

# PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO DE TIEMPOS DE ENTRADA Y DE DESCARGA EN LA EMPRESA AGROVETERINARIA EL BORDO A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA

Juan Manuel Pérez Sarmiento

Facultad de Ingeniería Industrial, Fundación  
Universitaria de Popayán  
Popayán, Colombia  
(sarmientojuan1998@gmail.com)

Juan Camilo Lopez Grajales

Facultad de Ingeniería Industrial, Fundación  
Universitaria de Popayán  
Popayán, Colombia  
(juancagrajales.98@gmail.com)

**Abstract** - This research focuses on Agroveterinaria El Bordo, a company founded in 2014 in El Bordo, Cauca, which is dedicated to the commercialization of agricultural inputs. The company seeks to meet the needs of small and medium-sized producers, offering quality products at affordable prices. However, during the internal analysis, an opportunity for improvement was identified in the process of receiving, handling and organizing finished products.

To address this problem, the Lean Six Sigma methodology was applied with the DMAIC method. The objective was to reduce process variability in the supply chain and improve the company's service level and performance. The choice of this methodology was due to its ability to solve quality problems in various contexts.

The focus was on improving efficiency in time management and organization in the warehouse. Tools such as the Pareto diagram were used to identify the most relevant factors and apply effective solutions.

By implementing the Lean Six Sigma methodology, it is expected to achieve an optimization of the process of receiving and distributing goods, which will have a positive impact on the development of the company and the satisfaction of customers in the agricultural sector. The results indicate that improvements must be made in the entry and unloading times; the biggest problem identified was the obstruction of merchandise, which is present in 100% of the cases where an error is made; this aspect must also be improved.

**Keywords** – Company, Process Improvement, DMAIC Method, Lean Six Sigma Methodology.

**Resumen** - Este trabajo de investigación se enfoca en Agroveterinaria El Bordo, una empresa fundada en 2014 en El Bordo, Cauca, que se dedica a la comercialización de insumos agropecuarios. La empresa busca satisfacer las necesidades de pequeños y medianos productores, ofreciendo productos agroquímicos de calidad a precios accesibles. Sin embargo,

durante el análisis interno, se identificó una oportunidad de mejora en el proceso de recepción, manejo y organización de productos terminados.

Para abordar este problema, se aplicó la metodología Lean Six Sigma con el método DMAIC. El objetivo era reducir la variabilidad de los procesos en la cadena de suministro y mejorar el nivel de servicio y desempeño de la empresa. La elección de esta metodología se debió a su capacidad para resolver problemas de calidad en diversos contextos.

El enfoque se centró en mejorar la eficiencia en la gestión del tiempo y la organización en el almacén. Se utilizaron herramientas como el diagrama de Pareto para identificar los factores más relevantes y aplicar soluciones efectivas.

Al implementar la metodología Lean Six Sigma, se espera lograr una optimización del proceso de recepción y distribución de mercancías, lo que tendrá un impacto positivo en el desarrollo de la empresa y en la satisfacción de los clientes del sector agropecuario. Los resultados indican que se deben realizar mejoras en los tiempos de entrada y descarga, el mayor problema identificado fue la obstrucción de mercancía, que está presente en el 100% de los casos donde se comete algún error, también se debe mejorar este aspecto.

**Palabras Claves** – Empresa, Mejora de Procesos, Método DMAIC, Metodología Lean Six Sigma.

## INTRODUCCIÓN

Agroveterinaria El Bordo es una empresa que nace a raíz de la necesidad de la demanda del mercado, particularmente de los pequeños y medianos productores, los cuales requerían un lugar donde obtener insumos agrícolas de calidad a un costo asequible, esta empresa está enfocada en la comercialización de insumos agropecuarios.

La empresa se encuentra situada en El Bordo Cauca, fue

fundada por la familia Pérez Sarmiento en el año 2014. Esta se encarga de surtir insumos agrícolas y pecuarios, así como los servicios de veterinaria y agricultura, teniendo así un gran impacto social dentro de la región con toda la variedad de productos agrícolas y pecuarios que el mercado exige, y así poder satisfacer las necesidades de consumo que además se identifican por ser productos de calidad y durabilidad y que esto así contribuya un ahorro para las familias en la atención de sus cultivos agrícolas. Es comprometida con el desarrollo del campo, brindando a los diferentes clientes del sector agropecuario insumos de buena calidad.

De acuerdo con el análisis trazado en la empresa Agroveterinaria El Bordo, a través de una fase inicial de diagnóstico se identificó dentro del proceso de recepción, manejo y organización de productos terminados un área de oportunidad de mejora, teniendo en cuenta que en el almacén las actividades de recepción, resguardo y la parte de ubicación de mercancía para su distribución se hace de manera empírica. Se procede a realizar un diagrama de Pareto para determinar los factores con mayor incidencia dentro del proceso, dentro de los almacenes de insumos agrícolas se pudo evidenciar la falta de eficiencia en la gestión del tiempo, se encontró que en el momento de realizar el proceso de descargue se perdía mucho tiempo, esto puede deberse a una variedad de factores, como la falta de organización en el almacén, la falta de espacio o la pérdida del control de las mercancías. Esta metodología fue escogida por su capacidad de “brindar una herramienta capaz de poder resolver los problemas en cuestión de la calidad”, y se puede aplicar no sólo a procesos de producción sino también a cuestiones logísticas, gubernamentales, internas, etc.

El trabajo se centró en establecer la metodología Lean Six Sigma para mejorar el proceso a través del método DMAIC, enfocada en la recepción de productos terminados de la empresa Agroveterinaria El Bordo, tuvo como objetivo reducir la variabilidad de los procesos de la cadena de suministro para incrementar el nivel de servicio, mejorando con ello el desempeño de ésta, su proceso y desarrollo

### OBJETIVOS

#### Objetivo general:

Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de descarga de insumos agroquímicos dentro de la empresa Agroveterinaria el Bordo.

#### Objetivos específicos:

- Definir el estado actual del proceso de tiempos de descarga dentro de la empresa Agroveterinaria el Bordo.
- Realizar la medición y el análisis del proceso por medio del control estadístico.
- Proponer mejoras al proceso y plan de acción.

## I. METODOLOGÍA

El artículo se desarrolla bajo la modalidad de enfoque multimétodo el cual permite realizar la investigación utilizando diversos métodos, procedimientos y estrategias. Logrando unir métodos cuantitativos y cualitativos, la fuente de información primaria fue directamente la empresa Agroveterinaria El Bordo la cual proporcionó todos los datos y espacios adecuados para la recolección y análisis de toda la información requerida, como fuente de información secundaria se acudió a informes, textos de otros autores y el conocimiento adquirido durante el transcurso del seminario Lean Six Sigma.

