

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Reducción de tiempo de recepción de materia prima al granel en un  
almacén”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros Industriales**

Presentado por:

Fernando Ernesto Núñez Olvera

Arianna Mikaella Ontaneda Moya

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2022

## **DEDICATORIA**


El presente proyecto lo dedico a Dios y a mis padres los cuales fueron el principal cimiento para el desarrollo de mi vida profesional.


## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento en memoria de mi padre Fernando y a mi madre Isabel a quienes amo demasiado, por haber tenido la fortaleza y sabiduría al brindarme todo el apoyo ilimitado a lo largo de mi carrera como profesional. Todo el trabajo fue posible gracias al apoyo incondicional de mis hermanas, Christopher, tío Jorge, Wellington y Tomás que me dieron su contención, nada de esto hubiera sido posible sin ustedes. Adicional, mi más sincero agradecimiento a mis padres María Fernanda y Guillermo, mis hermanas Camila y Valeria que fueron mi pilar de apoyo durante este proceso. Fueron ustedes los que supieron guiarme, darme palabras de aliento y me demostraron que no es necesario ser un ser humano perfecto, lo importante es siempre dar lo mejor de sí mismo y seguir luchando.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Fernando Ernesto Núñez Olvera, Arianna Mikaella Ontaneda Moya* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

  
Fernando Ernesto  
Núñez Olvera

  
Arianna Mikaella  
Ontaneda Moya

## EVALUADORES

---

**María Laura Retamales G, M.Sc.**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**María Isabel Alcívar G., M.Sc.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En el proyecto se evidencia la aplicación de la metodología DMAIC, destinada al proceso de recepción de materia prima a granel en una empresa de alimentos de balanceados ubicada en Durán.

El objetivo general de la investigación se enfoca en la reducción de los tiempos de recepción del maíz nacional para lograr un tiempo promedio de 78.5 minutos; adicional, identificar actividades internas que puedan convertirse en externas con el fin de tener la mayor disponibilidad de la báscula de recepción en el menor tiempo posible.

Durante la etapa de medición y análisis se usaron herramientas visuales como diagrama de Pareto, diagrama de cajas en donde se observó en qué parte del proceso se tenían datos que impliquen la necesidad de realizar un estudio a profundidad, también se identificaron las posibles soluciones a nuestra causa raíz por medio del diagrama de Ishikawa, y en cuanto a la verificación de los datos se realizó un análisis estadístico para tomar el tamaño correcto de la muestra y así verificar si el proceso es capaz.

Se obtuvo la reducción a un tiempo promedio de 47.49 minutos, logrando recibir mayores toneladas de maíz a granel, se establecieron instructivos para evitar el retrabajo por doble verificación.

En conclusión, se genera una cultura Lean en el área para evitar el deterioro de los equipos a corto plazo, existe estandarización de formatos de limpieza e inspección, se logra la reducción de los tiempos de recepción.

**Palabras Clave:** Tiempos de recepción, Metodología DMAIC, reducción de tiempos, análisis estadístico.

## **ABSTRACT**

*The project shows the application of the DMAIC methodology, intended for the process of receiving raw bulk material in a balanced food company located at Duran.*

*The general objective of the research focuses on reducing the reception times of national corn to achieve an average time of 78.5 minutes; additionally, identify internal activities that can become external to have the greatest availability of the scale of reception in the shortest possible time.*

*During the measurement and analysis stage, visual tools were used such as a Pareto diagram, a box diagram where it was observed in which part of the process there was data that implies the need to carry out an in-depth study, possible solutions to our problem were also identified. root cause through the Ishikawa diagram and regarding the verification of the data, a statistical analysis was carried out to take the correct size of the sample and thus verify if the process is capable.*

*The reduction was obtained at an average time of 47.49 minutes, managing to receive greater tons of bulk corn; instructions were established to avoid rework by double verification.*

*In conclusion, a Lean culture is generated in the area to avoid the deterioration of the equipment in short term, there is a standardization of cleaning and inspection formats, the reduction of reception times is achieved.*

*Keywords: Reception time, DMAIC Methodology, Time reduction, Statistical analysis.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1.    Introducción .....	1
1.1.    Descripción del problema .....	1
1.2.    Justificación del problema .....	2
1.3.    Objetivos.....	2
1.4.    Marco teórico.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
2.    Metodología .....	5
2.1.    Definición.....	5
2.1.1.    Situación actual.....	5
2.1.2.    Equipo de trabajo.....	5
2.1.3.    Requerimiento del cliente .....	6
2.1.4.    Descripción del problema .....	7
2.1.5.    Definición de la variable .....	7
2.1.6.    Justificación del problema.....	8
2.2.    Medición .....	9
2.2.1.    Definición de variables.....	9
2.2.2.    Recolección de datos.....	9



2.2.3.	Diagrama del proceso.....	11
2.2.4.	Análisis estadístico .....	13
2.3.	Análisis.....	15
2.3.1.	Lluvia de ideas.....	15
2.3.2.	Diagrama de Ishikawa .....	15
2.3.3.	Matriz Causa-Efecto .....	16
2.3.4.	Matriz de Impacto-Esfuerzo ponderada.....	18
2.3.5.	Plan de verificación de causas .....	19
2.3.6.	Verificación de causa: Pérdida de tiempo por contaminación cruzada de productos.....	19
2.3.7.	Verificación de causa: Baja frecuencia de equipos de inspección para evitar daños y atoramientos .....	20
2.3.8.	Verificación de causa: Los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento .....	21
2.3.9.	Análisis de los cinco porqués.....	22
CAPÍTULO 3.....		24
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	24
3.1.	Posibles soluciones .....	24
3.2.	Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo .....	26
3.3.	Plan de implementación .....	27
3.4.	Explicación de las soluciones.....	28
3.4.1.	Realizar limpieza e inspección de todos los equipos .....	28
3.4.2.	Estandarizar procesos de inspección y limpieza .....	29
3.4.3.	Capacitar a operadores en mantenimiento autónomo y proceso de limpieza...30	
3.4.4.	Establecer un plan de inspección y limpieza .....	31
3.4.5.	Identificar equipos críticos con la ayuda de la matriz de criticidad.....	32
3.4.6.	Realizar un checklist de inspección de equipos.....	33

3.5.	Resultados generales.....	33
3.6.	Análisis estadístico.....	34
3.6.1.	Análisis de capacidad.....	34
3.7.	Cartas de control.....	34
3.8.	Plan control.....	36
3.9.	Plan de reacción.....	37
3.10.	Análisis A3.....	38
CAPÍTULO 4.....		39
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	39
4.1.	Conclusiones.....	39
4.2.	Recomendaciones.....	39
BIBLIOGRAFÍA		

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
VOC	Voz del cliente
DMAIC	Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control
CTQ	Crítico para la calidad
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
ISO	Organización internacional de normalización
CPK	Índice de capacidad
QFD	Despliegue de la función de calidad
MP	Materia Prima
Ho	Hipótesis nula
TPM	Mantenimiento productivo total

## SIMBOLOGÍA

min	Minutos
kg	Kilogramo
h	hora
tons	Toneladas

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Voz del Cliente [Elaboración propia].....	6
Figura 2.2 CTQ Tree [Elaboración propia].....	6
Figura 2.3 Línea base en el tiempo de proceso de recepción de materia prima desde abril 2022 hasta octubre 2022 [Elaboración propia] .....	7
Figura 2.4 Representación gráfica de la variable de respuesta [Elaboración propia] .....	8
Figura 2.5 Plan de recolección de datos [Elaboración propia].....	10
Figura 2.6 Línea de tiempo de la muestra [Elaboración propia] .....	11
Figura 2.7 Diagrama de flujo del proceso de recepción de materia prima [Elaboración propia] .....	12
Figura 2.8 Prueba de normalidad [Elaboración propia] .....	13
Figura 2.9 Cartas de control [Elaboración propia] .....	13
Figura 2.10 Análisis de capacidad [Elaboración propia] .....	14
Figura 2.11 Lluvia de ideas [Elaboración propia].....	15
Figura 2.12 Diagrama de espina de pescado [Elaboración propia] .....	16
Figura 2.13 Matriz Impacto-Esfuerzo ponderada [Elaboración propia].....	18
Figura 2.14 Verificación de pérdida de tiempos por contaminación cruzada [Elaboración propia] .....	19
Figura 2.15 Verificación de baja frecuencia de equipos de inspección para evitar daños y atoramientos [Elaboración propia] .....	20
Figura 2.16 Verificación de los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento [Elaboración propia] .....	21
Figura 3.12 A3 [Elaboración propia] .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz Causa-Efecto [Elaboración propia] .....	17
Tabla 2.2 Plan de verificación de causas [Elaboración propia].....	22
Tabla 2.3 Análisis de 5 por qué de causa: Baja frecuencia de inspección de equipos [Elaboración propia].....	22
Tabla 2.4 Análisis de 5 por qué de causa: Daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento [Elaboración propia] .....	23

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector agroindustrial a nivel global desempeña un papel importante en cuanto a la dieta del ser humano acompañado de una producción sustentable de alimentos y esto a su vez depende del abastecimiento del alimento balanceado, el cual crece con relación al aumento poblacional y dietas que se rigen en cada cultura, por lo que se necesita de un correcto almacenamiento debido a las diversas características o condiciones físicas que poseen ciertos cereales (Macías, 2022). Por lo que, innovar con los métodos para el manejo de materia prima a granel se ha convertido en uno de los retos principales de sectores como el de acuícola y mascotas, procesos que se requieren que sean eficientes, confiables y que aseguren la calidad de la materia prima almacenada para posteriormente seguir con su consumo, cumpliendo con todos los estándares que indican las organizaciones internacionales como la ISO 22000. El proyecto se realizó en una empresa encargada de la producción y comercialización de alimento balanceado para mascotas, localizada en la Vía Durán-Tambo, donde es necesario la reducción de los tiempos de recepción de materia prima a granel, con un enfoque al maíz nacional, de esta manera se reducirán las horas hombre que se requieren debido a los altos periodos de recepción en el área de Almacenera.

### 1.1. Descripción del problema

En la empresa de balanceado se han registrado quejas por parte de los molineros de producción en las órdenes de pedidos de alimento de balanceados para mascotas, por lo que es necesario asistir a estos requerimientos a tiempo. De acuerdo con los datos recolectados de los últimos seis meses del 2022 y analizando los sistemas de recepción (manual y automático) de materia prima a granel que se manejan en el área de Almacenera, se llega a la conclusión que el cuello de botella que se produce una vez que las materias primas pasan desde el sistema automático hasta el sistema manual de las líneas de procesos (elevadores y transportadores) para poder llegar al silo de destino les toma en promedio 111 minutos para completar su recepción. Actualmente, no se conocen las capacidades nominales que maneja cada transportador y elevador pertenecientes al sistema manual, por lo que es complicado

evitar atoramientos de productos en las líneas de recepción y abastecimiento, adicional en poder regular el flujo enviado desde el sistema automático hacia el antiguo.

El alcance del proyecto se centra en el proceso de recepción, el cual comprende desde que el primer grano de cereal cae en la báscula de recepción 1 ubicada en el interior de la Volteadora hasta que el último grano se almacene en el silo destino. Al implementar una metodología de reducción de tiempos, se logra de manera efectiva identificar aquellas actividades que no agregan valor al proceso, además de estandarizar las actividades aprovechando al máximo las horas hombre de la parte operativa del área.

## **1.2. Justificación del problema**

La empresa actualmente se encuentra en planes de expansión de líneas de producción lo cual requerirá que exista mayor tonelaje de materia prima abastecida en el menor tiempo posible. Por ello, es necesario que existan mejoras en los sistemas recepción de la materia prima a granel, de manera que se puedan reducir esos tiempos, evitar el incremento del porcentaje de mermas de productos generadas durante la recepción y así garantizar la disponibilidad del producto para su abastecimiento con una pronta respuesta hacia producción.

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo General**

Reducir el tiempo de recepción de maíz nacional a granel de 111 min a 78.5 min desde octubre 2022 hasta enero 2023.

### **Objetivos Específicos**

1. Identificar actividades internas y externas existentes en la recepción del maíz nacional.
2. Rediseñar las actividades y estaciones de trabajo del operador durante la recepción del maíz nacional.
3. Identificar la causa raíz de los retrasos durante la recepción del maíz nacional hasta llegar a los silos destino.
4. Implementar un proceso estandarizado de recepción del maíz nacional para ambos sistemas (manual/automático).



