

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Rediseño de una bodega de materiales de una empresa de servicio
eléctrico”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros industriales

Presentado por:

Katherine Elizabeth Obando Zambrano

Danilo Gregory Vargas Alarcón

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por la gracia de despertar un día más y ver todo el esfuerzo de estos años realizados; gracias a mis padres por amarme tanto y darlo todo por nosotros, son la razón más grande de superación en mi vida y espero poder enorgullecerlos siempre. A mi hermano por cuidarme y siempre querer lo mejor para mí y gracias a ti Guido por ser mi fuerza cuando me siento débil y estar ahí para mí todos estos años, los mejores años de mi vida. A Danilo por ser el mejor compañero de tesis que pude tener, y finalmente gracias amigos por todo lo que aprendimos y vivimos juntos, los quiero mucho, al fin Ingenieros.

Katherine Elizabeth Obando Zambrano

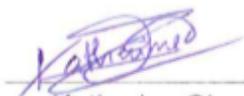
AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis padres, Vicente y Sarita, quienes han sido un apoyo incondicional a lo largo de mi vida, un ejemplo de superación e integridad, una fuente de fortaleza y amor incondicional. A Joel y Gabriela, mis hermanos, quienes siempre han estado a mi lado alentándome a cumplir mis metas. A todos los amigos que tuve a lo largo de mi trayecto por compartir tantas sonrisas, momentos inolvidables y pequeños infinitos que atesoraré por siempre. A Katherine por ser la mejor compañera de trabajo que pude tener para esta ardua tarea final.

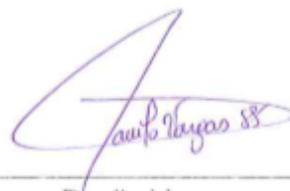
Danilo Gregory Vargas Alarcón

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Katherine Elizabeth Obando Zambrano* y *Danilo Gregory Vargas Alarcón* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual".



Katherine Obando
Autor 1



Danilo Vargas
Autor 2

EVALUADORES



Sofía López

Sofía López, M.Sc.

PROFESOR TUTOR DE LA MATERIA
TUTOR

RESUMEN

Guayaquil es la ciudad más poblada del Ecuador (INEC, 2017). Cuenta con una gran actividad económica debido a la cantidad de empresas, fábricas y locales que hay en ella, estos factores la convierten en una de las más grandes consumidoras de recursos energéticos provistos por una empresa de servicio público encargada de comercializar y distribuir energía eléctrica.

Dicha empresa cuenta con 3 bodegas en la ciudad de Guayaquil que son las encargadas de recibir materiales, almacenarlos y despacharlos cuando se autorice su egreso.

El presente proyecto de tesis se centra en rediseñar una de las bodegas, la bodega norte, en la cual se quiere reducir el tiempo promedio de despacho de los materiales, actualmente de 8 minutos para poder satisfacer la demanda energética a tiempo.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología DMAIC, en la cual se define el problema que existe en la bodega, se miden los diferentes indicadores de la bodega tales como el índice de rotación y días de cobertura, se analizan las causas del problema y se proponen mejoras. Entre las mejoras se tienen el rediseño de la bodega y un sistema de gestión de inventario, las cuales pueden llegar a reducir en un 15% el tiempo de recorrido hacia los ítems y reducir \$7.1 millones al año en compras si estas fueran implementadas. Finalmente se establece un plan de control para cada una de las soluciones garantizando la sostenibilidad de las propuestas.

Palabras Clave: bodega de materiales, DMAIC, índice de rotación, tiempo promedio de despacho.

ABSTRACT

Guayaquil is the most populated city of Ecuador (INEC, 2017). It has a great economic activity due to the number of companies, factories and establishments that are in it, these factors make it one of the largest consumers of energy resources which are provided by a public service company in charge of supplying electricity and providing maintenance service.

This company has 3 warehouses in Guayaquil that are responsible for receiving materials, store and dispatch when it is authorized.

This thesis project focuses on redesigning one of the warehouses, the north warehouse, with the objective of reducing the average picking time of materials, currently 8 minutes. For the development of the project the DMAIC methodology was used, the problem found in the warehouse is defined, the different indicators were measured, such as the turnover rate and the coverage days, the causes of the problem were analyzed, and improvements are proposed. The improvements mentioned are the redesign of the warehouse and the inventory management system, which allows to reduce the travelling time by 15% and reduce \$ 7.1 million per year in purchases if these are implemented. Finally, a control plan is established for each of the solutions in order to guarantee the sustainability of the proposals.

Keywords: *warehouse of materials, DMAIC, turnover rate, average picking time.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS	XI
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 DMAIC	3
1.4.2 Voice of customer (VOC).....	4
1.4.3 SIPOC	4
1.4.4 Enfoque de 5W + 1 H.....	4
1.4.5. Diagrama de Pareto	4
1.4.6. Diagrama Ishikawa	4
1.4.7 Matriz impacto- esfuerzo.....	5
1.4.8 5 porqués.....	5
1.4.9 5 S	5

CAPÍTULO 2.....	6
2. Metodología.....	6
2.1 Definición.....	6
2.1.1 SIPOC.....	6
2.1.2 Voz del cliente.....	7
2.1.3 5W 1H.....	7
2.1.4 Restricciones	9
2.1.5 Alcance	9
2.2 Medición	10
2.2.1 Plan de recolección.....	10
2.2.2 Plan de validación.....	11
2.2.3 Clasificación ABC	13
2.2.4 Meses de cobertura	15
2.2.5 Ítems sin egresos en 1 año.....	15
2.3 Análisis.....	19
2.3.1 Diagrama Ishikawa	19
2.3.2 Matriz de ponderación de causas	21
2.3.3 Plan de verificación de causas.....	24
2.3.4 Análisis de causas raíz	26
2.4 Mejora	28
2.4.1 Lluvia de ideas	28
2.4.2 Matriz de ponderación de soluciones.....	28
2.4.3 Descripción de las soluciones escogidas.....	30
2.5 Control.....	42
CAPÍTULO 3.....	44
3. Resultados y análisis	44

3.1	Resultados de las implementaciones	44
3.2	Análisis de costos.....	50
3.3	Análisis de beneficios	52
CAPÍTULO 4.....		54
4.	Conclusiones y recomendaciones	54
4.1	Conclusiones	54
4.2	Recomendaciones.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....		56
APÉNDICES.....		57

ABREVIATURAS

DMAIC	Define, Measure, Analysis, Improve and Control
VOC	Voice of customer
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Output and Customers
SKU	Stock Keeping unit
MAD	Mean absolute deviation

SIMBOLOGÍA

CV	Coeficiente de variación
m	Metros
ft	Pies
m ³	Metros cúbicos
Kg	Kilogramo
H ₀	Hipótesis nula
H ₁	Hipótesis alterna
σ	Desviación poblacional
μ	Media poblacional
p	Proporción de datos que fueron validados
q	Proporción de datos que no fueron validados
n	Tamaño de la muestra
α	Nivel de confianza
ϵ	Error máximo tolerable
p	Probabilidad del estadístico de ser posible bajo la hipótesis nula