La metodología Lean Six Sigma brinda varias posibilidades, en este caso el método a aplicar es conocido como DMAIC, y consta de cinco etapas que se describen de la siguiente manera:



Figura 1. Etapas DMAIC.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Etapas DMAIC.

Etapas	Actividades	Herramientas
Definir Medir	Toma de datos iniciales, Toma de tiempos	Sipoc, Diagrama de Pareto, Diagrama de flujo, Capability Sixpack (Minitab)
Analizar	Identificar el problema, Recopilar información importante, Identificar posibles soluciones	Diagrama de Ishikawa, Diagrama de dispersión y correlación
Mejorar Controlar	Recepción de mercancía, Toma de tiempos	Formato de recepción de mercancías, 5s, Capability Sixpack (Minitab)

Según la tabla 1 se realizó mediante fases o etapas, que serán explicadas a continuación de manera más detallada:

La primera etapa consiste en definir el proyecto y se centra

en acotarlo. Al terminar la etapa, se debe saber el objetivo del proyecto, las necesidades principales de éste, la forma de evaluar su éxito, alcance, beneficios y el personal que participa en dicho proyecto.

Medir es la segunda etapa. Su finalidad es comprender y cuantificar mejor la dimensión del problema o situación que se aborda con el proyecto, se utilizarán herramientas como Sipoc, diagrama de Pareto, diagrama de flujo y Capability Sixpack (Minitab). El artículo presente especifica a nivel detallado para así lograr comprender el flujo del trabajo; los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento y sus métricas se establecen con precisión.

En la tercera etapa, llamada analizar, las variables de proceso definidas en la etapa de medir deben ser examinadas mediante técnicas estadísticas para observar su aportación a la variación del proceso; para esto, se utilizaron herramientas como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de dispersión y correlación.

En la cuarta etapa, denominada mejorar, se plantean e implementan soluciones que atienden las causas raíz para asegurar que se solucionen o reduzcan los problemas identificados. La clave para generar mejoras es elegir soluciones que ataquen el origen del problema y no el efecto.

La última etapa es controlar; ésta consiste en diseñar un sistema que mantenga las mejoras deseadas una vez que han sido logradas. En estas últimas dos etapas (mejorar y controlar) se usaron herramientas como el formato de recepción de mercancías, las 5S y Capability Sixpack (Minitab).

## II. RESULTADOS

En el apartado de resultados, se presentarán de manera concisa y clara los hallazgos más relevantes obtenidos en el estudio. Estos resultados permitirán profundizar en la comprensión del problema de investigación y, con suerte, aportar nuevos conocimientos y perspectivas al campo de estudio.

Las siguientes secciones desglosarán los datos recopilados, los análisis estadísticos realizados y las observaciones clave. Además, se presentarán gráficos y tablas que facilitarán la visualización de los patrones y tendencias descubiertas durante el proceso de investigación. Se espera que esta investigación contribuya al avance del conocimiento en el campo y brinde información valiosa para la toma de decisiones en diversos ámbitos.

### A. Etapa de Definir

El principal objetivo de esta etapa es identificar el área de oportunidad, analizando las condiciones internas de la empresa y sus procesos, como se puede visualizar en la Fig. 2, a continuación:

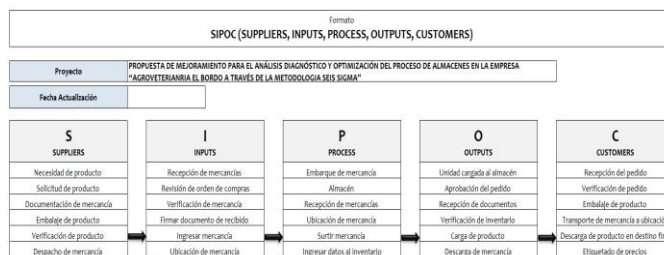


Figura 2. Formato SIPOC.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez identificada el área de oportunidad (que fue la Recepción de mercancías) Fig 2. Se procedió a desarrollar un mapeo de alto nivel (Llamado también SIPOC por las siglas ingles Suppliers, Inputs, Process, Outputs y Customers), con la finalidad de observar y entender cómo se realizan las actividades del almacén en general y de la recepción del producto en particular. El formato SIPOC es una herramienta que se utiliza para describir un proceso de negocio.

El diagrama SIPOC (que se puede visualizar en la Fig. 2) muestra los proveedores, los insumos, el proceso, los productos y los clientes de un proceso de negocio. En este caso, el diagrama SIPOC se utiliza para describir el proyecto de mejora de la calidad y diagnóstico y optimización del proceso de almacenes en la empresa. El diagrama incluye información sobre los proveedores de la empresa, los insumos que se utilizan en el proceso de almacenes, el proceso en sí mismo, los productos que se generan y los clientes que reciben los productos. El diagrama puede ser útil para identificar posibles problemas o amenazas en el proceso.

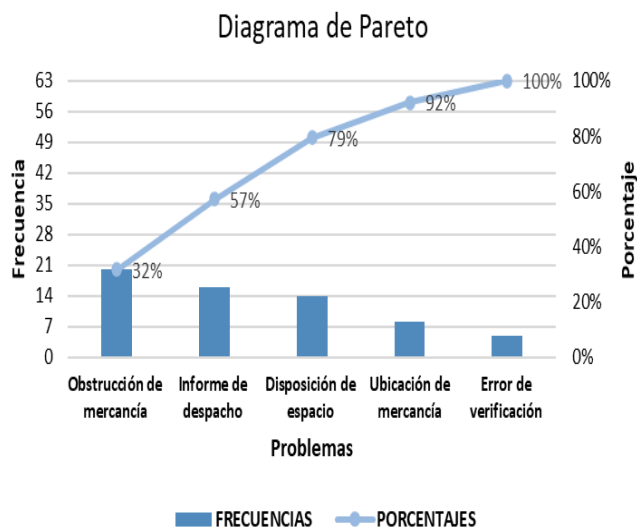


Figura 3. Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia

En la Fig. 3 se establece el Diagrama de Pareto, mediante el cual se definen las diferentes áreas representadas y su impacto en el proceso productivo. Mediante la representación gráfica, se clasifican los datos obtenidos de mayor a menor relevancia. Todo esto con el fin de identificar los problemas más

importantes en los cuales debe estar puesto el foco de atención.

El Diagrama de Pareto es un tipo de gráfico que muestra la frecuencia de diferentes problemas o temas. El gráfico posee cinco categorías de problemas: “Obstrucción de mercancía”, “Informe de despacho”, “Disposición de espacio”, “Ubicación de mercancía” y “Error de verificación”. La línea azul representa el porcentaje acumulado de los problemas y la barra gris representa la frecuencia de los problemas.

