

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA LOGISTICO  
PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE  
DESABASTECIMIENTO DE REPUESTOS DE MAQUINARIA  
EXCAVADORA EN GRUPO CAJAMARCA MINERÍA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Yoshting Velasquez Diaz

Asesor:

Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

2019



## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Elmer Aguilar Briones, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Yoshting Aaron, Velasquez Diaz

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA LOGÍSTICO PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE DESABASTECIMIENTO DE REPUESTOS DE MAQUINARIA EXCAVADORA EN GRUPO CAJAMARCA MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C para aspirar al título profesional de: **INGENIERO INDUSTRIAL** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Elmer Aguilar Briones  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Yoshting Aaron Velasquez Diaz para aspirar al título profesional con la tesis denominada: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA LOGÍSTICO PARA DISMINUIR LOS COSTO DE DESABASTECIMIENTO DE REPUESTOS DE MAQUINARIA EXCAVADORA EN GRUPO CAJAMARCA MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. MSc. Jimy Frank Oblitas Cruz

Jurado  
Presidente

---

Mg. Katherine Del Pilar Arana Arana

Jurado

---

Mg. Maria Elena Vera Correa

Jurado

## **DEDICATORIA**

Le dedico a mi padre por el apoyo incondicional que me brinda en todo momento y a Dios por darme la vida y la bendición en cada día de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial a mi asesor Ing. Elmer Aguilar Briones, por el apoyo brindado y a mi padre por la bendición de Dios de tenerlo a mi lado.

## **Tabla de contenidos**

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS</b>	2
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	12
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	16
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	29
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	70
REFERENCIAS	80
ANEXOS	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos.....	16
Tabla 2. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	17
Tabla 3. Variación de costo por lote - Aceite de motor.....	35
Tabla 4. Variación de costo por lote - Filtro separador de agua.....	35
Tabla 5. Variación de costo por lote - Filtro aceite de motor.....	36
Tabla 6. Costo desabastecimiento - Aceite de motor.....	36
Tabla 7. Costo desabastecimiento - Filtro separador de agua.....	37
Tabla 8. Costo desabastecimiento - Filtro aceite de motor.....	37
Tabla 9. Retrasos de entrega - Filtro separador de agua.....	39
Tabla 10. Costo de Penalidades por Incumplimiento de Fecha de Entrega.....	43
Tabla 11. Costo Administrativo por realizar pedidos urgentes.....	43
Tabla 12. N° Informes por realizar pedidos urgentes.....	44
Tabla 13. Productos dañados en almacén.....	45
Tabla 14. Costos incurridos en Rotura de Stock.....	46
Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables.....	47
Tabla 16. Pronósticos.....	48
Tabla 17. Tendencia Polinómica.....	49
Tabla 18. ABC - Valor de Inventario.....	50
Tabla 19. ABC - Suministro.....	52
Tabla 20. Clasificación ABC – Multicriterio.....	53
Tabla 21. ABC - Multicriterio.....	53
Tabla 22. Clasificación Clase "A".....	55
Tabla 23. Costos de Almacén.....	56
Tabla 24. Costo de materiales dañados al año.....	56
Tabla 25. Costo de mantener productos de clase "A".....	57
Tabla 26. Costo de Ordenar Inventario.....	58
Tabla 27. Stock de seguridad de clase "A".....	59
Tabla 28. Cantidad Económica de Pedido - Clase "A".....	60
Tabla 29. Punto de Reposición - clase "A".....	62
Tabla 30. Cuadro Resumen - SS, EOQ, ROP.....	63
Tabla 31. Mejora - Costo de penalidades.....	65
Tabla 32. Mejora - Costo de pedidos urgentes.....	65
Tabla 33. Resultados de los indicadores después de la propuesta.....	66
Tabla 34. Inversión - Propuesta de Implementación.....	67
Tabla 35. Otros gastos.....	69
Tabla 36. Gastos de personal.....	69
Tabla 37. Gastos de Capacitación.....	70
Tabla 38. Costos proyectados - Implementación.....	70
Tabla 39. Costo promedio ponderado actual.....	72
Tabla 40. Evaluación de indicadores.....	73
Tabla 41. Ingresos proyectados.....	74
Tabla 42. Flujo de caja proyectado.....	74
Tabla 43. Indicadores de evaluación.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de estudio .....	21
Figura 2. Ishikawa – Sistema Logístico Inadecuado de Compras .....	30
Figura 3. Proceso general de compras .....	32
Figura 4. Ishikawa - Costos Desabastecimiento .....	34
Figura 5. ABC - Valor Inventario.....	50
Figura 6. ABC – Suministro .....	52
Figura 7. Flujo de caja proyectado .....	75

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Pronóstico de Mantenimiento .....	22
Ecuación 2. Promedio Móvil Ponderado .....	23
Ecuación 3. Suavización Exponencial Simple .....	23
Ecuación 4. Costo de Mantener Inventario .....	25
Ecuación 5. Stock de Seguridad (Ss).....	26
Ecuación 6. Cantidad Económica de Pedido (EOQ) .....	27
Ecuación 7. Punto de Reposición (ROP).....	28
Ecuación 8. Rotura de Stock.....	41
Ecuación 9. Nivel de cumplimiento de despacho.....	41
Ecuación 10. Faltantes de Inventario.....	42

## RESUMEN

El tema de costos por desabastecimiento generados por ruptura de stock es un tema que toma gran importancia dentro del sistema logístico en las empresas en la actualidad, debido a esto se ha realizado diferentes estudios con la finalidad de minimizar dichos costos, puesto que en nuestro país las empresas de servicios de maquinaria pesada presenta un gran déficit al momento de los mantenimientos, al no contar con los repuestos necesarios para su ejecución generando faltantes y cuellos de botella en operación, lo que conlleva a penalidades por incumplimiento, esto se debe a no contar con estrategias capaces de minimizar dicho problema. De esta forma en nuestro plan de trabajo tenemos como objetivo mejorar el sistema logístico para reducir dichos costos usando herramientas capaces de predecir la demanda de repuestos de excavadoras para su mantenimiento, para ello usamos pronósticos a corto y largo plazo según por (Muñoz Valenzuela, 2011), modelo ABC Multicriterio recomendada por Rojas & Castañeda (2015), modelo EOQ y punto de reorden (ROP) según Causado (2015), luego de estimar dichos resultados este afecta de forma directa a los costos de desabastecimiento de repuestos en donde obtuvimos una reducción de 14% en los ítems de rotura de stock, 23 % de disminución en nivel de incumplimiento de despacho y un ahorro total de costos de rotura de stock valorizado en S/.148,897.83.

**Palabras clave:** Costos, Desabastecimiento, Logística, Mantenimiento, Stock, Despacho, Reorden, EOQ, etc.

## ABSTRACT

The issue of costs due to shortages generated by breakdown of stock is a topic that takes great importance within the logistics system in companies today, due to this has been carried out different studies in order to minimize these costs, since in our country heavy machinery service companies have a large deficit at the time of maintenance, not having the necessary spare parts for its execution generating shortages and bottlenecks in operation, which leads to penalties for non-compliance, this is due to not having with strategies capable of minimizing this problem. Thus, in our work plan we aim to improve the logistics system to reduce these costs using tools capable of predicting the demand for excavator spare parts for maintenance, for this we use short and long term forecasts according to Muñoz (2011), Multicriteria ABC model recommended by Rojas & Castañeda (2015), EOQ model and reorder point (ROP) according to Cause (2015), after estimating these results, this directly affects the costs of shortages of spare parts where we obtained a reduction of 14% in items of stock breakage, 23% decrease in the level of breach of delivery and a total saving of stock breakage costs valued at S / . 148,897.83.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, el sector Logístico ocupa un lugar importante y estratégico en cualquier empresa debido al grado de relevancia que tienen que los productos o repuestos lleguen a tiempo hacia su distribución final, generando de esta manera que el área logística sea de vital importancia en la toma de decisiones, por el papel fundamental que juega en la reducción de costos finales de la empresa. Por ello, para disminuir la gran problemática presentada en dicho sistema, ya sea falla de los equipos, rupturas de stock, costos de desabastecimiento, etc., es sumamente necesario mencionar la herramienta con más frecuencia de uso dentro de las organizaciones que manejan un notable proceso logístico, el cual son los inventarios y pronósticos, pues ello lo utilizan con el fin de pronosticar la demanda a futuro y evitar costos innecesarios desde su gestión de compras, hasta el despacho al cliente final.

Las empresas que se dedican a la compra y alquiler de maquinaria pesada, venta y compra de repuestos como lo es para su maquinaria, por el volumen de artículos en sus inventarios en muchos casos no manejan un sistema óptimo el cual les permita determinar sus costos y en base a estos calcular los precios para poder competir en el mercado, en su mayoría no tienen un departamento específico que les establezca controles adecuados y que les permita analizar y supervisar la información que se presenta a la administración, y que de ella pueda tomarse decisiones que brinden algún beneficio empresarial. Los diversos estudios que se han elaborado concluyen que el 75% de las roturas de stock son causadas en tienda; errores en la previsión 13%, errores al lanzar los pedidos de reposición 34% o fallos en poner en las estanterías 25%.

De tal manera, para que una organización sea competitiva dentro del amplio mercado, debe invertir en diversas estrategias, generalmente en sus propios recursos para sacarle mayor provecho y en otras actividades encaminadas a motivar al consumidor a comprar los requerimientos en la cantidad y tiempo adecuado, con el único fin de no quedarse sin stock en algún periodo de tiempo y realizar costos innecesarios que pueden causarle fuertes pérdidas a la empresa. Con referencia a la empresa, no cuenta con planes de contingencia al suscitarse casos de parada de maquinaria debido a la mala gestión de repuestos de mantenimiento, estos se encuentran mal distribuidos y no cuentan con una ubicación fija de almacenamiento, son de baja calidad, y peor aún no se tiene un stock de seguridad de repuestos basados en algún pronóstico.

Al no mantener ningún método de línea de trabajo dentro de sus almacenes, sea pronóstico a corto o largo plazo, clasificación ABC, stock de seguridad ni punto de reorden, se incurre en costos de desabastecimiento influyendo a realizar pedidos urgentes, roturas de stock, etc. Ello puede resolverse mediante pronósticos de mantenimiento a corto y largo plazo, Clasificación Multicriterio ABC lote económico de compra, stock de seguridad según Causado (2015) y punto de reorden con respecto a Arribasplata & Portales (2015).

A través de ello, identificamos las herramientas que cuentan con mayor rotación para la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción, para establecer un mejor control desde la gestión de compras hasta el despacho final del repuesto y con ello disminuir los costos de desabastecimiento.

Conjuntamente diseñar la propuesta de mejora del sistema logístico, para disminuir los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora en Grupo

Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, con un esquema similar a la propuesta Ramos, K. (2016), el cual se basa en la mejora de la gestión de stocks y almacenes para reducir el costo de inventario, en ella apunta directamente en la disponibilidad, calidad y reducción de costos de los productos. Como mejora de este indicador final, se propone el diseño de pronósticos a base de datos históricos considerando un incremento en las utilidades al mantener abastecido el almacén con los repuestos para el mantenimiento de las excavadoras, generando de tal manera mejorar los índices de tiempos de parada de maquinaria y con ello aumentar las utilidades significativamente.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida la propuesta de mejora del sistema logístico, disminuirá los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Disminuir los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora, mediante un sistema logístico en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el sistema logístico actual y los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora.
- Diseñar una propuesta de mejora del sistema logístico para reducir los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora.
- Medir los resultados de la propuesta de mejora del sistema logístico en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.
- Elaborar un análisis financiero para evaluar la viabilidad de la propuesta de mejora del sistema logístico.

### **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora del sistema logístico disminuirá los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C?

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Según su fin: Aplicada

Según su alcance: Transversal Cuantitativa

Según el diseño de investigación: Pre experimental

### 2.2. Materiales, instrumentos y métodos

Se mantuvo diversas técnicas e instrumentos para la recolección de información, tal como se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

<b>Método</b>	<b>Fuente</b>	<b>Técnica</b>	<b>Aplicado en</b>
<b>Cualitativo</b>	Primaria	Entrevista	Responsable de procesos logísticos
	Secundaria	Análisis de contenido	Registros y bases de datos
<b>Cuantitativo</b>	Primaria	Encuesta	Jefe de almacén
<b>Observación</b>	Primaria	Guía de observación	Área logística

*Fuente: Elaboración propia*

Investigar la situación actual de Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, requiere de técnicas que nos faciliten recopilar información para estudio. Por ello, planteamos el método más conocido y usado el cual es la observación, este implica registrar las actividades que realiza la empresa desde su gestión de compras hasta su almacenamiento de repuestos, luego de ello se elabora un cuestionario estructurado que se aplicará a trabajadores de la empresa con el fin de obtener información específica de los participantes. Finalmente, realizamos la entrevista para identificar la causa y principales problemas de los costos generados en desabastecimiento.