5. Proporcionar herramientas de control para el seguimiento de la propuesta de reducción de tiempos de recepción.

#### **1.4. Marco teórico**

A continuación, se detallan los diferentes conceptos que fueron de utilidad para la realización de la investigación:

##### **DMAIC**

El modelo de gestión de calidad conocido como DMAIC resulta ser un acrónimo de las palabras definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Adicional, esta herramienta es útil para mejorar cada proceso de forma ordenada y sistematizada, ya que todo lo que se puede medir se puede controlar y a su vez lo que se puede controlar se puede mejorar a pesar del hallazgo de causas desconocidas (Dubé-Santana et al, 2017).

##### **Voice of customer (VOC)**

La Voz del cliente es una herramienta vinculada con el Despliegue de la función de Calidad (QFD), el cual permite recopilar toda la información (expresiones, hallazgos y demandas) del cliente en calidad del diseño. Esta herramienta maneja la técnica de investigación cualitativa cuyo objetivo es recopilar un amplio rango de atributos que probablemente engloben gran parte de la satisfacción del cliente para posteriormente por medio de encuestas o formularios se efectúe una investigación cuantitativa discriminando dichos atributos en grupos con características comunes (Heejeong & Herrmann, 2003).

##### **Critical to Quality Tree (CTQ)**

Son herramientas útiles para desarrollar a profundidad la traducción de las necesidades generales de los clientes en requisitos medibles más específicos que estén enfocados con la satisfacción de los requerimientos del cliente (García & Quispe, 2003).

##### **Herramienta de 5W + 1H**

5W + 1H es una metodología para la mejora de procesos que facilita la estructuración de un listado de verificación al contestar seis preguntas básicas: ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Quién? y ¿Cómo?, para posteriormente generar estrategias para el desarrollo de la mejora (Trías et al, 2009).

### **Cinco Porqués**

La técnica de los Cinco Porqués es útil para determinar la causa raíz del algún problema o falla en un proceso o situación en donde será necesario realizar la pregunta ¿Por qué? De manera continua hasta un máximo de 5 veces o hasta haber encontrado la principal causa de aquella situación de conflicto (García et al, 2003).

### **Matriz impacto – esfuerzo**

Es una herramienta útil durante de la fase de Análisis para la toma de decisiones que permite al investigador mediante una tabla de ponderaciones evaluar y priorizar aquellas alternativas que tienen mayor impacto y esfuerzo con respecto al problema analizado(Martín, 2017).

### **Mantenimiento total de la producción (TPM)**

Es útil para lograr una mejora significativa en los procesos productivos, este tiene como visión lograr una operación estable y confiable, entregando cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas dentro del proceso productivo. La estructura del TPM está formado por ocho pilares que interaccionan entre cualquier área del proceso. Entre los pilares se tienen “Mantenimiento autónomo” (pilar central), “mantenimiento planeado”, mejora enfocada”, “educación y entrenamiento”, “mantenimiento de calidad”, “seguridad, salud y medioambiente”, “gestión temprana”, “TPM en oficina. (Sacristán, 2002)

### **Metodología 5 S**

Esta metodología consiste en cinco etapas: separar, ordenar, limpiar, estandarizar, sistematizar; tiene como objetivo mantener el lugar de trabajo organizado y limpio, de manera que se pueda facilitar la identificación de anormalidades y desperdicios, garantizando a su vez que los ambientes de trabajo y producción se mantengan estables. (Nava, León, Toledo, & Kidomiranda, 2017)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

La metodología que se implementó para este proyecto es DMAIC, que corresponde a un ciclo de cinco pasos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Cada etapa será mostrada en los siguientes capítulos.

### 2.1. Definición

#### 2.1.1. Situación actual

La empresa es una planta de fabricación de productos terminados y semiacabados para la agricultura y la ganadería. En el estudio del macroproceso se definieron las principales etapas que son: recepción y almacenamiento de materia prima al granel, transporte a producción, molienda y dosificación, producción, finalmente almacenamiento y distribución al cliente final. En reuniones anteriores, el equipo de la empresa evidenció que los tiempos de recepción eran demasiado altos según el histórico recolectado de la base de datos del sistema Scada propio de la empresa. Realizando un estudio de los datos históricos proporcionados se obtuvo un promedio de 111 minutos para finalizar el proceso de recepción, lo cual está representando demoras considerables y atoramientos en el flujo. Por este motivo nuestro enfoque sería en la etapa de recepción y almacenamiento, donde se tienen dos sistemas: el antiguo que es manual y el nuevo que es automático.

#### 2.1.2. Equipo de trabajo

Como equipo de trabajo para llevar a cabo el proyecto se tienen a los siguientes involucrados:

- Arianna Ontaneda y Fernando Núñez como líderes del proyecto
- MSc. María Isabel Alcívar como guía y tutor

El equipo asignado por la empresa está conformado por:

- El Ingeniero Coordinador del área Almacenera
- La Ingeniera Analista de Mejora continua
- Los operadores del área Almacenera (4 personas)

### 2.1.3. Requerimiento del cliente

Para obtener los requerimientos de cliente se realizaron entrevistas al equipo asignado por la empresa. De estas se encontraron problemas y necesidades como las observadas en la Figura 2.1. De acuerdo con esta información se levantó un diagrama de afinidad donde se agrupó en tres temas principales: equipo, proceso y mantenimiento.

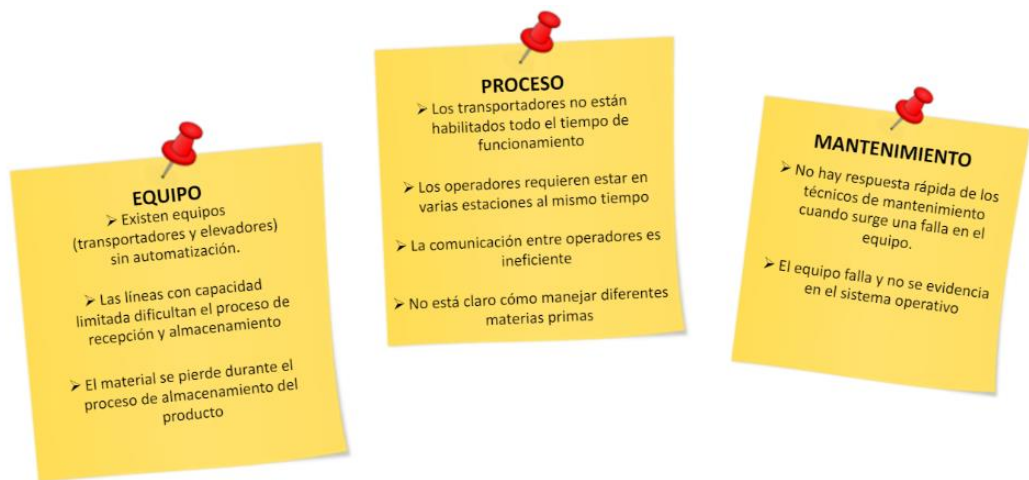


Figura 2.1 Voz del Cliente [Elaboración propia]

Luego se elaboró un CTQ Tree donde estaba como principal necesidad mejorar la eficiencia del proceso de recepción y para lograrlo se definieron sus respectivas métricas como se puede observar en la Figura 2.2.

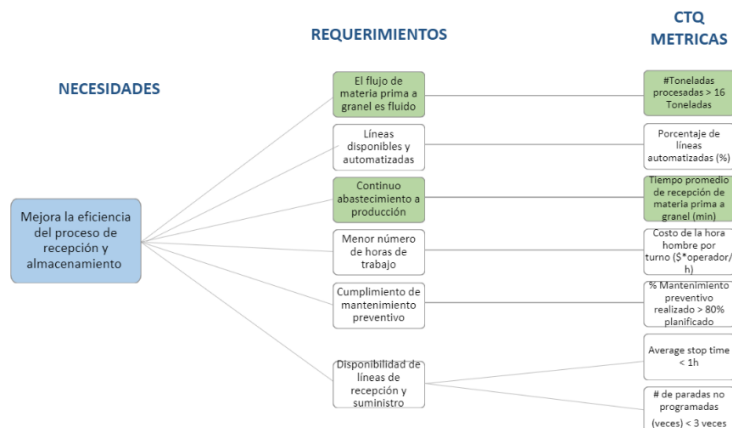
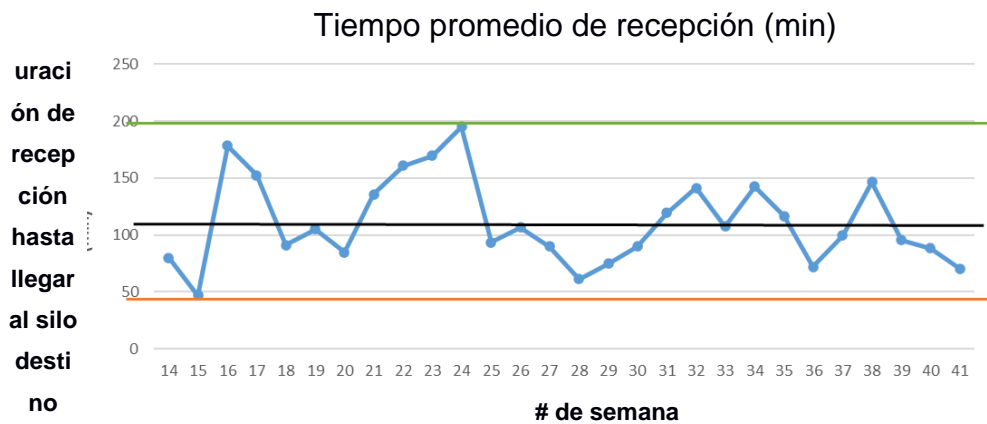


Figura 2.2 CTQ Tree [Elaboración propia]

#### 2.1.4. Descripción del problema

Como anteriormente se detalló, el problema principal se encuentra en los elevados tiempos para la recepción de materia prima. En base a esto se recopilieron datos históricos del tiempo del proceso para los últimos seis meses, desde abril 2022 hasta octubre 2022. Basándose en los datos obtenidos se definió la línea base en la que se obtuvo un promedio de 89.13 minutos, el benchmark fue de 21.62 minutos y la diferencia entre ambos fue nuestro GAP de 67.5 minutos (Figura 2.3).



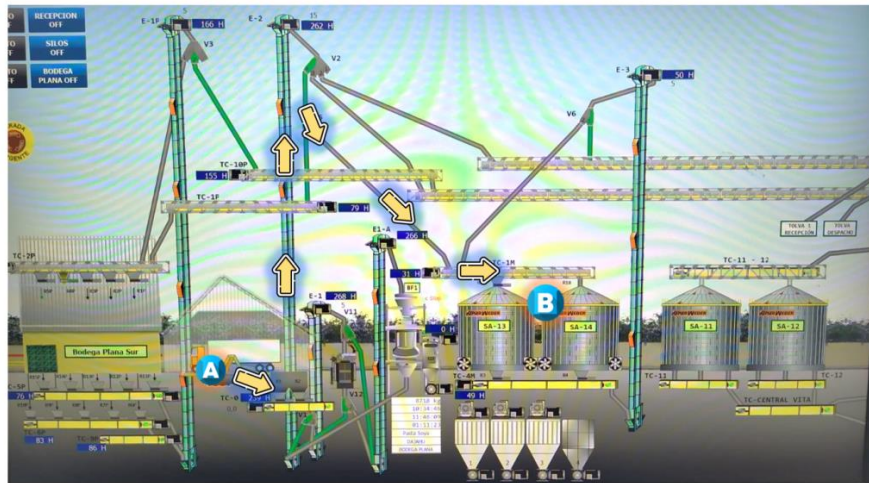
**Figura 2.3 Línea base en el tiempo de proceso de recepción de materia prima desde abril 2022 hasta octubre 2022 [Elaboración propia]**

Se implementó la herramienta 5W + 1H para determinar la declaración del problema, donde se identificó que se tiene un alto tiempo de recepción una vez que las materias primas ingresan a las líneas de proceso de almacenamiento trabajadas por los operadores de abril a octubre de 2022, se tarda un promedio de 89.13 min en completar el proceso según datos históricos del SCADA y quejas por parte de los molineros por no tener el producto a tiempo en la línea.

#### 2.1.5. Definición de la variable

Para la variable de respuesta se diseñó un gráfico a manera de explicación (ver Figura 2.4), donde se pudo observar la ubicación del punto A, aquí el proceso comienza cuando se activa la báscula de recepción y al final del flujo tenemos el punto B, donde el proceso termina cuando el último grano ingresa al silo destino. De esta forma, para la variable de respuesta se tiene que el tiempo de recepción fue obtenido por la diferencia entre el tiempo del punto B o final del proceso con el tiempo de inicio o punto A, ambos utilizaron formato hora *hh: mm*.

$$Y (\text{tiempo de recepción}) = B (\text{hh:mm}) - A (\text{hh:mm})$$



**Figura 2.4 Representación gráfica de la variable de respuesta [ Elaboración propia]**

### 2.1.6. Justificación del problema

#### ***Justificación económica***

Los costos del proceso se reducirán al minimizar las demoras del proceso, donde se afectará el costo horas hombre y se mejorará la eficacia de descarga permitiendo una mayor recepción de materia prima a granel en menor tiempo.