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Herramienta 5W+1H.....	7
Figura 2.2 Tiempo de despacho de órdenes	8
Figura 2.3 Diagrama Ishikawa	20
Figura 2.4 Matriz de priorización de causas	23
Figura 2.5 Verificación de causas.....	26
Figura 2.6 Matriz de priorización de soluciones.....	30
Figura 2.7 Implementación de 5 S.....	32
Figura 2.8 Código propuesto para el sistema de ubicación de materiales.....	32
Figura 2.9 Ubicación de zonas	33
Figura 2.10 Relocalización de ítems en sub-bodega técnica.....	33
Figura 2.11 Búsqueda de ítem en sistema del ejemplo 1	34
Figura 2.12 Cálculo de alfa y beta óptimos.....	35
Figura 2.13 Cálculo de pronóstico promedio móvil simple.....	36
Figura 2.14 Cálculo de pronóstico con suavizamiento	36
Figura 2.15 Presentación de históricos y pronósticos de egresos, ejemplo 1	37
Figura 2.16 Política de inventario recomendada, ejemplo 1	38
Figura 2.17 Matriz de política de Wagner Within	39
Figura 2.18 Búsqueda de ítem en sistema, ejemplo 2.....	39
Figura 2.19 Presentación de históricos y pronósticos de egresos, ejemplo 2	40
Figura 2.20 Política de inventario, ejemplo 2.....	40
Figura 2.21 Matriz de política, ejemplo 2.....	41
Figura 2.22 Layout actual de la bodega.....	41
Figura 2.23 Layout propuesto de la bodega	42
Figura 3.1 Rediseño propuesto de la bodega.....	45
Figura 3.2 Comparación de los tiempos de recorrido durante despachos.....	46
Figura 3.3 Simulación de la situación actual.....	47
Figura 3.4 Simulación del diseño propuesto.....	48
Figura 3.5 Prueba de normalidad del tiempo actual	49
Figura 3.6 prueba de normalidad para tiempos mejorados	49
Figura 3.7 Prueba de Mann-Whitney.....	50
Figura 3.8 Comparación de compras con implementación de mejoras	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 SIPOC de la administración de la bodega	6
Tabla 2.2 VOC del proyecto	7
Tabla 2.3 Tiempos de despacho	8
Tabla 2.4 Planificación del proyecto	10
Tabla 2.5 Plan de recolección de datos	11
Tabla 2.6 Plan de validación de datos	12
Tabla 2.7 Validación de ingresos.....	12
Tabla 2.8 Datos para determinar el tamaño de muestra.....	13
Tabla 2.9 Proporción de ingresos validados.....	13
Tabla 2.10 Clasificación ABC de acuerdo con las unidades demandadas	14
Tabla 2.11 Clasificación ABC de acuerdo con la cantidad de salidas	14
Tabla 2.12 Clasificación ABC combinado.....	15
Tabla 2.13 Análisis de cobertura de materiales	15
Tabla 2.14 Ítems sin movimientos	16
Tabla 2.15 Ítems sin movimiento	17
Tabla 2.16 Ítems sin egresos y con egresos	17
Tabla 2.17 Ítems destacados con ingresos, sin egresos	18
Tabla 2.18 Ítems obsoletos por familia	19
Tabla 2.19 Lista de causas potenciales.....	20
Tabla 2.20 Tiempos de despacho de órdenes.....	21
Tabla 2.21 Escala de severidad	21
Tabla 2.22 Escala de impacto	22
Tabla 2.23 Escala de control	22
Tabla 2.24 Esfuerzo - Impacto de causas potenciales	23
Tabla 2.25 Plan de verificación de causas	24
Tabla 2.26 Porcentaje de veces de demoras identificadas.....	25
Tabla 2.27 Porcentaje de tiempo que representa la demora	25
Tabla 2.28 Análisis de causas raíz	27
Tabla 2.29 Soluciones de acuerdo con sus causas.....	28
Tabla 2.30 Escala de impacto	29
Tabla 2.31 Escala de esfuerzo	29

Tabla 2.32 Esfuerzo - Impacto de soluciones.....	29
Tabla 2.33 Detalle de las soluciones a implementar	31
Tabla 2.34 Plan de control de mejoras	42
Tabla 3.1 Comparación de la implementación del sistema de gestión propuesto	44
Tabla 3.2 Comparación de los costos del precinto plástico de 350 mm	45
Tabla 3.3 Cambios propuestos en el rediseño de la bodega.....	46
Tabla 3.4 Cálculo de corridas necesarias.....	47
Tabla 3.5 Error de la simulación	48
Tabla 3.6 Costo de demolición de caseta.....	51
Tabla 3.7 Costo de adquisición de Racks.....	51
Tabla 3.8 Costo de señalizar pasos peatonales	51
Tabla 3.9 Detalle de espacio aprovechado.....	52
Tabla 3.10 Beneficio de regularizar compras	52

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Rediseño de la Bodega	94
-------------------------------------	----

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Guayaquil es la principal ciudad de Ecuador, cuenta con una gran densidad poblacional y actividad económica, factores que la convierte en la principal consumidora de recursos energéticos, esta necesidad es abastecida por una empresa de servicio público la cual se encarga de comercializar y suministrar electricidad, así como también de dar mantenimiento a las redes de distribución.

Esta compañía es una corporación de electricidad ecuatoriana que posee las herramientas, equipos y materiales necesarios para distribuir energía eléctrica. Sus comienzos se remontan al año 2008 cuando comenzó como una sociedad anónima que creció hasta convertirse en la actualidad en una empresa pública al servicio de 2,3 millones de usuarios. Cuenta con 12 unidades de negocio alrededor de todo el país, siendo la unidad principal en la ciudad de Guayaquil con tres bodegas de almacenamiento.

El presente trabajo está enfocado en rediseñar una de las bodegas de esta empresa, la principal ubicada en el norte de la ciudad de Guayaquil, para reducir los tiempos de despacho de materiales considerando las condiciones de seguridad, almacenamiento y localización de materiales, mediante una propuesta de reubicación de productos y recomendaciones para la gestión de inventario. Con esto se espera reducir los tiempos de espera de los servidores públicos autorizados durante la entrega de materiales evitando así retrasos, mejorando las condiciones de trabajo del personal operativo y administrativo de la bodega.

1.1 Antecedentes del problema

La bodega norte de esta compañía está encargada de recibir las compras realizadas por los diferentes departamentos, almacenarlas y realizar despachos conforme a las necesidades.

Actualmente los despachos de materiales se estiman en un promedio de 8 minutos lo cual es considerado elevado debido a la necesidad de realizar

despachos rápidos para agilizar los trabajos públicos de la empresa. La gerencia de la bodega establece que estos despachos no se demoren más de 6 minutos.

Los planes de acción están dirigidos a lo largo del proceso que se ha escrito brevemente.

