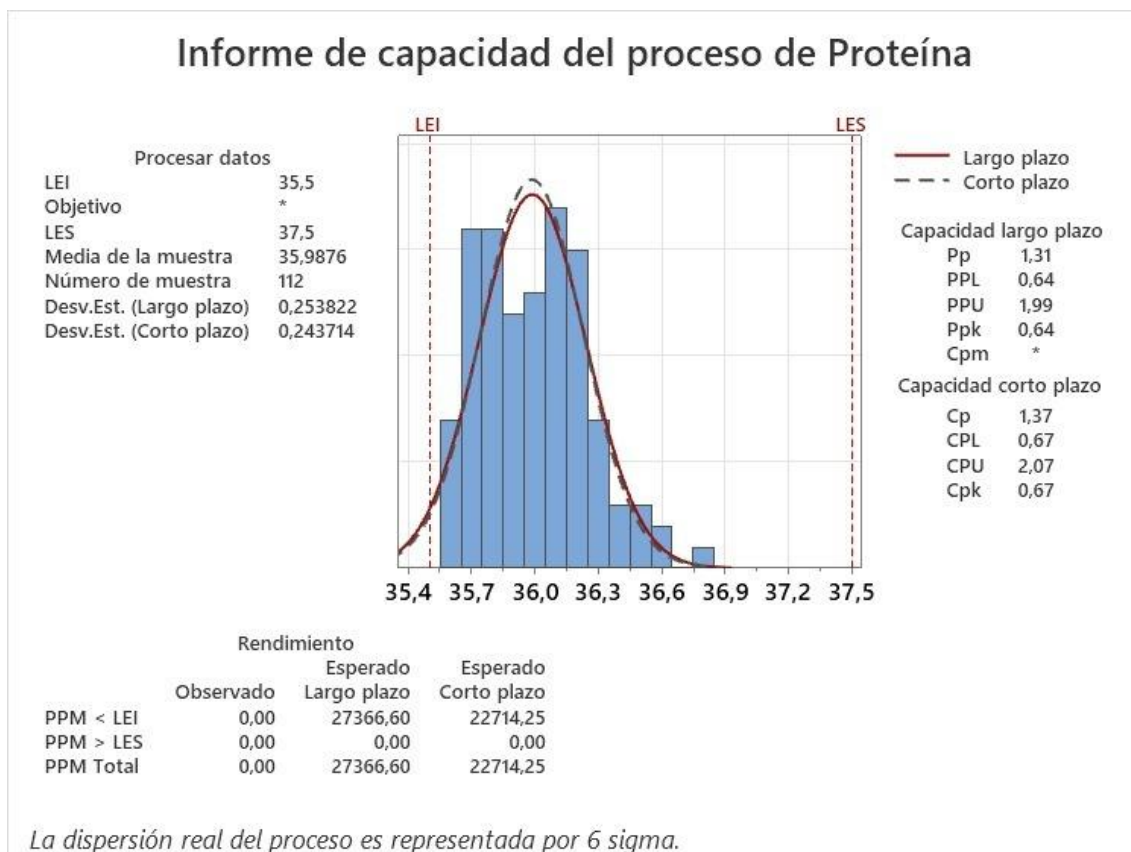


Figura 3.29 Análisis de Capacidad Proteína Mes de Diciembre

Fuente: Elaboración propia

- % de Finos

Se mantiene la distribución no normal con una media de 0.15 sin embargo la curva se encuentra centrada, el proceso con un ppk de 1.57 es capaz.