#### ***Justificación social***

La implementación de las mejoras impactará positivamente las condiciones de trabajo disminuyendo la carga laboral, aumentando la productividad del personal en cuanto a la recepción de producto materia prima a granel, lo que favorecerá el ambiente y satisfacción de los colaboradores.

#### ***Justificación ambiental***

Para la parte de medio ambiente se pretende que al mejorar el tiempo del proceso y las condiciones de las líneas se logrará una reducción del porcentaje de mermas de materias primas al granel que son procesadas.

## **2.2. Medición**

### **2.2.1. Definición de variables**

Para poder analizar la información necesaria para el enfoque del problema y la propuesta de solución se definieron las siguientes variables:

1. Tiempo que toma el operador en realizar cada actividad (X1)
2. Cantidad de desperdicio en material procesado (X2)
3. Cantidad de materia prima procesada (X3)
4. Tiempo de paros de máquina (X4)
5. Costo de paros de máquina (X5)
6. Tiempo de recepción (Y)

### **2.2.2. Recolección de datos**

Para la recolección de los datos necesarios de las variables definidas previamente se estableció un plan donde se indica la forma en la que se recolectó la información y cuál es el propósito de su recopilación (Figura 2.5).

DATA				OPERACIONES Y PROCEDIMIENTOS									
VARIABLES	¿QUÉ?	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DATA	FUENTE DE DATOS	FACTOR DE ESTRATIFICACIÓN	MUESTREO DE DATOS	¿CUÁNDO?	¿CÓMO?	¿CÓMO LO VALIDAMOS?	¿DÓNDE?	¿QUIÉN?	USO FUTURO DE LA DATA	ESTADO
X1	Tiempo de proceso por actividad	Min	Cuantitativo y Continuo	Bitácoras de tiempo	Recepción de Maíz nacional a granel en bodega de Almacenera	Toma de datos de las bitácoras de tiempo y caminata GEMBA	Al inicio de la etapa de Medición	Bitácoras de tiempo y GEMBA	Cronometraje en tiempo real – visita a planta (GEMBA)	Bodega de Almacenera	Líderes del proyecto: Fernando Núñez // Mikaella Ontaneda	Podría servir para determinar la causa raíz	Completo
X2	Cantidad de residuos de materia prima a granel procesada	Tons	Cuantitativo y Discreto	Registros históricos		Toma de información de los registros históricos	Al inicio de la etapa de Medición	Dato obtenido del departamento de compras	Registros históricos y certificados de calibración				Completo
X3	Cantidad de materia prima procesada	Tons	Cuantitativo y Discreto	Base de datos de recepción		Toma de información de los registros históricos	Al inicio de la etapa de Medición	Data obtenida de la base de datos del SCADA	Análisis estadístico (T- test)				Completo
X4	Tiempos de paradas	Min	Cuantitativo y Continuo	Registros de tiempos de para del SCADA		Toma de información de los registros históricos	Al inicio de la etapa de Medición	Data obtenida de la base de datos del SCADA	Toma de datos del Sistema Scada en tiempo real			Ayudará a medir el impacto (métrica triple de resultado final)	Completo
X5	Costos de paradas	\$	Cuantitativo y Continuo	Registros históricos		Toma de información de los registros históricos	Al inicio de la etapa de Medición	Data obtenida de la base de datos del SCADA y cálculos	Toma de datos desde Scada, cotizaciones y facturas			Completo	
Y	Tiempo de recepción	Min	Cuantitativo y Continuo	Base de datos de recepción		Toma de información de los registros históricos	Al inicio de la etapa de Medición	Data obtenida de la base de datos del SCADA	Análisis estadístico (T- test)			Variable principal	Completo

Figura 2.5 Plan de recolección de datos [ Elaboración propia]



Adicional, se determinó el tamaño de muestra asumiendo normalidad en los datos y usando la fórmula resultó un tamaño de 27 muestra, que se puede ver en la serie de tiempo graficada en la Figura 2.6.

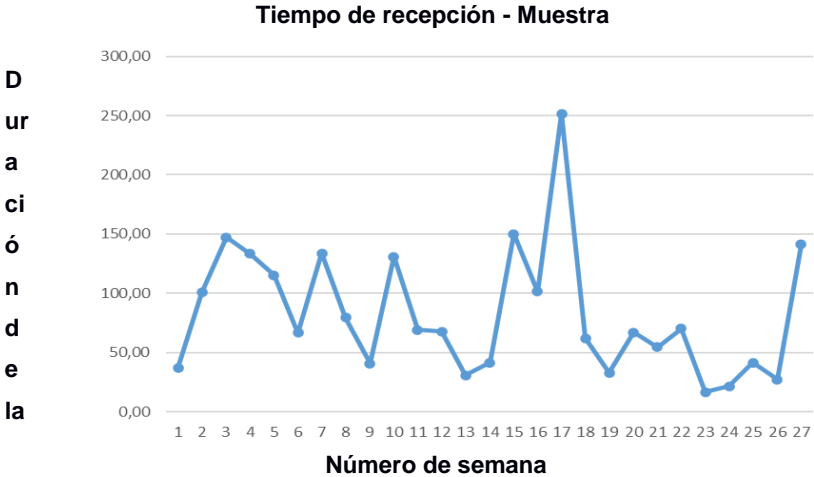


Figura 2.6 Línea de tiempo de la muestra [ Elaboración propia]

**2.2.3. Diagrama del proceso**

Se levantó un diagrama de flujo del proceso de recepción de materia prima como se puede observar en la Figura2.7, siendo este útil para identificar aquellas tareas que no aportan significativamente al proceso. Se prosiguió con el análisis de valor de todas las actividades y se encontró que más del 50% de ellas no agregan valor al proceso. Para la fábrica oculta tenemos tres problemas principales: el retrabajo y atoramiento de productos causado por cambios de velocidad realizados para satisfacerlas órdenes de producción, limpieza debido al cruce del producto y cuando los operadores llevan un mantenimiento empírico por sí mismos, genera pérdida de producto y fallas de la máquina. Finalmente, se estableció el cuello de botella, el cual se centra en el cambio entre el sistema nuevo y el antiguo, este paso reduce la capacidad de las líneas en un 55%, ralentizando el flujo del proceso.

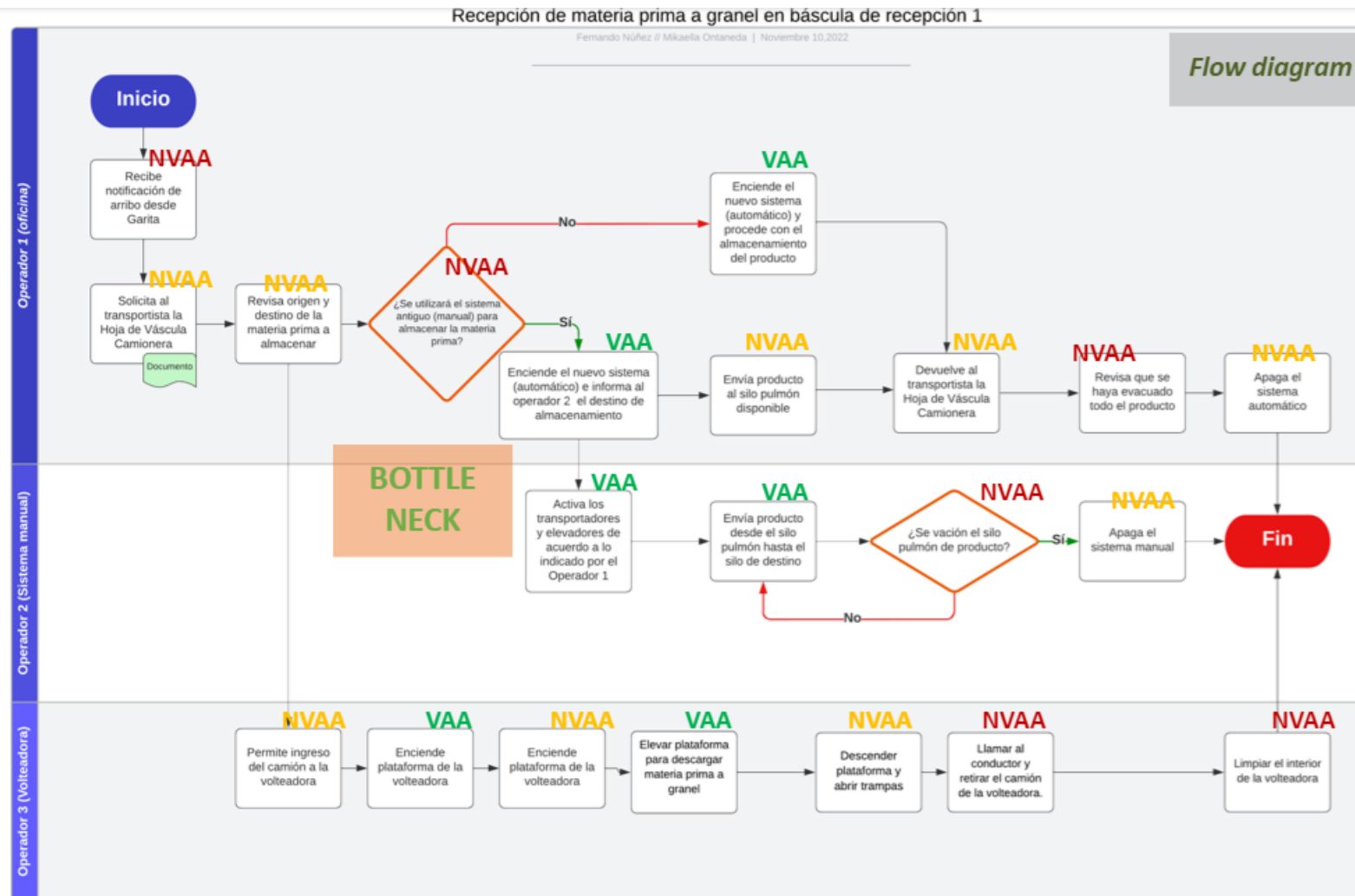
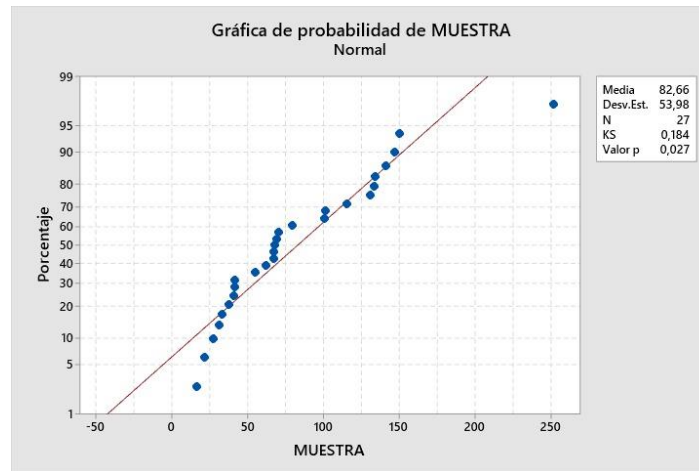


Figura 2.7 Diagrama de flujo del proceso de recepción de materia prima [Elaboración propia]

## 2.2.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico primero se realizó una prueba de normalidad como se puede observar en la Figura 2.8, en donde se obtuvo evidencia estadística para rechazar la hipótesis de que nuestra muestra no sigue una distribución normal.