1.2 Justificación del problema

Se quiere reducir el tiempo de despacho para satisfacer la demanda energética de la ciudad de Guayaquil, tanto los trabajos de mantenimiento correctivo como preventivo e instalación de nuevos proyectos necesitan materiales que son almacenados en la bodega y deben ser retirados en el tiempo correcto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Rediseñar la bodega de materiales para reducir el tiempo promedio de despachos de los ítems, garantizando una rápida respuesta a las necesidades de los clientes que solicitan estos productos.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Definir actividades que forman parte del despacho.
2. Clasificar los materiales en base a diferentes criterios para su análisis.
3. Medir el desempeño actual de los despachos.
4. Identificar causas de retrasos durante los despachos y establecer soluciones tentativas.
5. Proponer mejoras que disminuyan demoras en actividades claves del proceso de despacho.
6. Proponer un plan de control de mejoras implementadas para garantizar la sostenibilidad de las propuestas.

1.4 Marco teórico

1.4.1 DMAIC

DMAIC es un acrónimo de las palabras definir, medir, analizar, implementar y controlar las cuales son etapas de la metodología. Esta es una herramienta de la calidad que permite, de forma ordena y sistematizada, mejorar los procesos y solucionar problemas significativos y con causas desconocidas. (Rasmusson, 2006)

Definir

Definir es la etapa inicial de la metodología DMAIC, la cual busca, de forma clara y detallada, describir el problema que se debe solucionar. Se utilizan herramientas como 5W+1H, diagrama SIPOC, VOC, entre otras para poder tener una descripción con datos reales considerando los requerimientos de los clientes y la base histórica de información que se posea al respecto. (Rasmusson, 2006)

Medir

Esta etapa permite tener una visión objetiva y enfocada de la situación. A lo largo de esta fase se planifica el método de recolección y verificación de datos relevantes para el desarrollo del proyecto. Esta información será de utilidad para enfocar el problema, reconocer procesos claves y descubrir potenciales causas. (Rasmusson, 2006)

Análisis

El propósito de esta fase es realizar un análisis de los datos obtenidos en la etapa anterior para identificar causas potenciales del problema y su raíz. Durante esta etapa se utilizan herramientas como la lluvia de ideas, diagrama de Pareto, Ishikawa y cinco porqués. (Rasmusson, 2006)

Mejora

Está fase busca soluciones para las causas identificadas de la etapa anterior. Las propuestas se deben analizar, evaluar y priorizar de tal forma que sean lo más efectivas para erradicar el problema. Se utilizan herramientas como la matriz de priorización de causas y comparación de impacto – esfuerzo. (Rasmusson, 2006)

Control

Esta última etapa busca establecer herramientas que garanticen la ejecución de las mejoras y su sostenibilidad en el tiempo. (Rasmusson, 2006)

1.4.2 Voice of customer (VOC)

Es una herramienta que resume las necesidades de clientes y las transforma en variables medibles y analizables por los analistas del proyecto. Entre las técnicas más frecuentes para obtener los requerimientos del cliente tenemos las entrevistas, encuestas y generación de ideas grupales. (Lidilia Cruz Rivero, 2014)

1.4.3 SIPOC

Es un diagrama que resume un proceso y su entorno, el cual considera toda la cadena de suministro desde los proveedores hasta los clientes, incluyendo los procesos con sus entradas y salidas de flujo de materiales e información. Es empleada para generar una visión global de las actividades de la empresa y el proceso del proyecto para poder delimitar su alcance y enfocarlo en lo necesario. (AEC, 2017)

1.4.4 Enfoque de 5W + 1 H

Es un instrumento utilizado para definir de forma clara, concisa y detallada el problema. Consiste en la formulación de las preguntas estratégicas que permitan describir completamente el problema. Incluye las cuestiones de ¿Qué sucede? ¿En qué momento y en dónde? ¿Quiénes están involucrados? y ¿Cómo lo sé? El uso de esta herramienta garantiza un análisis completo al momento de definir un problema. (Nicholas, 2011, pág. 30)

1.4.5. Diagrama de Pareto

Esta herramienta permite organizar información para así identificar grupos específicos y representativos de una población para enfocar la atención por ser primordiales. El diagrama de Pareto de acuerdo con Gutiérrez Pulido (2010), ayuda a determinar los problemas críticos, revela el 20% de las causas que producen el 80% de estos. Además, puede clasificar artículos de la bodega, el 20% de los artículos que representen el 80% de la actividad total. (Benjamin W. Niebel, 2009)

1.4.6. Diagrama Ishikawa

Es una herramienta que organiza todas las causas de un problema según su categoría como mano de obra, materiales, método, equipos o medio ambiente.

Otras causas se pueden clasificar e incluir dependiendo de la necesidad del estudio. (Benjamin W. Niebel, 2009)

1.4.7 Matriz impacto- esfuerzo

Es una herramienta utilizada para resumir visualmente alternativas y priorizarlas tomando en cuenta cuán difícil e impactante será seleccionarla. También, permite establecer prioridades al momento de seleccionar las alternativas de mejora más adecuadas considerando la complejidad y los beneficios al momento de implementarla y resolver el problema. (Cabrera, 2016)

1.4.8 5 porqués

Es un procedimiento utilizado para analizar causas identificadas en un problema, busca encontrar el meollo de la situación que no sea un síntoma superficial. Comprende la indagación de una afirmación a través de un cuestionamiento repetitivo de la pregunta ¿Por qué? las veces necesarias. (Nicholas, 2011, pág. 30)

1.4.9 5 S

Es una herramienta usada para mejorar la calidad, consiste en implementar las siguientes 5 palabras: Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar. Clasificar consiste en identificar las cosas que no son necesarias para separarlas de las que sí lo son. Ordenar comprende el organizar las áreas de trabajo de modo que cada una tenga asignado su lugar. Limpiar implica mantener limpia el área de trabajo. Estandarizar es acerca de verificar que se haya implementado las etapas previas y que se realicen de una forma regular. Disciplina es motivar y controlar la correcta implementación de la metodología. (Hirano, 1996)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se guía de las cinco etapas estructuradas y organizadas del proceso DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar).

2.1 Definición

En la etapa inicial, definición, se realizó un levantamiento de información de la situación actual de la empresa para realizar una descripción detallada del problema existente usando herramientas como SIPOC, VOC, y 5W1H.

2.1.1 SIPOC

La herramienta SIPOC, esta herramienta nos permitió determinar el alcance del proyecto. En la Tabla 2.1 del diagrama SIPOC se puede apreciar las actividades y responsables en las operaciones de la bodega.