Se identificaron cinco causas principales, en las cuales se evidenciaron 63 errores en la toma de datos de 30 pedidos, clasificadas de la siguiente manera: Obstrucción de mercancía 32%, Inexistencias de informes de despacho 25%, Disposición de espacio 22%, Ubicación de mercancía 13% y Error de verificación 8%.

En este caso, el gráfico muestra que el 100% de los problemas están relacionados con “Obstrucción de mercancía”. La segunda categoría más común es “Informe de despacho” con una frecuencia del 50%. La tercera categoría más común es “Disposición de espacio” con una frecuencia del 33%. Las otras categorías tienen una frecuencia menor al 20%. El gráfico puede ser útil para identificar los problemas más comunes y priorizar los esfuerzos para abordarlos.

Este diagrama de flujo aporta información sobre el proceso de recepción de mercancía en el almacén, que puede servir para la mejora de la empresa. Por ejemplo, se puede analizar el tiempo que se tarda cada paso del proceso, la frecuencia con la que se presentan problemas o devoluciones de mercancía, la capacidad de almacenamiento y producción de estantería, y el control de inventario. Con esta información, se puede buscar optimizar el proceso, reducir los costos, mejorar la calidad y satisfacer las necesidades de los clientes.

Este diagrama de flujo aporta información sobre el proceso de recepción de mercancía en el almacén, que puede servir para la mejora de la empresa. Por ejemplo, se puede analizar el tiempo que se tarda cada paso del proceso, la frecuencia con la que se presentan problemas o devoluciones de mercancía, la capacidad de almacenamiento y producción de estantería, y el control de inventario. Con esta información, se puede buscar optimizar el proceso, reducir los costos, mejorar la calidad y satisfacer las necesidades de los clientes.

### B. Etapa Medir

En esta fase se establece la forma adecuada de la toma de datos, como, porque y de qué forma se deben medir, como también se define qué herramientas estadísticas se utilizarán para ingresar datos y de esta manera conocer la situación actual en la que se encuentra el problema a resolver, el medir estos parámetros permitirá establecer el tipo de variabilidad y así analizar de una mejor manera la problemática.

En esta etapa se realizó la toma de los tiempos en el proceso, teniendo en cuenta los tiempos de entrada y de descarga, usando diferentes datos y gráficas para representarlos; el estudio de los datos se realiza mediante métodos estadísticos, que permiten evaluar la situación real, a continuación, se muestran diferentes tablas y gráficos que lo ilustran de mejor manera.

Realizando el cálculo para medición de población finita, de acuerdo a la base de datos suministrada por la empresa, se identifican 33 datos provenientes de 10 proveedores los cuales hacen 33 entregas mensuales, lo cual determino la población, al aplicar la formula cualitativa finita arroja un resultado de 30 datos de los tiempos a tomar.

### Fórmula para la medición de una población finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

- n** = Tamaño de muestra buscado
- N** = Tamaño de la Población o Universo
- Z** = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)
- e** = Error de estimación máximo aceptado
- p** = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)
- q** = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

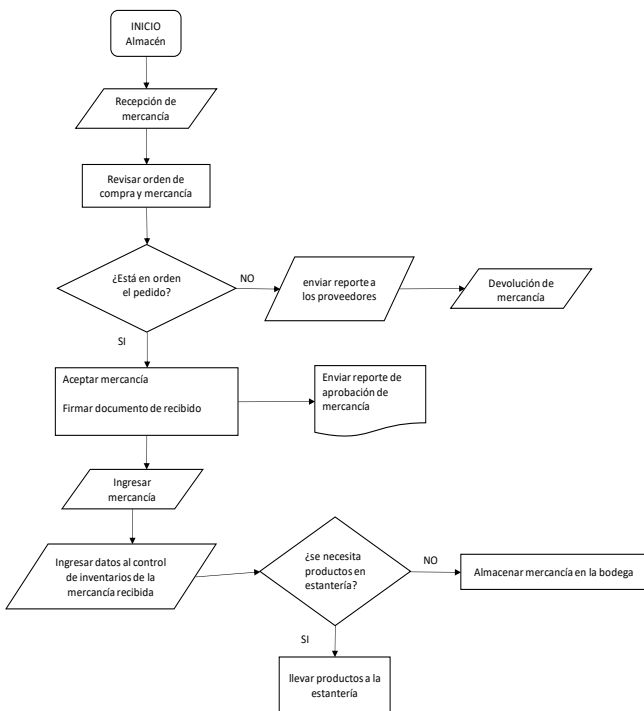


Figura 4. Diagrama de flujo.

Fuente: Elaboración propia

La Fig. 4 establece el flujograma del proceso en donde se encuentra el análisis del proceso de producción, es útil como herramienta ya que permite visualizar gráficamente el proceso que se encuentra bajo análisis, permitiendo identificar el flujo mismo del proceso y la secuencia de las operaciones.

El diagrama de flujo muestra el proceso de recepción de mercancía en un almacén. El proceso comienza con “Recepción Almacén” y termina con “Llevar mercancía a la estantería”. El

**Tamaño muestral.**

		SIGMA
Probabilidad de éxito (p)	p 0,5	1 90% 1,64
Probabilidad de fracaso (q)	q 0,5	2 95% 1,96
Población= (N)	N 33	3 99% 2,57
Nivel de confianza= sigma	Z 2 1,96	
Margen de Error= e	e 5% 0,05	95%

$$n = \frac{\sigma^2 * N * p * q}{e^2 * (N-1) + \sigma^2 * p * q} = \frac{31,6932}{0,08 + 0,9604} = \frac{31,6932}{1,0404} = 30 \text{ Datos evaluados}$$

Muestreo aleatorio simple

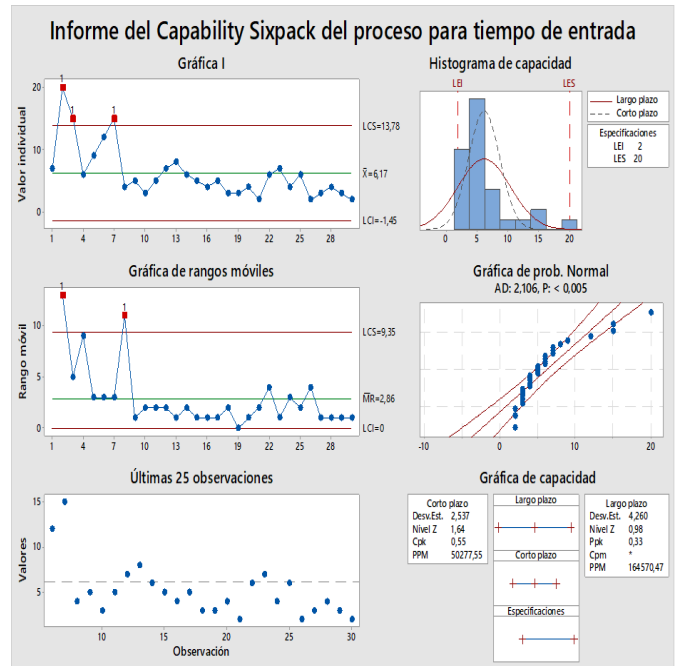
Se utilizo dicha formula ya que permite obtener muestras mas confiables y al contar con la base de datos la cual su poblacion no es muy grande era el metodo optimo para determinar los datos a evaluar.

