

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño de las políticas de abastecimiento de insumos técnicos para una empresa del sector de la construcción de obras civiles y alquiler de maquinaria pesada

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Carlos Augusto Morán Armijo

Nicole Daniela Muñoz Astudillo

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

Dedico el presente proyecto a mis padres quiénes durante la trayectoria de mi vida han sido las personas que me han ensañado a ser un hombre constante y esforzado en la lucha por alcanzar mis metas.

Carlos Augusto Morán Armijo

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mi familia, especialmente a mi hermana gemela y a mis amigos que en mis momentos de desesperación aceptaban mis llamadas y me aconsejaban para poder cumplir mis metas y llevar a cabo este proyecto.

Nicole Daniela Muñoz Astudillo

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por siempre estar conmigo durante todo el trayecto de mi carrera profesional y de mi vida.

Mis agradecimientos también van para mis padres quiénes continuamente están pendientes de mi bienestar y cuidado.

A mis familiares más cercanos de mi hogar también quiero darles mi gratitud como lo son mi abuelita, mis tíos y mis primos que son como mis hermanos. Siempre me han apoyado en todo lo que me he propuesto.

Y, por último, a todos los profesores de la carrera que me han enseñado y compartido de sus conocimientos.

Carlos Augusto Morán Armijo

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a Dios, mi familia, amigos, profesores, y a todo aquel que en su momento me brindó su apoyo incondicional y ánimo para seguir adelante y superar todos los obstáculos, especialmente a quienes siempre creyeron en mí y me motivaron a dar lo mejor de mí.

Nicole Daniela Muñoz Astudillo

Declaración Expresa

Nosotros (Carlos Augusto Morán Armijo y Nicole Daniela Muñoz Astudillo) acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor de los autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, Enero del 2024.



Carlos Morán Armijo



Nicole Muñoz Astudillo

Evaluadores

María Laura Retamales García

Profesor de Materia

Sofía Anabel López Iglesias

Tutor de proyecto

RESUMEN

En el entorno empresarial, la gestión eficiente de compras de insumos y repuestos es esencial para toda sostenibilidad y rentabilidad. La carencia de negociaciones efectivas con proveedores y compras impulsivas acumulan productos sin un control adecuado de inventario. La ausencia de análisis históricos para prever la demanda resulta en ineficiencias en los tiempos de espera de insumos y repuestos, afectando proyectos y recursos financieros. Por lo que, se desarrolló un sistema de control de inventarios que optimiza la gestión de compras, estableciendo indicadores de niveles mínimos y máximos mediante el uso de macros de Excel. La implementación de políticas de inventario con revisión periódica mensual logró un aumento del 13.96% en la eficiencia de inventario y un ahorro del 5.89% en costos de compras. La clasificación ABC facilitó la toma de decisiones informadas, asegurando niveles ideales de inventario de seguridad en los productos de mayor consumo de la empresa. Este enfoque proactivo y adaptable mejora la eficiencia operativa y la rentabilidad, contribuyendo al crecimiento sostenible en el competitivo mercado de maquinaria pesada, promoviendo las bases para futuros estudios, centrándose en la proyección de la demanda y pronósticos, permitiendo a la empresa anticipar de manera más precisa las necesidades futuras.

Palabras Clave: Clasificación ABC, niveles de inventario, reposición, demanda.

ABSTRACT

In the business environment, efficient management of purchases of supplies and spare parts is essential for all sustainability and profitability. The lack of effective negotiations with suppliers and impulsive purchases accumulates products without adequate inventory control. The absence of historical analysis to forecast demand results in inefficiencies in waiting times for supplies and spare parts, affecting projects and financial resources. Therefore, an inventory control system was developed that optimizes purchasing management, establishing minimum and maximum level indicators using Excel macros. The implementation of inventory policies with monthly periodic review achieved a 13.96% increase in inventory efficiency and a 5.89% savings in purchasing costs. The ABC classification facilitated informed decision making, ensuring ideal levels of safety inventory in the company's most consumed products. This proactive and adaptable approach improves operational efficiency and profitability, contributing to sustainable growth in the competitive heavy machinery market, promoting the foundation for future studies, focusing on demand projection and forecasts, allowing the company to accurately anticipate more precise future needs.

Keywords: ABC classification, inventory levels, replenishment, demand.

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Índice de figuras.....	VII
Índice de tablas.....	VII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	2
1.1 Descripción del Problema.....	3
1.2 Justificación del Problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 Análisis de demanda.....	4
1.4.2 Plan de Compras.....	5
1.4.3 Clasificación ABC.....	6
1.4.4 Sistemas de control de inventario.....	7
1.4.4.1 Revisión Continua (s, Q)	7
1.4.4.2 Revisión periódica (R, S).....	8
CAPÍTULO 2.....	10

2.	Metodología	11
2.1	Definición	11
2.1.1	VOC.....	11
2.1.2	Alcance del proyecto	12
2.1.3	Diagrama de Despliegue de la Función de Calidad (QFD).....	12
2.1.4	Restricciones de diseño	14
2.1.5	Métricas de sostenibilidad	14
2.1.5.1	Pilar social.....	14
2.1.5.2	Pilar económico	14
2.1.5.3	Pilar ambiental	15
2.2	Medición	15
2.2.1	Plan de recolección de datos	15
2.2.2	Validación de los parámetros	15
2.2.2.1	Revisión de facturas en físico	15
2.2.2.2	Conteo visual de los artículos en bodega.....	16
2.3	Análisis	16
2.3.1	Análisis de datos.....	16
2.3.2	Clasificación ABC.....	17
2.3.3	Opciones de diseño.....	17
2.3.3.1	Opción 1 – MRP	17
2.3.3.2	Opción 2 – Políticas y control de inventario.....	18
2.3.4	Matriz de decisión	18

2.3.5	Matriz impacto-esfuerzo.....	18
2.3.6	Análisis Financiero.....	20
2.3.6.1	Costos de implementación.....	20
2.4	Diseño.....	20
2.4.1	Registro de Productos.....	20
2.4.2	Resumen de movimiento.....	21
2.4.3	Listas Actualizadas.....	21
2.4.4	Visualización y Control de Inventarios.....	22
CAPÍTULO 3.....		25
3.	Resultados y análisis.....	26
3.1	Visualización de los niveles de inventarios.....	26
3.2	Reducción en los costos de almacenamiento.....	27
3.3	Resultados de las métricas de sostenibilidad.....	28
3.3.1	Pilar Social.....	28
3.3.2	Pilar económico.....	29
3.3.3	Pilar ambiental.....	30
CAPÍTULO 4.....		31
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	32
4.1	Conclusiones.....	32
4.2	Recomendaciones.....	32
Referencias.....		34
Apéndices.....		36

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ROP	Punto de Reorden
Q	Cantidad para ordenar
SS	Inventario de Seguridad
S	Stock Máximo
VOC	Voice of Customer
SIPOC	Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, and Customers
QFD	Quality Function Deployment
VBA	Visual Basic for Applications

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	12
Figura 2.2	13
Figura 2.3	17
Figura 2.4	19
Figura 2.5	21
Figura 2.6	21
Figura 2.7	22
Figura 3.1	27
Figura 3.2	28
Figura 3.3	28
Figura 3.4	29
Figura 3.5	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	11
Tabla 2.2.....	24

CAPÍTULO 1

1. Introducción

En el ámbito empresarial, la gestión eficiente de compras de insumos y repuestos desempeña un papel crucial en el desarrollo sostenible y la rentabilidad de las organizaciones. En el caso de una empresa con sede en Guayaquil, Ecuador, especializada en la operación y mantenimiento de maquinaria pesada, la adquisición de insumos y repuestos representa un desafío significativo. La problemática central se refleja en la falta de una estrategia sólida para la gestión de compras, lo que conlleva a dos cuestiones fundamentales. La primera de ellas es la ausencia de una negociación efectiva con los proveedores y la adquisición de insumos según las necesidades inmediatas, sin una planificación adecuada, ha llevado a que se realicen compras impulsivas. Esto conlleva a la acumulación de existencias en múltiples bodegas de la empresa, lo que, a su vez, resulta en una falta de control de inventario y en la ausencia de sistemas confiables que indiquen los niveles mínimos y máximos de existencias. Y, por último, la carencia de análisis históricos que permitan prever la demanda potencial y anticipar las compras ha generado ineficiencias en los tiempos de espera de insumos y repuestos requeridos para la operación y el mantenimiento de la maquinaria pesada. Esta falta de previsión puede dar lugar a retrasos en la ejecución de proyectos, costos innecesarios y una utilización ineficiente de los recursos financieros de la empresa.

La presente investigación se propone abordar estas problemáticas críticas a través del desarrollo de un sistema de control de inventarios para insumos y repuestos. Este sistema buscará optimizar la gestión de compras en la empresa, permitiendo un enfoque más estratégico y basado en datos, en contraposición a las decisiones impulsivas. Además, se aspira a establecer indicadores de niveles mínimos y máximos de existencias que guíen la toma de decisiones. El análisis y desarrollo de este sistema constituye un esfuerzo para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa, a la vez que contribuye al crecimiento sostenible de la empresa en el competitivo mercado de operación y mantenimiento de maquinaria pesada.

1.1 Descripción del Problema

La empresa de maquinaria pesada se dedica al alquiler de dichas maquinarias, así como al movimiento de tierra y construcción de obras civiles. La empresa actualmente trabaja de manera espontánea, atendiendo proyectos, solicitudes o préstamos a medida que se presentan. El mantenimiento de las maquinarias es llevado a cabo conforme surgen necesidades, lo que implica la adquisición de repuestos e insumos sin una planificación anticipada, y a su vez que presenten problemas en sus inventarios. Por lo que se busca plantear una solución a dicha falta de control en la gestión de la demanda, proponiendo así un control de inventarios. El problema que se encontró en la empresa es que, debido a la ausencia de un análisis histórico de datos que permita prever la demanda, anticipar las compras y llevar un correcto registro de productos, se genera compras masivas sin una decisión informada en sus inventarios y costos adicionales por desabastecimiento o sobre stock de productos. Esto tiene como consecuencia que no exista una buena negociación con los proveedores, los cuales juegan un rol importante en el desempeño y desenvolvimiento de la empresa.

1.2 Justificación del Problema

En la empresa especializada en el alquiler de maquinaria y construcción, se observa la falta de un análisis histórico de datos que posibilite la anticipación de la demanda, la planificación de compras y el mantenimiento adecuado de registros de productos. Esta carencia conduce a adquisiciones masivas sin una toma de decisiones fundamentada sobre los niveles de inventario, generando costos adicionales tanto por escasez de productos como por exceso de stock.

Un diseño de políticas y control de inventario puede ayudar a anticipar y gestionar las compras de manera más eficiente, además realiza un seguimiento detallado de los niveles de existencias de los productos, lo cual puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones en cuanto a la reposición de inventario.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer un sistema de control de inventarios para insumos y repuestos de maquinarias, mediante una categorización de los insumos por rotación y el establecimiento de un stock de seguridad, manteniendo un nivel de servicio del 90% para tener stock outs al mínimo y garantizar la disponibilidad de los productos de alta rotación.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Definir un sistema que permita conocer y visualizar los niveles de existencias.
2. Clasificar los insumos y repuestos de maquinarias en diferentes categorías mediante un análisis ABC.
3. Establecer los niveles óptimos de inventario de seguridad para los insumos y repuestos, considerando la incertidumbre en la demanda.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Análisis de demanda

El análisis de demanda es un proceso crucial en el mundo empresarial que permite entender las necesidades y deseos de los clientes por un producto o servicio específico. Según Crowson (1985) este análisis se basa en varios factores, incluyendo los recursos disponibles del consumidor, el precio del producto, los gustos y preferencias de los clientes, los estímulos de marketing recibidos, la ubicación geográfica y la disponibilidad de productos de la competencia.

La demanda puede variar en función de diferentes dimensiones, como el mercado, el producto, el lugar, el tiempo y el cliente. Dependiendo de la situación de la demanda, las empresas deben ser capaces de desarrollar una estrategia de acción adecuada.

Los determinantes que afectan a la demanda incluyen el precio del producto, el precio de bienes sustitutivos y complementarios, el ingreso del consumidor y los estímulos de marketing.

Algunos de estos factores son variables no controlables, es decir, factores sobre los que la empresa no tiene ningún control.

1.4.2 Plan de Compras

El entorno empresarial actual se caracteriza por una globalización constante y un mercado mundial cada vez más abierto. En este contexto, las empresas buscan establecer redes impulsadas por las demandas específicas de los clientes, lo que lleva a la formación de organizaciones virtuales o redes colaborativas (Prahalad & Hamel, 1990). Estas entidades se vuelven más magras y flexibles, centrándose en sus competencias centrales al reducir su penetración en la fabricación.

Para tener éxito y ser competitivas, estas entidades deben colaborar estrechamente y desarrollar relaciones de trabajo efectivas, ya que el éxito en el mercado es ahora un tema colaborativo donde los riesgos y beneficios se distribuyen entre los socios participantes (Batt & Purchase, 2004).