Tabla 2.1 SIPOC de la administración de la bodega

Analistas	Katherine Obando y Danilo Vargas		Módulo	Sistema CG-WEB
Fecha	18/10/2018			
Nombre Subproceso	Administración de la bodega			
Objetivo	Establecer las actividades estandarizadas que regirán la administración de la bodega de la empresa			
Usuarios	Proveedor Administrador del contrato Servidor público autorizado Contador de la unidad			
Dueño	Guardalmacén			
Proveedor	Entrada	Actividad	Salida	Usuario
Administrador del contrato	1.Orden de compra/contrato/convenio marco Certificación presupuestaria Factura Tabla de cantidades y precios	INGRESO DE BIENES A BODEGA POR ADQUISICIÓN	1.1Notificación del ingreso de inventario con copia del ingreso a bodega	Administrador del contrato
Proveedor	2.Bienes y guía de remisión		1.2Notificación del ingreso de inventario con copia del ingreso a bodega	Responsable de activos fijos e inventarios
			2.1.Guía de remisión suscrita, sellada y con fecha de recepción	Proveedor
			2.2.Ingreso de bienes en el sistema CG-WEB módulo de bodegas	Administrador del contrato
Servidor público autorizado	3.Solicitud a bodega en el sistema y en físico con aprobación del jefe	EGRESO DE BIENES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE BODEGA	2.3.Formato FO-ADF-ADM-001 "Verificación de bienes/materiales"	Administrador del contrato
			2.4.Solicitud de creación de código y descripción	Responsable de activos fijos e inventarios
			3.1.Bienes, equipos y herramientas Egreso de bodega(copia)	Servidor público autorizado
			3.2.Solicitud a bodega Egreso de bodega (copia)	Guardalmacen
			3.3.Solicitud a bodega Egreso de bodega (originales)	Contador de la unidad

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 Voz del cliente

El VOC nos permitió escuchar, a través de entrevistas, los requerimientos de los involucrados en el problema, como se muestra en la Tabla 2.2 estos son los responsables de inventario y activos fijos, responsable de bodega, bodegueros y servidores públicos.

Tabla 2.2 VOC del proyecto

Voz del cliente (VOC)		
Cliente	Voz del cliente	Variables que medir
Responsable de inventario y activos	Reducir el tiempo de despacho, mejorar las condiciones de la bodega, recomendar la localización óptima de los materiales	Tiempos de despacho de órdenes
Responsable de bodega	Agilizar los despachos de las órdenes en la bodega para evitar retrasos en los servicios públicos eléctricos.	Tiempos de demoras
Bodegueros	Mejorar las condiciones de la bodega para hacer los despachos de forma más rápida, en especial la temperatura alta y la falta de rutas de transportación	Condiciones de la bodega que eviten despachos rápidos Existencia de rutas de transportación
Servidores Públicos	Agilizar los despachos para comenzar lo más pronto los trabajos de servicio público eléctrico.	Tiempos de despacho de órdenes

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 5W 1H

De forma organizada y detallada se describió el problema con la herramienta 5W 1H mostrada en la Figura 2.1.

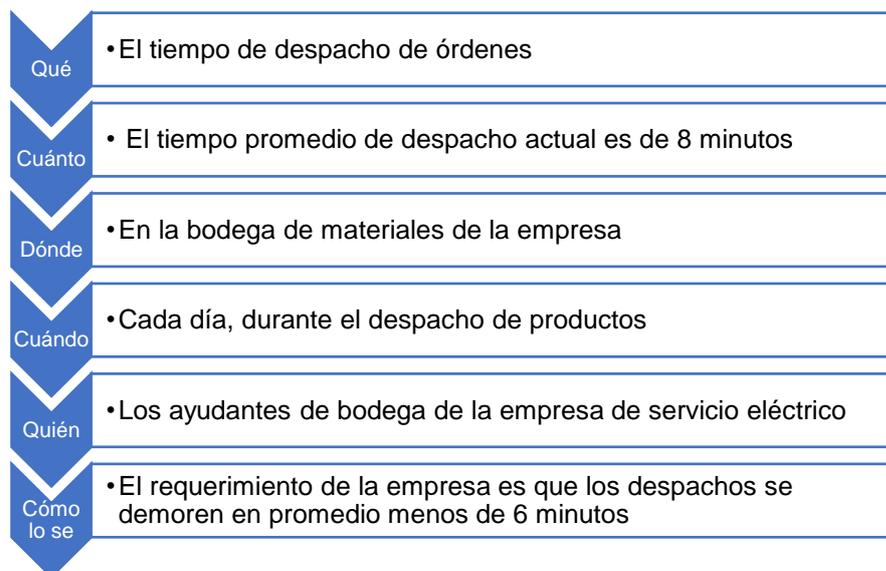


Figura 2.1 Herramienta 5W+1H

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las respuestas obtenidas del 5W+1H la declaración del problema es la siguiente:

“El despacho diario de mercadería, realizado por los ayudantes de bodega de materiales de la empresa, presenta un tiempo promedio de despacho de 8 minutos, siendo el tiempo establecido por la gerencia un promedio de 6 minutos” Se tomaron tiempos de despacho de 67 pedidos de los últimos 2 meses y se procedió a verificar con la tabla Westinghouse la cantidad de ciclos recomendados a tomar para verificar que el tamaño de la muestra sea correcto. La Tabla 2.3 resume la información recolectada, al igual que la Figura 2.2.

Tabla 2.3 Tiempos de despacho

Órdenes	Tiempo de despacho
Tiempo promedio de despacho	8:21:57
Número de ciclos recomendados	20
CV	0,647

Fuente: Elaboración propia

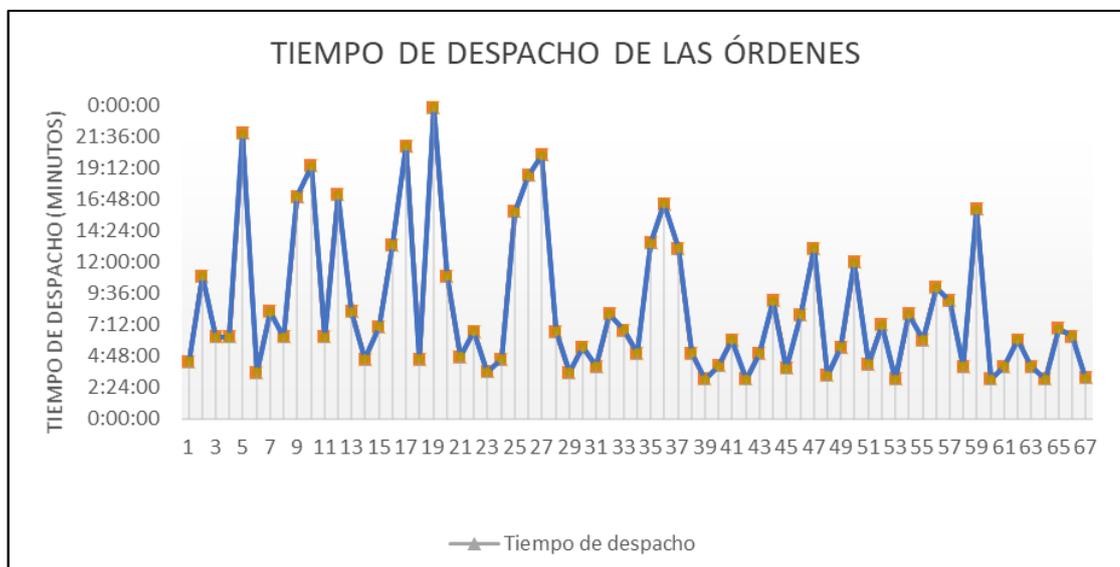


Figura 2.2 Tiempo de despacho de órdenes

Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Restricciones

Las restricciones que se presentan en el desarrollo del proyecto son las siguientes:

1. Restricciones con respecto a los despachos

La bodega del 01 de octubre al 26 de noviembre no realizó despachos debido a que se encontraba realizando el inventario total de los materiales.