**Tabla 2. Tiempos de entrada en minutos (min) de la empresa (30 datos).**

Datos	Tiempo de entrada	Datos	Tiempo de entrada
1	7	16	4
2	20	17	5
3	15	18	3
4	6	19	3
5	9	20	4
6	12	21	2
7	15	22	6
8	4	23	7
9	5	24	4
10	3	25	6
11	5	26	2
12	7	27	3
13	8	28	4
14	6	29	3
15	5	30	2

La Tabla 2 muestra los tiempos de entrada de la empresa, hay 30 datos en total y se pueden observar diferentes valores en las columnas "Tiempo de Entrada", el tiempo se mide en minutos. La media de todos los datos es 3,7; la desviación estándar es de 1,6 y el rango de los datos es 5.

**Gráfica 1. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de entrada.**



**Fuente de elaboración: Propia**

La Gráfica 1 establece las cartas de control para el proceso en donde se evidencia lo siguiente sobre el proceso para tiempo de entrada:

La Gráfica I, es una gráfica de línea que muestra la variación de los tiempos de entrada a lo largo del tiempo. La línea azul representa los tiempos de entrada y se puede observar que hay picos y valles en la línea. La Gráfica I muestra que los tiempos de entrada tienen una tendencia a aumentar y disminuir periódicamente. Esto puede indicar que hay factores que afectan el proceso de entrada y que se deben controlar.

El Histograma de capacidad es un gráfico que muestra la distribución de los tiempos de entrada. La curva azul representa la distribución normal y la línea roja representa el límite superior de especificación. Éste muestra que los tiempos de entrada tienen una forma aproximadamente normal y que la mayoría de los tiempos están por debajo del límite superior de especificación. Esto puede indicar que el proceso de entrada es capaz y que cumple con los requisitos.

La Gráfica de Rangos Móviles es una gráfica de línea que muestra la variación de los rangos móviles a lo largo del tiempo. La línea roja representa los rangos móviles y se puede observar que hay picos y valles en la línea. Es así como se puede afirmar que los rangos móviles tienen una tendencia a aumentar y disminuir periódicamente. Esto significa que hay variación dentro de los subgrupos de datos y que se deben reducir las causas especiales de variación.

La Gráfica de probabilidad Normal es un gráfico de dispersión que muestra la relación entre los tiempos de entrada y la distribución normal. La línea azul representa los tiempos de entrada y la línea roja representa la distribución normal.

Según esta gráfica, los tiempos de entrada siguen una distribución normal y que hay poca desviación de la línea roja; el proceso de entrada es normal y no hay datos atípicos.

Las “Últimas 25 observaciones” se refiere a una gráfica de línea que muestra los últimos 25 tiempos de entrada registrados. La línea azul representa los tiempos de entrada y se puede observar que hay picos y valles en la línea. Los últimos 25 tiempos de entrada tienen una tendencia a aumentar y disminuir periódicamente, esto significa que el proceso de entrada es inestable y que se deben monitorear los cambios.

La Gráfica de Capacidad es un gráfico de dispersión que muestra la relación entre los tiempos de entrada y el límite superior de especificación. La línea roja representa el límite superior de especificación y la línea azul representa los tiempos de entrada. Los tiempos de entrada están por debajo del límite superior de especificación y que hay poca variación entre los datos, por lo tanto, el proceso de entrada es capaz y tiene un buen desempeño.

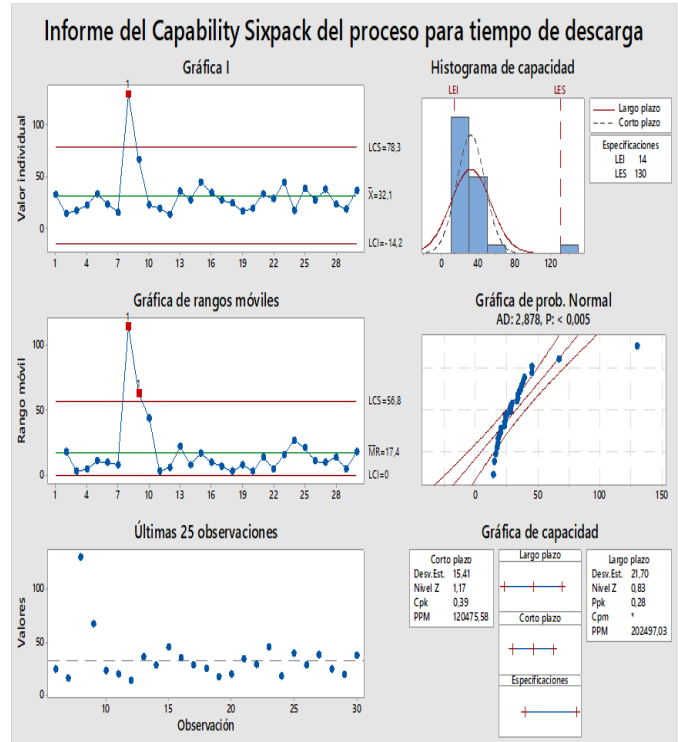
**Tabla 3. Tiempos de descarga de la empresa (30 datos).**

Datos	Tiempo de Descarga	Datos	Tiempo de Descarga
1	33	16	35
2	15	17	28
3	18	18	25
4	23	19	17
5	34	20	20
6	24	21	34
7	16	22	29
8	130	23	45
9	67	24	18
10	23	25	39
11	20	26	28
12	14	27	38
13	36	28	24
14	28	29	19
15	45	30	37

La Tabla 3 muestra los tiempos de descarga de la empresa. Hay 30 datos en total y se pueden observar diferentes valores en la columna “Tiempo de Descarga”, el cual se mide en minutos. Para analizar estos datos, se pueden calcular medidas estadísticas como la media, la desviación estándar y el rango. La media de todos los datos es 27,8; la desviación estándar es de 5,2 y el rango de los datos es 23. También se pueden graficar los datos para visualizar mejor la distribución y detectar posibles valores atípicos.