La eficacia de estas relaciones se basa en factores como la confiabilidad, capacidad de respuesta, resiliencia, dependencia y confianza. La capacidad de respuesta describe la necesidad de una cooperación ágil en organizaciones virtuales y hacia los clientes, mientras que la confiabilidad, la dependencia y la confianza destacan la necesidad de relaciones confiables para enfrentar la incertidumbre empresarial (Beckmann, 2003). Estos desafíos aumentan la necesidad de resiliencia para construir estructuras sólidas y competitivas.

Para Seifert y Wüst (2009), el primer paso en la creación de valor dentro de la red colaborativa es el “convertidor”, ya que es responsable de la adquisición de materias primas necesarias para todo el proceso de producción. Sin un acceso confiable a las materias primas necesarias, no se pueden satisfacer completamente las necesidades del cliente y la competitividad de toda la red colaborativa está en peligro.

El plan de compras desempeña un papel esencial en la resolución de los desafíos inherentes a la interacción del convertidor con proveedores no cooperativos dentro de la red colaborativa. Su utilidad radica en diversas estrategias clave: en primer lugar, la diversificación de proveedores.

Además, establece criterios de desempeño, como la confiabilidad en la entrega y la calidad del producto, que los proveedores deben cumplir para ser considerados socios preferidos. Facilita estrategias de negociación y contratos sólidos, fortaleciendo las bases de colaboración y asegurando el cumplimiento mutuo. Finalmente, aborda la gestión continua de relaciones con proveedores, incluyendo canales de comunicación efectivos y enfoques para resolver conflictos, permitiendo al convertidor mantener un suministro confiable de materias primas, incluso en presencia de proveedores menos comprometidos con la colaboración dentro de la red.

1.4.3 Clasificación ABC

La Clasificación ABC, basada en el conocido "Principio de Pareto" o regla del 80-20, ha sido utilizada por las empresas desde la década de 1920 para diferenciar a los clientes mediante agrupaciones selectivas. Esta estrategia se basa en la observación de Vilfredo Pareto, quien notó que una pequeña parte de la población controlaba la mayoría de la riqueza en cualquier país estudiado (Swamidass, 2000). En el ámbito del marketing, se ha observado que un pequeño porcentaje de clientes (aproximadamente el 20%) contribuye significativamente (alrededor del 80%) al volumen de ventas, rentabilidad u otros resultados de una organización. Esta regla se aplica a través de la Clasificación ABC, donde se identifican tres clases de clientes: los de clase "A" representan el 10% superior que contribuye con el 70-80% del volumen de ventas; los de clase "B" son el siguiente 20%, contribuyendo con alrededor del 10-15% del volumen; y los de clase "C" constituyen el restante 70%, aportando solo el 10-20% del volumen.

En gestión de inventarios, se emplea una metodología similar, clasificando los artículos por volumen anual en dólares (precio multiplicado por el volumen proyectado) en grupos A, B y C. El grupo A representa un porcentaje pequeño de artículos, pero contribuye significativamente al volumen en dólares, seguido por el grupo B y luego el grupo C, con contribuciones progresivamente menores. El principio ABC indica que se pueden ahorrar esfuerzos y recursos al aplicar controles más estrictos a los artículos de alto volumen en dólares (grupo A) y controles menos rigurosos a los de bajo volumen (grupo C).

Esta estrategia es aplicable no solo a la gestión de inventarios, sino también a áreas como compras, ventas, entre otros, permitiendo a la administración enfocarse en áreas con mayor potencial de retorno. La Clasificación ABC ofrece una herramienta útil para priorizar recursos y esfuerzos en función del impacto económico de cada categoría de clientes o artículos en el rendimiento general de una organización.

1.4.4 Sistemas de control de inventario

El control de inventario se describe como el proceso de garantizar la entrega de productos y servicios a un destino específico, asegurando la cantidad y calidad adecuadas, con el objetivo fundamental de satisfacer las necesidades del cliente. Este sistema se encarga de mantener el inventario de manera segura, accesible, funcional y disponible cuando se necesite. La efectividad y eficiencia de los procesos de almacenamiento se ven determinadas por la gestión de inventario, ya que busca minimizar demoras y prevenir agotamientos, tal y como señalan Fithri, Hasan, & Asri (2019). Es crucial subrayar que un control de inventario eficaz contribuye no solo a la satisfacción del cliente, sino también a la optimización de los recursos y la mejora continua de los procesos logísticos en un almacén (Olea & Corella, 2023).

1.4.4.1 Revisión Continua (s, Q)

Dada su eficiencia y la reducción de costos asociados a su implementación, se sugiere adoptar una política de revisión continua (s, Q) en la gestión de inventario. Esta estrategia implica realizar revisiones de inventario de manera constante, y cada vez que el nivel de existencias alcanza o cae por debajo del punto de reorden s , se genera un pedido de tamaño fijo Q . Comúnmente conocida como el "Two-bin system", esta política puede visualizarse como un sistema compuesto por dos compartimentos, donde la demanda se satisface desde el primer compartimento (Aguirre, Ardila, Figueroa, & Romero, 2015). Al agotarse las existencias en este, se procede a abrir el segundo compartimento, que contiene unidades equivalentes al punto de reorden. En este momento, se emite un pedido por la cantidad fija establecida (Q).

El punto de reorden s se calcula mediante la ecuación 1.1.

$$s = \bar{x}L + k\sigma\sqrt{L} \quad (1.1)$$

Donde:

- \bar{x} es la demanda promedio por unidad de tiempo
- L es el lead time promedio del pedido
- k es el factor de seguridad
- σ es la desviación estándar de la demanda

La cantidad establecida Q se calcula mediante la ecuación 1.2.

$$Q = \sqrt{\frac{2AD}{H}} \quad (1.2)$$

Donde:

- A es el costo fijo de colocar una orden
- D es la demanda promedio por unidad de tiempo
- H es el costo unitario de mantener inventario

1.4.4.2 *Revisión periódica (R, S)*

En este modelo, el objetivo principal es gestionar de manera eficiente el inventario, considerando la constancia en la demanda y la periodicidad de las revisiones. La política de inventario (R, S) busca mantener el nivel de inventario dentro de los límites establecidos por el par de parámetros R y S. Cuando el inventario alcanza el nivel de revisión (R), se realiza un pedido para reponer las existencias y asegurar que el inventario no caiga por debajo del nivel deseado (S). La efectividad de esta política radica en optimizar la cantidad de reabastecimiento (Q) y minimizar las posibles demoras, garantizando así un flujo constante de productos y la satisfacción de la demanda constante (Garrido & Cejas, 2017).

La cantidad de reabastecimiento Q se calcula mediante la ecuación 1.3.

$$Q = \bar{x}(R + L) + k\sigma\sqrt{R + L} - I \quad (1.3)$$

Donde:

- \bar{x} es la demanda promedio por unidad de tiempo

- R es el intervalo o periodo de revisión
- L es el lead time promedio del pedido
- k es el factor de seguridad
- σ es la desviación estándar de la demanda
- I es el inventario al instante de la revisión R

CAPÍTULO 2

2. Metodología

2.1 Definición

2.1.1 VOC

Con el fin de poder conocer mejor la problemática, se establecieron los siguientes clientes que participan en el proceso de compra de insumos y repuestos: Ingeniero de proyectos, Bodeguero, Jefe de talleres y Jefe de compras. Se tomaron como base los conocimientos y las sugerencias brindadas por los usuarios con la finalidad de optimizar las compras que se realizan; al estar sus actividades conectadas entre sí, todos deben de tener conocimiento de las compras que se realizan al momento que se adquieren los productos y las cantidades que se solicitan de los mismos.

Se identificaron los siguientes hallazgos de parte de los clientes que se escogió que se puede observar en la tabla 2.1:

Tabla 2.1

Hallazgos por parte de los clientes

<p style="text-align: center;">Ingeniero de Proyectos</p> <ul style="list-style-type: none">•“No hay Sistema adecuado de inventario”•“Se demora en aprobar firmas para cotizar compras”•“No hay control de objetos perecederos”	<p style="text-align: center;">Bodeguero</p> <ul style="list-style-type: none">•“Falta personal, una persona más”•“Se tienen muchas bodegas”•“Debe de estar pendiente de la vida útil de los productos”
<p style="text-align: center;">Jefe de talleres</p> <ul style="list-style-type: none">•“Hay muchos repuestos que no se usan”•“No hay proceso de revisión de stock”•“Si no se tienen los repuestos, las máquinas deben parar de trabajar”	<p style="text-align: center;">Jefe de compras</p> <ul style="list-style-type: none">•“Hay repuestos que ya no sirven”•“El 80% de los productos no son tan rotativos”•“Solo el 20% de los productos rotan”

	•“Las devoluciones provocan inflación en el inventario”
--	---

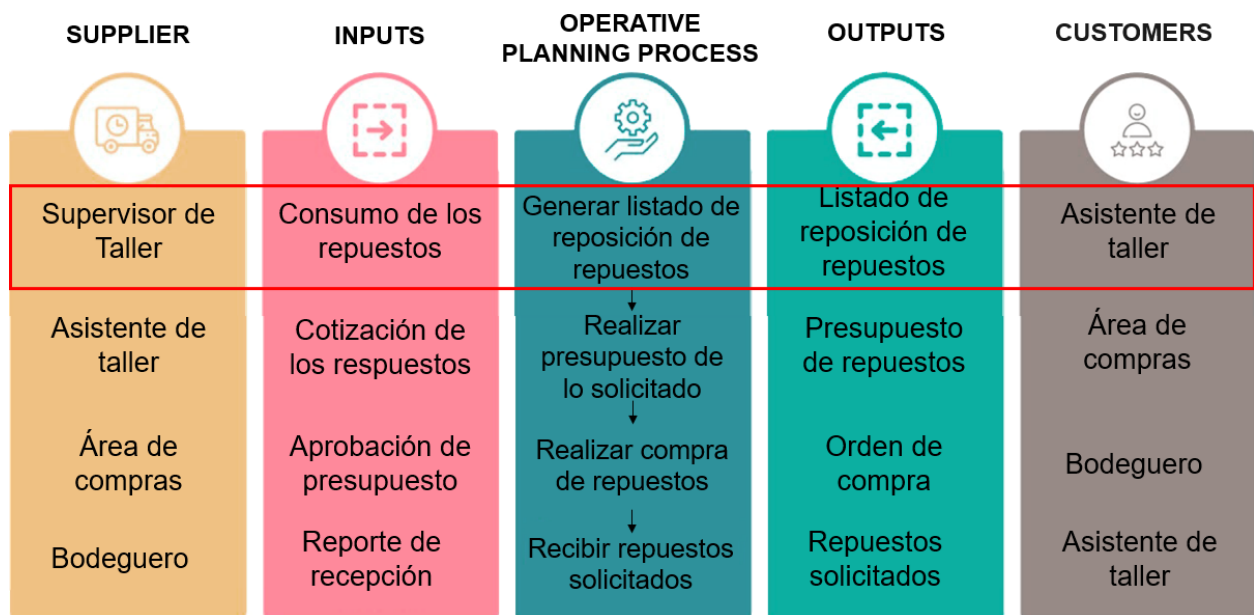
Luego del análisis de todos estos hallazgos, se comprobó que existe una desorganización en las compras y control de inventario.

2.1.2 Alcance del proyecto

El proceso por considerar es generar un listado de reposición de repuestos de acuerdo a su consumo, el cual está relacionado con la administración eficiente de inventario y el reabastecimiento de repuestos mediante sus niveles de existencia, tal y como se puede observar en la Figura 2.1.

Figura 2.1

SIPOC del proyecto



2.1.3 Diagrama de Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

Se implementó el Diagrama de Despliegue de la Función de Calidad (QFD, por sus siglas en inglés), la cual es una herramienta que se utiliza para identificar y priorizar los requisitos del cliente y traducirlos en requisitos de diseño.