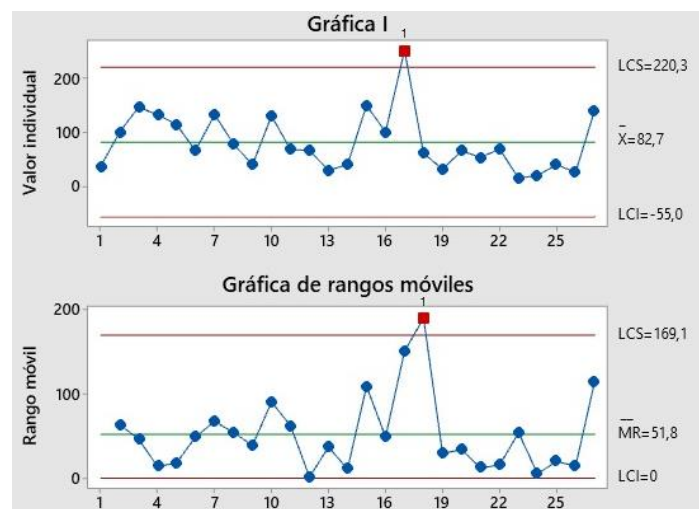
**Figura 2.8 Prueba de normalidad [Elaboración propia]**

*H<sub>0</sub>: The data is normally distributed*

*H<sub>1</sub>: The data is not normally distributed*

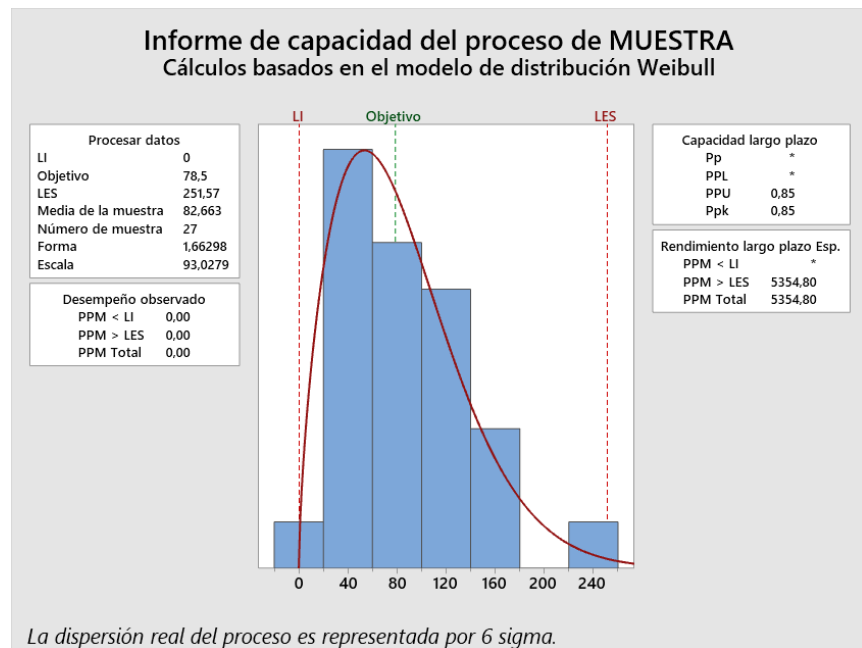
Se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) ya que se obtuvo un Valor P= 0.027 < 0.05. Esto quiere decir que se reconfirma que los datos no siguen una distribución normal.

Luego, se realizó un gráfico de control y pudimos observar que hay valores fuera de rango como se puede observar en la Figura 2.9.



**Figura 2.9 Cartas de control [Elaboración propia]**

Finalmente, para el análisis de capacidad, se utilizó la distribución Weibull y obtuvimos un Cpk de 0,85, menor que 1, como se demuestra en la Figura 2.10, el proceso aún no es capaz de cumplir con las expectativas del cliente, es decir, el proceso se encuentra parcialmente adecuado, por lo que es necesario de manejar un control estricto.



**Figura 2.10 Análisis de capacidad [Elaboración propia]**

## 2.3. Análisis

### 2.3.1. Lluvia de ideas

La lluvia de ideas se la realizó en conjunto a los clientes potenciales que fueron seleccionados desde un inicio del proyecto; entre ellos se encuentran los operadores del área, el coordinador de Almacenera y la ingeniera de mejora continua; de la reunión se obtuvieron 14 posibles causas, se lo puede visualizar en la Figura 2.11.

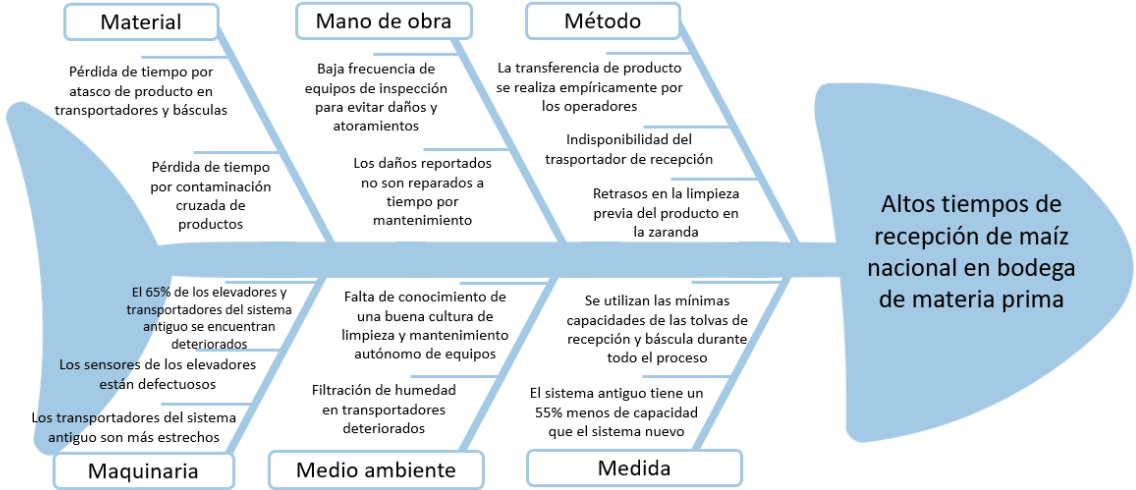


Figura 2.11 Lluvia de ideas [Elaboración propia]

Los hallazgos fueron clasificados en tres partes, los de color amarillo son de propiedad de los operadores de Almacenera, color azul le corresponde a la ingeniera de mejora continua y los de color anaranjado le pertenecen al coordinador del área.

### 2.3.2. Diagrama de Ishikawa

Luego de haber realizado la reunión con el equipo de trabajo de Almacenera en conjunto al coordinador del área y a la analista de mejora continua, se procedió a categorizar en el diagrama de espina de pescado cada hallazgo de acuerdo con el tipo



de causa que mantenga una fuerte relación con el problema enfocado. A continuación, en la Figura 2.12 se muestra el diagrama de espina de pescado finalizado:

**Figura 2.12 Diagrama de espina de pescado [Elaboración propia]**

**2.3.3. Matriz Causa-Efecto**

Se realizó de manera presencial una pequeña reunión con el equipo de trabajo asignado por la empresa patrocinadora para llevar a cabo el desarrollo de la matriz Causa-Efecto. Se le explicó a cada integrante sobre la ponderación que se le otorgaría cada hallazgo para poder diferenciar el nivel de influencia que tiene cada una en relación con el problema enfocado; donde el valor de 1 es para los que no tienen influencia, el valor de 2 poca influencia, 4 media influencia, 9 gran influencia y así con ayuda de la moda se determinó cuáles de los hallazgos se convirtieron en las causas potenciales como se lo muestra a continuación en la tabla 2.1:

**Tabla 2.1 Matriz Causa-Efecto [Elaboración propia]**

<b>Número</b>	<b>Posibles causas</b>	<b>Operadores</b>	<b>Ingeniera de Mejora continua</b>	<b>Coordinador de Almacenera</b>	<b>Moda</b>
1	Pérdida de tiempo por atasco de producto en transportadores y básculas	4	2	2	2
2	Pérdida de tiempo por contaminación cruzada de productos	5	1	5	5
3	Baja frecuencia de equipos de inspección para evitar daños y atoramientos	5	5	2	5
4	El 65% de los elevadores y transportadores del sistema antiguo se encuentran deteriorados	5	5	4	5
5	La transferencia de producto se realiza empíricamente por los operadores	2	2	4	2
6	Indisponibilidad del transportador de recepción	2	5	5	5
7	Retrasos en la limpieza previa del producto en la zaranda	2	2	2	2
8	Los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento	5	4	5	5
9	Los sensores de los elevadores están defectuosos	2	5	2	2
10	Los transportadores del sistema antiguo son más estrechos	4	5	5	5
11	Falta de conocimiento de una buena cultura de limpieza y mantenimiento autónomo de equipos	2	2	1	2
12	Filtración de humedad en transportadores deteriorados	2	2	2	2
13	Se utilizan las mínimas capacidades de las tolvas de recepción y báscula durante todo el proceso	5	5	4	5
14	El sistema antiguo tiene un 55% menos de capacidad que el sistema nuevo	4	5	5	5

### 2.3.4. Matriz de Impacto-Esfuerzo ponderada

De acuerdo con las posibles causas potenciales cuyas modas fueron las de mayor puntuación (5), se procedió con la realización de la matriz Impacto-Esfuerzo ponderada presentada en la Figura 2.13, en donde se detalla la clasificación de estas de acuerdo con su nivel de impacto y esfuerzo que conlleva efectuar dicha causa con respecto al problema enfocado. Se tomaron en consideración aquellas causas de alto impacto y menor esfuerzo. Estas fueron evaluadas y verificadas en el sitio, recordando cuales eran las limitantes para la implementación de alguna mejora que mantenía el proyecto.

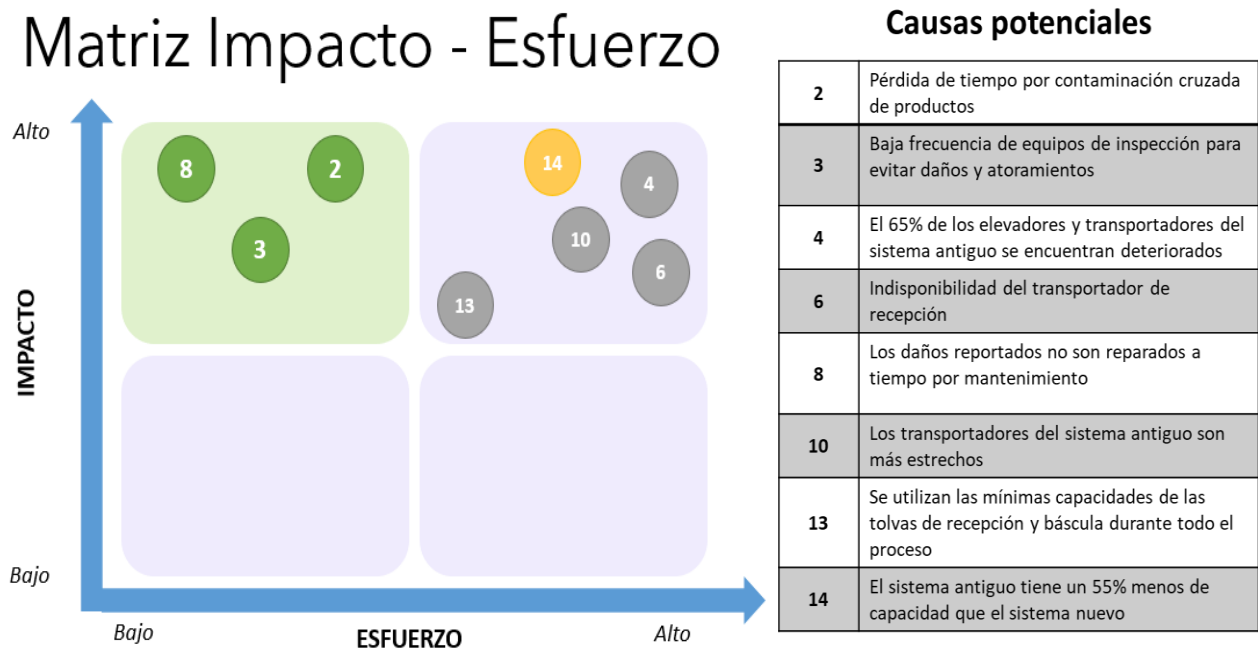


Figura 2.13 Matriz Impacto-Esfuerzo ponderada [Elaboración propia]



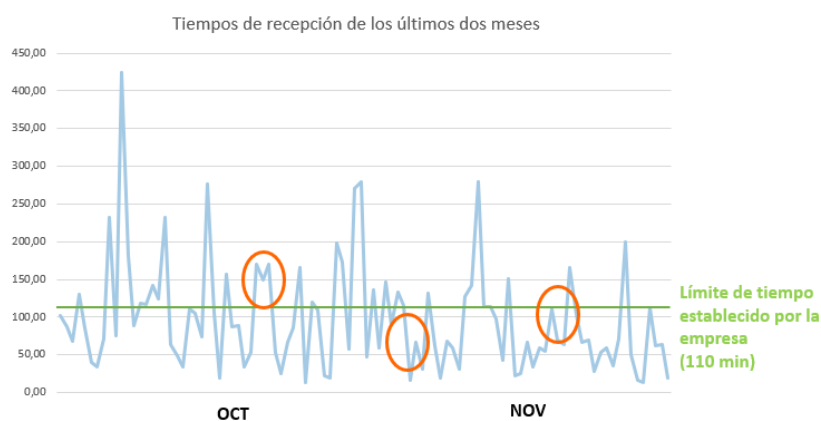
### 2.3.5. Plan de verificación de causas

Se realizó un plan de verificación de causas para poder definir de qué forma la causa potencial puede influir con los altos tiempos de recepción del Maíz Nacional y además de la forma en cómo se la podría validar.