2. Restricciones con respecto al departamento de compras

Se restringe el acceso a intervenir en el proceso de compra de materiales, debido a que los departamentos realizan las órdenes considerando los proyectos futuros confidenciales, además, para evitar comprometer algún interés específico de los departamentos.

3. Restricciones con respecto al almacenamiento de materiales

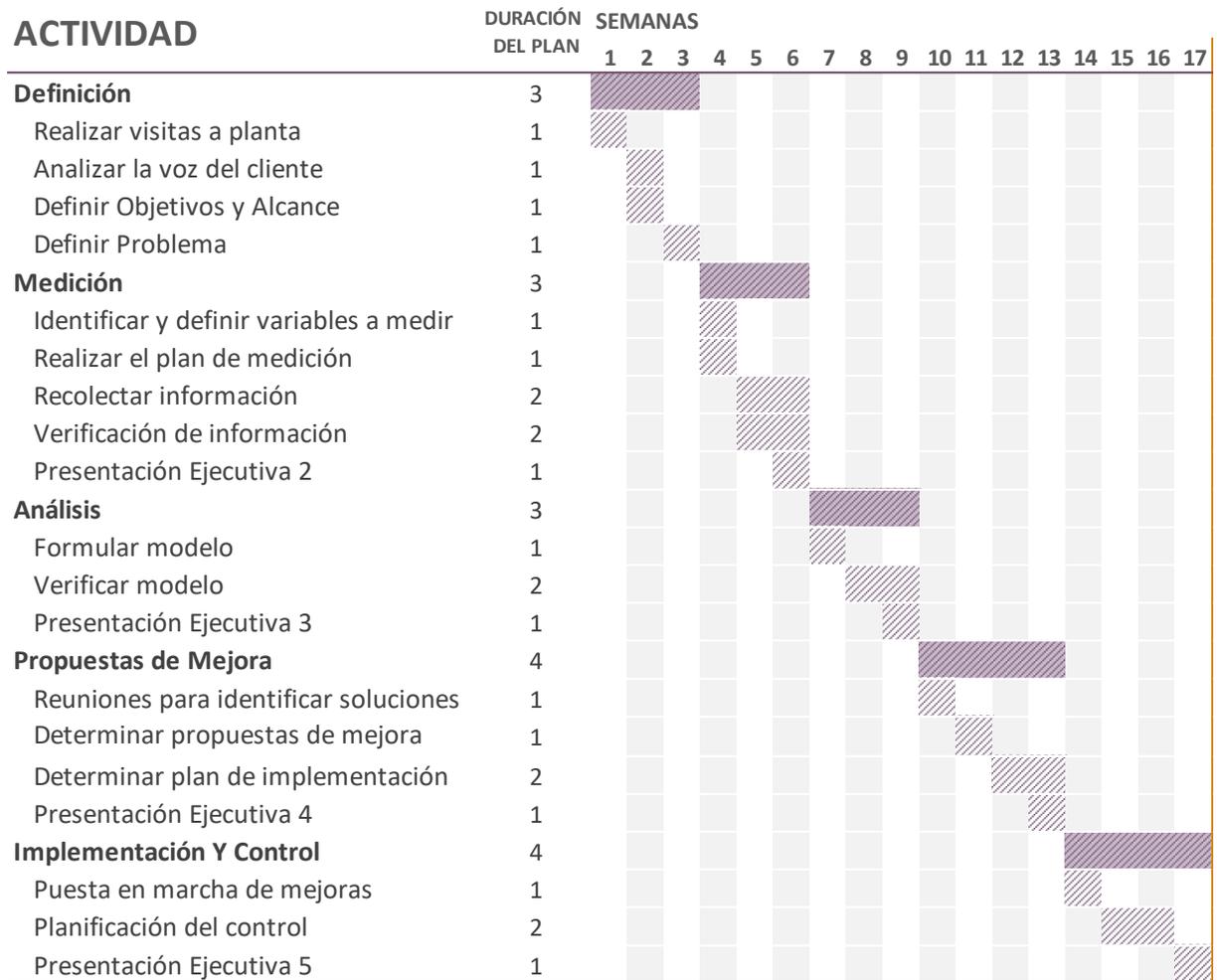
Se restringe el almacenamiento de materiales de acuerdo con su ítem, los materiales deben ser almacenados por sub-bodega puesto que las compras y movimientos del material tanto en el sistema como en físico se realizan por departamentos.

2.1.5 Alcance

Con los resultados de la herramienta SIPOC se pudo determinar el alcance que tendrá el proyecto, el cual se enfocará en los tiempos de despacho de los productos dentro de la bodega norte de la empresa eléctrica en Guayaquil, con miras a replicar las mejoras propuestas en las demás bodegas de la empresa.

A continuación, se detalla la planificación del proyecto en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Planificación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2.2 Medición

2.2.1 Plan de recolección

En la Tabla 2.5 se detalla los datos a recolectar. Se especifica el muestreo si lo amerita y el objetivo que este tiene para el proyecto.

Se evidencia que se utilizarán datos del sistema CG-WEB, sistema de gestión de la empresa, para realizar análisis posteriormente detallados.

Tabla 2.5 Plan de recolección de datos

Plan de recolección de datos					
No.	Datos a recolectar	¿Cómo se obtuvieron?	¿Dónde está la información?	Muestreo	Objetivo
1	Lista de ítems	Se obtuvo descargando del sistema	Sistema CG-WEB	-	Conocer los ítems que hay en la bodega y su familia
2	Ingresos	Se obtuvo descargando los movimientos del sistema	Sistema CG-WEB	-	Calcular el índice de rotación y días de cobertura
3	Egresos	Se obtuvo descargando los movimientos del sistema	Sistema CG-WEB	-	Categorizar los ítems Calcular el índice de rotación y días de cobertura Determinar ítems sin movimiento
4	Layout de la bodega	Se obtuvo solicitando archivos de la bodega	Archivos de la bodega	-	Conocer las dimensiones de la bodega y sub-bodegas
5	Tiempo de despacho de órdenes	Se obtuvo realizando una toma de tiempos	Gemba	n=67	Obtener el tiempo promedio de despacho de órdenes
6	Costo del inventario	Se obtuvo descargando del sistema	Sistema CG-WEB	-	Cuantificar el costo de ítems sin movimiento
7	Inventario final de octubre 2018	Se obtuvo descargando del sistema	Sistema CG-WEB	-	Conocer el stock actual de la bodega

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Plan de validación

Se realizó un plan de validación de datos detallado en la Tabla 2.6, en el que se explica cómo se validaron cada uno de los datos, el tamaño de la muestra y su porcentaje de confiabilidad del 95% y error máximo tolerable del 5%.