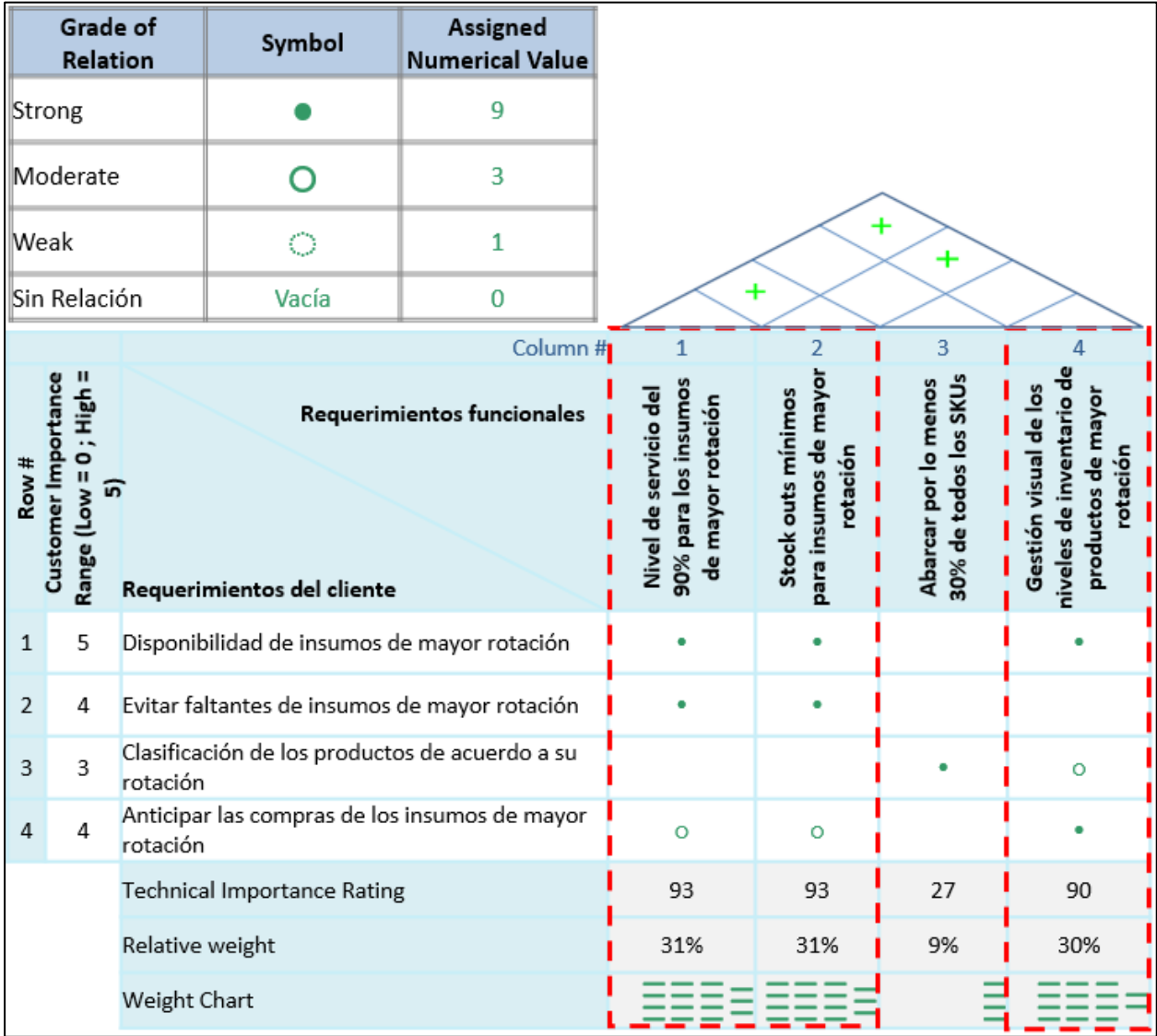
Teniendo realizado los requerimientos del cliente con sus respectivas características de diseño, se procedió a cuantificar mediante ponderaciones las especificaciones técnicas. Se eligieron especificaciones más relevantes, las siguientes:

- Nivel de servicio del 90% para los insumos de mayor rotación
- Stock outs mínimos para insumos de mayor rotación
- Gestión visual de los niveles de inventario de productos de mayor rotación

En la Figura 2.2 se puede observar la casa de calidad planteada.

Figura 2.2

Despliegue de la casa de calidad (QFD)



2.1.4 Restricciones de diseño

De acuerdo con la información obtenida mediante entrevistas hacia el cliente y visitas técnicas a la empresa de construcción, se identificaron las siguientes restricciones de diseño:

1. Dependiendo del proveedor, el tiempo de reposición de un suministro en específico puede variar.
2. La variabilidad de la demanda es alta, ya que depende de los proyectos que se reciban.

2.1.5 Métricas de sostenibilidad

2.1.5.1 Pilar social

Dentro de la empresa existen ciertas áreas críticas que requieren una gestión efectiva para optimizar los recursos. Un índice de cobertura de inventarios más alto implica una gestión más eficiente de los recursos con el fin de evitar situaciones de escasez, situación que podría potencialmente retrasar proyectos de construcción y afectar la reputación de la empresa. Por lo cual surge la ecuación 2.1, que se define como la cantidad de veces que el inventario actual satisface la demanda promedio:

$$\text{Aumentar cobertura promedio} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_{fn}}{\bar{x}_n}}{n} \quad (2.1)$$

Donde:

- I_{fn} es el inventario final o disponible en un periodo de tiempo de un insumo n
- \bar{x}_n es la demanda promedio por unidad de tiempo de un insumo n
- n es la cantidad total de insumos

2.1.5.2 Pilar económico

Esta métrica evalúa la diferencia entre los gastos en compras realizadas actualmente y los que se pueden lograr con una planificación estratégica de inventarios, y esta se puede observar en la ecuación 2.2:

$$\text{Reducir gastos} = C_0 - C_f \quad (2.2)$$

Donde:

- C_0 son gastos en compras en la situación actual de la empresa
- C_f son gastos en compras implementando políticas y control de inventario

2.1.5.3 Pilar ambiental

Esta métrica se centra en cuantificar la proporción de insumos que no requieren ser reabastecidos de manera inmediata o que presentan un bajo riesgo de agotarse después de su consumo. Los insumos pueden estar en niveles suficientes para cubrir las demandas futuras. Una gestión eficiente de inventarios permite evitar la sobrecompra de insumos y repuestos y contribuir a la sostenibilidad, al reducir las emisiones de carbono asociadas con el transporte. La ecuación 2.3 explica dicha métrica.

$$\text{Aumentar Eficiencia de Inventario} = \frac{IIE}{n} \quad (2.3)$$

Donde:

- IIE es el número de Insumos con Inventario Eficiente
- n es la cantidad total de insumos

2.2 Medición

2.2.1 Plan de recolección de datos

Se desarrolló un plan de recolección de datos, el cual es un documento estratégico que detalla cómo se obtendrá, gestionará y utilizará la información necesaria para el actual proyecto. Aborda los desafíos identificados en la gestión de compras y el control de inventario, y cómo vamos a validar la confiabilidad de dichas variables. En el Apéndice A se detalla todo el plan de recolección de datos.

2.2.2 Validación de los parámetros

2.2.2.1 Revisión de facturas en físico

Para la validación de los datos se decidió hacer una revisión de facturas en físico, con el fin de comprobar que la data ingresada en el software es la correcta y que no hay información errónea de por medio. Se tomó una pequeña muestra para realizar dicho procedimiento, en los

Apéndices B, C y D se pueden observar un ejemplo de cómo se realizó la validación de los Egresos de insumos y repuestos, Precios de insumos y repuestos e Ingresos de insumos y repuestos respectivamente.

2.2.2.2 Conteo visual de los artículos en bodega

Los parámetros de Listado de categoría de productos e Inventario vigente fueron validados por medio de un control visual de los artículos en bodega, para esto se visitó la empresa y se observó y constató la variedad de productos que posee, junto con el respectivo inventario de cada uno de ellos, asimismo se tomó una muestra de la base de datos facilitada. En los Apéndices E y F se pueden visualizar un ejemplo de la validación respectiva de los parámetros mencionados.

2.3 Análisis

2.3.1 Análisis de datos

La base de datos proporcionada por la empresa fue meticulosamente examinada y reorganizada en base a los totales mensuales de los productos. Durante este proceso, se detectaron productos duplicados con códigos diferentes, como se puede observar en el Apéndice G.

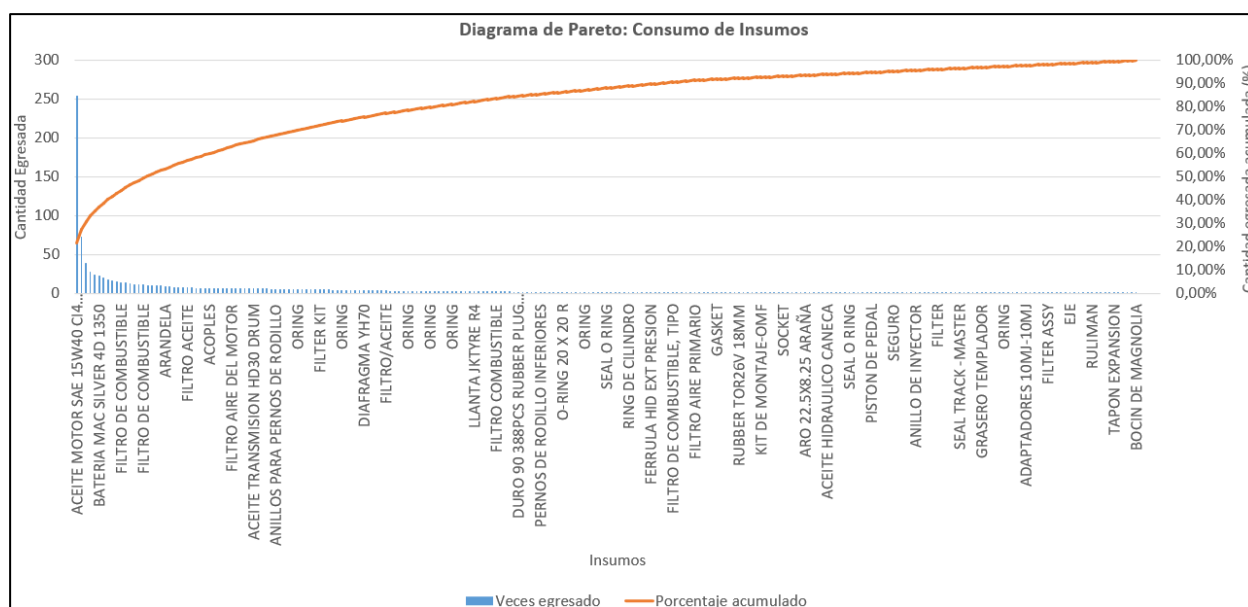
Los registros duplicados fueron eliminados para asegurar la integridad de los datos. Además, se llevó a cabo una revisión exhaustiva para identificar valores atípicos, tales como ingresos bajos o egresos elevados, y se optó por corregirlos mediante la aplicación de un promedio. Posteriormente, se enfocó en analizar específicamente los productos que presentaban movimientos asociados al consumo (egresos). Esta selección rigurosa permitió centrar el análisis en aquellos insumos que realmente generaban impacto en los registros de egresos. El proceso de depuración y organización de la base de datos estableció una sólida base para el análisis detallado de los insumos y sus movimientos, proporcionando así una visión más clara y precisa de la situación actual. La base de datos ya depurada se encuentra en el Apéndice H.

2.3.2 Clasificación ABC

Tras completar el proceso de depuración en la base de datos, se procedió a identificar y clasificar los insumos según su impacto en los consumos. Para este propósito, se optó por la creación de un diagrama de Pareto, una herramienta visual que destaca la distribución relativa de cada insumo a los egresos totales. Este enfoque permitió una rápida identificación de los insumos que mayormente incidían en los consumos tal y como se puede evidenciar en la Figura 2.3.

Figura 2.3

Diagrama de Pareto por consumo de insumos



Nota. Se identificaron 86 insumos clasificados como categoría A entre los 241 insumos analizados.

Este enfoque estratégico permitió categorizar los insumos en tres grupos distintos: A, B y C. Los insumos de categoría A, representando los de mayor impacto y rotación, requerirían una gestión más cuidadosa y una monitorización constante en sus niveles de inventario.

2.3.3 Opciones de diseño

2.3.3.1 Opción 1 – MRP

El MRP, o Planificación de Requerimientos de Materiales, es un sistema integral para planificar y controlar el inventario en la gestión de la cadena de suministro y producción. Su función principal es garantizar la disponibilidad oportuna y en las cantidades adecuadas de los

materiales esenciales para la producción. Este proceso se apoya en información clave, como la estructura del producto, los niveles actuales de inventario y las órdenes de producción planificadas. Para esta opción se hará uso de la herramienta de Excel donde se harán los respectivos cálculos y organización de datos.

2.3.3.2 Opción 2 – Políticas y control de inventario

Las políticas y el control del inventario constituyen componentes esenciales en la administración de las operaciones y la logística de una empresa. Estos aspectos son vitales para garantizar que la organización mantenga niveles de inventario ideales, evite excedentes o escaseces, y funcione de manera eficiente. La implementación de políticas y el control efectivo del inventario son elementos cruciales para lograr una gestión eficaz de los recursos, reducir costos y asegurar la satisfacción del cliente mediante la disponibilidad oportuna de productos y servicios. Para esto se establecerá una revisión periódica y se hará uso de Macros, herramienta de Excel.