En la siguiente tabla se detalla las técnicas e instrumentos a utilizar en el presente estudio:

*Tabla 2. Técnica e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Entrevista</b>	Guía de entrevista
	Cámara
	Lapicero
<b>Encuesta</b>	Encuesta
	Lapicero
	Cámara
<b>Observación directa</b>	Guías de observación
<b>Análisis de documentos</b>	Registros
<b>Cuestionario</b>	Ficha de cuestionario

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.1. Entrevista

La entrevista se realizará al señor Jaime Silva, encargado del área logística.

#### **Objetivo:**

Conocer la situación actual de los procesos del área logístico del Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

#### **Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina de almacén de la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

**Procedimiento:** Proceder a efectuar una serie de preguntas para obtener la información adecuada,

**Instrumentos:** Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

### 2.2.2. Encuesta

**Objetivo:**

Obtener información que facilite el estudio de investigación, por medio del personal involucrado en el área logística de la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.

**Parámetros:**

Duración: 60 minutos

Lugar: Empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

**Procedimiento:** Se realiza una serie de preguntas para conocer las fortalezas, debilidades y puntos críticos dentro de todos los procesos involucrados en el aprovisionamiento de repuestos.

**Instrumentos:** Cámara fotográfica, papel y lapicero.

### 2.2.3. Observación directa

**Objetivo:** Identificar fallas críticas en el sistema logístico y los costos que estos generan en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

**Procedimiento:** Mantener un seguimiento continuo de los procesos de compras y almacenamiento de repuestos de maquinaria excavadora de la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.

**Instrumentos:** Cuadernillo de apuntes y lapiceros.

### 2.2.4. Análisis de documentos

**Objetivo:** Identificar la problemática en estudio mediante la recolección de información en documentos físicos y virtuales que mantenga la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.

**Procedimiento:** Recopilar la documentación necesaria para evaluar la situación actual de la empresa en estudio.

**Instrumentos:** Usb, laptop, cuaderno de apuntes, lapicero.

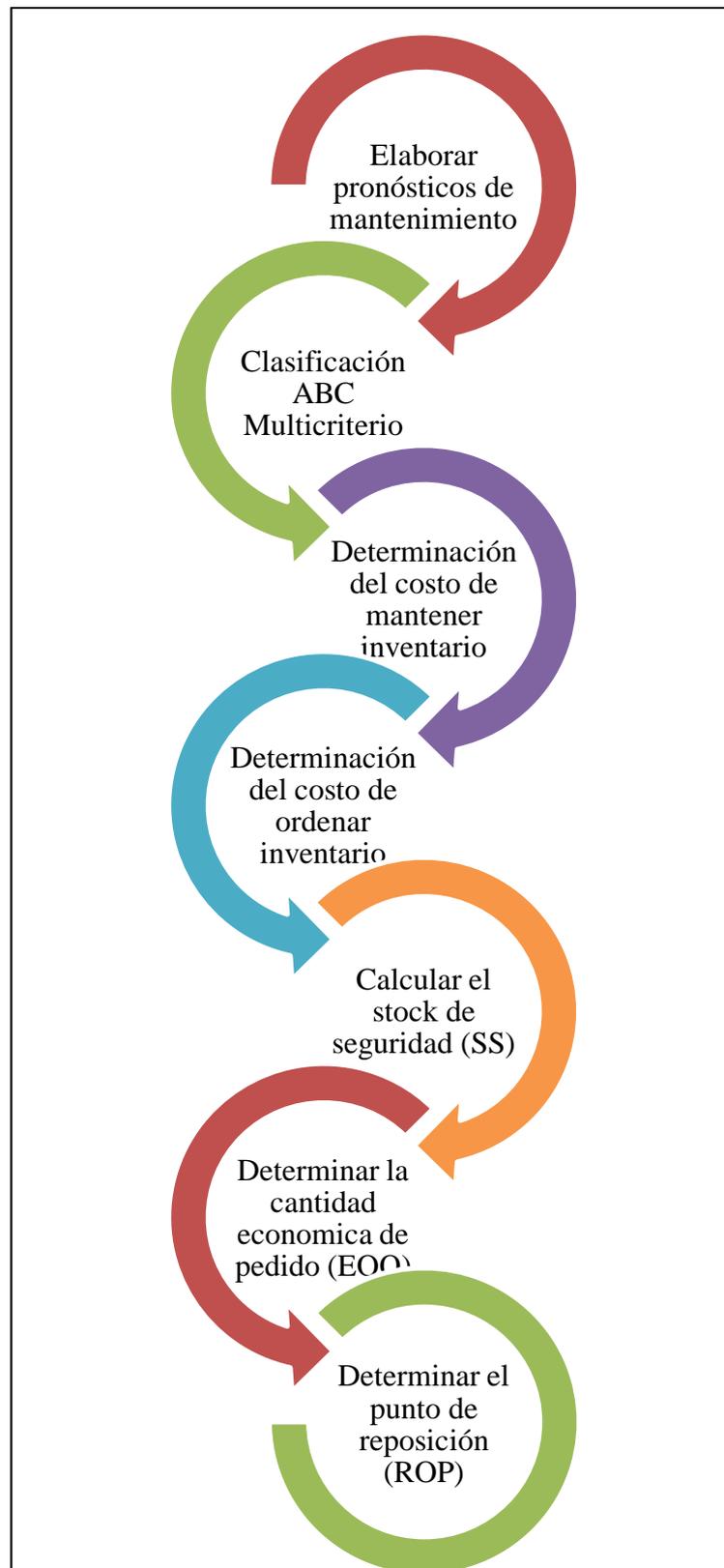
### 2.2.5. Procesamiento de información

- Hoja de cálculo Excel
- Microsoft Word
- Bloc de Notas

### **2.3. Procedimiento**

En la actualidad los costos de roturas de stock en las empresas han ido incrementando es por ello la finalidad de este presente estudio, asimismo al referirnos al termino rotura de stock según Solis (2011) sucede cuando la empresa no logra conseguir las unidades que le falta para la realización de una actividad, es ahí donde encontramos diferencia de precios por compras urgentes, costo de transporte y costos administrativos, además pueden significar cuellos de botella y demora en el proceso que se realiza.

La empresa en estudio en los últimos años presenta un considerable número de roturas de stock, es decir, los repuesto no se encuentran en almacén en el momento que se requieren para realizar el mantenimiento de la maquinaria, debido para evitar incurrir en este problema seguiremos los pasos que se mencionan a continuación:



*Figura 1. Procedimiento de estudio*

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.3.1. Elaborar pronósticos de Mantenimiento

Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) mencionaron que los patrones de demanda son las características repetitivas que pueden tener las series de tiempo de la demanda analizada de un proceso. De esta forma predeciremos el número de excavadoras a dar mantenimiento para el mes de agosto de 2018, para determinar el mejor método de pronósticos se utiliza los siguientes indicadores:

- Señal de Rastreo (SR): Entre +- 4
- Desviación Media Absoluta (MAD): Menor Índice
- Error Porcentual Absoluto Medio (PEMA): Menor Índice.

#### *Ecuación 1. Pronóstico de Mantenimiento*

$$M_T = \frac{X_T + X_{T-1} + X_{T-2} + \dots + X_{T-N+1}}{N}$$

*Fuente: Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008)*

#### **Promedio Móvil Ponderado:**

Este método de pronóstico es una variación del promedio móvil. Mientras, en el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio, en el promedio móvil ponderado podemos asignar cualquier importancia (peso) a cualquier dato del promedio (siempre que la sumatoria de las ponderaciones sean equivalentes al 100%). Es una práctica regular aplicar el factor de ponderación (porcentaje) mayor al dato más reciente.

Para este pronóstico utilizamos la siguiente ecuación:

*Ecuación 2. Promedio Móvil Ponderado*

$$X_t = \sum_{t=1}^n C_i * X_{t-1}$$

*Fuente: Vidal (2003)*

Dónde:

$X_t$ : Promedio de ventas en unidades en el período  $t$ .

$X_{t-1}$ : Promedio de ventas en unidades en el período  $t-1$ .

$C_i$ : Factor de ponderación.

**Suavización Exponencial Simple:**

Según Vidal (2003) se ajusta los pesos de los datos pasados otorgando un valor  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) a la última demanda y  $(1 - \alpha)$  al pronóstico anterior con la ecuación:

*Ecuación 3. Suavización Exponencial Simple*

$$S_T = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_{T-1}$$

*Fuente: Vidal (2003)*

Donde:

$S_T$  = pronóstico al final del periodo T

$S_{T-1}$  =pronóstico del periodo anterior

$X_T$  = demanda real;

$\alpha$  = constante de suavización

De aquí  $S_T$  (promedio de las observaciones anteriores), es igual a la estimación anterior  $S_{T-1}$ , más  $\alpha$  veces el error del pronóstico anterior, mientras que  $S_0$  corresponde al promedio de los datos históricos sugeridos u utilizados.

### **Análisis de Regresión Múltiple**

El análisis de regresión múltiple es una técnica de análisis multivariable en el que se establece una relación funcional entre una variable dependiente o a explicar y una serie de variables independientes o explicativas, en la que se estiman los coeficientes de regresión que determinan el efecto que las variaciones de las variables independientes tienen sobre el comportamiento de la variable dependiente. El modelo más utilizado es el modelo lineal, pues es el que requiere estimar un menor número de parámetros (Bernal, A. en Martínez, Martín, Martínez, Sanz de la Tajada y Vacchiano, 2000).

### **Clasificación ABC Multicriterio**

Según Heizer y Render (2001), el análisis ABC sirve para clasificar los artículos del inventario en tres grupos en base a la representación de su volumen anual en unidades monetarias de un artículo en relación a los demás artículos del inventario. Oscar Parada (citado en Toro & Bastidas, 2011) recomienda usar la clasificación ABC Multicriterio, debido a que es un modelo flexible ante cualquier empresa. De esta forma en esta investigación realizamos el ABC Multicriterio tomando como base dos rubros al Suministro y al Valor del inventario.

- *ABC Valor de inventario.* Teniendo en cuenta el valor monetario de los repuestos, la cantidad necesaria utilizada para cada mantenimiento.
- *ABC Suministro:* Teniendo en cuenta el número de veces que se utilizó el insumo en el total de mantenimientos realizados durante el año.

### **Determinación del Costo de Mantener Inventario**

Tendremos en cuenta el costo unitario de cada repuesto utilizado en el mantenimiento, a este resultado se le multiplicará por la sumatoria de tres ítems los cuales son: costo de oportunidad de capital, costo de almacenamiento y el costo de riesgo de inventarios todos estos costos expresados como porcentaje del valor del inventario promedio anual (Muñoz, 2011). Asimismo estos costos son calculados de la siguiente forma:

- *Costo de Oportunidad de Capital:* Es la tasa porcentual que ofrece el banco al realizar un préstamo a la empresa en cuestión.
- *Costo de Almacén:* Se obtiene a partir de los sueldos de los trabajadores de la empresa, además de los costos que se incurren como es alquiler de local y gastos generales.
- *Costos de Riesgo de Inventario:* Este costo es calculado por la proporción porcentual que se obtiene al dividir el costo de todos los materiales dañados durante el año sobre el costo total.

Así la formula a utilizar está definida por la siguiente:

#### *Ecuación 4. Costo de Mantener Inventario*

$$\text{Costo de mantener} = \text{Precio unitario} * (\text{Costo de oportunidad de capital \%} + \text{Costos de almacén \%} + \text{Costo de riesgo de inventario \%})$$

*Fuente: Elaboración propia*

### **Determinación del Costo de Ordenar Inventario**

Se determinará mediante el sueldo de Jefe de logística y de su asistente, el tiempo utilizado para hacer el pedido, gastos de teléfono, gastos de internet y gastos de copias e impresiones de cada uno de los materiales (Muñoz, 2011).

### **Calcular el Stock de Seguridad (Ss)**

La mayoría de referencias bibliográficas proponen el modelo en que se tiene en cuenta la variabilidad del error de la previsión de compras (forecast), el tiempo desde que se fija la planificación hasta que el producto está disponible (lead time), y el nivel de servicio al cliente deseado (que afecta al resultado por medio del factor de seguridad Z).