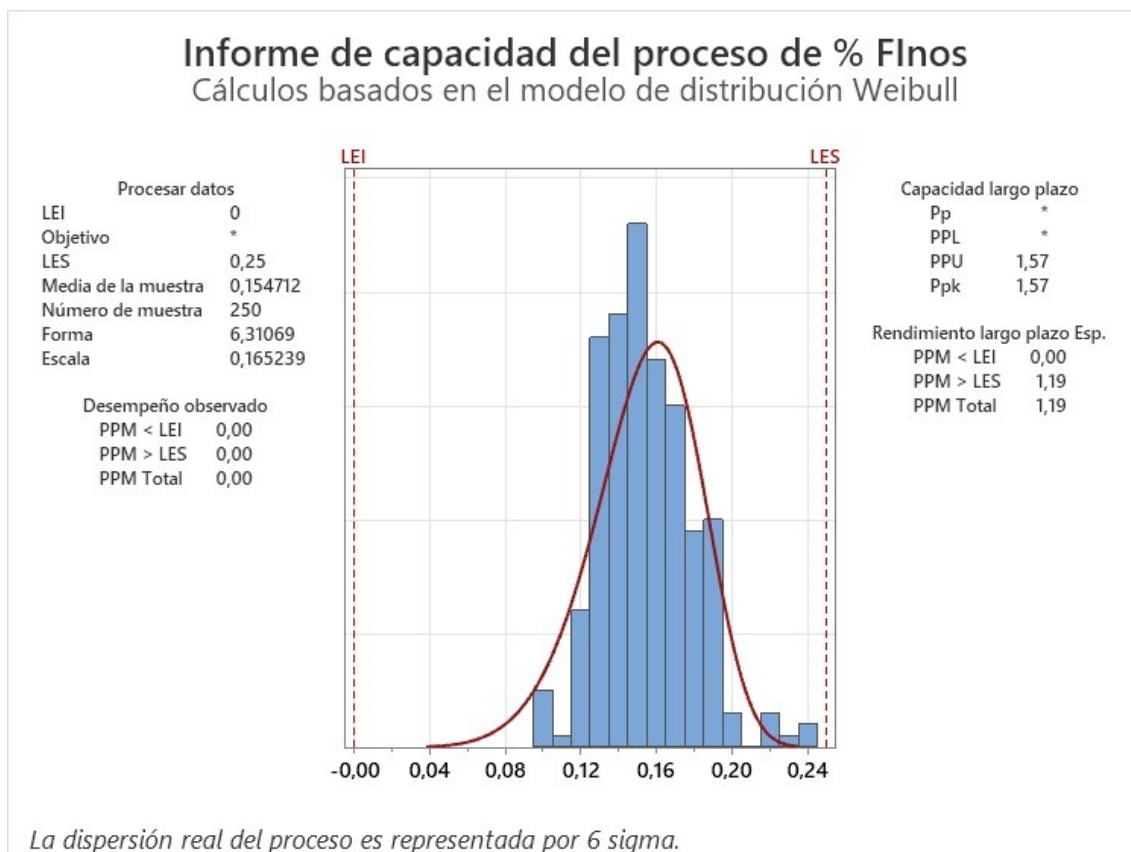


Figura 3.30 Análisis de Capacidad del proceso % de finos

- Longitud de Pellet fuera de especificación.

Se mantiene una distribución no normal con una media de 38.18, el Ppk es 1.77 por lo que es un proceso capaz según la figura 4.3, los datos se encuentran dentro de la especificación del producto.