2.3.4 Matriz de decisión

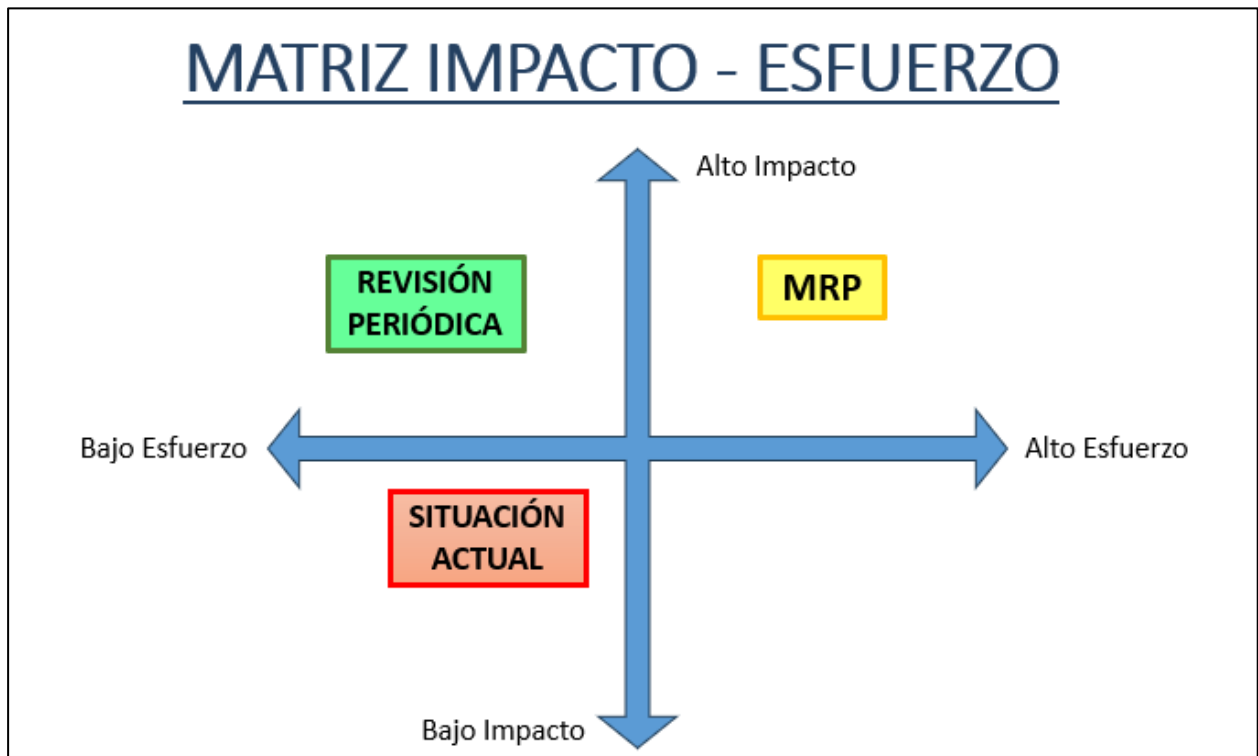
Para poder evaluar y comparar las opciones de diseño, se optó por realizar una matriz de decisión ya que nos permitirá comprender las diferentes alternativas. Los criterios para considerar fueron tomados en base a los requerimientos del cliente, especificaciones de diseño y considerando las respectivas restricciones, de manera que se pueda tomar una decisión objetiva y fundamentada. Al ponderar y evaluar los criterios predefinidos se notó que la opción 2 posee mayor puntaje, es decir, que la opción de políticas y control de inventarios cumple y toma en consideración la mayoría de los criterios, esto se puede observar en el Apéndice I.

2.3.5 Matriz impacto-esfuerzo

Por medio de esta matriz se priorizó, evaluó y clasificó las opciones de diseño con el fin de identificar el impacto que tienen y el esfuerzo requerido para implementarlas. La mejor opción será aquella que genere un alto impacto y requiera de un bajo esfuerzo, en la Figura 2.4 se puede visualizar dicha matriz.

Figura 2.4

Matriz de impacto-esfuerzo



La situación actual de la empresa fue establecida con bajo impacto y bajo esfuerzo ya que continuar el proceso actual no generará ningún cambio o mejora, y el esfuerzo por mantener o cumplir este proceso es bajo porque los actores del proceso lo conocen a la perfección y están familiarizados con el mismo.

La opción 1 – MRP fue colocada con un impacto alto porque implementar dicho sistema de planificación y control de inventario permitirá que la empresa mejore sus compras y evite gastos adicionales por inventario. Sin embargo, también requiere un esfuerzo alto para poder implementarla ya que requiere de un estudio de la información sobre la estructura de las maquinarias, los niveles de inventario actuales y las órdenes de producción planificadas.

La opción 2 – Políticas y control de inventario se definió como la mejor opción ya que requiere de poco esfuerzo y genera un alto impacto. Implementar políticas requiere de un correcto registro de los ingresos y egresos de la empresa, así como del inventario actual, muy similar a la situación actual de la empresa solo que con un mayor control de existencias. Con respecto al impacto, es alto porque permitirá a la empresa establecer un nivel de inventario de seguridad y un

nivel máximo para evitar sobre stock, también se podrá identificar una cantidad óptima a ordenar que puede mejorar las compras y gastos que realiza la empresa.

2.3.6 *Análisis Financiero*

2.3.6.1 *Costos de implementación*

Se definieron las horas de capacitación del personal, de manera que sean sesiones grupales de 2 horas por una semana, estas capacitaciones serán realizadas una vez al año con la finalidad de llevar un control anual del proceso de implementación de políticas de inventario. Adicionalmente se va a necesitar el uso de office, por lo que se tomó en consideración el costo de contratación anual de un paquete de Microsoft 365. Todos estos costos pueden observarse en el Apéndice J.

2.4 *Diseño*

El sistema de control de inventarios implementado gestiona de manera integral los registros de ingresos y egresos de insumos y repuestos de mayor rotación, permitiendo una visualización eficiente de los niveles de existencia. La elección de una política de revisión periódica (R, S) se fundamenta en su capacidad para programar inspecciones y reabastecimientos en momentos específicos, facilitando una gestión proactiva que optimiza el uso de recursos y minimiza posibles interrupciones en el suministro. Para mejorar la experiencia del usuario, se integraron macros utilizando el lenguaje de programación Visual Basic (VBA) de Excel, proporcionando una mayor facilidad de uso y personalización en la interacción con el sistema. Ver Apéndice K.

2.4.1 *Registro de Productos*

Se implementó esta sección para que se pueda llevar un registro de los productos que se agreguen. Se tendrá que registrar el “Código”, “Nombre” y “Cantidad” correspondiente del producto con su respectiva unidad de medición. En “Unidad” se puede elegir entre GL (galones), UND (unidades), LB (libras) y LT (litros). En “Tipo de movimiento” se pueden escoger entre Ingreso y Egreso, dependiendo de lo que experimentó el producto. Y finalmente, en “Fecha” se

tiene que escribir la fecha con el siguiente formato: dd/mm/aaaa. A continuación, se puede observar un ejemplo de registro de producto en la Figura 2.5.

Figura 2.5

Registro de producto (completo)

REGISTRO DE PRODUCTOS	
Código:	550038020
Nombre:	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4
Cantidad:	55
Unidad:	GL
Tipo de movimiento	Ingreso
Fecha:	9/1/2024

LIMPIAR

REGISTRAR

PANEL DE ADMINISTRACIÓN

RESUMEN DE MOVIMIENTO

2.4.2 Resumen de movimiento

Esta sección fue agregada para resumir todos los movimientos registrados, tal y como se puede evidenciar en la Figura 2.6.

Figura 2.6

Resumen de movimiento

REGRESAR REGISTRO		BASE DE DATOS DE MOVIMIENTO				ACTUALIZAR LISTA
REGRESAR PANEL						
CÓDIGO	NOMBRE DEL PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	TIPO DE MOVIMIENTO	FECHA	
100600	CUCHILLA	7	UND	Egreso	6/12/2023	
101666	TUERCA CUCHILLA	3	UND	Egreso	21/12/2023	
101666	TUERCA CUCHILLA	14	UND	Egreso	30/11/2023	
107566	RODILLO INFERIOR	3	UND	Egreso	30/11/2023	
8228221	ARO 22.5X8.25 DE DISCO 8000LB	10	UND	Egreso	23/11/2023	
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4	8	GL	Egreso	19/12/2023	
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4	2	GL	Egreso	18/12/2023	
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4	1	GL	Egreso	14/12/2023	
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4	10	GL	Egreso	13/12/2023	
01010-61865	PERNO	12	UND	Egreso	30/11/2023	
01310-21216	TORNILLO	1	UND	Egreso	6/12/2023	
01310-21216	TORNILLO	4	UND	Egreso	17/11/2023	
01643-32060	ANILLOS PARA PERNOS DE CARRILERA	12	UND	Egreso	30/11/2023	
04065-09030	ANILLO DE RESORTE	4	UND	Egreso	30/11/2023	
04120-21748	V-BELT	1	UND	Egreso	8/12/2023	
04120-21748	V-BELT	4	UND	Egreso	30/11/2023	
07000-15160	ORING PARA TANQUE HIDRAULICO	5	UND	Egreso	7/12/2023	

2.4.3 Listas Actualizadas

Se estableció que haya dos posibles opciones que se pueden generar:

- "Lista Actualizada Ingresos": Visualiza la tabla actualizada con los productos marcados como "Ingreso" en la hoja "Resumen de Movimiento".
- "Lista Actualizada Egresos": Similar a la opción anterior, pero para productos marcados como "Egreso".

En cualquier hoja de "Lista Actualizada" mostrará una tabla con las columnas: "CÓDIGO", "NOMBRE DEL PRODUCTO", "FECHA", y "Cantidad Total"; esto se puede visualizar en el Apéndice L. Los productos se agruparán por mes y se sumará la cantidad total registrada durante todo el mes. La idea es tener una tabla para resumir y visualizar de manera organizada la información de ingresos y otra para egresos, facilitando el análisis y seguimiento de los movimientos de productos para futuros estudios de pronósticos y proyección de demanda. Esta información se muestra en la Figura 2.7.

Figura 2.7

Lista actualizada de egresos

CÓDIGO	NOMBRE DEL PRODUCTO	FECHA	Cantidad Total
100600	CUCHILLA	diciembre 2023	7
101666	TUERCA CUCHILLA	diciembre 2023	3
101666	TUERCA CUCHILLA	noviembre 2023	14
107566	RODILLO INFERIOR	noviembre 2023	3
8228221	ARO 22.5X8.25 DE DISCO 8000LB	noviembre 2023	10
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4	diciembre 2023	21
01010-61865	PERNO	noviembre 2023	12
01310-21216	TORNILLO	diciembre 2023	1
01310-21216	TORNILLO	noviembre 2023	4
01643-32060	ANILLOS PARA PERNOS DE CARRILERA	noviembre 2023	12
04065-09030	ANILLO DE RESORTE	noviembre 2023	4
04120-21748	V-BELT	diciembre 2023	1
04120-21748	V-BELT	noviembre 2023	4
07000-15160	ORING PARA TANQUE HIDRAULICO	diciembre 2023	5
07002-11423	ORING-2	noviembre 2023	41
07002-12034	ORING	noviembre 2023	8
14Y-50-11323	SEAL	noviembre 2023	4
17M-911-3530	FILTRO DE A/C	noviembre 2023	7
1R-0751	FILTRO DE COMBUSTIBLE	diciembre 2023	5
1R-0751	FILTRO DE COMBUSTIBLE	noviembre 2023	1
1R-1808	FILTRO ACEITE	diciembre 2023	2
1R-1808	FILTRO ACEITE	noviembre 2023	2
207-70-73120	SELLADOIL	noviembre 2023	12

PANEL DE ADMINISTRACIÓN

REGISTRAR PRODUCTO

RESUMEN DE MOVIMIENTO

2.4.4 Visualización y Control de Inventarios

Para esta sección, se creó una interfaz donde se encuentra el Resumen de Inventarios 2023, el cual es una visión detallada de los inventarios en todo ese año transcurrido, y un control y gestión más eficiente de los inventarios para los siguientes meses del año 2024. Ver Apéndice M.

Se realizó una tabla en donde se muestra todo lo relacionado al análisis histórico de los movimientos de productos y cómo se tiene que gestionar en el futuro, dicha tabla se puede observar en el Apéndice N.

Con base en el análisis histórico, el sistema utilizará esta información como punto de partida para calcular automáticamente las cantidades a ordenar óptimas y ajustar la visualización de los niveles de inventario para los siguientes periodos. Se establecieron los siguientes criterios:

- “Código”: Identificador único asignado a cada insumo o repuesto para su rápida y precisa identificación en el sistema.
- “Descripción”: Denominación que describe detalladamente el insumo o repuesto, facilitando su reconocimiento y manejo.
- “Unidad”: Unidad de medida en la que se expresa la cantidad del insumo o repuesto, como tanques, canecas o unidades individuales.
- “Inventario Inicial”: Cantidad inicial de unidades disponibles al comenzar el periodo de control de inventario.
- “Cantidad ingresada”: Total de unidades adquiridas durante el periodo específico, reflejando las nuevas entradas al inventario.
- “Costo de los ingresos”: Precio unitario en dólares asociado a cada unidad adquirida.
- “Cantidad egresada”: Total de unidades consumidas o utilizadas durante el periodo, representando las salidas del inventario.
- “Cobertura”: Cuántos meses de demanda puede satisfacer el inventario actual, calculado en función de las adquisiciones y consumos.
- “Inventario final”: Total de unidades disponibles al final del periodo, resultante de las adquisiciones y consumos.
- “Stock de seguridad y stock máximo”: Niveles mínimos y máximos de unidades recomendados para garantizar un aprovisionamiento adecuado y prevenir agotamientos, manteniendo un nivel de servicio del 90%.