Vollmann (2005, p.133), proponen el siguiente modelo representado por la siguiente ecuación:

*Ecuación 5. Stock de Seguridad (Ss)*

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{LT}$$

*Fuente: Elaboración propia*

Donde:

Z: Factor de seguridad

$\sigma$ : Desviación estándar de la demanda

LT: Lead Time

### **Determinar la cantidad económica de pedido (EOQ)**

Según Vidal, y M. Goetschalckx (2000), el modelo EOQ se puede considerar como el más sencillo y fundamental de todos los modelos de inventario, pues este describe el importante compromiso entre los costos fijos y los costos de mantener el inventario, y es la base para la implementación de sistemas mucho más complejos. Así de esta manera se determinará la cantidad óptima a pedir de cada repuesto, en función a la demanda, a los costos de ordenar y mantener el inventario calculados en los pasos anteriores con la finalidad de disminuir al mínimo los costos de inventario.

Por ello se utilizará la siguiente formula:

*Ecuación 6. Cantidad Económica de Pedido (EOQ)*

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

*Fuente: Elaboración propia*

Donde:

D: Demanda

S: Costo de ordenar un pedido

H: Costo de mantener

### **Determinar el Punto de Reposición (ROP)**

Una vez analizada la cantidad optima de pedido, pasamos a calcular el punto de reorden tomando en cuenta la correlación de la demanda con el tiempo de entrega. El punto de reorden de esta forma queda definida en unidades y se determinará mediante la siguiente fórmula:

*Ecuación 7. Punto de Reposición (ROP)*

$$ROP = D * LT + SS$$

*Fuente: Elaboración propia*

Donde:

D: Demanda promedio diaria

LT: Lead-time

SS: Stock de seguridad

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnostico situacional en el área de estudio

A manera de estudio, se realizó el diagnóstico dentro del almacén del Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, empresa cajamarquina dedicada a la compra y alquiler de maquinaria pesada y brinda servicios de calidad, ubicada en la ciudad de Cajamarca, formada por el señor Carlos Iván Silva Vásquez.

Se realizó el estudio al proceso de adquisición de repuestos, en lo que se identificó que reincide periódicamente en el error de mantener un stock cero, el cual conlleva a tener retrasos, reclamos, y sobre todo generar costos innecesarios.

Al no contar con un área específicamente que realice las compras de los repuestos, el apoderado de aquella labor es el encargado de almacén, el cual realiza las compras en base a un horómetro (ver anexo 4), este instrumento de medida tiene que marcar una cuenta anterior a las 250 horas para poder realizar la gestión de compras. Cabe mencionar, que existen casos en el que mantienen cero stocks, y no es posible cumplir con los requerimientos.

Las compras son realizadas, sin tener pronóstico alguno y sin mantener herramientas de ingeniería que les facilite la información de la rotación de los mismos.

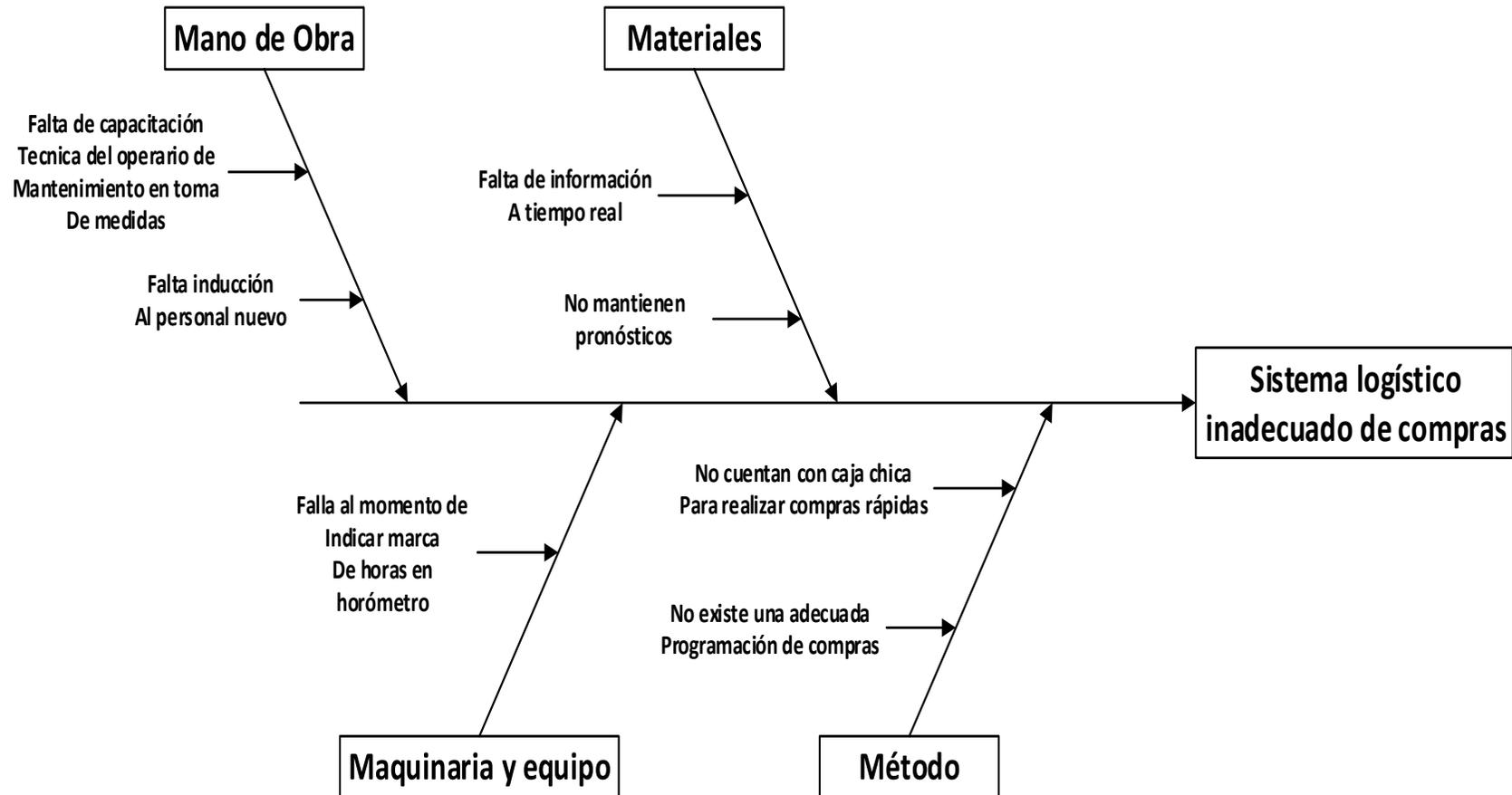


Figura 2. Ishikawa – Sistema Logístico Inadecuado de Compras

Fuente: Elaboración propia

### **3.1.1. Análisis del proceso de compras (aprovisionamiento)**

El arduo trabajo que se enfrenta constantemente el departamento de compras, es abastecer a la empresa con los requerimientos de repuestos que tenga el área de mantenimiento, para satisfacer las necesidades internas como la de sus clientes manteniendo con mucho detalle las variables de tiempo de entrega, calidad y costos.

La empresa en estudio, no cuenta con áreas de logística claramente establecidas y al no mantener una área específicamente de compras, no se realiza una revisión periódica del nivel de inventario de cada repuesto, existe desorden, no mantienen una estimación de demanda para el siguiente periodo de cada uno de ellos y más aún la falta de registro de todos los movimientos de productos, desde almacenamiento hasta despacho, esto conlleva a generar sobrecostos y tomar decisiones inexactas al momento de solicitar un pedido a los proveedores.

Un problema adicional, es que no utilizan ningún sistema de inventarios P o Q, que le permitan saber a la empresa si su nivel de inventarios se encuentra por llegar o bajo el punto de reposición R (para sistemas Q) o si ya transcurrió un periodo T desde el ultimo abastecimiento de repuestos (para sistemas P). De igual manera, no cuentan con data real del número de repuestos comprados en un determinado tiempo.

Al basarse netamente en un instrumento de medida, en nuestro caso en un horómetro, la persona encargada de compras realiza el pedido sin realizar consulta alguna a algún jefe inmediato, se basa en su experiencia y no tiene en cuenta la búsqueda de nuevos proveedores.

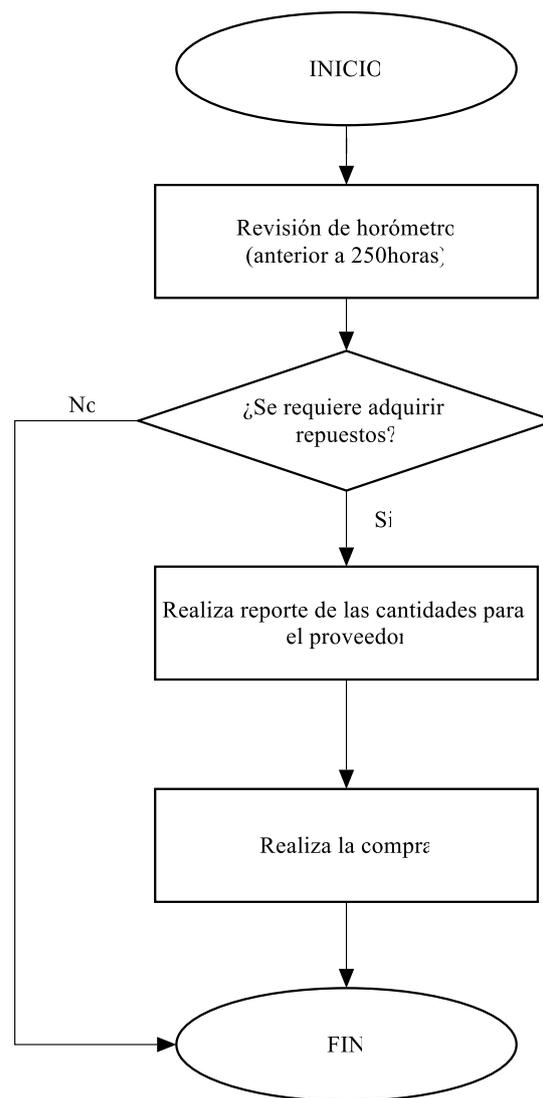


Figura 3. Proceso general de compras

Fuente: Elaboración propia

La empresa no fomenta una buena relación junto con sus proveedores, deberían mantener una buena relación Ganar-Ganar, la cual les permita crecer y mejorar las relaciones entre ambos.

Por otro lado, cabe mencionar que las compras funcionan en muchas ocasiones acorde a las necesidades del momento, buscando de tal manera cumplir con los requerimientos a corto plazo, sin llegar a realizar pronósticos que le permitan conocer los requerimientos a largo plazo y poder optar por la mejor opción de compra de filtros, aceites, mangueras, etc. Abasteciéndose mediante el lote económico de compra EOQ o comprando la cantidad en requerimientos de un determinado periodo POQ. Tal como ya se mencionó, la metodología que utilizan dentro de la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, es cualitativa, ya que para realizar una compra se apoyan en la experiencia de su personal, más no en un indicador de medición de pronósticos.