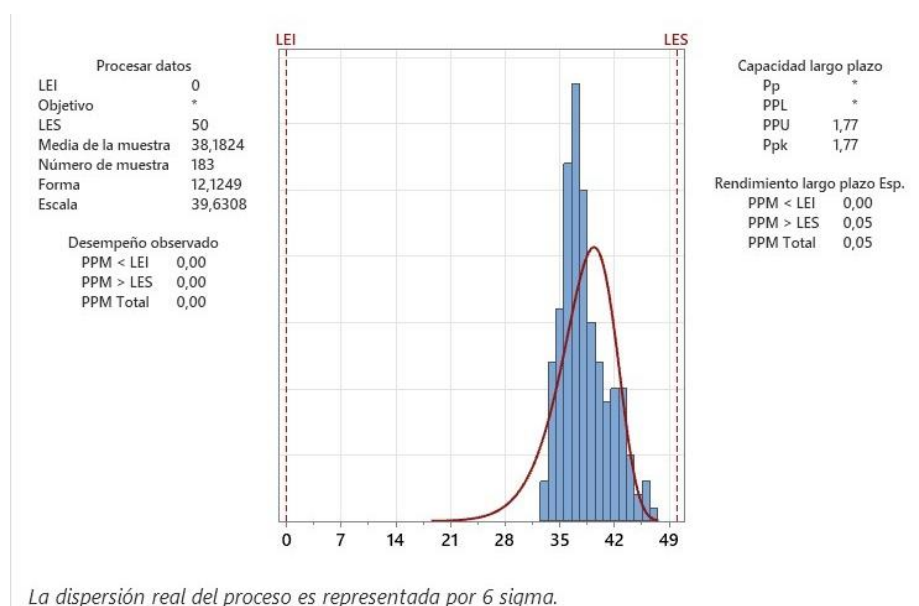


Figura 3.31 Análisis de capacidad % de Longitud Fuera de Pellet

Fuente: Elaboración Propia

- Flotabilidad

Según los resultados se mantiene una distribución no normal la media es 99.46 y los valores tienen una tendencia más centrada hacia los límites de especificación, a diferencia de los valores obtenidos en la etapa de medición.