- “Fecha en la que hay que ordenar”: Fecha sugerida para realizar una orden de compra con el fin de mantener niveles óptimos de inventario.
- “Cantidad a ordenar”: Cantidad recomendada para ordenar con el fin de mantener niveles óptimos y cumplir con los objetivos de inventario establecidos.
- “Sugerencias”: Indicaciones y alertas generadas por el sistema en relación con el riesgo de agotamiento de stock y la necesidad de realizar pedidos. Estas indicaciones y alertas son 5 mensajes con su respectivo color y se visualiza basándose en las siguientes condiciones mostradas en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2

Índice para toma de decisiones

Sugerencias	Condición
NO hay que ordenar	Inventario Final > Stock Máximo (S)
Poco Riesgo de quedar sin stock	Stock de Seguridad (SS) < Inventario Final ≤ Stock Máximo (S)
Alto Riesgo de quedar sin stock	0 < Inventario Final ≤ Stock de Seguridad (SS)
SÍ hay que ordenar	Inventario Final = 0
Hay Faltantes	Inventario Final < 0

Al registrar las cantidades ingresadas y egresadas (consumo) en el Resumen de Movimiento, el sistema actualizará automáticamente los niveles de inventario para cada producto. Esto incluye la reducción de las existencias y la actualización de la "Cantidad a Ordenar" sugerida para el próximo periodo (con su respectiva fecha en la que hay que realizar las órdenes). Esto se puede observar con mayor detalle en el Apéndice O.

CAPÍTULO 3

3. Resultados y análisis

Se examinaron detalladamente los meses entre enero y octubre del 2023, centrándose en el consumo de insumos y repuestos. Este análisis fue fundamental para calcular los niveles de stock de seguridad y stock máximo, basados en los patrones de consumos históricos.

Los datos reales de órdenes de compra en el mes de noviembre del 2023 sirvieron como base de la situación actual de la empresa, mientras que la situación propuesta (simulación) se basa en ordenar cantidades sugeridas derivadas de un análisis histórico, siguiendo las indicaciones y alertas establecidas.

Se destaca que este análisis se realizó concentrándose en los 86 insumos tipo A, identificados previamente en la fase de Análisis mediante el diagrama de Pareto como los de mayor rotación.

3.1 Visualización de los niveles de inventarios

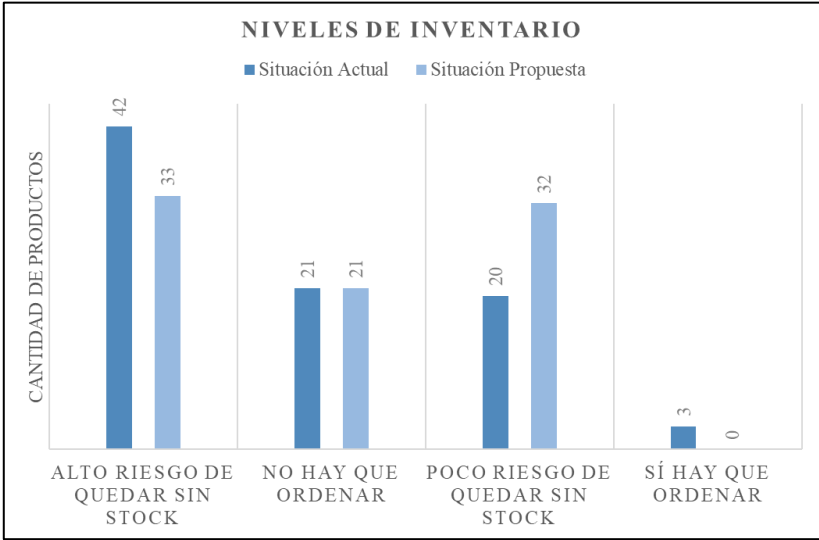
En el análisis de la situación actual de la empresa, se identificó una considerable cantidad de productos con niveles de inventario bajos al finalizar el mes de noviembre, lo que puede resultar en agotamientos de stock para el siguiente periodo. Específicamente, se recomendó la adquisición inmediata de 42 productos para prevenir posibles desabastos. Adicionalmente, hay 3 productos que se tienen que ordenar obligatoriamente dado que no hay existencias que pueda cubrir la demanda variable para el siguiente mes.

Por otra parte, en la situación propuesta, 33 productos exhibieron niveles particularmente bajos de inventario, indicando una necesidad urgente de reposición. El resto de los productos mantenía niveles estables de inventario, sugiriendo que no era necesario realizar compras de manera inmediata para estos artículos. Al mantener un adecuado stock de seguridad y una vigilancia constante de los niveles de inventario, la empresa logra evitar la escasez de una mayor cantidad de productos mediante las indicaciones y alertas generadas por el sistema, lo cual puede

tener repercusiones negativas en la continuidad de los proyectos de construcción. Estos resultados se pueden observar con mayor detalle en la Figura 3.1.

Figura 3.1

Visualización de los niveles de inventario de los productos



3.2 Reducción en los costos de almacenamiento

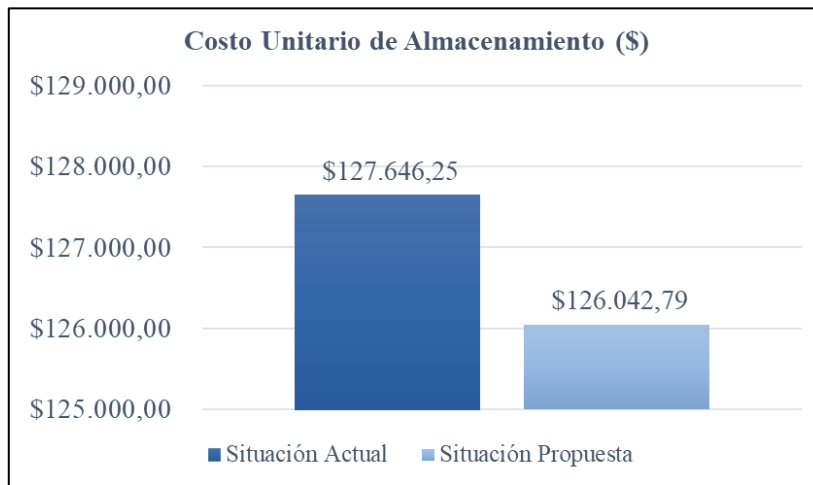
Al haber aplicado políticas de inventario enfocadas en la gestión óptima de los niveles de existencia de productos, se logró un ahorro significativo en los costos de almacenamiento. Estos costos se definen mediante el precio de la cantidad de productos guardados, es decir, el costo de los productos en bodega.

Mediante la Figura 3.2, se observó que, en la situación actual de la empresa, los costos de almacenamiento ascienden a \$127,646.25, mientras que, en la situación propuesta, estos se reducen a \$126,042.79. Este análisis evidencia un ahorro del 1.26% en los costos de almacenamiento al implementar las políticas de inventario sugeridas.

Este ahorro se logra no solo mediante una gestión más eficiente de los niveles de inventario, sino también al reducir la cantidad de productos en alto riesgo de quedarse sin stock. De este modo, la empresa no solo optimiza sus recursos financieros, sino que también mitiga el riesgo asociado a la posible escasez de productos.

Figura 3.2

Costo unitario de almacenamiento total en bodega



3.3 Resultados de las métricas de sostenibilidad

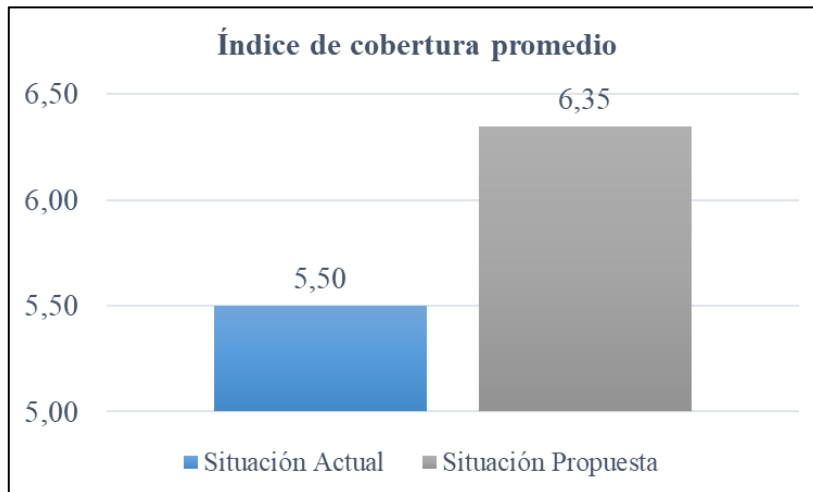
3.3.1 Pilar Social

Los resultados de la Figura 3.3 demostraron un aumento notable del 13.39% en el índice de cobertura promedio de productos de mayor consumo en la situación propuesta. Este incremento reflejó una mejora significativa en la capacidad de la empresa para prevenir escasez de inventario, subrayando la efectividad de las políticas de gestión implementadas.

Este avance no solo fortalece la resiliencia operativa, sino que también refuerza el compromiso social de la empresa al garantizar la continuidad de proyectos y mantener su reputación. Asimismo, el aumento en el índice de cobertura resalta la capacidad de la empresa para adaptarse a las demandas del entorno, promoviendo así una gestión sostenible de los recursos.

Figura 3.3

Índice de cobertura promedio de los insumos de mayor rotación



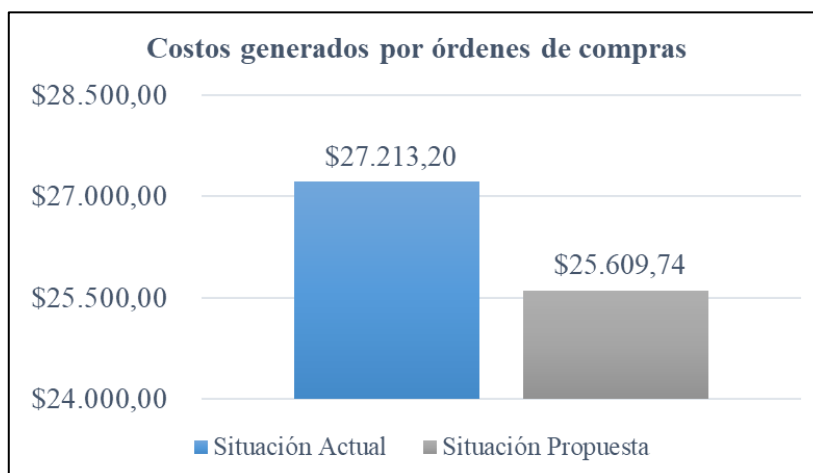
3.3.2 *Pilar económico*

Los resultados de la Figura 3.4 revelaron una reducción significativa del 5.89% en los gastos de compra de productos de mayor consumo en la situación propuesta. En esta configuración, se gastaron \$25,609.74, en contraste con la situación anterior en la que la empresa desembolsó \$27,213.20.

Esta disminución de costos no solo resalta la eficacia de la planificación estratégica de inventarios implementada, sino que también contribuye positivamente al desempeño económico general de la empresa.

Figura 3.4

Costos en compras de insumos y repuestos



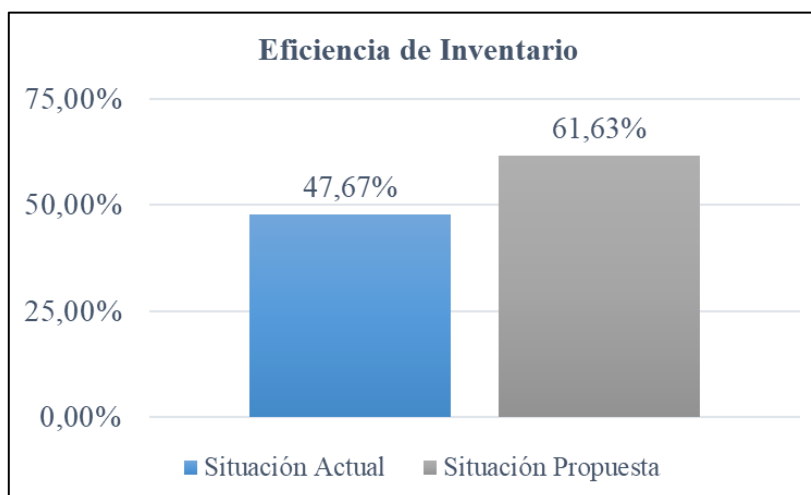
3.3.3 *Pilar ambiental*

Los resultados de la Figura 3.5 indicaron un aumento significativo del 13.96% en el índice de eficiencia de inventario. Este incremento se tradujo en la reducción de productos en riesgo de falta de stock, disminuyendo de 42 a 33 después de ser reabastecidos al implementar las políticas sugeridas.