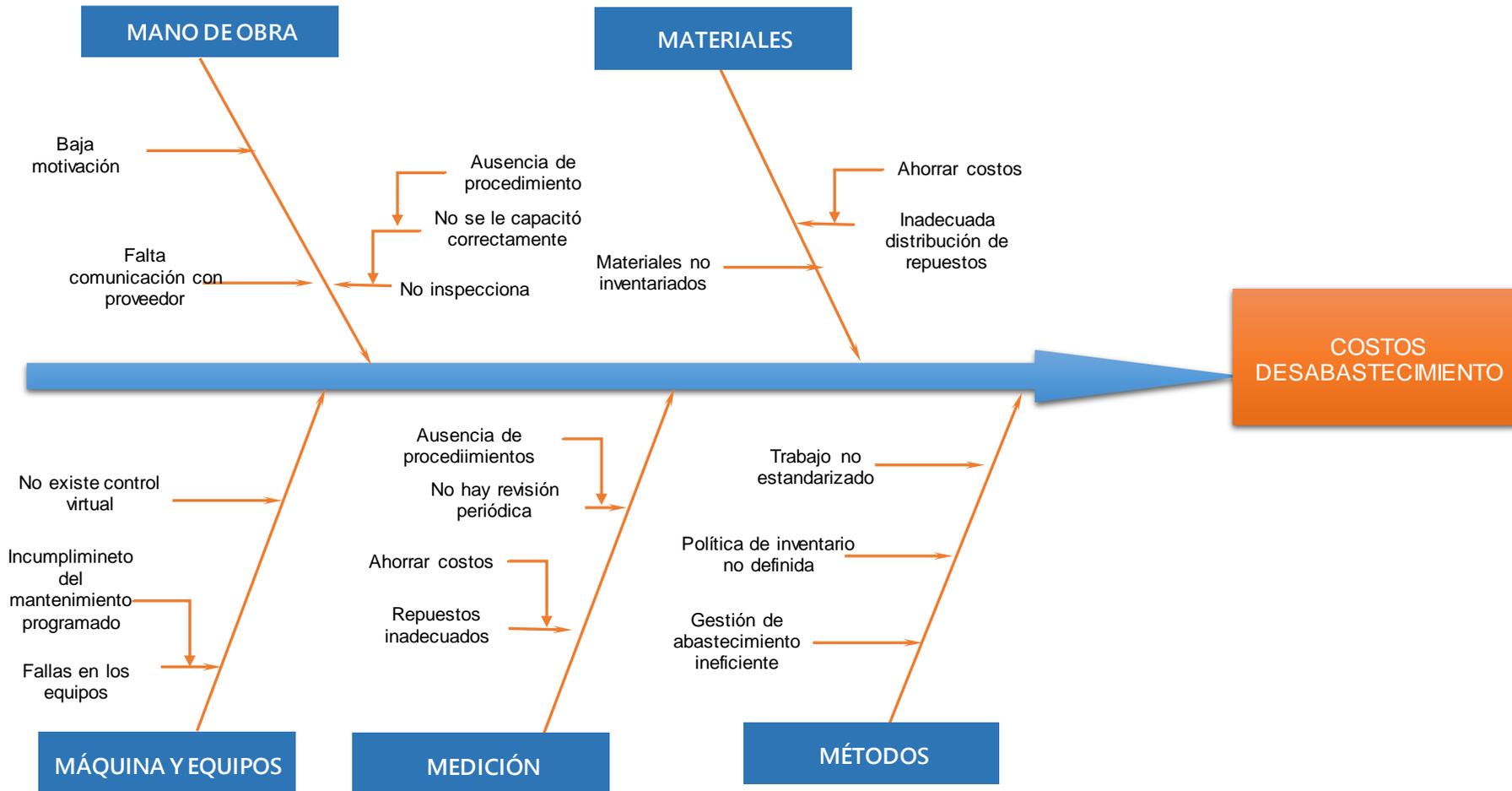


Figura 4. Ishikawa - Costos Desabastecimiento

Fuente: Elaboración propia

Presentada la problemática anteriormente notamos que no es posible determinar un lote económico de compra para cada repuesto, ello genera que el tamaño de lote a pedir sea variado, incrementándose así un costo unitario en un caso de compra de un lote pequeño. En la siguiente tabla, se muestra la variación del tamaño del de los productos y su variación de costo en la compra de lotes.

*Tabla 3. Variación de costo por lote - Aceite de motor*

<b>Aceite de motor</b>				
<b>Periodo</b>	Tamaño de lote	Costo Unitario por lote	Costo registrado en cuaderno	Variación
<b>May-16</b>	193	116.82	114.78	7.17%
<b>Jun-17</b>	188	113.79	115.51	2.17%
<b>Abr-18</b>	189	114.39	114.39	5.40%

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 4. Variación de costo por lote - Filtro separador de agua*

<b>Filtro separador de agua</b>				
<b>Periodo</b>	Tamaño de lote	Costo Unitario por lote	Costo registrado en cuaderno	Variación
<b>May-16</b>	142	150.59	142.31	9.78%
<b>Jun-17</b>	134	121.91	129.31	10.12%
<b>Abr-18</b>	138	136.25	139.85	9.90%

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 5. Variación de costo por lote - Filtro aceite de motor*

<b>Filtro aceite de motor</b>				
<b>Periodo</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Costo Unitario por lote</b>	<b>Costo registrado en cuaderno</b>	<b>Variación</b>
<b>May-16</b>	150	86.32	88.72	9.72%
<b>Jun-17</b>	153	94.54	90.26	10.24%
<b>Abr-18</b>	149	78.09	81.97	9.52%

*Fuente: Elaboración propia*

El encargado de almacén no maneja una base de datos histórica como para obtener información precisa del consumo real de mantenimiento que se realiza en los distintos periodos, y esto conlleva a guiarse únicamente por la intuición u otro método, lo cual arriesga a ser propensos a tener márgenes de error de pronósticos muy pequeños, lo que reflejaría como un costo de desabastecimiento. En la siguiente tabla, se muestra los costos en los que se incurre por mantener errores en pronósticos de un producto.

*Tabla 6. Costo desabastecimiento - Aceite de motor*

<b>Aceite de motor</b>				
<b>Periodo</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>Requerimiento Real</b>	<b>Diferencia (Unds)</b>	<b>Costo Desabastecimiento</b>
<b>Abr-18</b>	77	89	12	S/2,880.00
<b>Jun-18</b>	40	47	7	S/1,680.00
<b>Ago-18</b>	57	24	9	S/2,160.00
<b>Oct-18</b>	34	44	10	S/2,400.00

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 7. Costo desabastecimiento - Filtro separador de agua*

<b>Filtro separador de agua</b>				
<b>Periodo</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>Requerimiento Real</b>	<b>Diferencia (Unds)</b>	<b>Costo Desabastecimiento</b>
<b>May-17</b>	35	41	6	S/1,200.00
<b>Ago-17</b>	45	54	9	S/1,800.00
<b>Feb-18</b>	39	45	6	S/1,200.00
<b>Set-18</b>	32	37	5	S/1,000.00

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 8. Costo desabastecimiento - Filtro aceite de motor*

<b>Filtro aceite de motor</b>				
<b>Periodo</b>	<b>Pronóstico</b>	<b>Requerimiento Real</b>	<b>Diferencia (Unds)</b>	<b>Costo Desabastecimiento</b>
<b>May-17</b>	41	51	10	S/1,800.00
<b>Oct-17</b>	37	43	6	S/1,080.00
<b>Ene-18</b>	45	57	12	S/2,160.00
<b>Jun-18</b>	34	43	9	S/1,620.00

*Fuente: Elaboración propia*

Considerando únicamente tres repuestos de mayor rotación, notamos que existe un costo elevado de desabastecimiento, este podría ser aún mayor al incluir los demás repuestos que maneja la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.

## **Inventarios**

La empresa en estudio no maneja una adecuada política de inventarios, lleva únicamente el control acorde a las salidas de los repuestos guiado por los mantenimientos de la máquina excavadora, y frecuentemente esto genera roturas de stock y por ende costos de desabastecimiento.

No cuentan con data alguna que les facilite ver la rotación de las herramientas, más aún no manejan una clasificación ABC que les permita ver aquellos repuestos que debería de proteger de las roturas de stock, ya que esto le genera pérdidas constantes de dinero al quedarse desabastecidos; al no manejar ningún indicador de comportamiento y rotación de su inventario, aumenta su probabilidad de recaer en los errores pronósticos y por ello no realizar un buen requerimiento de repuestos.

Aparte de ello, no manejan un control adecuado con lo que respecta a sus proveedores, esto es una gran problemática presentada en los envíos incompletos, o mucho peor aún, retrasos de entrega, A continuación se muestra el número de retrasos de una entrega de pedidos del filtro separador de agua en algunos meses periódicos del año 2018.

*Tabla 9. Retrasos de entrega - Filtro separador de agua*

<b>Filtro separador de agua</b>			
<b>Periodo</b>	Número de Entregas totales	Número de retrasos de entrega	Retrasos De entrega (%)
<b>Set-17</b>	32	3	2.804%
<b>Ene-18</b>	40	1	0.935%
<b>Mar-18</b>	30	4	3.738%

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.1.2. Análisis del proceso de recepción y almacenamiento de productos**

El encargado de almacén revisa que las herramientas concuerden con su requerimiento realizado, al encontrar alguna falla en que la cantidad sea menor o mayor que la solicitada en su orden de compra, anota en un cuaderno el faltante para que en el próximo pedido le reincorporen el número de unidades. Por otro lado, en temas de calidad, la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, suele acordar en el proceso de aprovisionamiento los términos para tolerar los productos defectuosos o en mal estado, por ejemplo: se solicita 7 filtros separador de agua, y 1 de ellas se encuentra en mal estado, se revisa el acuerdo y terminados firmados por comprador y proveedor, para ver si se da lugar a realizar el respectivo reclamo o no. Esto no es lo más conveniente a realizar ya que suele demandar mucho tiempo más de lo planificado, e incluso significa desabastecimiento de repuestos al no aceptar los productos.

Debido que es una empresa que no realiza clasificación ABC de sus repuestos en almacén, no se concentra en una buena parte de la inversión que realiza puesto que este rubro de empresas a diferencia de las comercializadoras o manufactureras, manejan entre un 70 a 75% de su capital invertido en repuestos y herramientas, pues sin ellos la maquinaria no tendría un desempeño óptimo en su funcionamiento. Esto se relaciona directamente al no contar con una política de distribución adecuada de almacenamiento para sus herramientas, por ello se les complica el ordenamiento y el inventario periódico de los mismos.

No cuentan con un documento que acredite la salida de herramientas, esto ocasiona que en reiteradas veces se considere en los inventarios manuales doble salida de material de almacén o en el peor de los casos no se registre ninguna salida.

### **3.1.3. Análisis del proceso de despacho de repuestos**

El jefe de almacén, es el encargado del despacho de los materiales a utilizar para los mantenimientos, como inicio del proceso se verifica que herramienta ha sido programada para el mantenimiento de la excavadora, luego de ello verifica en el almacén la existencia de las mismas para despachar al operario del mantenimiento, se registra en un cuaderno en físico las salidas, más no en un sistema virtual que les facilite la información de las mismas. En contraparte, de no existir material disponible para el despacho, se realiza un nuevo requerimiento de compra improvisada, generando así roturas de stock y costos de desabastecimiento.

### 3.1.4. Indicadores Situación Actual:

#### **% Ítems con rotura de stock**

Según la empresa presenta 14 productos que sufren un problema de rotura de stock en todos los mantenimientos debido a la mala planificación y control de los horómetros, esto provoca que realicen informes y pedidos de urgencia, así aplicando la formula tenemos lo siguiente:

*Ecuación 8. Rotura de Stock*

$$\% \text{ Ítems con rotura de stock} = \frac{N^{\circ} \text{ Ítems con rotura de stock}}{\text{Total ítems}} \times 100$$

*Fuente: Elaboración propia*

De esta forma tenemos:

$$\% \text{ Ítems con rotura de stock} = \frac{14}{56} \times 100 = 25.71\%$$

#### **Nivel de incumplimiento de despacho**

La empresa informó que durante el año en el que se tomó como base para la presente investigación surgieron bastantes imprevistos, y varias excavadoras quedaron en el taller por falta de repuestos para realizar el mantenimiento, en total según reportes de penalidad son veintidós excavadoras las que quedaron paradas durante el año, es así que aplicando la siguiente formula tenemos:

*Ecuación 9. Nivel de cumplimiento de despacho*

$$\text{Nivel de cumplimiento de despacho} = \frac{N^{\circ} \text{ retrasos por mantenimiento}}{\text{Total de mantenimientos}} \times 100$$

*Fuente: Elaboración propia*

De esta forma tenemos:

$$\text{Nivel de cumplimiento de despacho} = \frac{22}{76} \times 100 = 28.9\%$$

### **Faltantes de inventario**

Según se vio en su Excel sesenta y siete unidades de repuestos no se encuentran en su sistema de almacén, teniendo en cuenta la cantidad de unidades de los mismos que entran durante el mantenimiento, aplicamos la siguiente fórmula:

*Ecuación 10. Faltantes de Inventario*

$$\text{Faltantes de inventario} = \frac{\text{Total de unid faltantes}}{\text{Total de unid teóricas}} \times 100$$

*Fuente: Elaboración propia*

Aplicando la fórmula tenemos:

$$\text{Faltantes de inventario} = \frac{67}{288} \times 100 = 20.83\%$$

### **Costo de penalidades por incumplimiento de fecha de entrega**

En la tabla 12, se evidencia que durante el periodo de análisis se entregaron veintidós excavadoras a destiempo para trabajar en campo por mantenimiento retrasado, por ende se incurrió en una pérdida valorizada en S/. 173,250.00, además la empresa a la que se le presta el servicio normalmente suele multar con 7% de penalidad.