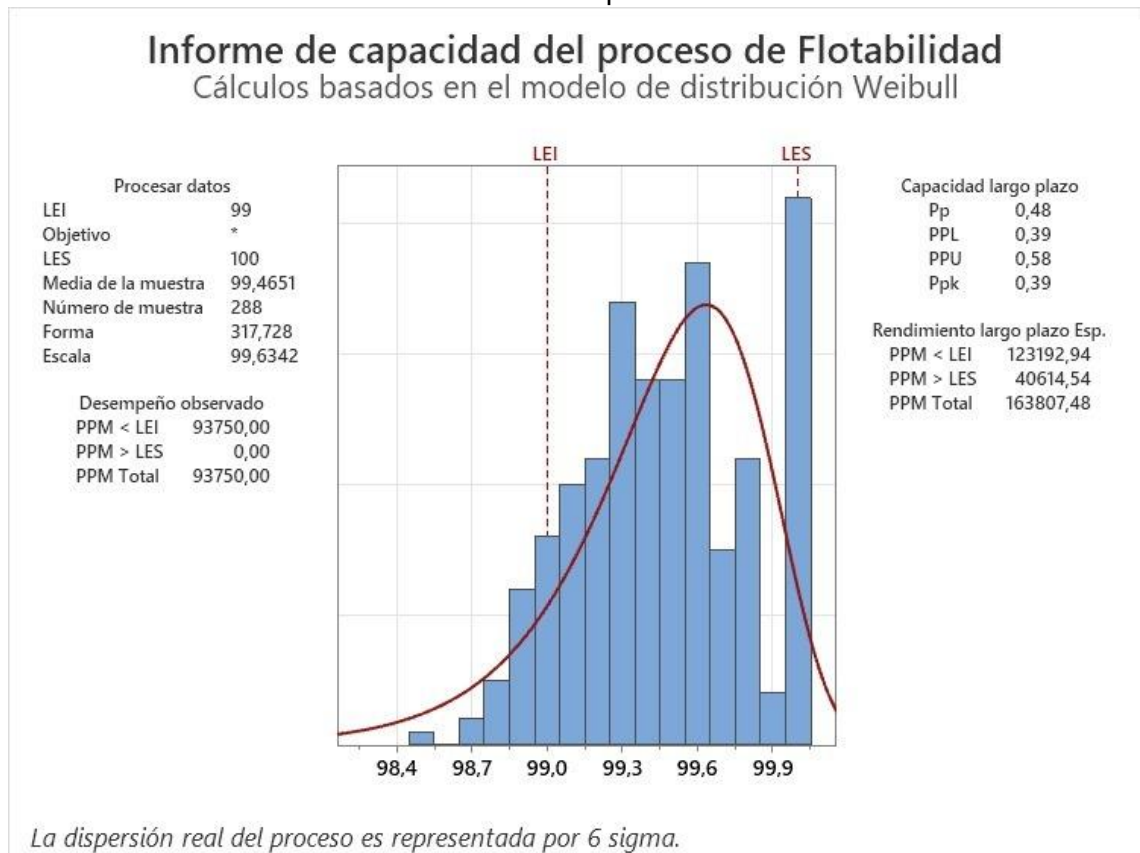


Figura 3.32 Análisis de Capacidad Flotabilidad

Fuente Elaboración Propia

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Se cumplió con el objetivo del proyecto de reducción el % de No Conformes hasta el 0.4% que es el indicador estratégico de la empresa.
2. Dentro de las etapas de Definir, Medir y Analizar se detectó que la mayor cantidad de producto no conforme provenía de 3 de 11 productos de peletizado que son comercializados en Ecuador, se trabajó con los tipos de no conformes que tenían el 80% de toneladas según el diagrama de Pareto.
3. Dentro de las principales causales se encontró la falta de controles dentro del proceso de producción, inicialmente el plan de control de procesos estaba enfocado netamente en la dosificación de producto y el análisis por parte de calidad en el producto terminado en cumplimiento con la especificación del producto, ahora se contemplan controles en el proceso aterrizado a la producción y alineado para cumplimiento de la especificación de producto terminado. En el mes de diciembre se redujeron 112.6TM como producto no conforme lo cual corresponde a un ahorro de \$6080.4.
4. Con las medidas levantadas se pudo alcanzar los resultados de Proteína, Flotabilidad, % finos y Longitud de Pellet dentro de especificación con lo que se ve un cambio con respecto a las condiciones iniciales del proceso.
5. El plan de capacitaciones al personal responsable del análisis permitió nivelar el conocimiento no sólo en lo que respecta a análisis sino en las demás políticas alineadas con la compañía.
6. El levantamiento de registros que permitan claridad en los procesos operativos es indispensable para asegurar la practica correcta de la actividad asignada, en este caso en la etapa de Moliendo con respecto al cambio de cuchillas.

4.2. Recomendaciones

1. Se recomienda seguir revisando el sistema para verificar si los análisis siguen siendo efectivos para el proceso,
2. Dentro de lo que corresponde a control de cuchillas se recomienda invertir en materiales más resistentes para evitar cambios constantes que provocan paradas de equipos y afecten el indicador OEE.
3. Se debe continuar revisando si es necesario implementar instructivos o formación adicional al personal para evitar falsos positivos en los demás procesos de la empresa o minimizar errores en procesos críticos que originarían futuros PNC, demoras o paradas de equipo por daño, se debe mantener y revisar constantemente la matriz de habilidades del personal para tener visibilidad en la necesidad de levantamiento de instructivos de trabajo.
4. Continuar con la herramienta DMAIC para reducir los demás tipos de no conformes y mejorar el indicador.

BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. & Noriega, M. T. (2010). Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas. Universidad de Lima, Fondo Editorial.
- Arias Montoya, L., Portilla, L. M., & Castaño Benjumea, J. C. (2008). Aplicación de six sigma en las organizaciones. *Scientia Et Technica*, 1(38). <https://doi.org/10.22517/23447214.3759>
- Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., & Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio // Application of Six Sigma DMAIC with Discrete Simulation and Multicriterial Techniques. *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía Y La Empresa*, 22, Páginas 19 a 35. Recuperado a partir de <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2337>
- Antony, J., Singh Bhuller, A., Kumar, M., Mendibil, K., & Montgomery, D. C. (2012). Application of Six Sigma DMAIC methodology in a transactional environment. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(1), 31-53.
- Heizer, J., Render, B., & Parra, J. L. M. (2015). Dirección de la producción y de operaciones (P. Educación. (ed.)).
- Saeger, A. d. (2015). Ishikawa Diagram. Namur: Lemaitre Publishing.
- Liker, J., & Franz, J. (2020). El modelo Toyota para la mejora continua: Conectando la estrategia y la excelencia operacional para conseguir un rendimiento superior. Barcelona: Profit.
- Shankar, R. (2009). Process Improvement Using Six Sigma: A DMAIC guide. Milwaukee: Quality Press
- Coronel Egas, F. (2012). Mejoramiento del proceso de producción de caramelo duro, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma en la empresa Ecuagolosinas Cia Ltda. (Tesis de grado en Ingeniería de Producción Industrial, Univ. de las Américas, Fac. de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Ecuador, Quito). Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2472/1/UDLA-EC-TIPI2012-07%28S%29.pdf>
- Taborski, D. (2010). ¿Es la implementación de iniciativa Six Sigma la manera perfecta de mejorar la eficiencia en la organización? En M. S. Kochana, Aspectos seleccionados de la gestión de la calidad II (págs. 30 - 48). Cracovia: Wydawnictwo AG.
- Yilmaz, M., & Chatterjee, S. (2000). Six Sigma Beyond Manufacturing - a concept for robust management. *IEEE Engineering Management Review*, 28(4), 73-80.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ AMEF

Paso del Proceso	Objetivo	Modo Potencial del Fallo	Efectos Potenciales	Severidad	Causas Potenciales del Fallo	Ocurrencia	Controles Actuales de Prevención	Controles Actuales de Detección	Detección	NPR	Nivel	Plan de Acción
Recepción de Materia Prima	Recibir los insumos que forman parte de la materia prima y analizarla de acuerdo con los parámetros establecidos	Producto Fuera de Especificación (Materia Prima No Conforme)	Imposibilidad de continuar con el proceso	6	Falta de control previo del producto	3	Auditoría a Proveedores críticos	Análisis de Pre compra de Materia Prima	1	18	Bajo	
Abastecimiento de Materia Prima	Garantizar los productos en silos de micro ingredientes	Contaminación cruzada de materias primas	Producto No Conforme: Materia Prima en PT	7	Falta de limpieza de imanes en silos de almacenamiento	5	Comunicación de Plan de Recepción de Materias Primas		5	175	Alto	Control de Inventario Control de Limpieza de Imanes
Dosificación	Asegurar una correcta dosificación de materia prima	Productos fuera de especificación en mezcla	Producto No Conforme: Grasa fuera de especificación	5	Falta de control de temperatura de productos líquidos (Lecitina)	6			3	90	Medio	Control de Consumos Control de temperatura de materia prima líquida
					Fórmula no adecuada a las necesidades de la operación	5			9	225	Alto	Revisión de formulación
Molienda	Reducir la granulometría de materia prima macro	Cuchillas sucias y desgastadas	Producto No Conforme, afecta granulometría y la homogenización de la materia prima	6	Falta de Limpieza y control de cambio de cuchillas	7			8	336	Alto	Implementar control de limpieza y estado de cuchillas
Pre-acondicionador	Prepara el producto para el secado, elimina material fuera de especificación	Falta de presión de vapor	Falta de gelatinización Falta de Humedad en el pellet	6	Falta de control de la presión de vapor	6			6	216	Alto	Implementar revisión de presión de vapor

Secado y enfriado	Elimina la humedad del producto y acondiciona el producto a temperatura ambiente para posterior envasado	Secado insuficiente	Perdida de Humedad o Exceso de Humedad	5	Falta de control de tiempo de retención de producto	4			2	40	Bajo	
Tamizado	Eliminar material fuera de granulometría	Zarandas con obstrucción	Presencia de finos Pellet fuera de tamaño	5	Limpieza no efectiva de zarandas	6	Preinspección Operativa		7	210	Alto	Levantamiento de instructivo y socialización
Envasado	Colocar el pellet en envase para transporte	Sacos mal envasados (apertura de saco, error de cocido)	Exposición de producto a condiciones externas (Humedad, Temperatura)	6	Densidad de sacos no adecuada	5	Inspección de material de empaque	Inspección previo ingreso a envasado	2	60	Medio	
		Análisis de Producto Terminado fuera de especificación	Falsos positivos en análisis de producto	7	Personal Nuevo No capacitado de forma eficiente	7	Análisis de control de Producto Terminado		7	343	Alto	Plan de Capacitación de Técnico de Calidad