Se puede ver que el tiempo de descarga varía entre 14 y 37 segundos y hay algunos valores que son más altos o más bajos que otros, esto sugiere que puede haber algún tipo de variabilidad en el proceso de descarga.

**Gráfica 2. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de descarga.**



En la Gráfica 2 se analiza el proceso para tiempo de descarga, y los resultados se presentan a continuación:

La Gráfica I es una gráfica de línea que muestra la variación de los tiempos de descarga a lo largo del tiempo. La línea azul representa los tiempos de descarga y los puntos verdes representan los límites superior e inferior de especificación. Ésta muestra que los tiempos de descarga tienen una tendencia a disminuir y que la mayoría de los tiempos están dentro de los límites de especificación; el proceso de descarga es estable y cumple con los requisitos.

El Histograma de capacidad es un gráfico de barras que muestra la distribución de los tiempos de descarga. Las barras azules representan la distribución y la línea roja representa el límite superior de especificación. Según éste, los tiempos de descarga tienen una forma aproximadamente normal y que la mayoría de los tiempos están por debajo del límite superior de especificación; proceso de descarga es capaz y tiene un buen desempeño.

La Gráfica de rangos móviles es una gráfica de línea que muestra la variación de los rangos móviles a lo largo del tiempo. La línea roja representa los rangos móviles y los puntos azules representan los límites superior e inferior de especificación. Los rangos móviles tienen una tendencia a disminuir y la mayoría de los rangos están dentro de los límites de especificación; esto indica que hay poca variación dentro de los subgrupos de datos y que el proceso de descarga es consistente.

La Gráfica de prob. Normal es un gráfico de línea que muestra la relación entre los tiempos de descarga y la distribución normal. La línea azul representa los tiempos de descarga y la línea roja representa la distribución normal. Se

puede afirmar que los tiempos de descarga siguen una distribución normal y que hay poca desviación de la línea roja; por lo tanto, el proceso de descarga es normal y no hay datos atípicos.

La gráfica de “Últimas 25 observaciones” es una gráfica de dispersión que muestra los últimos 25 tiempos de descarga registrados. Los puntos azules representan los tiempos de descarga. Los últimos 25 tiempos de descarga tienen una tendencia a disminuir y todos los tiempos están por debajo del límite superior de especificación; por ello, el proceso de descarga es estable y capaz.

La Gráfica de capacidad es un gráfico de dispersión que muestra la relación entre los tiempos de descarga y el límite superior de especificación. La línea roja representa el límite superior de especificación y la línea azul representa los tiempos de descarga. Según esta gráfica, los tiempos de descarga están por debajo del límite superior de especificación y hay poca variación entre los datos. Esto puede indicar que el proceso de descarga es capaz y tiene un buen desempeño.

**Herramientas empleadas en esta etapa:** Plan de recolección de datos y recolección de estos (como mínimo 40 datos), estadísticas de tendencia central y dispersión, diagrama de Box Plots, histogramas, diagramas de control, análisis de capacidad de procesos, distribuciones estadísticas que haya lugar.

### C. Etapa Análisis

Esta etapa tiene como principal objetivo analizar los datos recogidos, para determinar cuáles son las causas del mal funcionamiento de los procesos. En esta fase, el enfoque se centra en examinar con detenimiento los datos recopilados durante la investigación, con el objetivo principal de identificar y comprender las causas subyacentes de los procesos en los almacenes de la empresa.

Mediante un análisis riguroso, se buscará determinar las variables y factores que están afectando negativamente la eficiencia y efectividad de los procesos de almacenamiento en la organización.

La identificación de estas causas será esencial para orientar la toma de decisiones en la etapa de diagnóstico, en la que se establecerán las áreas prioritarias de mejora y se propondrán soluciones adecuadas.

Asimismo, durante la etapa de análisis, se aplicarán herramientas y técnicas específicas de Lean Six Sigma para extraer información valiosa de los datos y revelar patrones, tendencias y relaciones que puedan estar contribuyendo a los problemas identificados, tal como se puede observar en la Figura 5 con el Diagrama de Ishikawa. Esto permitirá tomar decisiones informadas y fundamentadas en la siguiente fase del proyecto.

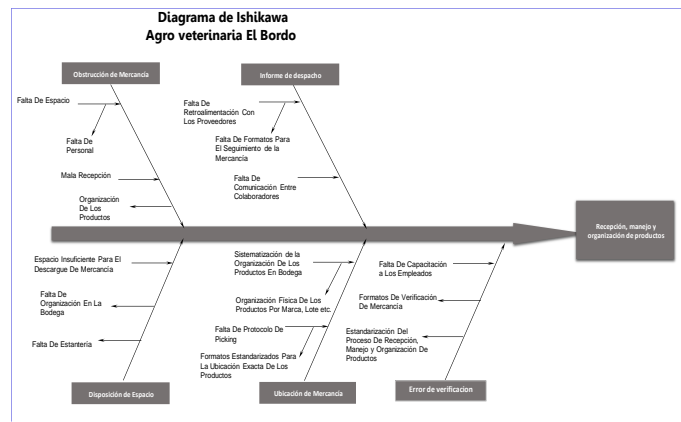


Figura 5. Diagrama de Ishikawa.

En esta fase se analizan los datos (procesarlos) recogidos para determinar las causas raíz de los problemas identificados en la fase anterior y se determinan las posibles soluciones.

El Diagrama de Ishikawa de la Fig. 5, es una herramienta que se utiliza para identificar las causas de un problema. El diagrama se divide en secciones que representan diferentes categorías de posibles causas. En este caso, el diagrama de Ishikawa se utiliza para analizar la organización y gestión de una empresa agroveterinaria. Las secciones del diagrama incluyen “Observación de Mercados”, “Falta de Personal”, “Falta de Capacitación”, “Falta de Organización”, “Falta de Estabilidad”, “Disposición de Recursos” y “Falta de Verificación”.

La empresa agroveterinaria tiene problemas de organización y gestión que afectan su desempeño y calidad. Necesita mejorar su observación de los mercados para adaptarse a las necesidades y demandas de los clientes, capacitar a su personal para mejorar sus competencias y habilidades, organizar mejor sus procesos y actividades para optimizar sus recursos y evitar errores, y finalmente, establecer mecanismos de verificación y control para asegurar la calidad de sus productos y servicios.

**Herramientas empleadas en esta etapa:** Diagrama de causa y efecto identificando posibles causas las cuales será su hipótesis para probar con demás herramientas de la etapa de análisis, diagrama de Pareto de primer y segundo nivel, regresión lineal, pruebas de hipótesis.