*Tabla 10. Costo de Penalidades por Incumplimiento de Fecha de Entrega.*

<b>N° de excavadoras Entregadas a destiempo</b>	<b>Penalidad</b>	<b>Valor Promedio</b>
22	7%	S/. 112,500.00
Total Penalidades	-	S/. 173,250.00

*Fuente: Elaboración propia*

### **Costo administrativo por realizar pedidos urgentes**

Para el cálculo del costo administrativo por realizar pedidos urgentes, se tiene que durante el periodo la empresa informó que presentó, 180 órdenes de pedido a causa de faltantes por rotura de stock y no tener planificado su sistema de mantenimiento, para esto haremos uso del sueldo anual de los trabajadores que se encuentran en almacén, de esta manera aplicando la siguiente fórmula tenemos lo siguiente:

*Tabla 11. Costo Administrativo por realizar pedidos urgentes*

$$C.P.U. = N^{\circ} \text{ de roturas de stock} * 10(\text{min}) * \text{sueldo personal}(S/./\text{min})$$

*Fuente: Elaboración propia*

A partir de esto tenemos lo siguiente:

*Tabla 12. N° Informes por realizar pedidos urgentes*

<b>N° Informes</b>	180
<b>Tiempo x informe</b>	26 min
<b>Sueldo mensual</b>	S/. 2,500.00
<b>Sueldo anual</b>	S/. 30,000.00
<b>Sueldo día</b>	S/. 100.00
<b>Sueldo hora</b>	S/. 12.50
<b>Sueldo min</b>	S/. 0.21
<b>CPU</b>	S/. 975.00

*Fuente: Elaboración propia*

De esta forma tenemos que el Costo administrativo por realizar pedidos urgentes da un total de s/. 975.00 teniendo en cuenta los 180 informes que se presentaron por roturas de stock.

### **Costo de productos dañados en almacén**

Este costo hace referencia a los productos que sufrieron algún deterioro dentro de almacén y ya no puede ser posible su uso, de esta forma según informo la empresa durante el año se presentaron 23 productos con algún desperfecto, en algunos casos por derrame, entre los cuales se encuentran 9 filtros separadores de agua, 5 filtros de aceite, 4 filtros de cabina, 3 baldes aceite de motor y 2 lubricantes de cojinete de rotación.

*Tabla 13. Productos dañados en almacén*

<b>Descripción de producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Aceite de motor	3	\$ 287.50	\$ 862.50
Filtro separador de agua	9	\$ 50.72	\$ 456.48
Filtro de aceite	5	\$ 98.17	\$ 490.85
Filtro de cabina	4	\$ 89.46	\$ 357.82
Lubricante de cojinete de rotación	2	\$ 21.32	\$ 42.63
<b>TOTAL CPD</b>			\$ 2,210.28 S/.7,293.93

*Fuente: Elaboración propia*

De esta forma podemos definir que el Costo de productos dañados en almacén da un total de S/. 7,293.93 teniendo en consideración a los 23 repuestos dañados durante el año para el mantenimiento.

#### **Costo de rotura de stock**

De esta forma teniendo calculado todos los indicadores antes de la implementación de la metodología para reducir las roturas de stock en el almacén de Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A. se obtiene un total de:

*Tabla 14. Costos incurridos en Rotura de Stock*

<b>Costos incurridos</b>	<b>Total</b>
Costo de penalidades por Incumplimiento de fecha de entrega	S/. 173,250.00
Costo administrativo por realizar pedidos urgentes	S/. 975.00
Costo de productos dañados en almacén	S/. 7,293.93
<b>Costo Total</b>	<b>S/ 181,518.93</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Indicadores Situación Actual:**

*Tabla 15. Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ANTES	INTERPRETACIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>SISTEMA LOGISTICO</b>	% Ítems con rotura de stock	25.71%	Debido a la mala planificación y control de los horómetros, el 25.71% de los productos sufren problemas con rotura de stock.
		Nivel de incumplimiento de despacho	28.90%	El total de excavadoras que se quedaron en el taller por falta de repuestos para realizar el mantenimiento, asume un porcentaje de 28.90%
		Faltantes de inventario	20.83%	El 20.83% del total de los repuestos, no figuran en ningún sistema de almacén
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>COSTO DE DESABASTECIMIENTO</b>	Costo de penalidades por incumplimiento de fecha de entrega.	S/173,250.00	Al incumplir en fechas de entrega de excavadoras para trabajar en campo, por mantenimiento retrasado se incurre en un costo total de S/173,250.00
		Costo administrativo por realizar pedidos urgentes	S/975.00	El costo total administrativo por realizar pedidos urgentes a causa de faltantes y roturas de stock, es de S/975.00
		Costo de productos dañados en almacén	S/7,293.93	El costo de productos dañados en almacén da un total de S/. 7,293.93 teniendo en consideración a los 23 repuestos dañados durante el año para el mantenimiento.

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2. Desarrollo de la Propuesta de Mejora

La presente investigación analiza los repuestos de excavadora que se encuentran en la Empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.

Mediante la mejora del sistema logístico para disminuir los costos de rotura de stock seguiremos el procedimiento descrito en el CAPITULO II.

#### 1) Pronósticos de Mantenimiento

En la siguiente tabla de resultados se mostrará el consolidado de los indicadores de los métodos de pronósticos teniendo en consideración los métodos utilizados. Allí podemos apreciar que todos los métodos se encuentran dentro de la Señal de Rastreo (SR) así que todas son aceptables, para ello pasamos al Método que tiene menor Desviación Media Absoluta (MAD) y menor Error Porcentual Absoluto Medio (PEMA) y de esta forma tenemos que el método escogido es el Suavizado Exponencial con  $\alpha = 0.5$ .

*Tabla 16. Pronósticos*

TIPO DE PRONÓSTICO	ALFA	Ft	error	DAM	EMC	PEMA	PME	SR
Promedio Móvil Simple	2 OBS. PREC ( $\bar{Y}$ )	7	-3.00	2.30	8.11	0.48	-0.23	-1.30
Promedio Móvil Ponderado	3 OBS. PREC ( $\bar{Y}$ )	6	-0.67	2.41	6.82	0.44	-0.17	-0.28
Suavizado Exponencial	0.30	8	-8.00	2.00	6.00	0.40	-0.24	-4.00
Suavizado Exponencial	0.50	6	-1.00	2.09	5.73	0.38	-0.14	-0.48
Suavizado Exponencial	0.70	6	-6.00	2.36	7.64	0.46	-0.24	-2.54
Suavizado Exponencial	0.90	6	-6.00	2.73	9.45	0.51	-0.25	-2.20

*Fuente: Elaboración propia*

Del mismo modo utilizamos el método de Análisis de Regresión Múltiple de esta manera analizamos la ecuación y el valor de la correlación respectiva, haciendo usos de líneas de tendencia central se evaluó tres modelos matemáticos distintos: Lineal, Exponencial y Polinómica

En la tabla siguiente se muestra los pronósticos de mantenimiento para los siguientes meses utilizando el modelo de tendencia Polinómica.

*Tabla 17. Tendencia Polinómica*

MES	X	POLINÓMICA
ene-19	13	6
feb-19	14	5
mar-19	15	5
Total		16

*Fuente: Elaboración propia*

## 2) Clasificación ABC Multicriterio

Para clasificar el inventario en el presente trabajo de investigación realizamos el ABC Multicriterio tomando como base dos rubros al Suministro y al Valor del inventario.

- **ABC Valor de inventario.** Teniendo en cuenta el valor monetario de los repuestos, la cantidad necesaria utilizada para cada mantenimiento. Así podemos visualizar que 18 repuestos se encuentran en clase A con un valor monetario de S/. 141.078.19, lo que representa al 80%; por otro lado tenemos 16 repuestos se encuentran en clase B con un valor monetario de S/ 53,793.89, representando el 15% y finalmente 22 repuestos que se encuentran en la clase C con un valor monetario de S/ 40,457.45, representando al 5%

*Tabla 18. ABC - Valor de Inventario*

Clase	Cantidad de productos	% Ítem	% ítem acumulado	Cantidad de productos de rotación	% del valor total	% Acumulado
<b>A</b>	18	32.14%	32.14%	S/. 141,078.19	59.95%	59.95%
<b>B</b>	16	28.57%	60.71%	S/. 53,793.89	22.86%	82.81%
<b>C</b>	22	39.29%	100.00%	S/. 40,457.45	17.19%	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100%</b>		<b>S/. 235,329.53</b>	<b>100%</b>	

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 5. ABC - Valor Inventario*

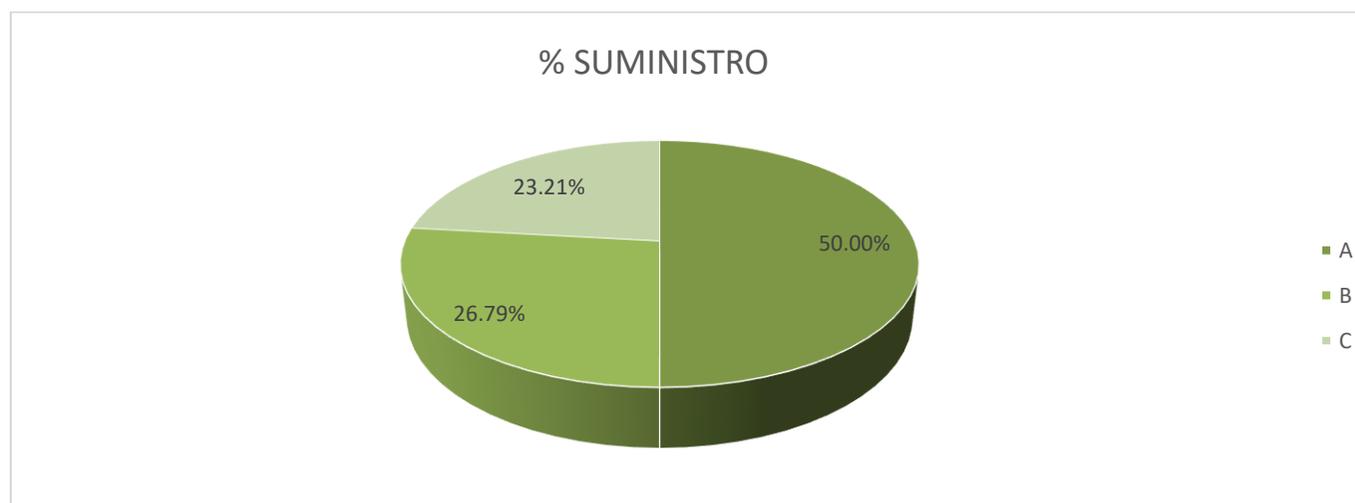
*Fuente: Elaboración propia*

- **ABC Suministro.** Teniendo en cuenta el número de veces que se utilizó el insumo en el total de mantenimientos realizados durante el año. Así podemos visualizar que 28 repuestos se encuentran en clase A con un total de 2206 unidades, lo que representa al 80%; por otro lado tenemos 15 repuestos se encuentran en clase B con un total de 443 unidades, representando el 15% y finalmente 13 repuestos que se encuentran en la clase C con un total de 160 unidades, representando al 5%.

*Tabla 19. ABC - Suministro*

Clase	Cantidad de productos	% Ítem	% ítem acumulado	Cantidad de productos de rotación	% del valor total	% Acumulado
<b>A</b>	28	50.00%	50.00%	2206.00	78.53%	78.53%
<b>B</b>	15	26.79%	76.79%	443.00	15.77%	94.30%
<b>C</b>	13	23.21%	100.00%	160.00	5.70%	100.00%
<b>TOTAL</b>	56	100%		2809	100%	

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 6. ABC – Suministro*

*Fuente: Elaboración propia*

- **ABC Multicriterio.** Para desarrollar este ABC se considera un puntaje de 3 a los materiales de clase A, 2 a los de clase B y 3 a los de clase C; de cada uno de los ABC desarrollados anteriormente. Luego se suma los puntajes determinados y se establece los siguientes rangos para el ABC consolidado:

*Tabla 20. Clasificación ABC – Multicriterio*

CLASE	RANGO	
A	5	6
B	3	4
C	2	3

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se muestra el consolidado final de la clasificación ABC Multicriterio.

Donde 17 repuestos son de la Clase A, 27 repuestos de clase B Y 12 repuestos de clase C.