Tabla 2.6 Plan de validación de datos

Plan de validación de datos				
No.	Datos a recolectar	¿Cómo se validó?	Muestras	Porcentaje de confiabilidad
1	Lista de ítems	Se validó contrastando el código y nombre de los ítems en el sistema con los almacenados en bodega	n=30	100% e=5% α = 0.05
2	Ingresos	Se validó contrastando las copias de los ingresos suscritos con los ingresos en el sistema de inventario	n=96	94,79% e=5% α = 0.05
3	Egresos	Se validó contrastando las copias de los egresos suscritos con los egresos en el sistema de inventario	n=96	92,71% e=5% α = 0.05
4	Layout de la bodega	Se verificó la autenticidad con la firma de un arquitecto	-	-
5	Tiempo de despacho de órdenes	-	-	-
6	Inventario final de octubre 2018	Se validó contrastando el reporte de cuadro de inventario con el inventario final del sistema	-	-

Fuente: Elaboración propia

Para obtener el número total de muestras a validar en cada uno de los casos en los cuales se requería la aplicación de muestreo se tomaron primero 30 muestras en las que se indica 1 si el dato cumplía como válido y 0 si el dato no cumplía. Luego de esto se calculó el tamaño de muestra por medio de la ecuación 2.1.

$$n = \frac{z\alpha^2 pq}{e^2} \quad (2.1)$$

Donde p es la proporción de ingresos que fueron confirmados como válidos, q es la proporción de ingresos que no se consideran válidos, α es el nivel de confianza y e es el error máximo tolerable.

En la Tabla 2.7, se observa la validación de las muestras iniciales de ingresos:

Tabla 2.7 Validación de ingresos

Validación de ingresos	
Número de muestra inicial	30
Ingresos Correctos (Está en el sistema, con las cantidades correctas)	28
Ingresos Incorrecto (No está en el sistema o con cantidades incorrectas)	2

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se realizó un análisis de tamaño de muestra con los datos de la Tabla 2.8 para garantizar la validez de los datos.

Tabla 2.8 Datos para determinar el tamaño de muestra

p	93,33%
q	6,67%
Z $\alpha/2$	1,96
e	5%

Fuente: Elaboración propia

$$n = \frac{1,96^2(0,933)(0,667)}{0,05^2}$$

$$n = 96$$

Tabla 2.9 Proporción de ingresos validados

Tamaño de muestra	96
Ingresos correctos	91
Ingresos incorrectos	5
p	94.79%

Fuente: Elaboración propia

Los datos fueron validados estadísticamente, con excepción de los datos del inventario final del periodo analizado, el cual se ajustó con el reporte de excedentes y faltantes realizado por la bodega, garantizando así su validez.

2.2.3 Clasificación ABC

Utilizando el histórico de movimientos que tuvo la bodega en el último año, desde octubre 2017 hasta octubre 2018 se realizaron 2 análisis de Pareto para clasificar los ítems en A, B y C. Se los clasificó según los materiales más solicitados y en mayores cantidades.

La tabla 2.10 muestra el resultado del análisis de Pareto de acuerdo con las unidades demandadas de la bodega.

Tabla 2.10 Clasificación ABC de acuerdo con las unidades demandadas

Clasificación ABC por unidades demandadas		
Clasificación	Porcentaje de unidades demandadas	Cantidad de ítems
A	80%	5
B	15%	43
C	5%	2,003
Total	100%	2,051

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2.11 muestra el resumen del análisis de Pareto de acuerdo con los materiales con más salidas de la bodega.

Tabla 2.11 Clasificación ABC de acuerdo con la cantidad de salidas

Clasificación ABC por cantidad de salidas		
Clasificación	Porcentaje de cantidad de salidas	Cantidad de ítems
A	80%	177
B	15%	428
C	5%	1,446
Total	100%	2,051

Fuente: Elaboración propia

De los análisis previos se obtendrá una clasificación final, esta clasificación categoriza A los materiales con más salidas y más solicitados siendo un total de 177 que representa el 9% de materiales en la bodega según la Tabla 2.12.

Tabla 2.12 Clasificación ABC combinado

Clasificación ABC de acuerdo con las unidades demandadas y salidas de la bodega		
Clasificación	Cantidad de ítems	Porcentaje que representa
A	177	9%
B	428	21%
C	1,446	71%
Total general	2,051	100%

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Meses de cobertura

Se analizaron los meses de cobertura por intervalos como se muestra en la Tabla 2.13 y el Anexo I, de ella se puede destacar que existen 190 ítems con más de 60 meses de cobertura, es decir, que estos materiales serán consumidos totalmente dentro de más de 5 años.

Tabla 2.13 Análisis de cobertura de materiales

Meses de cobertura	Cantidad de ítems	Porcentaje que representa
Faltan datos para el cálculo	629	30.7%
$x \leq 12$	934	45.5%
$12 < x \leq 24$	139	6.8%
$24 < x \leq 36$	77	3.8%
$36 < x \leq 48$	51	2.5%
$48 < x \leq 60$	31	1.5%
$x \geq 60$	190	9.3%
Total	2,051	100%

Fuente: Elaboración propia

2.2.5 Ítems sin egresos en 1 año

Para este análisis no se toma en consideración los materiales que la empresa califica como estratégicos y necesarios, los cuales son indispensables para las actividades y su almacenamiento es ineludible.

Ítems sin movimientos

De octubre 2017 a octubre 2018 se puede observar que 276 ítems no han tenido ingresos ni egresos, es decir, el 13.45% de los ítems de la bodega no han tenido movimientos durante 1 año, esta información se resume en la Tabla 2.14 donde se clasifican por familias.

Tabla 2.14 Ítems sin movimientos

Familia de ítems	Cantidad de ítems	Cantidad de inventario
ACCESORIOS DE LINEAS SUBTRASMISION	5	294
ACCESORIOS PARA LINEAS Y REDES DE DISTRIBUCION	27	4908
AISLADORES	1	50
ALUMBRADO PUBLICO VIGENTE	7	93
CONDUCTORES Y CABLES	25	28913,26
EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	8	629
EQUIPOS Y ACCESORIOS DE SUBESTACIONES 2	3	14
EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA REDES SUBTERRANEAS	3	189
FERRETERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	101	786720
HERRAJES	7	373
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO	37	302,52
MATERIALES DE GENERACIÓN	1	1
MEDIDORES SELLOS Y ACCESORIOS PARA ACOMETIDAS	23	1648
PROTECCION Y SECCIONAMIENTO	22	877
SUMINISTRO	2	8
TRANSFORMADORES Y AUTOTRANSFORMADORES	4	8
Total	276	

Fuente: Elaboración propia

De estos se pueden destacar los siguientes 5 ítems mostrados en la Tabla 2.15, los cuales representan el 95% del stock total de ítems sin movimientos.