### D. Etapa Mejora

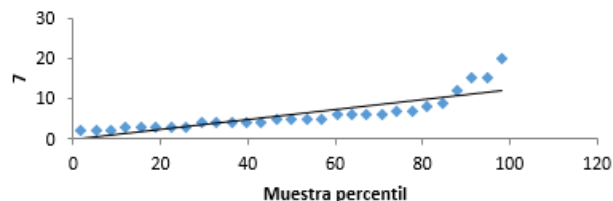
En esta fase se implementarán las soluciones identificadas en la fase anterior y se llevarán a cabo pruebas para asegurarse de que funcionan correctamente, mediante evidencia de resultados de forma analítica que permita expresar y dar a conocer las diferentes particularidades dentro del proceso y de esta manera poder realizar un plan de acción de mejora continua.

En esta etapa, se pondrán en práctica las soluciones previamente identificadas en la fase de análisis, con el objetivo de abordar y resolver los problemas detectados en los procesos de almacenamiento de la organización. La etapa de mejora se enfoca en obtener datos cuantificables y medibles que permitan evaluar el éxito de las acciones implementadas. Es crucial que

estas pruebas y mediciones se realicen de manera rigurosa y objetiva, ya que proporcionarán una base sólida para tomar decisiones informadas sobre los próximos pasos en el proceso de optimización.

De esta manera, se pueden visualizar en la Tabla 4 los siguientes resultados de las mejoras realizadas:

**Grafica 3. Mejora Gráfico de probabilidad normal.**  
**Gráfico de probabilidad normal**



La línea azul con puntos de datos en forma de diamante tiene una pendiente positiva y los puntos de datos están dispersos alrededor de la línea; en el presente caso, se puede analizar que hay estabilidad en las muestras, sólo unas están por encima de lo esperado, pero en general se puede inferir que el proceso ha tenido una mejora, ya que los datos recolectados son más consistentes y no varían tanto como en las gráficas anteriores (Gráficas 2 y 3).

El objetivo final de esta fase es lograr un plan de acción de mejora continua, que permita mantener y fortalecer los resultados obtenidos. La mejora continua es un principio central de la metodología Lean Six Sigma, y en este contexto, implica que la empresa Agroveterinaria El Bordo seguirá buscando oportunidades de optimización en su proceso de almacenes, identificando nuevas mejoras y aplicando ciclos de mejora iterativos para mantener su competitividad y eficiencia en el tiempo.

Las "5S" son principios japoneses aplicados en el ámbito empresarial para mejorar organización, limpieza y eficiencia en el lugar de trabajo. Se enfocan en crear un ambiente seguro y productivo, eliminando elementos innecesarios (Seiri), organizando eficientemente lo esencial (Seiton), manteniendo limpieza y orden (Seiso), estableciendo normas (Seiketsu) y fomentando una cultura de mejora continua (Shitsuke). Ampliamente utilizada en programas de gestión de calidad y mejora continua, esta metodología busca lograr un ambiente de trabajo más eficiente y productivo [32].

La implementación de las "5S" puede contribuir a abordar los desafíos de organización y gestión, ya que se enfoca en mejorar la eficiencia y efectividad en el lugar de trabajo, al tiempo que reduce errores y facilita la identificación de problemas.

De las "5S", la más adecuada para las necesidades del proyecto podría ser "Seiri" (Clasificación). Dado que el análisis de datos ha revelado que la "Obstrucción de mercancía", la "Inexistencia de informes de despacho" y la "Disposición de espacio" son las principales causas de errores en los pedidos, es esencial separar y eliminar lo innecesario en el proceso de almacenes. Al aplicar "Seiri", se podría optimizar el espacio de almacenamiento, eliminar obstáculos y deshacerse de informes

innecesarios, lo que ayudaría a reducir significativamente el porcentaje de problemas identificados.

Esta medida permitiría aumentar la eficiencia, reducir errores y establecer una base sólida para la mejora integral del proyecto.

**Aplicación de las 5's.**



En las fotos se puede evidenciar la aplicación de la herramienta con la cual se logra mejorar el orden, la limpieza y la eficiencia en los espacios de trabajo.



### E. Etapa Controlar

En esta fase se establecen controles y se monitorea el proceso para asegurarse de que las mejoras implementadas se mantienen en el tiempo y se continúa mejorando el proceso de forma continua. Se puede escoger la metodología que más se acople a la organización y funcionamiento interno de la empresa, para así asegurar el control y monitoreo de eficiencia, eficacia y calidad.

Una vez que se han implementado las soluciones identificadas en la etapa de mejora, es fundamental asegurarse de que estas medidas sean efectivas y sostenibles. El objetivo de la etapa de controlar es garantizar que la empresa Agroveterinaria El Bordo mantenga su desempeño optimizado y continúe avanzando hacia la excelencia operativa.

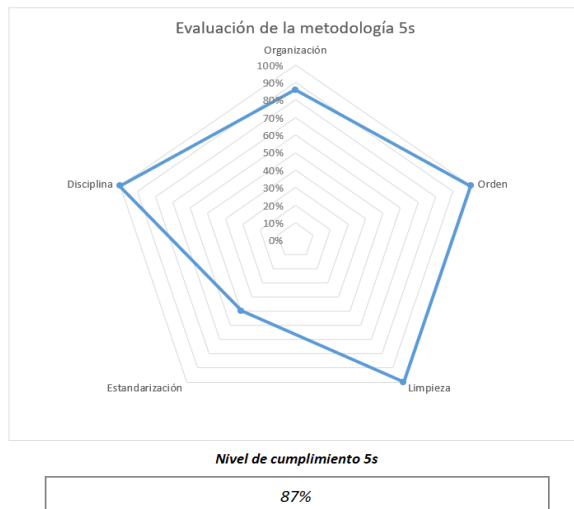
En esta etapa, se selecciona cuidadosamente la metodología de control y monitoreo que mejor se adapte a la organización y su funcionamiento interno. La elección de la metodología es crucial para asegurar que se puedan medir de manera efectiva los indicadores clave de rendimiento (KPIs) relacionados con la eficiencia, eficacia y calidad del proceso de almacenes.

La metodología Lean Six Sigma, que se ha utilizado a lo largo de todo el proyecto, puede ser una excelente opción para implementar los controles y el monitoreo. Esta metodología se basa en la recopilación y análisis de datos cuantitativos, lo que permitirá medir y evaluar el rendimiento del proceso de manera objetiva.

Con el uso de herramientas y técnicas específicas de Lean Six Sigma, se podrán identificar desviaciones o tendencias no deseadas en el proceso de almacenes, lo que permitirá tomar acciones correctivas de manera oportuna y eficiente. Asimismo, el enfoque de mejora continua de Lean Six Sigma asegurará que la empresa esté constantemente buscando oportunidades para optimizar su proceso de almacenes y mantenerse competitiva en el mercado.