*Tabla 21. ABC - Multicriterio*

Clase	Cantidad de productos	% Ítem	% ítem acumulado
A	17	30.36%	30.36%
B	27	48.21%	78.57%
C	12	21.43%	100.00%
<b>TOTAL</b>	56	100%	

*Fuente: Elaboración propia*

### **Cantidad de materiales a utilizar**

Ahora se presenta la cantidad de materiales a utilizar en un año de la clase A determinados en el ABC Multicriterio. Multiplicando la demanda promedio de mantenimientos al año y la cantidad de materiales necesarios para un mantenimiento.

*Tabla 22. Clasificación Clase "A"*

<b>Idprod</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clase</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Cant unid</b>	<b>Lead Time</b>	<b>Num_Mant_ Año</b>	<b>Num_prod Mant</b>
<b>1902</b>	Aceite de motor	A	\$ 287.50	2.50	7	72	180
<b>1908</b>	Filtro separador de agua	A	\$ 108.40	2.00	30	72	144
<b>1909</b>	Filtro aceite de motor	A	\$ 50.72	2.00	45	72	144
<b>1907</b>	Filtro de petróleo	A	\$ 71.83	1.45	30	72	105
<b>4077</b>	Pernos del turbo	A	\$ 91.23	1.42	30	72	103
<b>2353</b>	Filtro hidráulico drain	A	\$ 87.26	1.32	60	72	95
<b>3610</b>	Ajustador de oruga	A	\$ 71.95	1.29	7	72	93
<b>3478</b>	Lubricante de engranaje de rotación	A	\$ 55.91	1.24	25	72	90
<b>3721</b>	Uñas, dientes y cucharas	A	\$ 93.51	1.11	7	72	80
<b>2335</b>	Filtro piloto hidráulico	A	\$ 69.28	1.08	15	72	78
<b>2461</b>	Acondicionador de aire automático	A	\$ 115.79	1.05	15	72	76
<b>4119</b>	Válvula de drenaje- eco	A	\$ 145.51	0.99	20	72	72
<b>2206</b>	Tanque hidráulico	A	\$ 116.53	0.71	20	72	52
<b>2692</b>	Frenos de estacionamiento	A	\$ 99.64	0.71	15	72	52
<b>4982</b>	Palanca de bloqueo	A	\$ 100.99	0.67	30	72	49
<b>2903</b>	Filtro en línea de alta presión	A	\$ 106.05	0.61	30	72	44
<b>2520</b>	Refrigerante de motor	A	\$ 343.66	0.59	15	72	43

*Fuente: Elaboración propia*

### 3) Costo de Mantener Inventario

Se calcula el costo de mantener para cada material de clasificación. Se sabe que el Valor del Inventario promedio anual es S/. 169,328.49 y costo de oportunidad del capital es 4% ya que es la tasa de interés de la entidad financiera con la que trabajan; los demás costos se detallan a continuación:

*Tabla 23. Costos de Almacén*

<b>COSTOS DE ALMACÉN</b>	
Sueldo de almacenero/año	S/ 30,000.00
Alquiler /año	S/ 4,200.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 34,200.00</b>
Representación	12.7%

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 24. Costo de materiales dañados al año*

<b>Materiales dañados / año</b>	<b>Costo</b>
18	S/. 7,293.93
Representación	2.7 %

*Fuente: Elaboración propia*

El cálculo del Costo de Mantener se realiza con la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 & \text{Costo de mantener} \\
 & = \text{Precio unitario} * (\text{Costo de oportunidad de capital \%} \\
 & + \text{Costos de almacén\%} + \text{Costo de riesgo de inventario\%})
 \end{aligned}$$

Es así que tenemos:

$$\text{Costo de mantener} = \text{Precio unitario} * 19.4\%$$

De esto podemos determinar el costo de mantener cada repuesto de clasificación A, siendo el ACEITE DE MOTOR el que representa mayor costo con S/.55.76

*Tabla 25. Costo de mantener productos de clase "A"*

<b>IdProd</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo Total</b>
<b>1902</b>	Aceite de motor	\$ 55.76
<b>1908</b>	Filtro separador de agua	\$ 21.02
<b>1909</b>	Filtro aceite de motor	\$ 9.84
<b>1907</b>	Filtro de petróleo	\$ 13.93
<b>4077</b>	Pernos del turbo	\$ 17.69
<b>2353</b>	Filtro hidráulico drain	\$ 16.92
<b>3610</b>	Ajustador de oruga	\$ 13.96
<b>3478</b>	Lubricante de engranaje de rotación	\$ 10.84
<b>3721</b>	Uñas, dientes y cucharas	\$ 18.14
<b>2335</b>	Filtro piloto hidráulico	\$ 13.44
<b>2461</b>	Acondicionador de aire automático	\$ 22.46
<b>4119</b>	Válvula de drenaje- eco	\$ 28.22
<b>2206</b>	Tanque hidráulico	\$ 22.60
<b>2692</b>	Frenos de estacionamiento	\$ 19.33
<b>4982</b>	Palanca de bloqueo	\$ 19.59
<b>2903</b>	Filtro en línea de alta presión	\$ 20.57
<b>2520</b>	Refrigerante de motor	\$ 66.65

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4) Costo de Ordenar Inventario**

El costo de ordenar cada material de clasificación A. Previamente calculado mediante el sueldo del personal que trabaja en almacén, Gatos generales el cual está constituido por: Gastos de teléfono, gastos de internet y gastos de copias e impresiones.

*Tabla 26. Costo de Ordenar Inventario*

<b>Descripción</b>	<b>Total</b>	<b>Gastos Gen</b>	<b>Costo Total</b>
Aceite de motor	S/. 21.28	S/. 38.46	S/. 59.74
Filtro separador de agua	S/. 6.42	S/. 38.46	S/. 44.88
Filtro aceite de motor	S/. 3.00	S/. 38.46	S/. 41.47
Filtro de petróleo	S/. 3.08	S/. 38.46	S/. 41.54
Pernos del turbo	S/. 3.84	S/. 38.46	S/. 42.30
Filtro hidráulico drain	S/. 3.40	S/. 38.46	S/. 41.86
Ajustador de oruga	S/. 2.75	S/. 38.46	S/. 41.21
Lubricante de engranaje de rotación	S/. 2.05	S/. 38.46	S/. 40.51
Uñas, dientes y cucharas	S/. 3.06	S/. 38.46	S/. 41.52
Filtro piloto hidráulico	S/. 2.21	S/. 38.46	S/. 40.68
Acondicionador de aire automático	S/. 3.61	S/. 38.46	S/. 42.07
Válvula de drenaje- eco	S/. 4.26	S/. 38.46	S/. 42.72
Tanque hidráulico	S/. 2.46	S/. 38.46	S/. 40.92
Frenos de estacionamiento	S/. 2.10	S/. 38.46	S/. 40.56
Palanca de bloqueo	S/. 2.01	S/. 38.46	S/. 40.47
Filtro en línea de alta presión	S/. 1.91	S/. 38.46	S/. 40.37
Refrigerante de motor	S/. 6.04	S/. 38.46	S/. 44.51

*Fuente: Elaboración propia*

### 5) Stock de Seguridad (SS)

Para el cálculo del stock de seguridad de los repuestos de la clasificación de clase A, considerando un nivel de confianza de 98%, la desviación estándar de los mantenimientos realizados durante el año y asimismo el lead time de cada producto que fue un dato asignado por la empresa, aplicamos la formula y obtenemos lo siguiente:

$$SS = Z * \sigma * \sqrt{LT}$$

$$SS1 = 2.326 * 2.5 * 1.92 * \sqrt{7} = 12 \text{ unidades}$$

Tabla 27. Stock de seguridad de clase "A"

Descripción	Z	s	LT	SS
	(Factor de Seguridad 98%)	Desv esta	Lead Time	Stock Seguridad (Und)
Aceite de motor	2.326	1.92	7	12
Filtro separador de agua	2.326	1.92	30	25
Filtro aceite de motor	2.326	1.92	45	31
Filtro de petróleo	2.326	1.92	30	25
Pernos del turbo	2.326	1.92	30	25
Filtro hidráulico drain	2.326	1.92	60	35
Ajustador de oruga	2.326	1.92	7	12
Lubricante de engranaje de rotación	2.326	1.92	25	23
Uñas, dientes y cucharas	2.326	1.92	7	12
Filtro piloto hidráulico	2.326	1.92	15	18
Acondicionador de aire automático	2.326	1.92	15	18
Válvula de drenaje- eco	2.326	1.92	20	21
Tanque hidráulico	2.326	1.92	20	21
Frenos de estacionamiento	2.326	1.92	15	18
Palanca de bloqueo	2.326	1.92	30	25
Filtro en línea de alta presión	2.326	1.92	30	25
Refrigerante de motor	2.326	1.92	15	18

Fuente: Elaboración propia

#### 6) Determinar la cantidad económica de pedido (EOQ)

Para el cálculo del stock de seguridad de los repuestos de la clasificación de clase A, considerando un nivel de confianza de 98%, la desviación estándar de los mantenimientos realizados durante el año y asimismo el lead time de cada producto que fue un dato asignado por la empresa, aplicamos la formula y obtenemos lo siguiente:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

Tabla 28. Cantidad Económica de Pedido - Clase "A"

IdProd	Descripción	D	S	H	EOQ
		Unidades_ Material_Año	Costo_ Ordenar	Costo_ Mantener	Lote Económico (UND)
1902	Aceite de motor	180	\$ 59.74	\$ 55.76	20
1908	Filtro separador de agua	144	\$ 44.88	\$ 21.02	25
1909	Filtro aceite de motor	144	\$ 41.47	\$ 9.84	35
1907	Filtro de petróleo	105	\$ 41.54	\$ 13.93	25
4077	Pernos del turbo	103	\$ 42.30	\$ 17.69	22
2353	Filtro hidráulico drain	95	\$ 41.86	\$ 16.92	22
3610	Ajustador de oruga	93	\$ 41.21	\$ 13.96	23
3478	Lubricante de engranaje de rotación	90	\$ 40.51	\$ 10.84	26
3721	Uñas, dientes y cucharas	80	\$ 41.52	\$ 18.14	19
2335	Filtro piloto hidráulico	78	\$ 40.68	\$ 13.44	22
2461	Acondicionador de aire automático	76	\$ 42.07	\$ 22.46	17
4119	Válvula de drenaje- eco	72	\$ 42.72	\$ 28.22	15
2206	Tanque hidráulico	52	\$ 40.92	\$ 22.60	14
2692	Frenos de estacionamiento	52	\$ 40.56	\$ 19.33	15
4982	Palanca de bloqueo	49	\$ 40.47	\$ 19.59	14
2903	Filtro en línea de alta presión	44	\$ 40.37	\$ 20.57	13
2520	Refrigerante de motor	43	\$ 44.51	\$ 66.65	8

Fuente: Elaboración propia

### 7) Punto de Reposición (ROP)

Una vez analizada la cantidad optima de pedido, pasamos a calcular el punto de reorden tomando en cuenta la correlación de la demanda con el tiempo de entrega.