ANEXO 2

PLAN DE CONTROL DE PROCESOS

Equipo / Área	Parámetro (Cuarto?)	Punto (Dónde?)	Frecuencia (Cuándo?)	Límite Permisible	Responsable (Quién?)	Registro	Acción correctiva
Tolvas de Abastecimiento Recepción 1, 2 y 3	Operación Saneamiento	Región Ingreso de Abastecimiento Recepción 1 y 2	Cada Dedicación	- Ausencia de cuerpos extraños - Limpieza de cámaras - Pallets en buen estado	Operador de Abastecimiento	Control de Ingreso de Ingredientes de Abastecimiento	Operador de Abastecimiento: a. Control de abastecimiento. b. Dar aviso al jefe inmediato. c. Dar aviso al área de calidad
Silos	Control de lmanas	Áreas de Silos	Cada Turno	0 Presencia de Material Extraño	Operador de Abastecimiento	Control de lmanas	Operador de Abastecimiento: a. Pallets de línea b. Evacuación de material extraño c. Limpieza del área
Abastecimiento Manual Microingredientes	Control de Falso de Material de Microingredientes	Panel de Control (Nivel 3)	Cada Hora	100% Dedicación de Microingredientes	Operador de Abastecimiento	Control de Tolvas de Microingredientes	Operador de Abastecimiento: a. Producto queda en "Observación" para análisis y decisión de empleo
Inventario de Productos (Nivel 3)	Inventario Físico de productos		Cada turno		Auxiliar de Microingredientes Operador de Abastecimiento	Control de Inventario de Microingredientes VEC-R-PR-00-007 (Fecha de Última rev 2014)	
Filtros de Recepción de Maiz y Mielero	Control de lmanas	Descarga de filtros de Recepción de Maiz (Nivel 3)	Cada turno	0 Presencia de Material Extraño	Operador de Molenda	Librería de Limpieza de Equipos	Operador de Molenda a. Pallets de línea b. Evacuación de material extraño c. Limpieza del área
Líneas de Molenda	Granometría	Ingreso a Silo Balanza de Molenda	Cada 2 horas	Max 2% sobre malla de 250 micras Max 1% sobre malla de 500 micras	Operador de Molenda	Control de Proceso Molenda	Operador de Molenda a. Pallets de línea b. Evacuación de material extraño c. Limpieza del área Operador de Molenda a. Pallets de línea b. Evacuación de material extraño c. Limpieza del área d. En caso de observación cambio de cribas e. Verificar estado de giras y estado de los martillos. f. Verificar estado de empaques y porte cribas g. Verificar el estado de ribera y la dirección correcta al sentido de giro del molino h. Limpieza de tangidos en caso de cambio de cribas
Molero Mayang Molero Zurichang	Control de lmanas	Éstira alimentador de molero y molero	Cada cambio de criba	0 Presencia de Material Extraño	Operador de Molenda	Librería de Limpieza de Equipos	Operador de Molenda a. Pallets de línea
Mixer	% Humedad Proteína Grasa	Balanza de Mezcladora	Cada hora	Humedad Min. 11 % Max. 12% Grasa y Proteína: Especificación Paleteado	Técnico de Control de Proceso	Control de Proceso Molenda	Operador de Molenda a. Realizar la dosificación de agua (dejar de producción) b. Para BICO verificar estado de los boquillas en el mezclador c. Limpieza del área
	Temperatura de Agua	Tanque de dosificación de agua	Scada-Sensor Permanente	Min 70°C Max 80 °C	Lider de Producción	SISTEMA DIGITAL	Lider de Producción a. Si no descarga a los 3 minutos, se revisa la secuencia de dosificación de tubos y micos para garantizar la correcta dosificación.
	Tempo de Mezclado	Representación de Mezcladora	Cada Batch	2.5 minutos			