Se procedió a verificar cada una de las causas halladas mediante estadística descriptiva combinado de caminata GEMBA para poder corroborar el resultado obtenido.

### 2.3.6. Verificación de causa: Pérdida de tiempo por contaminación cruzada de productos

La primera causa que se analizó fue la de pérdida de tiempo por contaminación cruzada de productos; el estudio se lo enfocó en los últimos dos meses debido a que no se llevaba un registro histórico sobre la mezcla de productos en los sistemas; esto se lo comparó con la base de tiempos de recepción en donde se evidenció que no existe un alto impacto con el tiempo de proceso alto. Es decir, esta causa no influyó en gran parte al aumento de tiempos de recepción del maíz nacional, eran casos fortuitos como se muestra en la Figura 2.14, por lo tanto, no es significativo para nuestro caso de estudio ya que los tiempos de recepción se mantienen entre los rangos permisibles determinados por la empresa.



**Figura 2.14** Verificación de pérdida de tiempos por contaminación cruzada  
[Elaboración propia]

### 2.3.7. Verificación de causa: Baja frecuencia de equipos de inspección para evitar daños y atoramientos

Con respecto a la verificación de la segunda causa que fue el tener una baja frecuencia de equipos de inspección para evitar daños y atoramientos en los sistemas, basado en informes de ordenes de trabajo generadas a mantenimiento y de los registros de inspecciones que manejan los técnicos de mantenimiento, se logró validar que el valor máximo de inspecciones mensuales es de tres y hay meses en los que no se ha realizado ninguna revisión hasta la fecha de diciembre(Figura 2.15), es decir, que existen meses que a pesar de que se realizan unas cuantas inspecciones el número de órdenes por fallas de equipos es muy superior. Esta es la razón por la que esta causa si es significativa, ya que se está observando que no hay la cantidad de inspecciones que debería de haber en relación con la cantidad de daños reportados.

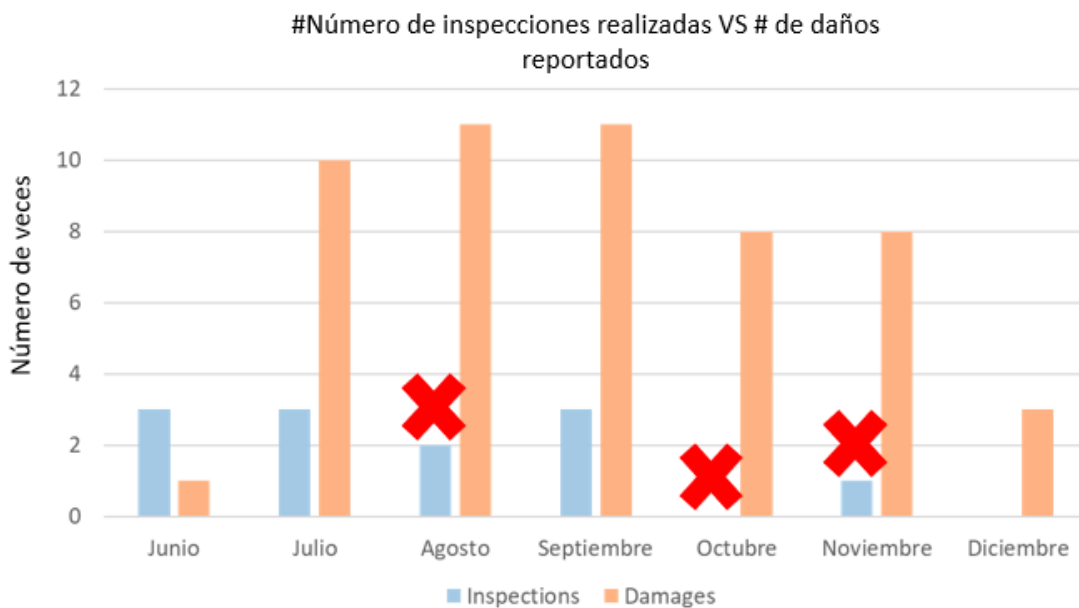
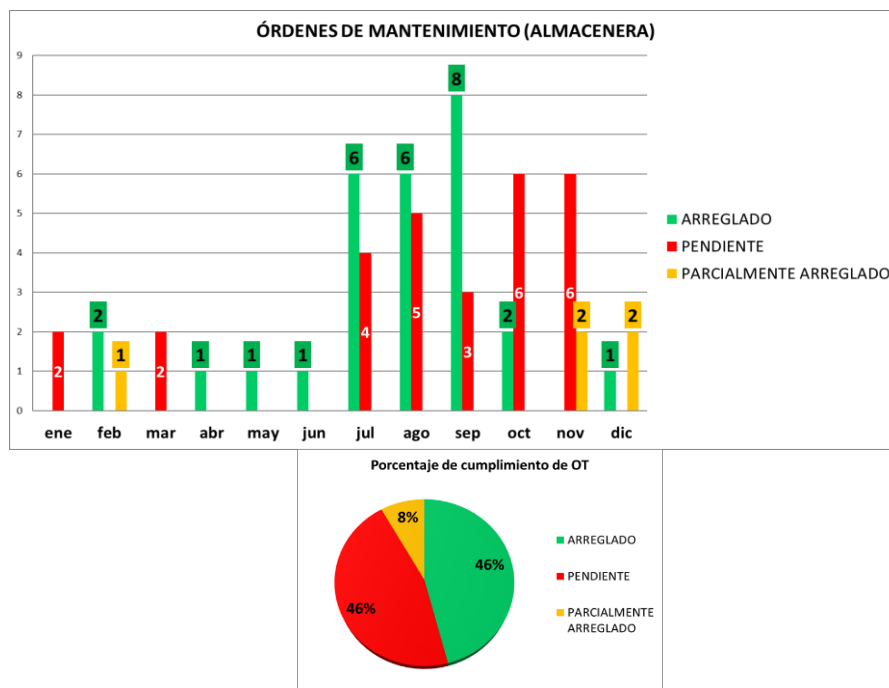


Figura 2.15 Verificación de baja frecuencia de equipos de inspección para evitar daños y atoramientos [Elaboración propia]

### 2.3.8. Verificación de causa: Los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento

Con respecto a la última verificación de causa se tiene que los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento. En base a los registros de las ordenes generadas, se consideró lo que está realizado, lo que se encuentra pendiente y lo que se tiene a medias. Se consideró esta causa como significativa ya que al final de año (diciembre) existe menos del 50% de trabajos realizados (lo reportado) inclusive se tienen órdenes pendientes que fueron generadas en el segundo trimestre del año 2022.

Esto genera problemas ya que se reportan daños que provocan el paro parcial o completo de la línea de recepción de materia prima como se lo evidencia en la Figura 2.16.



**Figura 2.16 Verificación de los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento [Elaboración propia]**

**Tabla 2.2 Plan de verificación de causas [Elaboración propia]**

N°	CAUSAS	TEORÍA SOBRE EL IMPACTO	CÓMO VERIFICAR	STATUS
1	Pérdida de tiempo por contaminación cruzada de productos	La pérdida de tiempo por contaminación cruzada de productos genera demoras e incrementa el tiempo del proceso	Verificación estadística	No significativa
2	Baja frecuencia de inspección de equipos	La baja frecuencia de inspección de equipos conlleva a fallas en el sistema lo que incrementa el tiempo del proceso	Verificación estadística	Significativa
3	Daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento	Los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento conlleva a fallas en el sistema lo que incrementa el tiempo del proceso	Verificación estadística	Significativa

### 2.3.9. Análisis de los cinco porqués

Una vez comprobadas las causas significativas se procedió a realizar el análisis de los 5 porqué para obtener la causa raíz de estas. Este procedimiento dio como resultado los siguientes descubrimientos:

**Tabla 2.3 Análisis de 5 por qué de causa: Baja frecuencia de inspección de equipos [Elaboración propia]**

Ronda 1	H1	Ronda 2	H2	Ronda 3	H3	Ronda 4	H4	Acción
<b>¿Por qué hay baja frecuencia de inspección de equipos?</b>	SI	¿Por qué los operadores no son conscientes del uso de equipos?	SI	¿Por qué las inspecciones no están siendo controladas?	SI	¿Por qué no hay plan ni cronograma de inspecciones?	SI	Crear un Plan de mantenimiento Preventivo involucrando al personal de Almacenera
Porque los operadores no son conscientes del uso de equipos		Porque las inspecciones no están controladas		Porque no hay plan ni cronograma de inspecciones		No hay asignación de responsabilidad -des de mantenimiento en el área de Almacenera (Causa raíz)		
		Porque el operador desconoce a qué equipos realizar la inspección	SI	Por falta de tiempo del operador	NO			

**Tabla 2.4 Análisis de 5 por qué de causa: Daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento [Elaboración propia]**

Ronda 1	H1	Ronda 2	H2	Ronda 3	H3	Acción
¿Por qué los daños reportados no son reparados a tiempo por mantenimiento?		¿Por qué no se realiza el mantenimiento preventivo adecuado en el día asignado?		¿Por qué no cumplen con las actividades planificadas?		Establecer un sistema de control de inventario de repuestos y herramientas.
Porque no se realiza el mantenimiento preventivo adecuado en el día asignado	SI	Porque no cumplen con las actividades planificadas	SI	Porque las herramientas o repuestos no están disponibles <b>(Causa raíz)</b>	SI	

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1. Posibles soluciones

De acuerdo con las causas raíz halladas anteriormente en conjunto al equipo asignado por la empresa (analista de mejora continua coordinador de mantenimiento), se plantearon varias soluciones que en su mayoría requirieron del uso de la metodología 5'S y de las tres primeras etapas del pilar de mantenimiento autónomo del TPM para su desarrollo.

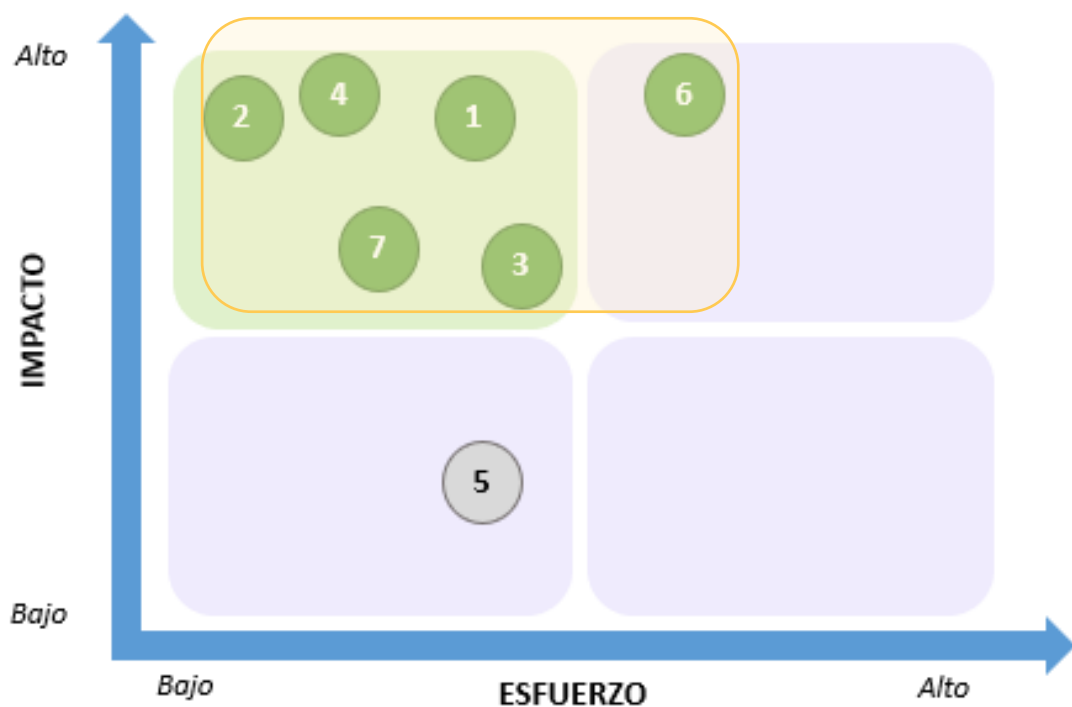
Como se muestra en la Tabla 3.1, se desarrolló un cuadro financiero para determinar qué tan viable es cada solución, ya que se dedicó escoger aquella que se mantenga dentro del presupuesto establecido por la empresa y que su impacto/esfuerzo sea alcanzable.