El punto de reorden de esta forma queda definida a partir de la siguiente fórmula:

$$ROP = D * LT + SS$$

*Tabla 29. Punto de Reposición - clase "A"*

	<b>D</b>	<b>LT</b>	<b>SS</b>	<b>ROP</b>
<b>Descripción</b>	<b>Num_prod_Mant_Mes</b>	<b>Lead_Time</b>	<b>Stock_Seguridad (Unid)</b>	<b>Punto_Reorden (Unid)</b>
Aceite de motor	15	7	12	<b>117</b>
Filtro separador de agua	12	30	25	<b>385</b>
Filtro aceite de motor	12	45	31	<b>571</b>
Filtro de petróleo	9	30	25	<b>295</b>
Pernos del turbo	9	30	25	<b>295</b>
Filtro hidráulico drain	8	60	35	<b>515</b>
Ajustador de oruga	8	7	12	<b>68</b>
Lubricante de engranaje de rotación	8	25	23	<b>223</b>
Uñas, dientes y cucharas	7	7	12	<b>61</b>
Filtro piloto hidráulico	7	15	18	<b>123</b>
Acondicionador de aire automático	7	15	18	<b>123</b>
Válvula de drenaje- eco	6	20	21	<b>141</b>
Tanque hidráulico	5	20	21	<b>121</b>
Frenos de estacionamiento	5	15	18	<b>93</b>
Palanca de bloqueo	5	30	25	<b>175</b>
Filtro en línea de alta presión	4	30	25	<b>145</b>
Refrigerante de motor	4	15	18	<b>78</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### Cuadro resumen

De esta forma teniendo calculado el SS, EOQ y ROP en el almacén de Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A. se obtiene lo siguiente a partir de los repuestos clasificados de tipo A:

*Tabla 30. Cuadro Resumen - SS, EOQ, ROP*

<b>Descripción</b>	<b>SS</b>	<b>EOQ</b>	<b>ROP</b>
Aceite de motor	12	20	117
Filtro separador de agua	25	25	385
Filtro aceite de motor	31	35	571
Filtro de petróleo	25	25	295
Pernos del turbo	25	22	295
Filtro hidráulico drain	35	22	515
Ajustador de oruga	12	23	68
Lubricante de engranaje de rotación	23	26	223
Uñas, dientes y cucharas	12	19	61
Filtro piloto hidráulico	18	22	123
Acondicionador de aire automático	18	17	123
Válvula de drenaje- eco	21	15	141
Tanque hidráulico	21	14	121
Frenos de estacionamiento	18	15	93
Palanca de bloqueo	25	14	175
Filtro en línea de alta presión	25	13	145
Refrigerante de motor	18	8	78

*Fuente: Elaboración propia*

Mediante la nueva mejora de sistema logístico se pudo apreciar una disminución en los indicadores medidos siendo estos los siguientes:

### **% Ítems con rotura de stock**

Aplicando la mejora se pudo apreciar que considerando el tamaño de lote y los SS la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C. Sufre de tan solo 6 repuestos con rotura de stock.

$$\% \text{ Ítems con rotura de stock} = \frac{6}{56} \times 100 = 11.43\%$$

### **Nivel de incumplimiento de despacho**

Con los nuevos resultados obtenidos se obtiene que tan solo existiría 4 excavadoras con problemas de planificación de mantenimiento.

$$\text{Nivel de cumplimiento de despacho} = \frac{4}{72} \times 100 = 5.6\%$$

### **Faltantes de inventario**

Añadiendo el stock de seguridad a su sistema de almacén la empresa solo sufriría de 21 productos faltantes de esta manera tenemos:

$$\text{Faltantes de inventario} = \frac{21}{288} \times 100 = 7.3\%$$

### **Costo de penalidades por incumplimiento de fecha de entrega**

Se evidencia que con las mejoras obtenidas solamente cuatro excavadoras se entregaran a destiempo.

*Tabla 31. Mejora - Costo de penalidades*

<b>N° de excavadoras Entregadas a destiempo</b>	<b>Penalidad</b>	<b>Valor Promedio</b>
4	7%	S/. 112,500.00
<b>Total Penalidades</b>	-	<b>S/. 31,500.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **Costo administrativo por realizar pedidos urgentes**

Con los nuevos valores para el proceso de inventarios se calcula que el promedio por mantenimiento de órdenes en la situación actual es de 8.18 órdenes por excavadora entregadas a destiempo, entonces si son 4 excavadoras las que se entregarían a destiempo dato que fue calculado en el indicador anterior, darían un total de 33 órdenes de pedido a causa de faltantes.

A partir de esto tenemos lo siguiente:

*Tabla 32. Mejora - Costo de pedidos urgentes*

<b>N° Informes</b>	33
<b>Tiempo x informe</b>	26 min
<b>Sueldo mensual</b>	S/. 2,500.00
<b>Sueldo anual</b>	S/. 30,000.00
<b>Sueldo día</b>	S/. 100.00
<b>Sueldo hora</b>	S/. 12.50
<b>Sueldo min</b>	S/. 0.21
<b>CPU</b>	S/. 178.75

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. Resultados de la Aplicación de Mejora

Tabla 33. Resultados de los indicadores después de la propuesta

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ANTES	DESPUÉS	VARIACIÓN	INTERPRETACIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	SISTEMA LOGISTICO	% Ítems con rotura de stock	25.71%	11.43%	44.48%	Se logró disminuir en 44.48% los productos que sufren problemas con rotura de stock.
		Nivel de incumplimiento de despacho	28.90%	5.60%	19.38%	Disminuyó en un 19.38%, el total de excavadoras que se quedan en el taller por falta de repuestos para realizar el mantenimiento.
		Faltantes de inventario	20.83%	7.30%	35.05%	Se logró reducir en un 35.05% los faltantes de repuestos dentro de almacén.
VARIABLE DEPENDIENTE	COSTO DE DESABASTECIMIENTO	Costo de penalidades por incumplimiento de fecha de entrega.	S/173,250.00	S/31,500.00	S/141,750.00	Se redujo en S/141,750.00 el costo de penalidades por incumplimiento en fechas de entrega.
		Costo administrativo por realizar pedidos urgentes	S/975.00	S/178.75	S/796.25	El costo total administrativo por realizar pedidos urgentes a causa de faltantes y roturas de stock, disminuyo en S/796.25.
		Costo de productos dañados en almacén	S/7,293.93	S/942.35	S/6,351.08	El costo de productos dañados en almacén se logró reducir en un total de S/ 6,351.08

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Resultados del Análisis Financiero

En la tabla siguiente, se detallan los materiales, cantidad y costo unitario de cada elemento necesario para implementar la propuesta de mejora del sistema logístico.

*Tabla 34. Inversión - Propuesta de Implementación*

ITEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
<b>UTILES DE ESCRITORIO</b>				
USB	2	Unidad	S/. 30.00	S/. 60.00
Papel A4 (millar)	3	millar	S/. 11.00	S/. 33.00
Tintas	7	Unidad	S/. 10.00	S/. 70.00
Lapiceros	2	Caja	S/. 25.00	S/. 50.00
Cinta de embalaje	5	Unidad	S/. 4.50	S/. 22.50
Plumón indeleble	8	Unidad	S/. 2.50	S/. 20.00
Archivadores	5	Unidad	S/. 7.00	S/. 35.00
Perforador	2	Unidad	S/. 15.00	S/. 30.00
Engrampadora	2	Unidad	S/. 16.00	S/. 32.00
<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>				
Laptop con programas sistemáticos	1	Unidad	S/. 2,300.00	S/. 2,300.00
Impresora HP económica	1	Unidad	S/. 450.00	S/. 450.00
Escritorio	1	Unidad	S/. 130.00	S/. 130.00
Sillas	3	Unidad	S/. 70.00	S/. 210.00
Cámara fotográfica	1	Unidad	S/. 400.00	S/. 400.00

<b>MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
<b>Escoba</b>	2	Unidad	S/. 15.00	S/. 30.00
<b>Trapo industrial</b>	5	Unidad	S/. 3.50	S/. 17.50
<b>Desinfectante</b>	3	Unidad	S/. 15.00	S/. 45.00
<b>Tacho de basura</b>	3	Unidad	S/. 10.00	S/. 30.00
<b>Recogedor</b>	2	Unidad	S/. 10.00	S/. 20.00
<b>Micas Acrílicas 30X15cm</b>	2	DOCENA	S/. 60.00	S/. 120.00
<b>Etiquetas Adhesivas</b>	2	millar	S/. 80.00	S/. 160.00
<b>EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>				
<b>Estanterías de fierro 1.5m x0.4mx1.8m</b>	4	unidad	S/. 280.00	S/. 20.00
<b>Estanterías de fierro 1.5m x0.5x0.30m</b>	2	unidad	S/. 600.00	S/. 200.00
<b>Soporte de fierro 1.5m x0.5x0.30m</b>	6	unidad	S/. 800.00	S/. 4,800.00
<b>Horómetro</b>	5	unidad	S/. 300.00	S/. 1,500.00
<b>TOTAL INVERSION</b>				<b>19,885.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Los costos necesarios para la implementación de la propuesta del sistema logístico en la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, suma un total de S/19.885.00.

## OTROS GASTOS

*Tabla 35. Otros gastos*

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSION
Luz	12	meses	S/. 300.00	S/. 3,600.00
Agua	12	meses	S/. 180.00	S/. 2,160.00
Telefonía	12	meses	S/. 100.00	S/. 1,200.00
<b>TOTAL OTROS GASTOS</b>				<b>6,960.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## GASTOS DE PERSONAL

*Tabla 36. Gastos de personal*

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NUM. PERSONAS	TOTAL INVERSIÓN
Personal implementación ABC	2	meses	S/. 930.00	2	S/. 3,720.00
Jefe de almacén	12	meses	S/. 2,000.00	1	S/. 24,000.00
<b>TOTAL GASTOS DE PERSONAL</b>					<b>27,720.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## GASTOS DE CAPACITACIÓN

Tabla 37. Gastos de Capacitación

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
Capacitación al Personal	3	veces	S/.	4,350.00
<b>TOTAL GASTOS DE PERSONAL</b>				<b>4,350.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## COSTOS PROYECTADOS – IMPLEMENTACIÓN

Tabla 38. Costos proyectados - Implementación

ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
<b>INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES</b>	<b>S/4,055.00</b>	<b>S/680.00</b>	<b>S/680.00</b>	<b>S/680.00</b>	<b>S/680.00</b>	<b>S/680.00</b>
<b>UTILES DE ESCRITORIO</b>						
USB	S/60.00					
Papel A4 (millar)	S/33.00	S/33.00	S/33.00	S/33.00	S/33.00	S/33.00
Tintas	S/70.00	S/70.00	S/70.00	S/70.00	S/70.00	S/70.00
Lapiceros	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00
Cinta de embalaje	S/22.50	S/22.50	S/22.50	S/22.50	S/22.50	S/22.50
Plumón indeleble	S/20.00	S/20.00	S/20.00	S/20.00	S/20.00	S/20.00
Archivadores	S/35.00					
Perforador	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00
Engrampadora	S/32.00	S/32.00	S/32.00	S/32.00	S/32.00	S/32.00

<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>						
Laptop con programas sistemáticos	S/2,300.00					
Impresora HP económica	S/450.00					
Escritorio	S/130.00					
Sillas	S/400.00					
<b>MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN</b>						
Escoba	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00
Trapo industrial	S/17.50	S/17.50	S/17.50	S/17.50	S/17.50	S/17.50
Desinfectante	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00	S/45.00
Tacho de basura	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00	S/30.00
Recogedor	S/20.00	S/20.00	S/20.00	S/20.00	S/20.00	S/20.00
Micas Acrílicas 30X15cm	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00	S/120.00
Etiquetas Adhesivas	S/160.00	S/160.00	S/160.00	S/160.00	S/160.00	S/160.00
<b>OTROS GASTOS</b>	<b>S/6,960.00</b>	<b>S/5,880.00</b>	<b>S/5,880.00</b>	<b>S/5,880.00</b>	<b>S/5,880.00</b>	<b>S/5,880.00</b>
Luz	S/3,600.00	S/2,520.00	S/2,520.00	S/2,520.00	S/2,520.00	S/2,520.00
Agua	S/2,160.00	S/2,160.00	S/2,160.00	S/2,160.00	S/2,160.00	S/2,160.00
Telefonía	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00
<b>GASTOS DE PERSONAL</b>	<b>S/27,720.00</b>	<b>S/27,720.00</b>	<b>S/27,720.00</b>	<b>S/27,720.00</b>	<b>S/27,720.00</b>	<b>S/27,720.00</b>
Personal implementación ABC	S/3,720.00	S/3,720.00	S/3,720.00	S/3,720.00	S/3,720.00	S/3,720.00
Jefe de almacén	S/24,000.00	S/24,000.00	S/24,000.00	S/24,000.00	S/24,000.00	S/24,000.00
<b>GASTOS DE CAPACITACION</b>	<b>S/4,350.00</b>	<b>S/4,350.00</b>	<b>S/4,350.00</b>	<b>S/4,350.00</b>	<b>S/4,350.00</b>	<b>S/4,350.00</b>
Capacitación al Personal	S/4,350.00	S/4,350.00	S/4,350.00	S/4,350.00	S/4,350.00	S/4,350.00
<b>TOTAL DE GASTOS</b>	<b>S/43,085.00</b>	<b>S/38,630.00</b>	<b>S/38,630.00</b>	<b>S/38,630.00</b>	<b>S/38,630.00</b>	<b>S/38,630.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## COSTO PROMEDIO PONDERADO ACTUAL

Se logró calcular el valor COK real, en la siguiente tabla se muestran los datos necesarios para realizar el cálculo.