Este aumento en la eficiencia de inventario no solo demuestra la efectividad de las políticas establecidas, sino que también refleja el compromiso de la empresa con prácticas sostenibles. La reducción de productos en riesgo no solo optimiza la gestión de recursos, sino que también tiene implicaciones directas en la reducción de la huella de carbono asociada a su transporte, al haber una gestión eficiente de inventarios para cubrir las demandas futuras.

Figura 3.5

Índice de eficiencia de inventario de los insumos de mayor rotación



CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- El sistema de políticas y control de inventario con revisión periódica mensual logró un incremento notable del 13.96% en el índice de eficiencia de inventario para los insumos de mayor rotación. La integración de un sistema que permita monitorear y representar gráficamente los niveles de existencias resulta crucial en la administración efectiva de inventarios. La visibilidad ofrecida por el sistema facilitará la toma de decisiones informadas acerca de cuándo reponer insumos y repuestos, evitando tanto el exceso como la falta de existencias.
- El sistema trabaja con los insumos categorizados como tipo A, insumos de mayor rotación, con ellos se ha alcanzado un ahorro significativo del 5.89% en los costos de compras de insumos y repuestos de maquinarias. La categorización de insumos y repuestos a través de un análisis ABC crea una jerarquía que resalta la importancia de cada elemento según su influencia en costos y operaciones de la empresa.
- Con la aplicación de las políticas y control de inventario se logró cumplir con stock outs mínimos ya que determinar niveles ideales de inventario de seguridad es esencial para contrarrestar la incertidumbre en la demanda y prevenir la falta de existencias. Considerar la variabilidad en la demanda implica adoptar un enfoque proactivo y adaptable en la gestión de inventarios, posibilitando ajustes dinámicos frente a cambios en los patrones de demanda.

4.2 Recomendaciones

- El seguimiento de un registro de inventarios del consumo de insumos es esencial para construir una base de datos sólida que permita monitorear y representar gráficamente los niveles de existencias que resultan cruciales en la administración efectiva de inventarios. Por lo que este registro debe contener información detallada sobre los volúmenes de

consumo y fechas asociadas que pueda influir en la demanda y empezar a plantear los estudios de pronósticos.

- Realizar un proceso exhaustivo de normalización y estructuración de los datos recopilados históricamente para garantizar la consistencia y coherencia en la base de datos, preparándola para análisis más profundos en el futuro, facilitando la categorización de insumos y repuestos.
- La implementación integral de los elementos de esta herramienta se traducirá en un control efectivo sobre las unidades que ingresan y se consumen. Este enfoque permitirá una gestión detallada de los flujos de inventario, posibilitando la realización de proyecciones de demanda altamente precisas basadas en los patrones de consumo observados.

Referencias

- Aguirre, S., Ardila, W., Figueroa, L., & Romero, D. (2015). Parametrization and evaluation of Inventory Policy (s,Q) in Hospitals: A case of study in Barranquilla. *Prospect*, 13(1), 99-105. Obtenido de <https://doi.org/10.15665/rp.v13i1.364>
- Batt, P. J., & Purchase, S. (2004). Managing collaboration within networks and relationships. *Industrial marketing management*, 33(3), 169-174. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2003.11.004>
- Beckmann, H. (2003). *Supply Chain Management: Strategien und Spitzenunternehmen in Spitzenunternehmen*. Springer-Verlag.
- Crowson, P. (1985). Economics for Managers. En P. Crowson, *Economics for Managers* (pág. 59). Londres: Palgrave Macmillan.
- Fithri, P., Hasan, A., & Asri, F. (2019). Analysis of Inventory Control by Using Economic Order Quantity Model – A Case Study in PT Semen Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 18(2), 116-124. Obtenido de <https://doi.org/10.25077/josi.v18.n2.p116-124.2019>
- Garrido, I., & Cejas, M. (2017). LA GESTIÓN DE INVENTARIO COMO FACTOR ESTRATÉGICO EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS. *Negotium*, 13(37), 109-129. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78252811007>
- Olea, J., & Corella, L. (2023). Development of an inventory control system for an irrigation systems trading company. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 24(1). Obtenido de <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2023.24.1.006>
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *In Knowledge and strategy*, 41-59.
- Seifert, M., & Wüst, T. (2009). Guide to a Strategic Procurement Planning Approach on Regulated Commodity Markets. *IFIP AICT*, 307, 369-378. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-642-04568-4_39

Swamidass, P. M. (2000). *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. En P. M. Swamidass, *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management*. Boston: Kluwer Academic.

APÉNDICES

Apéndice A

Nº	WHAT			WHERE	WHEN	HOW		WHY
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato			Método de recolección	Método de Validación	
1	Egresos de insumos y repuestos	Unidades	Cuantitativa – discreta	Sistema Semiya	30/10/2023 – 10/11/2023	Descargar la base de datos del sistema Semiya de enero a septiembre	Validar haciendo una revisión de órdenes de factura en físico con los datos registrados en el sistema.	Nos permitirá conocer los insumos y repuestos que salen de bodega, es decir que son usados
2	Listado de categoría de productos	Unidades	Cualitativa	Sistema Semiya	30/10/2023 – 10/11/2023	Descargar la base de datos del sistema Semiya de enero a septiembre	Validar visitando las bodegas que la información recopilada a través del sistema sea correcta.	Nos ofrecerá una mayor visión sobre la gestión de inventario y la toma de decisiones sobre aprovisionamiento
3	Precios de insumos y repuestos	\$/unidad	Cuantitativa – continua	Sistema Semiya	30/10/2023 – 10/11/2023	Descargar la base de datos del sistema Semiya de enero a septiembre	Validar haciendo una revisión de ordenes de factura en físico con los datos registrados en el sistema.	Nos permitirá reducir los costos y tener una negociación efectiva con los proveedores
4	Ingresos de insumos y repuestos	Unidades	Cuantitativa – discreta	Sistema Semiya	30/10/2023 – 10/11/2023	Descargar la base de datos del sistema Semiya de enero a septiembre	Validar haciendo una revisión de ordenes de factura en físico con los datos registrados en el sistema.	Nos permitirá conocer la demanda de los insumos y repuestos que más se necesitan e ingresan a bodega

5	Inventario vigente	Unidades	Cuantitativa – discreta	Sistema Semiya	30/10/2023 – 17/11/2023	Descargar la base de datos del sistema Semiya de enero a septiembre	Validar visitando las bodegas que la información recopilada a través del sistema sea correcta.	Nos permitirá conocer la disponibilidad de productos y detectar posibles excesos o faltantes
---	--------------------	----------	-------------------------	----------------	-------------------------------	---	--	--

Apéndice B

Tipo Movimiento: E - EGR. DE BODEGA - CONSUMO DE REPUESTOS

Tipo Mov.	Movimiento	Comp. Cont.	Fecha	Req.Semlya	Req.SMProg	Descripción	SubTotal	Descuento	Total
INVCR	71489		07-11-23			CONSUMO DE COMPONENTES DE PERFORACION QUE SE UTILIZARON EN PERFORADORAS QUE LABORAN EN FDN	14,200.00		16,188.00

Codigo	Descripción	Cantidad	Costo	Total Costo	Total	Bodega	Proyecto	Maquinaria
G52713	BARRENO T45 12FT	4.00	500.0000	2,000.00	2,000.00	FRUTA01	FRUTA DEL NORTE TSF4	EQ 21-22
G52713	BARRENO T45 12FT	3.00	500.0000	1,500.00	1,500.00	FRUTA01	FRUTA DEL NORTE TSF4	EQ 21-21
BR31/2FLAT	BROCAS T 45	13.00	230.0000	2,990.00	2,990.00	FRUTA01	FRUTA DEL NORTE TSF4	EQ 21-21
BR31/2FLAT	BROCAS T 45	14.00	230.0000	3,220.00	3,220.00	FRUTA01	FRUTA DEL NORTE TSF4	MQ 21-7
BR31/2FLAT	BROCAS T 45	13.00	230.0000	2,990.00	2,990.00	FRUTA01	FRUTA DEL NORTE TSF4	EQ 21-22
G52713	BARRENO T45 12FT	3.00	500.0000	1,500.00	1,500.00	FRUTA01	FRUTA DEL NORTE TSF4	MQ 21-7
Total por artículo-->				50.00		14,200.00		
Total del reporte-->				50.00		14,200.00		

EMPRESA	CODIGO	ARTICULO	CANTIDAD	COSTO_UNITARIO	FECHA	COD_CENTRO	PROYECTO	TIPO_MOVIMIENTO
EQ	BR31/2FLAT	BROCAS T 45	13	230	7/11/2023	731	FRUTA DEL NORTE TSF4	EGR. DE BODEGA - CONSUMO DE REPUESTOS
EQ	BR31/2FLAT	BROCAS T 45	14	230	7/11/2023	731	FRUTA DEL NORTE TSF4	EGR. DE BODEGA - CONSUMO DE REPUESTOS
EQ	G52713	BARRENO T45 12FT	4	500	7/11/2023	731	FRUTA DEL NORTE TSF4	EGR. DE BODEGA - CONSUMO DE REPUESTOS
EQ	G52713	BARRENO T45 12FT	3	500	7/11/2023	731	FRUTA DEL NORTE TSF4	EGR. DE BODEGA - CONSUMO DE REPUESTOS


Apéndice C

REG. REALIZADO POR: DANIEL...											EMPRESA	CODIGO	ARTICULO	CANTIDAD	COSTO	UNITARIO			
1	WASHER	WASHER	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	12,00	10,00	0,00	0%	0,00	120,00	EQ	M1206	TRUNNION	2		428,53
2	INSULATOR BOLT 7/8	INSULATOR BOLT 7/8	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	4,00	8,00	0,00	0%	0,00	32,00	EQ	C780600GR8	INSULATOR BOLT	4		6,29
3	DEEP NUT 7/8 IN-14	DEEP NUT 7/8 IN-14	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	12,00	0,42	0,00	0%	0,00	5,04	EQ	DN5	DEEP NUT 7/8 IN-14	12		0,93
4	U BOLT WASHER 7/8	U BOLT WASHER 7/8	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	16,00	0,91	0,00	0%	0,00	14,56	EQ	MUBW184	U BOLT WASHER 7/8	16		0,42
5	TRUNNION SEAL MACK	TRUNNION SEAL MACK	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	2,00	19,91	0,00	0%	0,00	39,82	EQ	MX501	TRUNNION SEAL MACK	2		16,81
6	BRASS WASHER	BRASS WASHER	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	4,00	37,49	0,00	0%	0,00	149,96	EQ	MX502	BRASS WASHER	4		16,47
7	INSULATOR BOLT 7/8	INSULATOR BOLT 7/8	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	12,00	16,47	0,00	0%	0,00	197,64	EQ	M4758	INSULATOR BOLT 7/8	12		10,9
8	U BOLT KIT 1-1/4IN	U BOLT KIT 1-1/4IN	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	2,00	129,92	0,00	0%	0,00	259,84	EQ	AUBK8395-164S	U BOLT KIT 1-1/4IN	2		129,92
9	BRASS WASHER	BRASS WASHER	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	2,00	22,55	0,00	0%	0,00	45,10	EQ	MX503	BRASS WASHER	2		39,26
10	OIL SEALING RING	OIL SEALING RING	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	1,00	4,31	0,00	0%	0,00	4,31	EQ	25098857	WASHER	24		4,1232
11	WASHER	WASHER	VOLQUETA	MAC	02011 E	INSULAT	TM 08 03	1,00	21,0384	0,00	0%	0,00	21,0384	EQ	23421718	OIL SEALING RING	1		21,0384

Apéndice D

EMPRESA	CODIGO	ARTICULO	CANTIDAD	COSTO_UNITARIO
EQ	M1206	TRUNNION	2	428,53
EQ	C780600GR8	INSULATOR BOLT	4	6,29
EQ	DN5	DEEP NUT 7/8 IN-14	12	0,93
EQ	MUBW184	U BOLT WASHER 7/8	16	0,42
EQ	MX501	TRUNNION SEAL MACK	2	16,81
EQ	MX502	BRASS WASHER	4	16,47
EQ	M4758	INSULATOR BOLT 7/8	12	10,9
EQ	AUBK8395-164S	U BOLT KIT 1-1/4IN	2	129,92
EQ	MX503	BRASS WASHER	2	39,26
EQ	25098857	WASHER	24	4,1232
EQ	23421718	OIL SEALING RING	1	21,0384