Tabla 2.15 Ítems sin movimiento

Familia de ítems	Sub - Bodega	Nombre del ítem	Inventario unidades	%	Acumulado
Ferretería y materiales de construcción	Circuito expreso	Tapón de caucho pvc alta resistencia con aditivo, uv de 1"	440,955	53%	53%
Ferretería y materiales de construcción	Comercial	Grapa plástica con clavo	205,945	25%	78%
Ferretería y materiales de construcción	Circuito expreso	Tapón de caucho pvc alta resistencia con aditivo, uv de 1 3/4"	97,436	12%	90%
Ferretería y materiales de construcción	Circuito expreso	Grapa plástica con clavo	30,160	4%	94%
Conductores y cables	Técnica	Conductor de al, desnudo, cableado, acar, 500 mcm, 37 (18/19) hilos	13,200	2%	95%

Fuente: Elaboración propia

Ítems sin egresos, con ingresos

De octubre 2017 a octubre 2018 se puede observar que 281 ítems no han tenido egresos, pero sí ingresos, es decir, el 13.7% de los ítems de la bodega han tenido ingresos a pesar de que no hubo demanda de ellos durante 1 año. En la Tabla 2.16 se puede observar el comportamiento de esos ítems.

Tabla 2.16 Ítems sin egresos y con egresos

Familia de ítems	Cantidad de ítems	Inventario inicial	Ingresos
ACCESORIOS DE LINEAS SUBTRASMISION	1	37	100
ACCESORIOS PARA LINEAS Y REDES DE DISTRIBUCION	6	557	260
AISLADORES	1	65	11
CONDUCTORES Y CABLES	7	13,629.5	5,965
EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	1	4	1
EQUIPOS Y ACCESORIOS DE SUBESTACIONES 2	1	3	33
EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA REDES SUBTERRANEAS	1	42	18
FERRETERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	10	6,811	2,357
HERRAJES	2	28	19
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO	3	2,600	904
MEDIDORES SELLOS Y ACCESORIOS PARA ACOMETIDAS	2	1,320	128
PROTECCION Y SECCIONAMIENTO	8	344	310

Fuente: Elaboración propia

De dichos ítems se destacan 9 por tener la mayor cantidad de ingresos a pesar de que no hubo demanda de ellos, evidenciando así que existen compras que se realizan independientes de la demanda. Estos son mostrados en la Tabla 2.17 y representan el 91% de las unidades ingresadas por ítems sin egresos.

Tabla 2.17 Ítems destacados con ingresos, sin egresos

Familia	Nombre del ítem	Inventario inicial	Ingresos	%	Acumulado
Conductores y cables	Conductor de al-acero, desnudo cableado, acsr, 1/0 awg, 7 (6/1) hilos	2,233	4,510	44,63%	44,63%
Ferretería y materiales de construcción	Prensa estopa pg 13.5 p/c (19-12 mm) perf. 21 mm	4,984	1,605	15,88%	60,51%
Conductores y cables	Conductor de al-acero, desnudo cableado, acsr, 2/0 awg, 7 (6/1) hilos	8,972	1,317	13,03%	73,54%
Ferretería y materiales de construcción	Terminal pre-aislado tipo pin para conductor calibre 16 – 14 awg	413	500	4,95%	78,49%
Herramientas y equipos de trabajo	Terminales tipo espiga, con forro amarillo, para machinar, para cable número 10-12 awg	600	400	3,96%	82,45%
Protección y seccionamiento	Interruptor termomagnético unipolar enchufable, 120/240 v, icc 10 ka, 50	142	254	2,51%	84,96%
Herramientas y equipos de trabajo	Zuncho acerado de 3/4"	500	254	2,51%	87,47%
Herramientas y equipos de trabajo	Terminales macho, ojo 3/16" abierto para cable 12	1,500	250	2,47%	89,95%
Ferretería y materiales de construcción	Amarras plásticas 20cm x 4,6mm	175	188	1,86%	91,81%

Fuente: Elaboración propia

Ítems obsoletos

Los materiales obsoletos en la bodega son transferidos virtualmente en el sistema a la bodega de “Materiales obsoletos planta norte” y en ella podemos encontrar 65 ítems, de los cuales se puede destacar que el 18% de ellos son ítems de ferretería y materiales de construcción. A continuación, en la Tabla 2.18 se muestra un resumen de la cantidad de ítems obsoletos por familia.

Tabla 2.18 Ítems obsoletos por familia

Ítems obsoletos		
Familia de ítems	Cantidad de ítems	Porcentaje que representa
ACCESORIOS DE LINEAS SUBTRASMISION	7	11%
ACCESORIOS PARA LINEAS Y REDES DE DISTRIBUCION	8	12%
EQUIPOS Y ACCESORIOS DE SUBESTACIONES 2	3	5%
EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA REDES SUBTERRANEAS	9	14%
FERRETERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	12	18%
HERRAJES	7	11%
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO	6	9%
MEDIDORES SELLOS Y ACCESORIOS PARA ACOMETIDAS	3	5%
PROTECCION Y SECCIONAMIENTO	10	15%
Total general	65	100%

Fuente: Elaboración propia

2.3 Análisis

La etapa de análisis permitirá identificar las causas raíz que afectan las operaciones de despacho en la bodega, por lo consecuente, es una de suma importancia para el proyecto, ya que, se utilizará para plantear soluciones que puedan ayudar a reducir el problema.

Para asegurar el correcto análisis de las causas se utilizaron herramientas como lluvia de ideas, diagrama Ishikawa, matriz de priorización de causas y 5 por qué trabajando en colaboración con el personal de la bodega para determinar estas causas y realizar la respectiva verificación.