*Tabla 39. Costo promedio ponderado actual*

<b>DEUDA (D)</b>	<b>105,000.00</b>	<b>4%</b>
<b>CAPITAL ©</b>	<b>2,489,500.00</b>	<b>96%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2,594,500.00</b>	<b>100%</b>

<b>RENTA NETA IMPONIBLE</b>	<b>S/ 784,000.00</b>
<b>IMP. A LA RENTA</b>	<b>235,200.00</b>
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>548,800.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

<b>Ke = Roe</b>	<b>Utilidad Neta</b>	<b>S/ 548,800.00</b>	<b>22.04%</b>
	<b>Total patrimonio</b>	<b>S/ 2,489,500.00</b>	

Reemplazando:

$$CPPC = WACC = 21.66\%$$

### Evaluación C/B, VAN, TIR, IR

Beneficio obtenido mostrado, después de la propuesta de mejora.

*Tabla 40. Evaluación de indicadores*

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
Costo de penalidades por incumplimiento de fecha de entrega.	S/173,250.00	S/31,500.00	Costo administrativo por realizar pedidos urgentes	S/173,250.00	<b>S/141,750.00</b>	S/31,500.00
Costo administrativo por realizar pedidos urgentes	S/975.00	S/178.75	Costo administrativo por realizar pedidos urgentes	S/975.00	<b>S/796.25</b>	S/178.75
Costo de productos dañados en almacén	S/7,293.93	S/942.35	Costo de productos dañados en almacén	S/7,293.93	<b>S/6,351.58</b>	S/942.35

*Fuente: Elaboración propia*

## INGRESOS PROYECTADOS

Ingresos proyectados a un periodo de cinco años consecutivos

*Tabla 41. Ingresos proyectados*

<b>INGRESOS PROYECTADOS</b>				
<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>S/.148,101.58</b>	S/.148,101.58	S/.148,101.58	S/.148,101.58	S/.148,101.58

*Fuente: Elaboración propia*

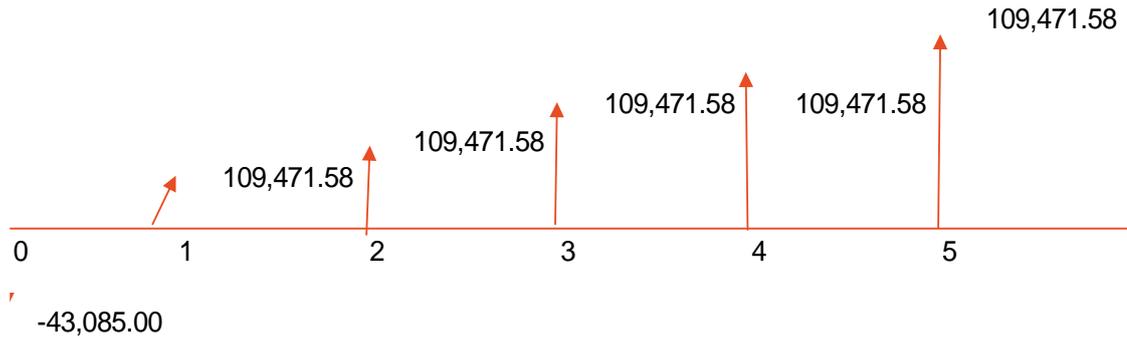
## FLUJO DE CAJA PROYECTADO

Flujo de caja proyectado a los próximos cinco años.

*Tabla 42. Flujo de caja proyectado*

<b>AÑO 0</b>	-S/43,085.00
<b>AÑO 1</b>	S/109,471.58
<b>AÑO 2</b>	S/109,471.58
<b>AÑO 3</b>	S/109,471.58
<b>AÑO 4</b>	S/109,471.58
<b>AÑO 5</b>	S/109,471.58

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 7. Flujo de caja proyectado*

*Fuente: Elaboración propia*

### Indicadores de evaluación

Con el fin de determinar la viabilidad del proyecto, se determinan los indicadores económicos:

*Tabla 43. Indicadores de evaluación*

<b>COK</b>	<b>23.61%</b>
<b>VA</b>	S/. 303,018.74
<b>VAN</b>	S/. 259,933.74
<b>TIR</b>	73%
<b>IR</b>	2.03

*Fuente: Elaboración propia*

Donde:

$VAN > 0$ , acepta el proyecto

$TIR > COK$ , se acepta el proyecto

$IR > 1$ , Índice de rentabilidad  $> 1$  Aceptar el proyecto

Por ello deducimos que por cada sol de inversión retorna S/. 2.03

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 2.3. Discusión

Esta investigación tuvo como propósito elaborar un modelo capaz de reducir los costos que la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C. incide por poseer un número elevado de repuestos en rotura de stock, de esta forma el tema central de la tesis abarca a un campo netamente logístico. De esta manera se inició por el diagnóstico situacional de la empresa, identificándose los diversos problemas que ésta presentaba.

De esta manera se tomó como base un conjunto de herramientas logísticas tales como son los pronósticos, modelo ABC, modelo EOQ y punto de reorden (ROP). Es así que contrastamos nuestras herramientas con bases teóricas que apoyan al modelo, según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) mencionaron que los patrones de demanda son las características repetitivas que pueden tener las series de tiempo de la demanda analizada de un proceso, de esta forma justificamos el uso de dichos patrones matemáticos conocidos como pronósticos para generar una idea del número de excavadoras que entraran a mantenimiento, además se define también que el modelo ABC según Oscar Parada (citado en Toro & Bastidas, 2011) recomienda usar la clasificación ABC Multicriterio, debido a que es un modelo flexible ante cualquier empresa, con ello podemos dar explicación al uso del ABC Multicriterio para clasificar los artículos.. Por otro lado, Peña & Silva (2016) sostienen que en un sistema logístico es primordial contar con medidas empíricas tales como punto de reorden, tamaño óptimo de lote, niveles de inventarios, stock de seguridad y niveles de servicio.

Entonces, logramos corroborar nuestra metodología aplicada para la estructura del trabajo de investigación, dado que contamos con las herramientas que mejoran el sistema logístico según Peña & Silva.

Contrastando nuestros resultados con los obtenidos por Delgado, R. (2015) en su estudio de investigación utiliza herramientas logísticas como cantidad óptima de pedido, punto de reorden, número de pedidos y tiempo entre pedidos en donde obtiene un ahorro de S/. 24, 916.00 de esta manera corroboramos nuestro resultado que genera un ahorro de S/. 148, 101.58. Asimismo Palacios (2003) e su estudio sobre el diseño de un sistema logístico en una ferretería en la ciudad de Lima redujeron en un 22% el costo de orden de compra proyectado, corroborando nuestro 14% de reducción con respecto a las órdenes de compra por productos faltantes.

Para finalizar, los resultados obtenidos y la comparación de estos tres estudios de investigación, podemos llegar a la conclusión que si es factible realizar la propuesta de mejora del sistema logístico utilizando herramientas para la reducción de costos en la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C, puesto que se puede afirmar con certeza que se logró reducir los costos en desabastecimiento de repuestos por ruptura de stock.

## 2.4. Conclusiones

Se logró disminuir los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora en S/. 148,101.58 mediante un sistema logístico, en la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C.

Se logró diseñar una propuesta de mejora del sistema logístico, reduciendo los costos de desabastecimiento que mantenía la empresa en periódicas ocasiones. En el diseño desarrollamos pronósticos, modelos de clasificación ABC Multicriterio, Valorización y Suministro, determinación de la cantidad óptima a pedir, stock de seguridad y el punto en el que se debe realizar el pedido.

Mediante el desarrollo de la propuesta de mejora se logró reducir el % de los repuestos con rotura de stock, el nivel de cumplimiento de despacho, asimismo los faltante en inventario, de esta manera se redujo un 44.48%, 19.38% y un 35.05% respectivamente en los repuestos de la máquina excavadora en la empresa en cuestión. De igual manera se redujo en S/141,750.00 el costo de penalidades por incumplimiento en fechas de entrega, el costo total administrativo por realizar pedidos urgentes a causa de faltantes y roturas de stock, en S/796.25 y el costo de productos dañados en almacén en un total de S/ 6,351.08.

Se elaboró la evaluación financiera de la propuesta de un sistema logístico para reducir los costos de desabastecimiento de repuestos de maquinaria excavadora en Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C. dando como resultado una propuesta factible y viable económicamente, ya que mantiene un VAN > 0, generando una

rentabilidad de S/. 259,933.74, un TIR de 73%, un COK de 23.61%, de esta forma  
siendo el TIR mayor que el COK se estipula aceptar la propuesta de mejora.

## REFERENCIAS

- Causado, E. (2015). Modelo de Inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 163-177.*
- Muñoz, H. (2011). Propuesta de gestión de inventarios de materias primas para una empresa editora (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Peña*
- Rojas, V., & Castañeda, M. (2015). Implementacion de un sistema de gestion de inventarios y almacenes en la empresa Indutria Alimentaria Huacariz S.A.C ubicada en la ciudad de Cajamarca-2014 (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte , Cajamarca.*
- Arribasplata, D., & Portales, E. (2015). Influencia de implemantación de un sistema de gestión de almacenes e inventarios sobre los costos de stock del área de producción de alimento balanceado en la empresa "Avícola Pungurume S.A.C" (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.*
- Ramos, K. (2016). Propuesta de mejora en la gestión de stocks y almacenes para reducir el costo de inventario en la empresa Distribuidora Cummins Peru SAC (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.*
- Peña, O., & Silva, R. (2016). Factores incidentes sobre la gestión de sistemas de inventario en organizaciones Venezolanas. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 187-207.*
- Delgado, R. (2015). Propuesta para la mejora de la gestión del proceso logistico en la empresa Tablero Norte S.A.C (Tesis de pregrado). Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo.*

## ANEXOS

### ANEXO n.º 1. Encuesta

#### Encuesta 1

Área: Logística

#### Objetivo:

Identificar problemática del sistema logístico de la empresa Grupo Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

#### Parámetros:

Duración: 45 minutos

Lugar: Almacén general

#### Procedimiento:

Realizar una serie de preguntas estructuradas

#### Instrumentos:

- Guía de encuesta
- Lapiceros.

#### Desarrollo de la encuesta:

¿Los proveedores entregan a tiempo los pedidos?

¿Entregan a tiempo los pedidos al cliente?

¿Cuentan con una rotación eficiente de la mercancía?

¿Mantienen un sistema adecuado que pueda detectar los productos defectuosos antes de ser entregado la mercancía a sus clientes?

¿Tienen establecido su stock de seguridad, si es así cuánto es?

¿Existe una metodología para clasificar los materiales?

¿Cantidad de encontrado productos defectuosos encontrados en almacén?

## **ANEXO n.º 2. Observación Directa**

### **Objetivo:**

Identificar fallas críticas y procesos del sistema logístico en la empresa Grupo  
Cajamarca Minería y Construcción S.A.C

### **Procedimiento:**

Participar en la verificación de control de horómetros

Participar en el contacto con proveedores para realizar las compras

Participar en almacenamiento de productos a almacén

### **Instrumentos:**

- Cámara fotográfica
- Lapiceros.
- Papel A4

### **ANEXO n.º 3. Entrevista**

#### **Entrevista 1**

**Encargado de almacén:** Jaime Silva

#### **Objetivo:**

Identificar costos de desabastecimiento de repuestos

#### **Parámetros:**

Duración: 60 minutos

Lugar: Oficina de almacén

#### **Procedimiento:**

Proceder a investigar causas de los costos incurridos en desabastecimiento

#### **Instrumentos:**

- Guía de entrevista
- Cámara fotográfica
- Lapiceros.
- Cuaderno de apuntes

#### **Desarrollo de la entrevista:**

¿Cuentan con pronósticos, para realizar sus compras?

¿En base a cuantas horas marcadas de horómetro, se realiza la compra?

¿Realizan verificación continua de su inventario en almacén?

¿En caso de no contar con stock, en que costos incurre la maquinaria?

¿Cuentan con Punto de Reorden, Lead Time?

¿Cuántos productos defectuosos promedio, llegan al almacen?

¿Realizan compras momentáneas, por no contar con stock?

¿En cuanto eleva el costo, al realizar un pedido urgente?

**ANEXO n.º 4. Horómetro**



## ANEXO N.º 5 REPUESTO - MANGUERA HIDRÁULICA



## ANEXO N.º 6. VISITA A LAS INSTALACIONES DE GRUPO CAJAMARCA MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C



## ANEXO N.º 7. DISTRIBUCIÓN INADECUADA DE REPUESTOS



## ANEXO N.º 8 ÁREA DE ALMACÉN



## ANEXO N.º 9. MANTENIMIENTO EXCAVADORA



## ANEXO N.º 10. PERSONAL DE MANTENIMIENTO



## ANEXO n.º 11. MAQUINARIA