La combinación de la metodología Lean Six Sigma con un enfoque de mejora continua e indicadores clave de rendimiento (KPIs), garantizará que la empresa esté en una posición sólida para enfrentar desafíos futuros y alcanzar un rendimiento operativo óptimo en el largo plazo.

Grafica 6. Evaluación de la metodología 5s



La implementación efectiva de las 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) ha generado una serie de mejoras significativas en nuestro entorno de trabajo. En primer lugar, la práctica de "Seiri" nos ha permitido eliminar de manera sistemática elementos innecesarios, liberando espacio valioso y reduciendo el desorden en nuestras áreas de trabajo. "Seiton" ha contribuido a una mejor organización, con herramientas y recursos claramente etiquetados y fácilmente accesibles, lo que ha aumentado la eficiencia y la productividad. La "Seiso" ha promovido la limpieza constante, lo que no solo mejora la apariencia del lugar de trabajo, sino que también contribuye a un ambiente más seguro y saludable. La "Seiketsu" ha consolidado estas prácticas, creando una cultura de sostenibilidad y mejora continua, mientras que "Shitsuke" ha asegurado que estas prácticas se conviertan en hábitos arraigados, garantizando la persistencia de estos beneficios a lo largo del tiempo. En conjunto, las 5S han transformado positivamente nuestra organización, promoviendo la eficiencia, la seguridad y la calidad en todas nuestras operaciones.

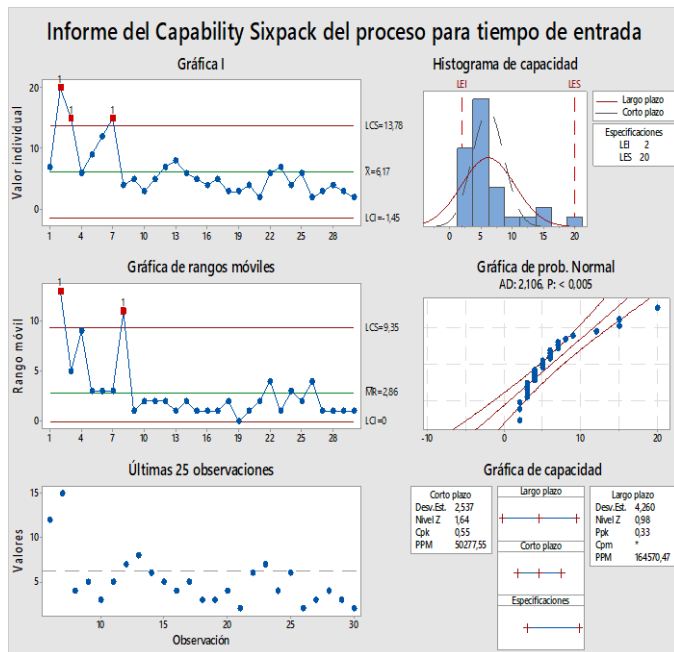
**Herramientas empleadas en esta etapa:** Definición de nuevos estándares, plan de controles e indicadores de procesos.

**Tabla 4. Tiempos de entrada de la empresa (30 datos).**

DATOS	TIEMPO DE ENTRADA	DATOS	TIEMPO DE ENTRADA
1	7	16	4
2	20	17	5
3	15	18	3
4	6	19	3
5	9	20	4
6	12	21	2
7	15	22	6
8	4	23	7
9	5	24	4
10	3	25	6
11	5	26	2
12	7	27	3
13	8	28	4
14	6	29	3
15	5	30	2

En la tabla 4 se evidencia los tiempos de entrada dentro de la empresa, dentro de esta tabla se muestra que con respecto a la tabla 2 los tiempos son los mismos, ya que los tiempos son de acuerdo a la hora de llegada del transporte a la empresa y estos de alguna manera siempre van a ser iguales.

**Gráfica 4. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de entrada.**



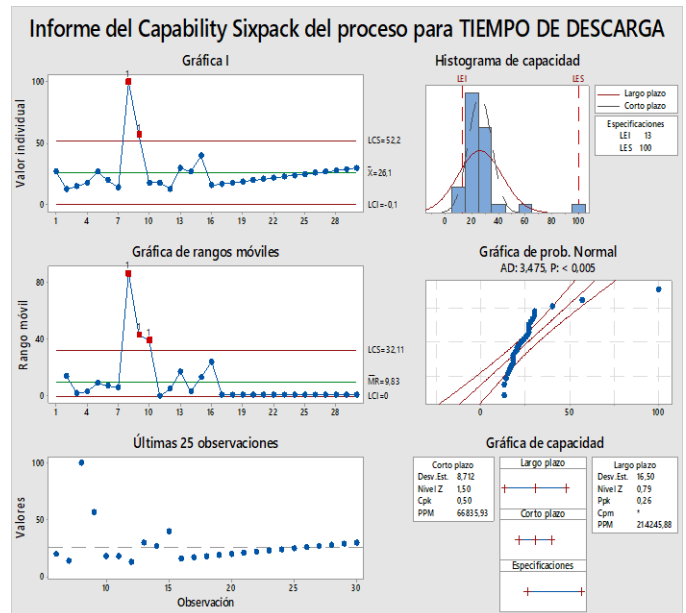
En la gráfica 4 se encuentra los mismos resultados de acuerdo a la gráfica 1. Esto se debe a que los tiempos en los cuales el producto llega a la empresa no varían, arrojando como resultado una variabilidad de (2,537) con un numero de defectos por millón PPM: 50277,55.

**Tabla 5. Tiempos de descarga de la empresa (30 datos).**

DATOS	TIEMPO DE DESCARGA	DATOS	TIEMPO DE DESCARGA
1	27	16	34
2	13	17	24
3	15	18	21
4	18	19	17
5	27	20	17
6	20	21	29
7	14	22	24
8	100	23	40
9	57	24	16
10	18	25	33
11	18	26	26
12	13	27	34
13	30	28	20
14	27	29	15
15	40	30	32

En la tabla 5 se muestra los tiempos de descarga, en la cual se utilizaron diferentes propuestas de mejora, dentro de las cuales estan el metodo de las 5s, mejorar el entorno de trabajo, estructurar y ordenar el espacio del almacen, se obtuvo el tiempo en minutos de descarga de unidades despues de una mejora.

**Gráfica 5. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de descarga.**



En la grafica 5 muestra los resultados de analisis de capacidad del proceso de descarga de unidades, el cual muestra normalidad con una variabilidad de ( 8,712), se observa en los datos que cumple con los requerimientos, con un minimo de defectos por millo en el proceso PPM: 66835,93, reduciendo en si el numero de defectos con respecto a la grafica 2.