Pre-Acondicionador	Tempo de Retención de Producto	Pre-Acondicionadora de Prensa	En cada mantenimiento de acondicionadora de prensa aplica en modificación de agua y pallets	=> 2 minutos	Operador de Pallets		Operador de Prensa: a. Comunicar al Líder de Producción/Coordinador de Producción. b. Revisión de velocidades de Pre-Acondicionadores RPM. c. Modificación del ángulo de los pallets del eje del acondicionador
	% Humedad	Salida de Preacondicionador	Cada 2 horas	Min 13% Max 16%	Auxiliar de Prensa		Auxiliar/Operador de Prensa a. Reanudo b. Ajustar o disminuir vapor de acuerdo a las condiciones presentadas
Prensa	Presión de Vapor	Ingreso Pre Acondicionador	Doa veces por turno	1.5-2 BAR	Auxiliar de Prensa		Operador de Prensa: a. Revisar el funcionamiento de las válvulas reguladoras y moduladoras b. Desairar la línea de ser necesario
	Control de Cuchillas	Comparta de la prensa	Cada 24 horas	Cuchilla sin autos			Operador de Prensa: a. Pallets de línea b. Cambio de cuchillas
Post-Acondicionador	Temperatura Interna	Panel control de línea palletizado	Cada 2 horas	T°: Min 96°C - Max 100°C	Técnico de Control de Proceso	Control de Proceso Camarón Palletizado	Operador/Auxiliar de prensa: a. Revisar ingreso de vapor b. Verificar si están tapados los enfriados en el arillo de ingreso de vapor c. Verificar el ingreso de presión de vapor directo d. Aumentar la rotación en el post-acondicionador
	Tempo de Retención de Producto	Post Acondicionador	Timestral	a. Retención Máx 30 minutos al inicio de Proceso b. Retención + 15 en función de la carga	Auxiliar de Prensa		a. Comunicar a Ing. De Turno b. Revisión de velocidades de Post Acondicionadores RPM
	Presión de Vapor	Ingreso Post Acondicionador	Doa veces por turno	1.5-2 BAR	Auxiliar de Prensa		Operador de Prensa: a. Revisar el funcionamiento de las válvulas reguladoras y moduladoras b. Desairar la línea de ser necesario c. Cambio de filtro en el intercambiador de calor
Secador	Temperatura Aire Inyectado	Secador (Ingreso-Salida) Visualización de datos. Panel de Control	Cada 2 horas	T°: Min 45 °C Max 130°C	Técnico de Control de Proceso		Auxiliar de Prensa a. Verificación de ingreso de vapor al intercambiador de calor b. Verificación de funcionamiento de ventiladores de recirculación de aire caliente.
Zaranda	% de Fines	Transición entre zaranda y silo de Producto Terminado	Cada 2 horas	Max 16%	Auxiliar de Rolado	Control de Proceso de Palletizado	Auxiliar de Rolado: a. Se para línea y se asegura limpieza de zaranda
Tambor de Rolado	Organoléptico		Cada 2 horas	Uniformidad de Color de Pallet y Olor Característico	Auxiliar de Rolado	Control de Proceso de Palletizado	Operador de Prensa a. Desairar Línea b. Revisar Post-acondicionadores y salida de la prensa
	% Fines		Cada 1 hora	Max 0.25 % de fines			Operador de Prensa a. Desairar Línea b. Revisar Post-acondicionadores y salida de la prensa
	Índice de Durabilidad del Pallet PDI		1 análisis por turno	Min 90.50 %			Operador de Prensa a. Desairar Línea b. Revisar Post-acondicionadores y salida de la prensa
	Longitud de Pallet		3 veces por turno	Max. 50 % de pallet fuera de especificación			Operador de Prensa a. Desairar Línea b. Revisar Post-acondicionadores y salida de la prensa