**Tabla 3.1 Análisis financiero de posibles soluciones [Elaboración propia]**

<b>Solución</b>	<b>Mano de obra necesaria</b>	<b>Tiempo de implementación (h)</b>	<b>Costo de implementación (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Realizar limpieza e inspección de todos equipos	4	120 h	\$ 125,00	\$ 675,00
Estandarizar procesos de inspección y limpieza	2	4 h	\$ 50,00	\$ 77,50
Capacitar a operadores en mantenimiento autónomo y limpieza de equipos	3	360 h	\$ 30,96	\$ 928,80
Establecer un plan de inspección y limpieza	2	2 h	\$ 10,00	\$ 23,75
Crear un sistema de control de inventario para piezas y herramientas	2	5 h	\$ 10,00	\$ 44,38
Identificar equipos críticos con la ayuda de la matriz de criticidad	3	360 h	\$ 1.240,00	\$ 2.477,50
Realizar un checklist de inspección de equipos	2	2 h	\$ 30,00	\$ 43,75

### 3.2. Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo

De acuerdo con las siete soluciones planteadas, como se observó en la Tabla 3.1, cinco de ellas fueron seleccionadas en base al alto impacto que repercute en el proceso y bajo esfuerzo para su implementación (como se observa en Figura 3.1), adicional se consideró que tanto de mano de obra se requería y de su costo total (\$).



**Figura 3.1 Matriz Impacto/esfuerzo de posibles soluciones [Elaboración propia]**

A pesar de que una de las soluciones demanda mayor esfuerzo, la empresa solicitó su implementación ya que beneficiará al área para el reconocimiento de aquellos equipos que se deben encontrar disponibles en todo momento de la operación y en caso de ocurrir algún suceso, poder responder a tiempo y sin complicaciones.



### **3.3. Plan de implementación**

**Tabla 3.2 Plan de implementación [Elaboración propia]**

Posterior a la selección de las posibles soluciones a implementar, se estableció a detalle su respectivo plan, como se observa en la Tabla 3.2, en el cual se cuestionó su objetivo final, la forma de cómo se ejecutaría, en qué parte sería implementado, cuándo se desarrollaría, quiénes serían los implicados y su costo por cada solución. Cabe recalcar que cada solución fue discutida con los miembros del área de Almacenera (operadores y jefe) y a su vez con la analista de mejora continua junto al coordinador de mantenimiento ya que se encuentran involucrados para su desarrollo.

Luego de poner en contexto a los implicados para el desarrollo de las soluciones planteadas, se procedió con su ejecución para erradicar las causas raíz que provocan los altos tiempos de recepción del Maíz Nacional.

### 3.4. Explicación de las soluciones

#### 3.4.1. Realizar limpieza e inspección de todos los equipos

N°	Solución	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	Costo
1	Realizar limpieza e inspección de todos los equipos	Para recuperar el estado de funcionamiento del equipo	Aplicando la metodología <b>1, 2 Y 3 S</b> de las 5S: Selección, Organización y Limpieza Aplicación de la <b>primera etapa</b> del mantenimiento autónomo de TPM: limpieza e inspección	Equipo de área de almacenera	10 - 13 de enero 2023	Operadores de Almacenera – Coordinador de mantenimiento - Líder de proyecto	\$675,00
2	Estandarizar procesos de inspección y limpieza	Para ayudar a los operadores a tener claridad en las actividades	Creación de instructivos de secuencia de actividades ( <b>Usar técnica de lección de un punto</b> )	Área de almacenera	10 - 13 de enero 2023	Jefe de almacenamiento - Líder de proyecto	\$77,50
3	Capacitar a operadores en mantenimiento autónomo y proceso de limpieza	Para crear consciencia y cultura en mantenimiento	Aplicando la <b>3era etapa</b> de mantenimiento autónomo de TPM: Creación de estándares mediante planificación y entrenamiento del personal	Área de almacenera	10 - 19 de enero 2023	Coordinador de mantenimiento- analista de mejora continua- líder del proyecto	\$928.80
4	Establecer un plan de inspección y limpieza	Establecer responsabilidades de mantenimiento para los operadores	Plantear un plan de acción para resolver problemas críticos Creación de formato para asignar fechas y responsable de inspección y limpieza	Equipo de área de almacenera	10 - 13 de enero 2023	Coordinador de mantenimiento - Analista de mejora continua - Líder de proyecto	\$23,75
5	Identificar equipos críticos con ayuda de la matriz de criticidad	Para reparar daños críticos del equipo con mayor relevancia	Levantar listado de equipos críticos Compra e instalación de las reparaciones necesarias	Equipo de área de almacenera	6 - 21 de enero 2023	Coordinador de mantenimiento - Líder de proyecto	\$2.477,50
6	Realizar un checklist de inspección de equipos	Dar a los operadores una guía para las inspecciones	Aplicar la 3era etapa del mantenimiento autónomo de TPM: Crear estándares, mediante la elaboración de pautas de inspección como checklist de verificación para los operadores	Área de almacenera	10 - 13 de enero 2023	Coordinador de mantenimiento - Jefe de Almacenera- Líder de proyecto	\$43,75

Una de las causas detectadas por las que se tenían altos tiempos de la recepción del maíz fue que los operadores no tenían identificado cuales de los equipos era considerado como crítico, adicional, se desconocía el correcto equipo de protección personal necesario para el proceso de recepción y debido a esto no se ejecutaban las respectivas inspecciones de equipos para verificar el estado en que se encontraban funcionando. Se levantó la necesidad de primero identificar mediante la creación de la matriz de criticidad de equipos del área de almacenera. Una vez identificado se procedió con la rotulación de los equipos en conjunto al operador con mayor experiencia del área para posteriormente poder establecer las rutas de inspección para cada equipo. Esto aseguró que de manera ordena no queden equipos sin ser inspeccionados. Durante las inspecciones se evidenció la falta de limpieza en ciertos

elevadores, básculas y zaranda, se procedió con su limpieza mejorando la condición del equipo.

### 3.4.2. Estandarizar procesos de inspección y limpieza

Para esta solución fue necesario identificar las actividades tanto internas como externas del proceso de recepción del maíz para que por medio de formatos estandarizados se pueda describir de manera clara como realizar cada inspección y limpieza. En el formato como se muestra en la Figura 3.2, se detallaron puntos como los tipos de herramientas necesarias, equipos de protección personal para poder ejecutar la limpieza.

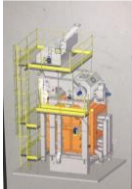














LOGO EMPRESA		INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN ESTANDAR			VERSION 1	
ALCANCE		TAREA CRÍTICA RELACIONADA			RESPONSABLE GENERAL	
ÁREA	PROCESO	x	FRECUENCIA	OBJETIVO		
Almacenera	Recepción		Quincenal	Garantizar la correcta limpieza de Zaranda 1 (Volteadora) utilizada para la recepción de Maíz nacional húmedo y seco	Jefe de Almacenera	
MÁQUINA / EQUIPO		HERRAMIENTAS / MATERIALES / IMPLEMENTOS			EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
 <p>Zaranda 1 Zaranda 2</p>		<p>1) Llaves (#13 y #14)</p>  <p>2) Lubricante W40</p>  <p>3) Saco</p>  <p>4) Pallet</p>  <p>5) Escoba</p> 			 Casco de seguridad  Calzado de seguridad  Arnés  Orejeras  Mascarilla con filtros con estinga	
1.- EJECUCIÓN						
GRÁFICO PASO A PASO		RIESGOS / ASPECTOS	¿CÓMO REALIZAR LA ACTIVIDAD?	JUSTIFICACIÓN	RESPONSABLE	
<p>1) Abrir compuertas (1 en la parte superior de zaranda y 2 en parte principal)</p> 		<p><b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b></p> <p>Alturas</p> <p><b>CALIDAD E INOCUIDAD</b></p> <p>Contaminación microbiológica</p> <p><b>AMBIENTE</b></p> <p>No aplica</p>	<p>Ambos estibadores suben a la plataforma de la zaranda</p> <p>Abren compuertas de zaranda</p>	<p>Exista una correcta separación de los residuos del maíz luego de zarandear</p>	<p>Estibador 1 / Estibador 2</p>	
<p>2) Colocar sacos en los ductos de desfogue</p> 			<p>Se recoge producto dentro de recámaras (existen 4 recámaras)</p> <p>Almacenar el producto en sacos según su tipo de residuo (pelusa, tusa, maíz partido)</p>			
<p>3) Realizar limpieza y recolección de residuos (pelusa, tusa, maíz partido)</p> 			<p>Paletizar los sacos por separado</p>			
<p>4) Paletizar los sacos</p> 						

Figura 3.2 Proceso de limpieza de Zaranda estandarizado [Elaboración propia]

Adicional, se diseñó un pequeño diagrama como se muestra en la Figura 3.3 del paso a paso de como ejecutar la limpieza del equipo, esto sirvió como ayuda visual para que el operador no cometa errores por desconocimiento de ejecución del proceso.



**Figura 3.3 Lección de un punto Proceso de limpieza de Zaranda**  
[Elaboración propia]

**3.4.3. Capacitar a operadores en mantenimiento autónomo y proceso de limpieza**

Para el desarrollo de esta solución fue necesaria la aplicación de la tercera etapa del mantenimiento autónomo del TPM, el cual consistió en la creación de estándares, para ser específicos formatos de limpieza. Se reciclaron los formatos previamente elaborados en la solución anterior y adicional se diseñó un plan de entrenamiento de mantenimiento autónomo con enfoque a la inspección y limpieza de equipos, como se observa en la Figura 3.4, en donde se detalla el cronograma de los temas a tratar con su respectivo grupo de operadores asignados.

**Plan de Mantenimiento Autónomo**

Empresa Alimento Balanceado  
Área de Almacenera - Materias Primas

Inicio del proyecto: lu, 1/16/2023

Semana para mostrar: 1

ACTIVIDAD	ASIGNADO A	PROGRESO	INICIO	FIN	DÍAS	16 de enero de 2023							23 de enero de 2023							
						l	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d		
Técnicas de lubricación en puntos clave del equipo	Camilo Barreto / Hector Valero	100%	10-1-23	10-1-23	1															
Aplicación de controles visuales	José Cruz / Diego Alfonso	100%	12-1-23	12-1-23	1															
Cómo establecer estándares de lubricación y limpieza	José Suconota / Duglas Zambrano	100%	14-1-23	14-1-23	1															
Mantener en las condiciones básicas del equipo (limpieza,	David Micolta / Esmelin Gonzales	100%	16-1-23	16-1-23	1															
Como realizar revisión de compuertas de elevadores	Camilo Barreto / Diego Alfonso	100%	18-1-23	20-1-23	2															

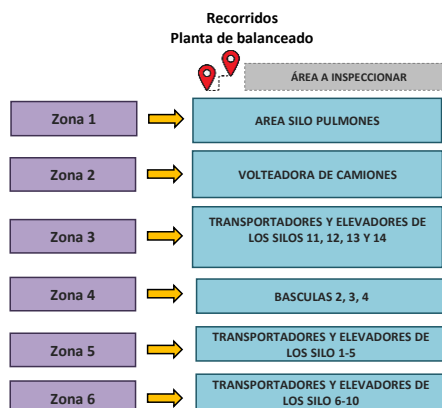
**Figura 3.4 Plan mantenimiento autónomo [Elaboración propia]**

Se les mencionó a los operadores sobre la importancia de conocer las reglas y la autosupervisión al momento de manipular algún equipo más aún si no posee alguna resguarda, incluida de la asistencia a las capacitaciones para preparación de estándares que se las actualiza de manera semestral.



**Figura 3.5 Capacitación sobre la importancia del uso de resguardas [Elaboración propia]**

manera de equipos que se asignan, en donde por medio de un cuadro calendario, como se observa en la Figura 3.6, se asignan dos operadores por zona para que realicen los recorridos del área designada en búsqueda de anomalías que a simple vista sin algún conocimiento técnico se pueda levantar la existencia de una novedad aplicar algún plan de acción correctivo, estos recorridos tienen una frecuencia mensual y la retroalimentación resultó ser útil para el planificador de mantenimiento ya que podrá enfocar mayores recursos en los equipos cuya frecuencia de falla es mayor a cuatro veces al mes.