Apéndice E



1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114
115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162
163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174
175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186
187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198
199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222
223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246
247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258
259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282
283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306
307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318
319	320	321	322	323	324
325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342
343	344	345	346	347	348
349	350	351	352	353	354
355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366
367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402
403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414
415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426
427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438
439	440	441	442	443	444
445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462
463	464	465	466	467	468
469	470	471	472	473	474
475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486
487	488	489	490	491	492
493	494	495	496	497	498
499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516
517	518	519	520	521	522
523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534
535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546
547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558
559	560	561	562	563	564
565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582
583	584	585	586	587	588
589	590	591	592	593	594
595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606
607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618
619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642
643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654
655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666
667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678
679	680	681	682	683	684
685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702
703	704	705	706	707	708
709	710	711	712	713	714
715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726
727	728	729	730	731	732
733	734	735	736	737	738
739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756
757	758	759	760	761	762
763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774
775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786
787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798
799	800	801	802	803	804
805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822
823	824	825	826	827	828
829	830	831	832	833	834
835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846
847	848	849	850	851	852
853	854	855	856	857	858
859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876
877	878	879	880	881	882
883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894
895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906
907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918
919	920	921	922	923	924
925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942
943	944	945	946	947	948
949	950	951	952	953	954
955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966
967	968	969	970	971	972
973	974	975	976	977	978
979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996
997	998	999	1000	1001	1002

Apéndice F

REPORTE DE INVENTARIO FISICO								REPORTE CONSOLIDADO DE EXISTENCIAS MULTITEMPRESA							
Código	Marca	Descripción	Unidad	Bodega	Ubicaciones	Existencia	Exist. Fisico	Dif.	Empresa	Código	Descripción	Marca	Unidad	Existencia actual	Bodega
550038020	EVEREDGH	U-SEAL	UNIDAD	BDP01		1	10	+2	EQ	ABRAZADERA 1/4	ABRAZADERA P/ANILERA 1/4	SERVIMAC	UNO	1.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	COUPLING	UNIDAD	BDP01		1	1	0	EQ	01010-41205	PERNO	KOMATSU	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	HEA BOLT	UNIDAD	BDP01		1	1	0	EQ	01010-42070	PERNO 20X70	KOMATSU	UNO	8.00	LLANTAS3
550038020	EVEREDGH	FLAT WELD SCREW	UNIDAD	BDP01		1	6	+5	EQ	01010-41230	PERNO 12X30	KOMATSU	UNO	10.00	LLANTAS3
550038020	EVEREDGH	SNAP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	01010-42085	PERNO	KOMATSU	UNO	16.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	01010-10050	PERNO 10X50	KOMATSU	UNO	10.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		4	2	-2	EQ	01010-61885	BOLT	BYG	UNO	8.00	H/USQ001
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		4	2	-2	EQ	01011-41805	PERNO	KOMATSU	UNO	4.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		4	6	+2	EQ	01011-41805	PERNO	KOMATSU	UNO	4.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		4	1	-3	EQ	01011-42400	PERNO	KOMATSU	UNO	32.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		4	2	-2	EQ	01011-42400	PERNO	KOMATSU	UNO	3.00	LLANTAS3
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		2	4	+2	EQ	01023-10016	PERNO	KOMATSU	UNO	1.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		1	6	+5	EQ	01640-20610	ARANDELA	KOMATSU	UNO	1.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		1	1	0	EQ	01643-21940	ARANDELA	KOMATSU	UNO	4.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		10	10	0	EQ	01643-31845	ANILLOS PARA PERNOS DE RODILLO	KOMATSU	UNO	60.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		2	11	+9	EQ	01643-32480	WASHER FLAT	KOMATSU	UNO	2.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	01643-32480	WASHER FLAT	KOMATSU	UNO	32.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	O RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	01643-21940	WASHER	BYG	UNO	8.00	H/USQ001
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		3	2	-1	EQ	0121500	SWITCH	NO MARCA	UNO	13.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	02178	NO MARCA PARA METAL ALPEN	NO MARCA	UNO	4.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	02179	BROCAS 1/4 PARA METAL ALPEN	NO MARCA	UNO	2.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	02180	BROCAS 3/8 ALPEN AUSTRACA	NO MARCA	UNO	2.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	02896-11030M	ORING	QUALITY	UNO	16.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	02896-12120	ORING	KOMATSU	UNO	4.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	033-0044	SEAL O-RING	CATERPILLAR	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	04685-09030	ANILLO DE RESORTE	KOMATSU	UNO	4.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	04120-21781	BANDA DE MOTOR	KOMATSU	UNO	1.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	04121-21748	BANDA	KOMATSU	UNO	2.00	LLANTAS3
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		1	1	0	EQ	04200-60028	BOLA	KOMATSU	UNO	12.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	0561201	ACCIONAMIENTO TRANSLACION	BOMAG	UNO	1.00	CHONG001
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	0562100	FILTER	BOMAG	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	06600-06035	COJINETE DE BOL	KOMATSU	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	2	0	EQ	06602-00122	BEARING	KOMATSU	UNO	6.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		4	4	0	EQ	067-0067	ELEMENT	CATERPILLAR	UNO	2.00	GVE01
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	4	+2	EQ	068-8003	RING	CATERPILLAR	UNO	2.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		4	5	+1	EQ	07000-12019	O-RING-2	KOMATSU	UNO	4.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		1	1	0	EQ	07000-12096	ORING-1	KOMATSU	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	07000-12125	ORING 20X125	KOMATSU	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	07000-12130	ORING	KOMATSU	UNO	1.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	07000-15120	ORING	KOMATSU	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		1	1	0	EQ	07000-15140	ORING 50X140	KOMATSU	UNO	2.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		1	10	+9	EQ	07000-15180	ORING PARA TANQUE HIDRAULICO	KOMATSU	UNO	3.00	LLANTAS3
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		1	10	+9	EQ	07000-15190	ORING 50X190	KOMATSU	UNO	2.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		4	12	+8	EQ	07000-15210	ORING-1	KOMATSU	UNO	1.00	MNT8
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		4	12	+8	EQ	07000-15430	JUNTA ANULAR	KOMATSU	UNO	1.00	TORNQ2
550038020	EVEREDGH	BACKUP RING	UNIDAD	BDP01		2	1	-1	EQ	07000-20220	O-RING 20 X 20 R	KOMATSU	UNO	12.00	GVE01

Apéndice G

Empresa	Código	Descripción	Marca	Unidad	Inventario Actual	Bodega	Costo unit prom INC	Cantidad Ingresada Total	Cantidad Egresada Total	COST UNIT PROM	VECES EGRESAD	PORCENTAJE
EQ	550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R	SHELL	GL	4	ACEITE01	\$12,18	110,00	4402	\$11,95	317	0,1522035
MQ	550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R	SHELL	GL	3	ACEITE01	\$12,18	110,00	4402	\$11,95	317	0,1522035
EQ	550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R	SHELL	GL	6	GVE01	\$12,18	110,00	4402	\$11,95	317	0,1522035
EQ	U134-32-61221	NUT PC200LC8	BRAUS	UND	328	GVE01	\$0,39	2140,00	1782	\$0,39	6	0,0616144
EQ	U20Y-32-31210	BOLT	BYG	UND	328	GVE01	\$0,94	2140,00	1782	\$0,94	6	0,0616144
EQ	ISO 46	ACEITE AW HIDRAULICO	VALVOLINE	GL	3	ACEITE01	\$9,03	440,00	576	\$8,88	52	0,0199158
MQ	ISO 46	ACEITE AW HIDRAULICO	VALVOLINE	GL	6	ACEITE01	\$9,03	440,00	576	\$8,88	52	0,0199158
EQ	ISO68M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H68 DRUM MOBIL	MOBIL	GL	20	ACEITE01	\$9,38	825,00	456	\$9,38	41	0,0157666
MQ	ISO68M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H68 DRUM	MOBIL	GL	12	ACEITE01	\$9,38	825,00	456	\$9,38	41	0,0157666
EQ	MGH	MANGUERA HIDRAULICA	SERVIMAC	UND	28	GVE01	\$48,12	512,34	410,96	\$49,67	157	0,0142093
MQ	MGH	MANGUERA HIDRAULICA	SERVIMAC	UND	8,9	GVE01	\$48,12	512,34	410,96	\$49,67	157	0,0142093
TR	601421	NUTO H 46 DRUM ISO 46	MOBIL	GL	55	GVE01	\$9,09	220,00	403	\$9,09	35	0,0139341
MQ	MOLY-M	ACEITE XHP 462 MOLY 3% DRUM 399.037LB MOE	MOBIL	LB	400	ACEITE01	\$2,89	800,00	400	\$2,89	1	0,0138304
EQ	COOLING 55/1	REFRIGERANTE GULF	GULF	GL	10	ACEITE01	\$3,57	440,00	384	\$3,51	85	0,0132772
MQ	COOLING 55/1	REFRIGERANTE GULF	GULF	GL	60	ACEITE01	\$3,57	440,00	384	\$3,51	85	0,0132772
MQ	ISO 68	ACEITE AW HIDRAULICO	POWER SCREEN	GL	1	ACEITE01	\$8,98	880,00	375	\$9,00	39	0,012966
EQ	ISO 68	ACEITE AW HIDRAULICO	POWER SCREEN	GL	275	GVE01	\$8,98	880,00	375	\$9,00	39	0,012966
MQ	AD-STD	ADAPTADOR HIDRAULICO	MANULI	UND	8	GVE01	\$6,79	582,00	352	\$6,95	33	0,0121707
MQ	456-8495	HOSE BK	CATERPILLAR	UND	10	GVE01	\$0,80	1109,00	280	\$0,80	2	0,0096813
EQ	ISO46M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H46 DRUM MOBIL	MOBIL	GL	35	ACEITE01	\$9,09	330,00	233	\$9,09	28	0,0080562

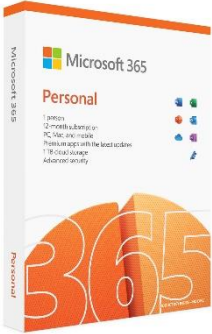

Apéndice H

Código	Descripción	Marca	Unidad	Inventario Actual	Bodega	Cantidad Ingresada Total	Cantidad Egresada Total	Costo unit prom	Veces egresado	Estado	Porcentaje
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R	SHELL	GL	13	ACEITE01	110	969	11,9542047	254	Movimiento	0,214165261
COOLING 55/1	REFRIGERANTE GULF	GULF	GL	70	ACEITE01	440	359	3,506994588	73	Movimiento	0,061551433
ISO68M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H68 DRUM MOBIL	MOBIL	GL	32	ACEITE01	825	456	9,381804634	39	Movimiento	0,032883642
DYL-009	DILUYENTE LACA	CONDOR	GL	13	GVE01	72	62	7,531065588	28	Movimiento	0,023608769
ISO46M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H46 DRUM MOBIL	MOBIL	GL	35	ACEITE01	330	233	9,090833571	24	Movimiento	0,020326088
MAC4D1350	BATERIA MAC SILVER 4D 1350	MACK	UND	2	GVE01	47	45	162,8197631	23	Movimiento	0,019392917
P551864	FILTRO SEPARADOR	DONALDSON	UND	2	GVE01	19	20	18,91933727	20	Movimiento	0,016863406
309-6930	ACEITE HIDRAULICO CAT 10 W	CATERPILLAR	GL	117	ACEITE01	385	144	16,9477615	18	Movimiento	0,015177066
SAE 80W90	ACEITE DE TRANSMISION	POWER SCREEN	GL	41,5	ACEITE01	110	103	11,50715588	16	Movimiento	0,013490725
17M-911-3530	FILTRO DE A/C	KOMATSU	UND	7	GVE01	38	22	52,45977778	15	Movimiento	0,012647555
P550774	FILTRO DE COMBUSTIBLE	DONALDSON	UND	2	GVE01	16	14	12,57086867	14	Movimiento	0,011804384
1R-0751	FILTRO DE COMBUSTIBLE	CATERPILLAR	UND	3	GVE01	15	14	33,12702357	14	Movimiento	0,011804384
17M-911-3530C	FILTRO DE AIRE CAB	KOMATSU	UND	5	GVE01	25	19	29,57869647	13	Movimiento	

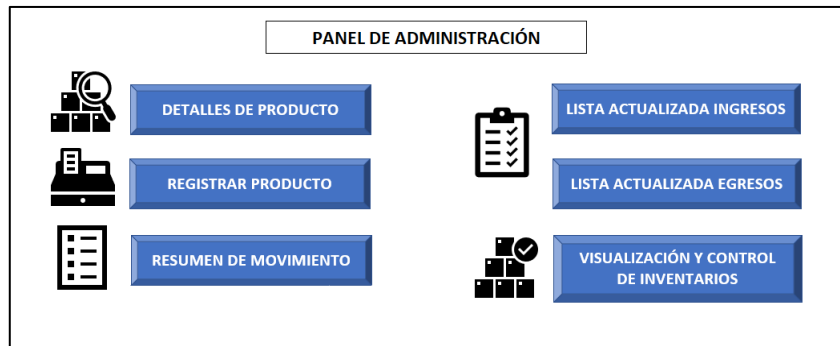
Apéndice I

Criterios	Peso (1-5)	Opción 1 (1-3-5)	Opción 2 (1-3-5)
Permite conocer la disponibilidad de insumos de mayor rotación	5	5	5
Permite identificar faltantes de insumos de mayor rotación	4	3	5
Permite clasificar los productos de acuerdo con su rotación	3	1	5
Anticipa las compras de los insumos de mayor rotación	4	3	5
Considera el tiempo variado de reposición de los productos	3	1	3
Considera la alta variabilidad de la demanda	3	1	3
Permite establecer un nivel de servicio del 90% para los insumos de mayor rotación	5	5	5
Considera stock outs mínimo para insumos de mayor rotación	4	5	5
Permite la visualización de los niveles de inventario de productos de mayor rotación	3	1	5
Total:		106	158