	Actividad de Agua (Aw)		Cada 1 hora	Max 0.64			Operador/Auxiliar de prensa: a. Regulación de temperatura de secador b. Verificación de dosis de agua en Mixer.
	Permeabilidad (PM)	Después de tambor de rolado	Cada 1 hora	CALBRE 1.2: 75-110 CALBRE 2.0: 75-90 CALBRE 2.5: 75-90	Técnico de Control de Proceso	Control de Proceso de Palletizado	Lider de producción a. Ajustar Humedad para que el producto gire paso b. Regulación de parámetros de grasa
	Hidroestabilidad		Cada 1 hora	Hidroestabilidad buena			Operador de Prensa a. Desairar Línea b. Revisar Post-acondicionadores y salida de la prensa
	Densidad Aparente		1 vez al turno	Mayor 660 g/L			Operador de Prensa/Auxiliar de Rolado a. Regular % de Grasa b. Regular % Humedad
	Densidad Especifica		Cada 1 hora	1.28 - 1.40			Operador de Prensa/Auxiliar de Rolado a. Regular % de Grasa b. Regular % Humedad
	% Proteína		Cada 1 hora	Según especificación camarón palletizado			Operador de Prensa/Auxiliar de Rolado a. Regular % de Grasa b. Regular % Humedad
% Humedad		Cada 1 hora	Según especificación camarón palletizado			Operador de Prensa/Auxiliar de Rolado a. Regular % de Grasa b. Regular % Humedad	
% de Grasa		Cada 1 hora	Según especificación camarón palletizado			Lider de Producción/Operador de Prensa a. Se baja dosificación de aceite	
Tolva de Producto Terminado	Organoléptico		Cada 2 Horas				
	Densidad Especifica		Una vez al turno				
	Densidad Aparente		Una vez al turno				
	pH		Una vez al turno cada línea				
	% Proteína % Humedad % Grasas	Salida de Silo de PT		Especificaciones Camarón Inbator VEC-E-CN-AC-001	Técnico de Aseguramiento de Calidad	Control de Producto Terminado Palletizado	Técnico de Aseguramiento de Calidad a. Comunicar a Coordinador de Calidad / Líder de Área b. Identificar el lote que se encuentra fuera de especificación c. Realizar análisis de parámetro con desviación en lote identificado. d. Colocar producto en observación para asignar destino
	Actividad de Agua (Aw)						
	% Fines		Cada 2 horas				
	Permeabilidad PM Hidroestabilidad		Una vez al turno				
Zona de Envasado	1. Control de peso de saco 2. Verificación de Peso	Check Weight	1. Por cada saco 2. Cada 2 horas	25 kg en saco	Técnico de Envasado Técnico de Aseguramiento de Calidad	Control de Producto Terminado Palletizado	Lider de Área/Operador de Envasado a. Revisar el sistema de pesaje de la Balanza. b. Revisar la balanza. c. Dar aviso a mantenimiento. d. Monitorear el proceso.
	Temperatura de Producto	Saco de Producto Terminado	Cada 2 horas	Temperatura Ambiente (+ - 5)	Técnico de Aseguramiento de Calidad	Entrega- Recepción de Producto Terminado	Técnico de Aseguramiento de Calidad: a. Comunicar a Coordinador de Producción y Coordinador de Calidad de Producto Terminado b. Identificar la cantidad de producto que con desviación c. Colocar en zona de producto en observación d. No mostrar sacos para asignar destino
Fuente (Rolado) Número de Sacos Envasados Etiquetado	Banda transportadora de producto	Dós veces por turno por línea de prensa	Según especificación camarón palletizado				Técnico de Aseguramiento de Calidad a. Dar aviso a Coordinador de Producción y Coordinador de Calidad/Producto Terminado Técnico de Envasado b. Cambiar el rotulado y reemplazar en caso de ser necesario.