CALENDARIO DE INSPECCIONES PLANTA BALANCEADOS					
2023					
Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3	
GRUPO 1	INTEGRANTES	GRUPO 1	INTEGRANTES	GRUPO 1	INTEGRANTES
Zona 1, Zona 2	Hector Valero	Zona 1, Zona 2	Diego Alfonso	Zona 1, Zona 2	José Cruz
Fecha: Viernes, 6 de enero de 2023	Camilo barreto	Fecha: Viernes, 3 de febrero de 2023	Duglas Zambrano	Fecha: Viernes, 3 de marzo de 2023	David Micolta
GRUPO 2	INTEGRANTES	GRUPO 2	INTEGRANTES	GRUPO 2	INTEGRANTES
Zona 3 y Zona 4	Diego Alfonso	Zona 3 y Zona 4	José Cruz	Zona 3 y Zona 4	Hector Valero
Fecha: Viernes, 13 de enero	Duglas Zambrano	Fecha: Viernes, 10 de febrero	David Micolta	Fecha: Viernes, 10 de marzo	Camilo barreto

**Figura 3.6 Calendario y recorridos para las inspecciones en Almacenera [Elaboración propia]**

### 3.4.5. Identificar equipos críticos con la ayuda de la matriz de criticidad

Se realizó el inventario, evaluación y determinación del nivel de criticidad de los equipos en el área de almacenamiento. Con ello se estableció la Matriz de Criticidad de los equipos de acuerdo con el nivel: A muy crítico, B medio crítico y C poco crítico. La ponderación fue realizada por los actores principales del proyecto como se muestra en la Figura3.7.

PLANTA DE BALANCEO MATRIZ CRITICIDAD 2023										CRITERIOS DE EVALUACIÓN						
Equipos		Evaluación de Criticidad								CRITICIDAD GENERAL	NIVEL DE CRITICIDAD	CRITERIOS PARA EVALUACIÓN	CALIFICADOR	DEFINICIÓN	NIVELES DE CALIFICACIÓN	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
LÍNEAS	SISTEMAS	Seguridad	Medio Ambiente	Calidad	Regimen de Trabajo	Producción	Frecuencia de Falla	Mantenimiento								
1	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA	SEGURIDAD	SHEQ	Utilizar la definición de criticidad de incidentes que resulta de la suma de frecuencia + probabilidad + severidad.	A	La falla ocasiona accidentes con fatalidades al hombre con puntuación entre 8 y 10.
2	Sitio y Secado	Sistema	C	C	A	C	B	C	B	A	ALTA				B	La falla acarrea riesgos de lesión al hombre que ocasiona eventos reportables con acciones de mejora con puntuación entre 4 y 7.
3	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA				C	La falla no genera consecuencias lamentables sin eventos reportables con puntuación entre 3 y 3.
4	Sitio y Secado	Sitio palmon 1	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
5	Sitio y Secado	Sitio palmon 3	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
6	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
7	Sitio y Secado	Secadora	C	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
8	Sitio y Secado	Sitio palmon 2	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
9	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones Vela	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
10	Sitio y Secado	Sitio 11	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
11	Sitio y Secado	Sitio 12	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
12	Sitio y Secado	Sitio palmon 4	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
13	Sitio y Secado	Sitio palmon 5	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
14	Sitio y Secado	Sitio palmon 6	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
15	Sitio y Secado	Sitio palmon 7	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
16	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones Vela	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
17	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
18	Sitio y Secado	Sitio 1	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
19	Sitio y Secado	Sitio 2	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
20	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
21	Sitio y Secado	Sitio 3	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
22	Sitio y Secado	Sitio 4	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
23	Sitio y Secado	Sitio 5	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
24	Sitio y Secado	Sitio 6	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
25	Sitio y Secado	Sitio 7	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
26	Sitio y Secado	Sitio 8	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
27	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
28	Sitio y Secado	Sitio 9	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
29	Sitio y Secado	Sitio 10	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
30	Sitio y Secado	Utilizadores de Limpieza	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
31	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
32	Sitio y Secado	Serivida	C	C	A	C	C	C	C	A	ALTA					
33	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					
34	Sitio y Secado	Sitio 13	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
35	Sitio y Secado	Sitio 14	B	C	A	B	B	A	C	A	ALTA					
36	Sitio y Secado	Eqv. Cargillones	A	C	C	B	B	A	B	A	ALTA					

CRITERIOS PARA EVALUACIÓN	CALIFICADOR	DEFINICIÓN	NIVELES DE CALIFICACIÓN	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
SEGURIDAD	SHEQ	Utilizar la definición de criticidad de incidentes que resulta de la suma de frecuencia + probabilidad + severidad.	A	La falla ocasiona accidentes con fatalidades al hombre con puntuación entre 8 y 10.
			B	La falla acarrea riesgos de lesión al hombre que ocasiona eventos reportables con acciones de mejora con puntuación entre 4 y 7.
			C	La falla no genera consecuencias lamentables sin eventos reportables con puntuación entre 3 y 3.
MEDIO AMBIENTE	SHEQ	Depende del impacto ambiental que pueda causar el efecto de la falla en el equipo	A	El efecto de la falla en el equipo puede generar un impacto ambiental fuera de las instalaciones de la planta.
			B	El efecto de la falla en el equipo puede generar un impacto ambiental dentro de las instalaciones de la planta, en el área o afectado otras.
			C	El efecto de la falla en el equipo puede generar un impacto ambiental solo en el lugar de ubicación del equipo.
CALIDAD	JEFE DE CALIDAD	Se debe analizar la consecuencia en la calidad, inocuidad, impacto al cliente, del daño en el equipo analizado	NO APLICA	El efecto de la falla genera producto fuera de especificación.
			A	NO EXISTE CALIFICACIÓN INTERMEDIA B.
			C	El efecto de la falla genera producto dentro del rango de aceptación de calidad.
REGIMEN DE TRABAJO	SUPERVISOR Y JEFE	Se analiza el tiempo de trabajo del equipo y el equipo de respaldo	A	El equipo trabaja continuamente las 24 horas y no tiene equipo de respaldo.
			B	El equipo trabaja 24 horas y/o por turnos con equipo de respaldo.
			C	El equipo es utilizado ocasionalmente.
PRODUCCION	INGENIEROS DE PLANEACION Y PROCESOS	Se analiza el efecto de la falla en la continuidad de la producción	A	Si la interrupción es mayor a 168 horas.
			B	Si la interrupción es entre 24 y 168 horas.
			C	Si la interrupción es menor a 24 horas.
FRECUENCIA DE FALLA	AJUXILIAR DE MANTENIMIENTO	Se analiza la cantidad de eventos (fallos del equipo) sucedidos en un periodo de tiempo determinado	A	Si presenta un evento de falla en un mes.
			B	Si presenta un evento de falla entre uno y seis meses.
			C	Si presenta un evento de falla mayor a 6 meses.
MANTENIMIENTO	INGENIEROS DE MAQUINA (MECANICO Y ELECTRICO)	Hace referencia al costo de la reparación	A	El costo de la reparación es superior a 5 000 dólares.
			B	El costo de la reparación esta entre 1 000 y 5 000 dólares.
			C	El costo de la reparación es menor a 1 000 dólares.

**Figura 3.7 Matriz de criticidad de equipos junto a criterios de evaluación [Elaboración propia]**

La matriz es una herramienta para el enfoque de la planificación de mantenimiento al momento de priorizar las reparaciones a los equipos de categoría A como elevadores, elevadores Vita, básculas y transportadores.

### 3.4.6. Realizar un checklist de inspección de equipos

Este checklist resultó ser útil para el operador ya que le proporcionó una guía de monitoreo y control del equipo, en donde se evalúan temas de seguridad, 5S (orden y limpieza) y de calidad. En caso de que no cumpla con alguno de los puntos a evaluar se procede de inmediato a registrar el hallazgo, como se evidencia en la Figura 3.8.

Checklist de inspecciones al área de ALMACENERA Planta de balanceado				
Grupo	1	Fecha		
Zona de observación	Zona 2	Áreas		SILOS Volteadora de camiones
ELEVADORES (VOLTEADORA)				
CONDICIONES Y COMPORTAMIENTOS A EVALUAR	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	OBSERVACIONES
SHEQ				
Las escaleras verticales de los silos se encuentran en buenas condiciones (sin torceduras, sin oxidación, varillas con pernos completos)	X			
Cada fosa de elevador cuenta con su señalización para el protocolo de ingreso a espacios confinados		X		Se procede con la señalización de cada equipo (elevador)
Los transportadores, elevadores y tuberías se mantienen sin fugas.		X		Existen ciertos elevadores con pequeñas fugas, se recomienda la colocación de abrazaderas
Los extintores se encuentran en sitio, sin bloquear y con fecha actualizada de la última recarga.	X			
El personal conoce como utilizar correctamente el extintor	X			
La iluminación es suficiente y adecuada para el correcto funcionamiento de los procesos, la inspección del producto y la limpieza efectiva.	X			
5 S				
Los EPPs y herramientas (mascarillas, protectores respiratorios, arnés, etc) se mantienen ordenados y en buen estado.	X			
Se mantienen barridas las distintas áreas cuando no se está realizando el proceso de recepción.		X		Se le recuerda al operador que se debe mantener el área limpia para evitar presencia de plagas y contaminación de productos
Se mantienen despejadas las distintas áreas (sacos regados, insumos de limpieza, baldes, paños, etc)		X		Se recomienda asignar un área dentro de la volteadora para que coloquen las herramientas de limpieza de manera ordenada.
BPM - Calidad				
El sistema de control de plagas se encuentra en buen estado y completamente funcionales (cordón sanitario)	X			

ZARANDA				
CONDICIONES Y COMPORTAMIENTOS A EVALUAR	CUMPLE	NO CUMPLE	NO APLICA	OBSERVACIONES
SHEQ				
Las escaleras verticales y sus líneas de vida se encuentran en buenas condiciones (sin torceduras, sin oxidación, varillas con pernos completos)	X			
Se utilizan todos los EPPs definidos de manera correcta. (Botas, mascarilla de protección respiratoria, casco, etc) durante la recepción de granules.	X			
Los extintores se encuentran en sitio, sin bloquear y con fecha actualizada de la última recarga.	X			
El personal conoce como utilizar correctamente el extintor	X			
5 S				
Se mantienen barrida la zona periférica de la zaranda cuando no se está realizando el proceso de pre limpieza.	X			
Los filtros de captación de polvo se encuentran completamente funcionales, limpios y en buen estado.	X			
Los sacos para recolectar los residuos (tusa, pe lusa, maíz partido) se encuentran en buen estado	X			
Se mantienen despejadas las áreas (sacos regados, insumos de limpieza, baldes, paños, etc)	X			
BPM - Calidad				
No existe producto mezclado (conforme con el no conforme)	X			
Existen filtraciones de humedad que puedan contaminar el producto		X		Se recomienda generar una orden de mantenimiento para que puedan tapar las posibles filtraciones

Figura 3.8 Checklist de inspección de equipos por zona [Elaboración propia]

### 3.5. Resultados generales

La implementación de las soluciones mencionadas con anterioridad afecta directamente a la variable Y definida como: la hora de finalización del tiempo de recepción - la hora de llegada del producto a la báscula de recepción (hh:mm). Se logró reducir de 89.12 mina un tiempo promedio de 47.49 min. Con este tiempo es posible realizar la recepción de Maíz Nacional hasta 15 camiones por turno, sin la mejora implementada apenas 7 camiones podían descargar por turno.

### 3.6. Análisis estadístico

#### 3.6.1. Análisis de capacidad

Se elaboró un análisis de capacidad del proceso previo a las implementaciones de las soluciones propuestas y una posterior, en el cual se evidenció que hubo una reducción considerable del porcentaje fuera de especificaciones, pasó de ser 35.73 % a 0.36 %, adicional, su media cambió considerablemente, de 89.12 a 47.49 como se puede observar en la Figura 3.9.