**Resultados finales.**

Promedio #1	Promedio #2	%	Reducción	desv 1	desv 2	%	Reducción
32	27	0,85	15%	15,41	8,7	0,6	44%

Primero se sacaron los promedios de los 30 datos de los tiempos de descarga de acuerdo a la grafica de distribucion normal, teniendo un promedio para los tiempos de descarga iniciales de 32 minutos, en los tiempos de descarga finales se cuenta con un promedio de 27 minutos, se tomaron los datos en promedio con respecto a los datos establecidos de la distribucion normal.

Se encuentran tiempos por fuera del limite superior que corresponden a los puntos en los que no se puede modificar de acuerdo a la naturaleza del mismo proceso.

Se tuvo una reduccion en tiempos del 15% de acuerdo a los datos obtenidos, la desviacion inicial fue de 15,41 y la desviacion numero dos fue de 8,7, la reduccion que se tiene con respecto a las desviaciones, las desviaciones es la variabilidad que hay de los datos obtenidos con respecto a la media, observando una disminucion en la variabilidad de los datos de una descarga a la otra, teniendo una reduccion del 44% con respecto a la variabilidad de los datos.

**III. CONCLUSIONES**

En conclusión, la empresa agro veterinaria enfrenta desafíos en organización y gestión, afectando su desempeño y calidad. Es fundamental mejorar la observación de los mercados, adaptándose a las demandas de los clientes. Capacitar al personal para elevar sus competencias, optimizar procesos y recursos, y establecer mecanismos de verificación y control para garantizar la calidad de productos y servicios son pasos clave para su mejora integral.

El análisis de datos ha revelado que las principales causas de errores presentes en los pedidos se centran en la "Obstrucción de mercancía", representando el 32% de los problemas. Le sigue la "Inexistencia de informes de despacho" con un 25% y la "Disposición de espacio" con un 22%. Las demás categorías mostraron una frecuencia menor al 20%. Así mismo, se debe mejorar los tiempos de entrada y de descarga, centrándose en la clasificación de las mercancías para hacer un uso óptimo de los espacios que se tienen.

Esta información resulta valiosa para priorizar esfuerzos y abordar eficazmente los problemas más comunes, permitiendo así mejorar la precisión y eficiencia en los diferentes procesos que lleva a cabo la empresa.

, de acuerdo a esto se evidencia que con respecto a la tabla 3 se redujeron los tiempos de descarga, con una variacion de 8,712, en los datos

**IV. ANEXOS**

Toda la información trabajada en archivos de Excel y Minitab y otros archivos empleados en la elaboración del documento.

**Formato de recepción de mercancías**

FORMATO DE RECEPCION DE MERCANCIAS			
MERCANCIAS			
CAJAS	<input type="text"/>	BULTOS	<input type="text"/>
ENCARGADO DE ALMACEN:			
FECHA DE INGRESO:	HORA DE INGRESO:	PLACA UNIDAD:	
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION DE LA MERCANCIA	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

RECEPCIONADO POR

**Formato Evaluación de la metodología 5s**

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?	✓	
2	¿Se observan objetos dañados?		✓
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?	✓	
4	¿Existen objetos obsoletos?		✓
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?	✓	
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	✓	
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados cómo tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	✓	

Evaluación de Limpieza			
		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?	✓	
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?	✓	
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad	✓	
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?	✓	
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?	✓	

Evaluación de Estandarización		
	Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?	✓
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	✓
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?	✓
4	¿Se cuenta con una cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?	✓
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?	✓
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?	✓

Evaluación de Disciplina		
	Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	✓
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	✓
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?	✓
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	✓

### Lista de Tablas

Tabla 4. Etapas DMAIC.

Tabla 2. Tiempos de entrada en minutos (min) de la empresa (30 datos).

Tabla 3. Tiempos de descarga de la empresa (30 datos).

Tabla 4. Tiempos de entrada de la empresa (30 datos).

Tabla 5. Tiempos de descarga de la empresa (30 datos).

### Lista de Figuras

Figura 1. Etapas DMAIC.

Figura 2. Formato SIPOC.

Figura 3. Diagrama de Pareto.

Figura 4. Diagrama de flujo.

Figura 5. Diagrama de Ishikawa.

### Lista de Gráficas

Gráfica 1. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de entrada.

Gráfica 2. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de descarga.

Gráfica 3. Mejora Gráfico de probabilidad normal.

Gráfica 4. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de entrada.

Gráfica 5. Informe del Capability Sixpack del proceso para tiempo de descarga.

Gráfica 6. Evaluación de la metodología 5s

realizar-un-muestreo-aleatorio-simple/ (accedido 13 de septiembre de 2023).

[3] R. E. Walpole, «Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias».

[4] E. Pérez-López y M. García-Cerdas, «Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal», TM, vol. 27, n.º 3, p. 88, sep. 2014, doi: 10.18845/tm.v27i3.2070.

[5] «Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos?», APD España, 27 de agosto de 2019. <https://www.apd.es/lean-six-sigma-como-funciona/> (accedido 13 de septiembre de 2023).

[6] B. S. López, «Evaluación de la metodología 5s (Checklist)» Ingeniería Industrial Online», Ingeniería Industrial Online, 5 de octubre de 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/calculadoras-y-formatos/evaluacion-de-la-metodologia-5s-checklist/> (accedido 13 de septiembre de 2023).

[7] Prisma, «¿En qué consiste el método de las 5?», Eurofins Environment Testing Spain, 7 de agosto de 2023. <https://www.eurofins-environment.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/> (accedido 13 de septiembre de 2023).

[8] H. G. Pulido, «Calidad total y productividad».

[9] «Análisis de causa raíz: el diagrama de espina de pescado | Managing ILs Reporting». <https://managing-ils-reporting.itcilo.org/es/herramientas/root-cause-analysis-the-fishbone-diagramme/> (accedido 13 de septiembre de 2023).

[10] L. A. Pérez-Domínguez, J. J. Pérez-Blanco, L. A. García-Villalba, y P. I. Gómez-Zepeda, «Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad», 2020.

[11] «Interpretar los resultados clave para Análisis de capacidad Seis en uno normal». <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/how-to/capability-sixpack/normal-capability-sixpack/interpret-the-results/key-results/> (accedido 13 de septiembre de 2023).

### REFERENCIAS

[1] «Tamaño de la muestra. Qué es y cómo calcularla. | QuestionPro». <https://www.questionpro.com/es/tamaño-de-la-muestra.html> (accedido 13 de septiembre de 2023).

[2] C. Ortega, «¿Sabes cómo realizar un muestreo aleatorio simple de manera sencilla?», QuestionPro, 27 de abril de 2018. <https://www.questionpro.com/blog/es/como->