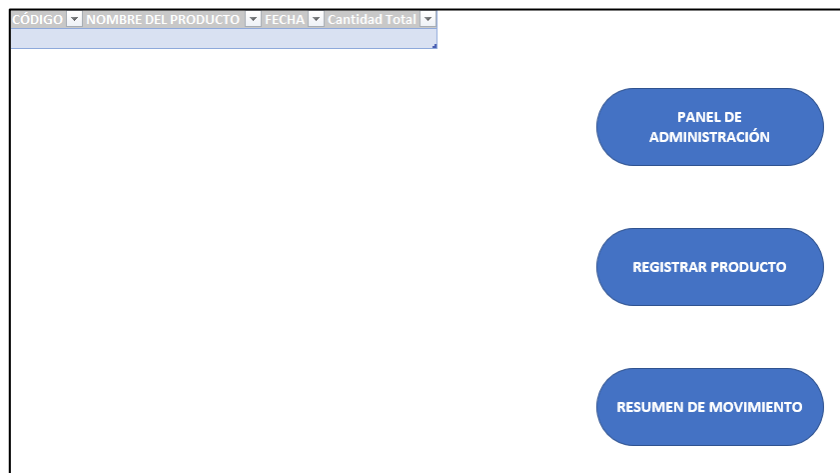
Apéndice J

Recursos claves	Costo de implementación
	<p>Paquete de Microsoft 365 Personal</p> <p style="text-align: right;">\$59,99/año</p>
	<p>Capacitación del personal</p> <p style="text-align: right;">\$40/capacitación</p>
TOTAL	\$99,99/año

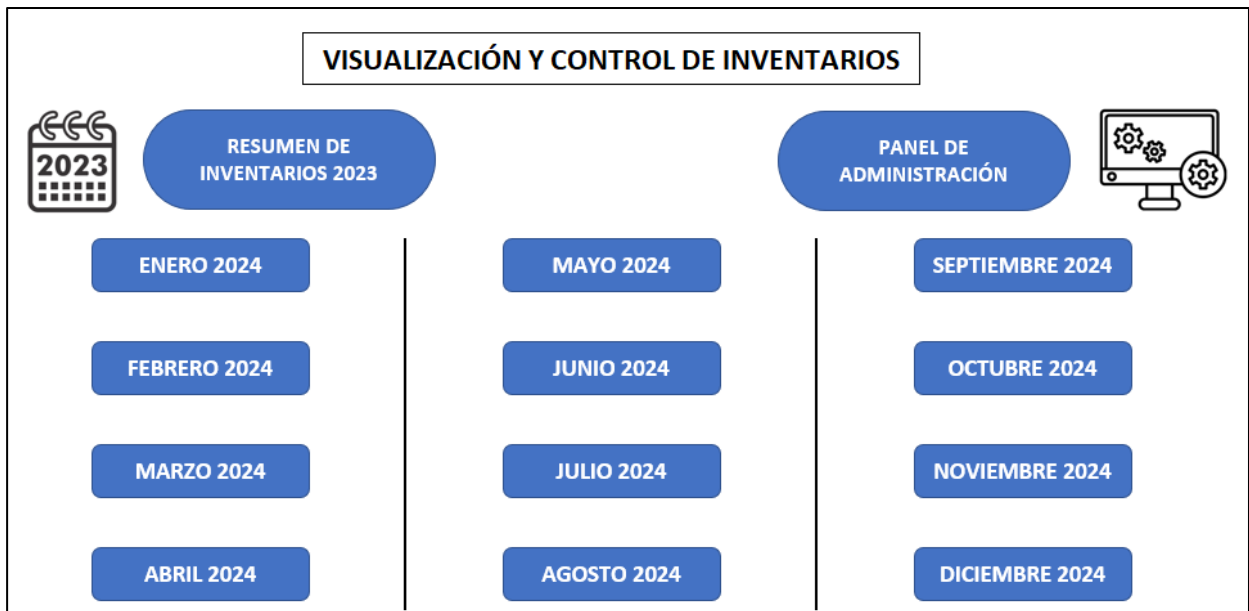
Apéndice K



Apéndice L



Apéndice M



Apéndice N

VISUALIZACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS											Sugerencias	
											<div style="display: flex; justify-content: space-between; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> Alto Riesgo de quedar sin stock NO hay que ordenar </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-top: 2px;"> Poco Riesgo de quedar sin st... Sí hay que ordenar </div>	
											PANEL DE ADMINISTRACIÓN	
Código	Descripción	Unidad	Costo unitario promedio (\$/und)	Cobertura (Mes)	Inventario Actual (und)	Stock de Seguridad SS (und)	Stock Máximo S (und)	Fecha en la que hay que ordenar (dd/mm/aaaa)	Sugerencias	Cantidad a ordenar Q (und)		
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CI4 SHELL RIMULA R4	TANQUE	\$ 657,48	0,13	0,24	2	5	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	5,00		
COOLING 55/1	REFRIGERANTE GULF	TANQUE	\$ 192,88	1,95	1,27	1	3	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00		
ISO68M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H68 DRUM MOBIL	TANQUE	\$ 516,00	0,70	0,58	3	5	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	5,00		
DYL-009	DILUYENTE LACA	CANECA	\$ 37,66	2,10	2,60	1	4	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00		
ISO46M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H46 DRUM MOBIL	TANQUE	\$ 500,00	1,50	0,64	2	3	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	3,00		
MAC4D1350	BATERIA MAC SILVER 4D 1350	UND	\$ 162,82	0,44	2,00	9	17	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	15,00		
P551864	FILTRO SEPARADOR	UND	\$ 18,92	1,00	2,00	3	7	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	5,00		
309-6930	ACEITE HIDRAULICO CAT 10 W	TANQUE	\$ 932,13	8,13	2,13	1	2	1/11/2023	NO hay que ordenar	0,00		
SAE 80W90	ACEITE DE TRANSMISION	TANQUE	\$ 632,89	4,03	0,75	1	2	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00		
17M-911-3530	FILTRO DE A/C	UND	\$ 52,46	3,18	7,00	5	9	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00		
P550774	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UND	\$ 12,57	1,43	2,00	3	6	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	4,00		
1R-0751	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UND	\$ 33,13	2,14	3,00	2	5	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00		
K17M-911-3530G	FILTRO DE AIRE CAB	UND	\$ 29,58	2,63	5,00	4	8	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	3,00		
DEXRON 3	ACEITE DE TRANSMISION	TANQUE	\$ 732,87	7,76	0,41	1	2	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00		
K600-185-5100ITR	FILTRO AIRE DEL MOTOR	UND	\$ 88,49	1,82	2,00	2	4	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00		
P550881	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UND	\$ 17,86	0,00	0,00	3	5	1/11/2023	Sí hay que ordenar	5,00		
20Y-979-6261	FILTRO/AIRE ACONDICIONADO	UND	\$ 38,88	3,00	6,00	4	8	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00		
K208-979-7620FILD	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	UND	\$ 23,22	4,00	4,00	2	4	1/11/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	0,00		
P550909	SEPARADOR FILTRO DE ACEITE	UND	\$ 18,22	2,00	2,00	2	4	1/11/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00		

Apéndice O

VISUALIZACIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS - NOVIEMBRE 2023													Costo Total de compras \$ 27.213,20		Sugerencias		PANEL DE ADMINISTRACIÓN	
Código	Descripción	Unidad	Inventario Inicial (und)	Costo unitario promedio (\$/und)	Cantidad Ingresada (und)	Costo de Ingresos (\$)	Cantidad Egresada (und)	Cobertura (Mes)	Inventario Final (und)	Stock de Seguridad SS (und)	Stock Máximo S (und)	Fecha en la que hay que ordenar	Sugerencias	Cantidad a ordenar (und)				
550038020	ACEITE MOTOR SAE 15W40 CH SHELL RIMULA	TANQUE	0,24	\$ 657,48	1,00	\$ 657,48	0,00	0,77	1,24	2	5	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	4,00				
COOLING 55/1	REFRIGERANTE GULF	TANQUE	1,27	\$ 192,88	2,00	\$ 385,77	1,02	3,29	2,25	1	3	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	1,00				
IS068M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H68 DRUM MOBIL	TANQUE	0,58	\$ 516,00	2,00	\$ 1.032,00	1,18	1,63	1,40	3	5	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	4,00				
DYL-009	DILUYENTE LACA	CANECA	2,80	\$ 37,66	3,00	\$ 112,97	2,80	2,03	2,80	1	4	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00				
IS046M	ACEITE HIDRAULICO NUTO H46 DRUM MOBIL	TANQUE	0,64	\$ 500,00	4,00	\$ 1.999,98	3,24	2,06	1,40	2	3	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00				
MAC401350	BATERIA MAC SILVER 4D 1350	UND	2,00	\$ 162,82	8,00	\$ 1.302,56	10,00	0,00	0,00	9	17	11/2/2023	Sí hay que ordenar	17,00				
P551864	FILTRO SEPARADOR	UND	2,00	\$ 19,32	3,00	\$ 56,76	5,00	0,00	0,00	3	7	11/2/2023	Sí hay que ordenar	7,00				
309-6930	ACEITE HIDRAULICO CAT 10 W	TANQUE	2,13	\$ 932,13	1,00	\$ 932,13	0,04	12,81	3,09	1	2	11/2/2023	NO hay que ordenar	0,00				
SAE 80W90	ACEITE DE TRANSMISION	TANQUE	0,75	\$ 632,89	0,00	\$ -	0,02	4,28	0,74	1	2	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00				
17M-911-3530	FILTRO DE A/C	UND	7,00	\$ 52,46	7,00	\$ 367,22	7,00	2,66	7,00	5	9	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	2,00				
P550774	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UND	2,00	\$ 12,57	3,00	\$ 37,71	3,00	1,29	2,00	3	6	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	4,00				
1R-0751	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UND	3,00	\$ 33,13	3,00	\$ 99,38	1,00	3,67	5,00	2	5	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	0,00				
K17M-911-3530G	FILTRO DE AIRE CAB	UND	5,00	\$ 29,58	4,00	\$ 118,31	6,00	1,32	3,00	4	8	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	5,00				
DEXRON 3	ACEITE DE TRANSMISION	TANQUE	0,41	\$ 732,87	1,00	\$ 732,87	0,05	25,61	1,35	1	2	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	1,00				
K600-185-51001R	FILTRO AIRE DEL MOTOR	UND	2,00	\$ 88,49	3,00	\$ 265,47	1,00	3,67	4,00	2	4	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	0,00				
P550881	FILTRO DE COMBUSTIBLE	UND	0,00	\$ 17,86	3,00	\$ 53,58	3,00	0,00	0,00	3	5	11/2/2023	Sí hay que ordenar	5,00				
20Y-979-6261	FILTRO/AIRE ACONDICIONADO	UND	6,00	\$ 38,88	5,00	\$ 194,38	4,00	3,21	7,00	4	8	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	1,00				
K208-979-7620F	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	UND	4,00	\$ 23,22	3,00	\$ 69,67	3,00	3,38	4,00	2	4	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	0,00				
P550909	SEPARADOR FILTRO DE ACEITE	UND	2,00	\$ 18,22	2,00	\$ 36,45	2,00	1,83	2,00	2	4	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	2,00				
P532509	FILTRO	UND	5,00	\$ 82,93	2,00	\$ 165,86	1,00	6,00	6,00	2	4	11/2/2023	NO hay que ordenar	0,00				
01643-21845	ARANDELA	UND	8,00	\$ 0,83	0,00	\$ -	0,00	0,49	8,00	46	77	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	69,00				
S39-5789	TIP KT RC	UND	5,00	\$ 23,02	7,00	\$ 161,13	10,00	0,48	2,00	6	13	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	11,00				
SAE 50	ACEITE TRANSMISION TO-4 SAE 50	TANQUE	0,25	\$ 725,49	1,00	\$ 725,49	0,00	17,25	1,25	1	2	11/2/2023	Poco Riesgo de quedar sin stock	1,00				
01310-21216	TORNILLO	UND	2,00	\$ 3,85	4,00	\$ 15,42	4,00	1,16	2,00	3	6	11/2/2023	Alto Riesgo de quedar sin stock	4,00				