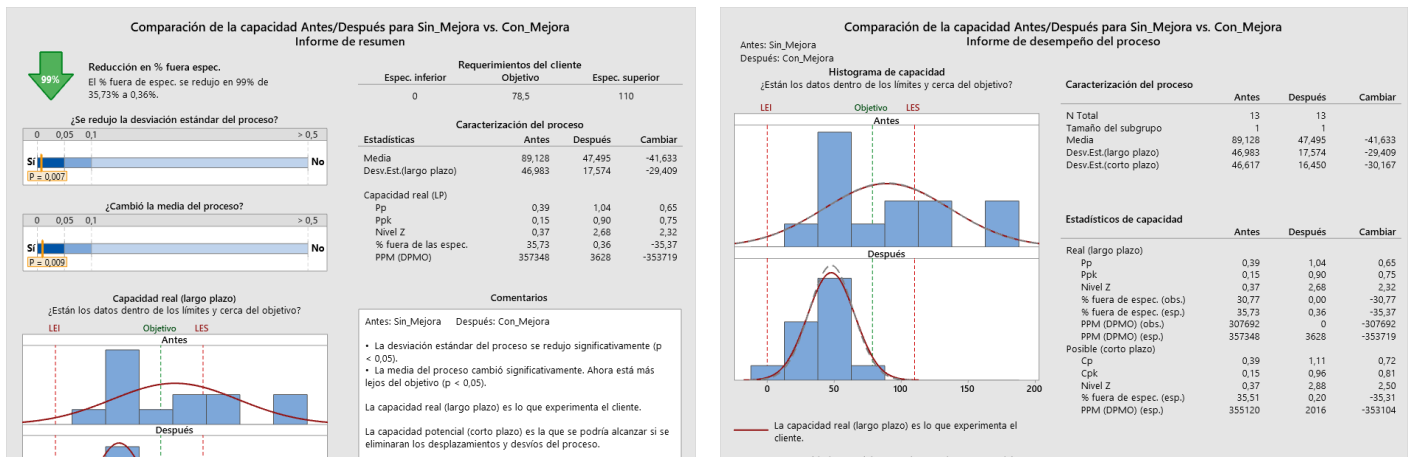


Figura 3.9 Análisis de capacidad Antes/Después [Elaboración minitab]

### 3.7. Cartas de control

Considerando las implementaciones realizadas, se procedió a diagramar las cartas de control I-MR del Antes/Después en donde se pudo visualizar una disminución significativa de la media, los datos de la gráfica con mejora se encuentran dentro de los límites de control y la desviación estándar se redujo en 64.7%, como se observa en la Figura 3.10.



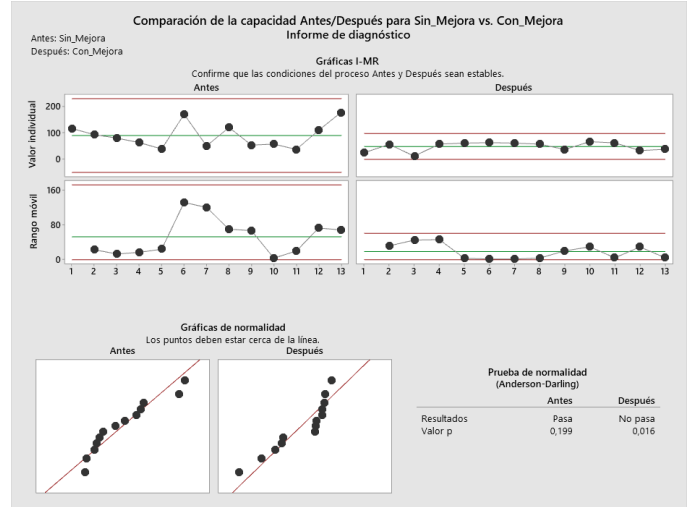
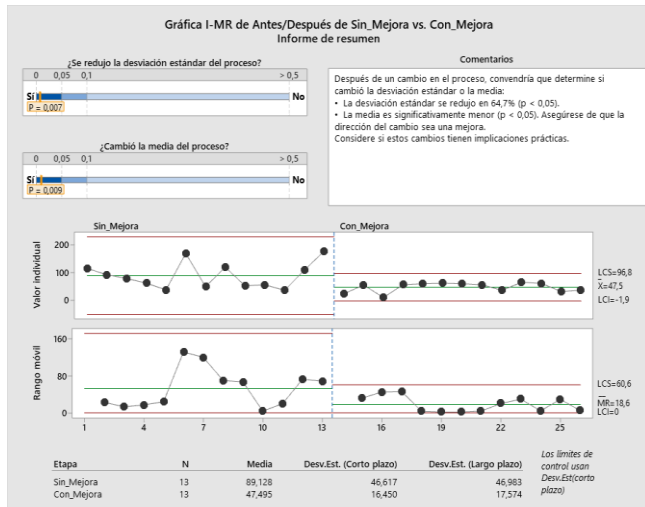


Figura 3.10 Cartas de control Antes/Después [Elaboración minitab]

### 3.8. Plan control

Fue un requerimiento necesario elaborar un plan de control con el fin de poder mantener un correcto manejo de las implementaciones realizadas, como se detalla a continuación en la Tabla 3.3:

**Tabla 3.3 Plan de Control [Elaboración propia]**

#	Solución	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Quién?	Reacción
1	Realizar limpieza e inspección de los equipos	Comprobación del horario y el estado del área de Almacenera	Semanal	Coordinador de Almacenera	Descuento del bono de productividad
2	Estandarizar los procesos de limpieza e inspección	Revisión de la información de los formatos de limpieza e inspección	Mensual	Asistente de Almacenera	Cuando los operadores no han sido capacitados o no están siguiendo el plan establecido
3	Formación en mantenimiento autónomo y limpieza de equipos	Evaluar al personal sobre los conceptos y herramientas socializadas durante la capacitación	Bianual	Asistente de Almacenera	Volver a capacitar al personal
4	Establecer un plan de inspección y limpieza	Comprobación del plan y los horarios de operadores	Semanal	Coordinador de Almacenera	Cuando los operadores no han sido capacitados o no están siguiendo el plan
5	Identificar equipos críticos con la ayuda de la matriz de criticidad	Medir los criterios de evaluación con cada encargado del área	Semanal	Coordinador de Almacenera	Informe al Plan de mantenimiento
6	Realizar un checklist de inspección de equipo	Inspeccionar los checklist realizados y levantados	Diario	Asistente de Almacenera	Informe al Plan de mantenimiento

### 3.9. Plan de reacción

Este plan de reacción permitió identificar de ser necesario acciones adicionales planteadas anteriormente para mantener el proceso bajo constante vigilancia como se muestra en la Figura 3.11.

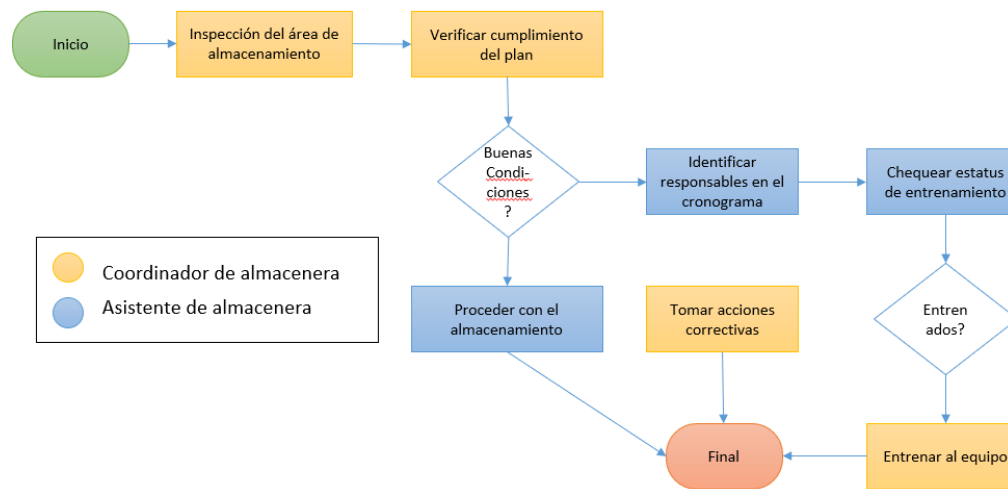


Figura 3.11 Plan de reacción de inspección del proceso

### 3.10. Análisis A3

De manera resumida, se agregó un formato A3 para mostrar la información de las mejoras realizadas, como se muestra en la Figura 3.12.

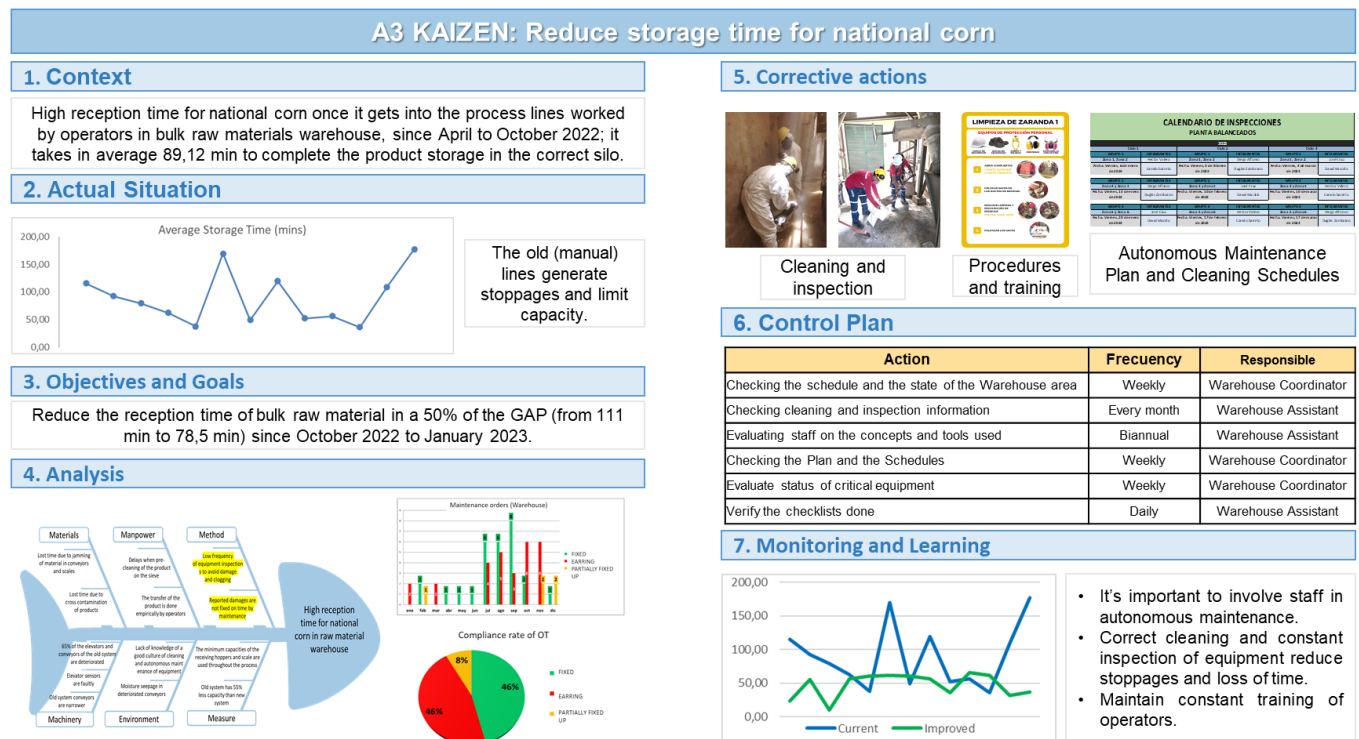


Figura 3.12 A3 [Elaboración propia]

# CAPÍTULO 4

## 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1. Conclusiones

- Fue posible identificar las actividades internas y externas del proceso de recepción y, a su vez, se mejoraron las actividades.
- Se estandarizaron las actividades de inspección y limpieza para cada equipo crítico, se estableció un cronograma y se evaluó el plan de control de operaciones.
- Reducción significativa del tiempo de recepción del maíz nacional a granel.

### 4.2. Recomendaciones

- Realizar una socialización mensual sobre procesos de inspección de equipos.
- Mantener una comunicación efectiva con el planificador de mantenimiento.
- Establecer un formato de propuesta de mejora de área para los operadores.
- Evaluación semestral de la matriz de competencias.
- Considere el análisis de un cambio de equipo (transportadores y elevadores) debido a la baja capacidad que tienen en comparación con el sistema automático.

# BIBLIOGRAFÍA

- Dubé-Santana, M., Hevia-Lanier, F., Michelena-Fernández, E., Suárez-Ordaz, D., & Puerto-Díaz, O. (2017). *Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología seis sigma*. Ingeniería industrial.
- García, M., & Quispe, C. &. (2003). *Mejora continua de la calidad en los procesos*. Industrial data.
- Heejeong, & Herrmann. (2003). "Eco-voice of consumer (VOC) on QFD". EcoDesign 3rd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing.
- Macías, J. S. (2022). *Plan de negocios para la comercialización de alimento balanceado*. Guayaquil: Guayaquil: ULVR, 2022.
- Martín, D. (2017). *Estrategia Práctica*. Obtenido de <https://www.estrategiapractica.com/matriz-prioridades-guia-practica/>
- Nava, I., León, M. Á., Toledo, I., & Kidomiranda, J. C. (2017). Metodología de la aplicación 5'S. *Revista de Investigaciones Sociales*, 29-41.
- Sacristán, F. R. (2002). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. FC Editorial.
- Trías, M. G. (07 de Julio de 2009). *Las 5W+H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos*. Laboratorio Tecnológico del Uruguay. Obtenido de <https://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC-Gestion/article/download/5/4/#:~:text=La%205W%2BH%20es%20una,%20y%20c>