2.3.1 Diagrama Ishikawa

Luego de realizar una lluvia de ideas con los operarios de la bodega y su jefe, se encontraron posibles causas para el problema del tiempo promedio de despacho elevado detalladas en la Tabla 2.19, ellas se plasmaron en un diagrama Ishikawa mostrado en la Figura 2.2

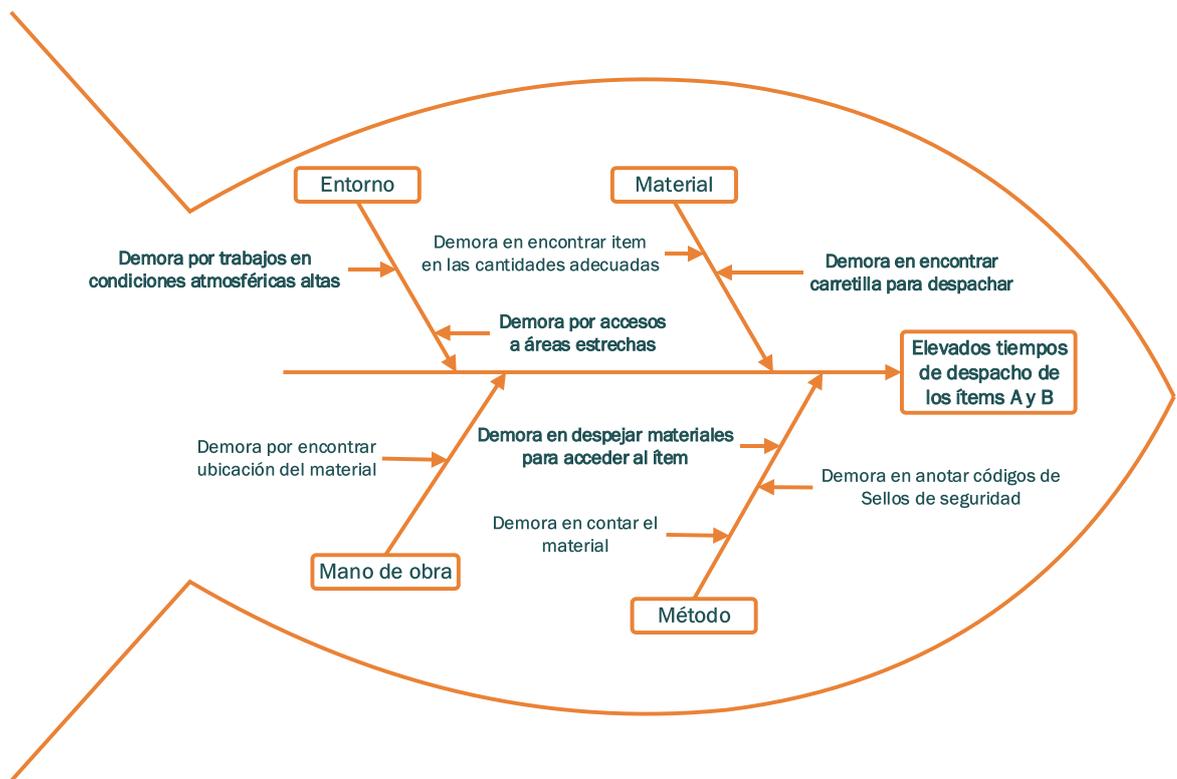


Figura 2.3 Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.19 Lista de causas potenciales

No.	Causas
1	Demora por encontrar la ubicación del material
2	Demora por encontrar material en cantidades adecuadas
3	Demora en contar material
4	Demora en despejar obstáculos para acceder al material
5	Demora en anotar código de sellos de seguridad
6	Demora en encontrar carretilla
7	Demora por acceso a áreas estrechas
8	Demora por trabajo en condiciones atmosféricas altas

Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Matriz de ponderación de causas

El estándar de medición empleado para las soluciones está basado en parámetros de impacto y control, el impacto a su vez es determinado por la severidad y ocurrencia, y el esfuerzo determinado cualitativamente con una escala de qué tan controlable sea la causa.

La ocurrencia será evaluada con la escala detallada en la Tabla 2.20 y el criterio respectivo.

Tabla 2.20 Tiempos de despacho de órdenes

Escala	Efecto	Criterio
1	Remoto	Ocurre rara vez
4	Bajo	Se presenta ocasionalmente
7	Moderado	Ocurre a menudo
10	Muy alto	Causa recurrente

Fuente: Elaboración propia

La severidad está relacionada con cuánto afecta la causa al problema, de igual forma, se utilizará la escala detallada en la Tabla 2.21 y el criterio respectivo.

Tabla 2.21 Escala de severidad

Escala	Efecto	Criterio
1	Nulo	No provoca retraso
4	Moderado	Demora menor identificado en el despacho
7	Significativo	Demora identificada en los despachos
10	Severo	Provoca una demora grande

Fuente: Elaboración propia

El impacto será determinado por la multiplicación de la severidad y ocurrencia, lo cual resultó en un estándar de medición según la Tabla 2.22 donde se muestran las causas clasificadas de alto o bajo impacto.

Tabla 2.22 Escala de impacto

Matriz	1	4	7	10
1	1	4	7	10
4	4	16	28	40
7	7	28	49	70
10	10	40	70	100

	Bajo impacto
	Alto impacto

Fuente: Elaboración propia

El control fue evaluado en una escala de la Tabla 2.23, la que luego nos indicará si es fácil o difícil de controlar.

Tabla 2.23 Escala de control

Escala	Efecto	Criterio
1	Difícil	No es controlable
4	Difícil	Poco controlable
7	Fácil	Muy controlable
10	Fácil	Es 100% controlable

Fuente: Elaboración propia

Las puntuaciones asignadas fueron evaluadas en conjunto con los operarios de la bodega y su jefa en la Tabla 2.24, luego se realizó la matriz de impacto esfuerzo mostrada en la Figura 2.4, la cual divide las mismas en cuatro cuadrantes para seleccionar las causas a gestionar.

Tabla 2.24 Esfuerzo - Impacto de causas potenciales

No	Causas	Severidad	Ocurrencia	Puntuación impacto	Impacto	Puntuación control	Control
1	Demora por encontrar la ubicación del material	7	7	49	Alto	10	Fácil
2	Demora por encontrar material en cantidades adecuadas	4	7	28	Alto	7	Fácil
3	Demora en contar material	7	4	28	Alto	1	Difícil
4	Demora en despejar obstáculos para acceder al material	4	7	28	Alto	7	Fácil
5	Demora en anotar código de sellos de seguridad	7	7	49	Alto	1	Difícil
6	Demora en encontrar carretilla	4	7	28	Alto	10	Fácil
7	Demora por acceso a áreas estrechas	4	4	16	Bajo	4	Difícil
8	Exceso de tiempo de recorrido hacia el ítem	10	10	100	Alto	1	Fácil

Fuente: Elaboración propia

Las causas que el presente proyecto busca resolver en la etapa de mejora son aquellas que requieren de un bajo esfuerzo y que generan un alto impacto.

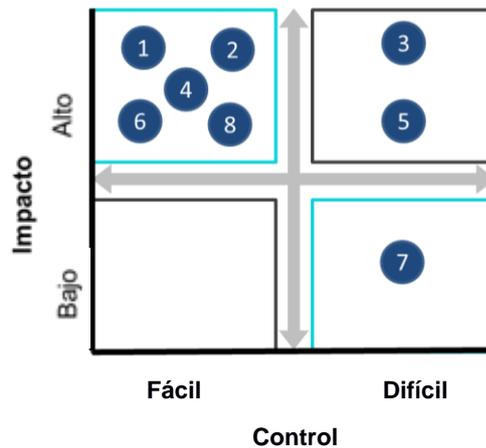


Figura 2.4 Matriz de priorización de causas

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Plan de verificación de causas

Se realizó un plan de verificación de causas detallado en la Tabla 2.25 para aseverar que estas sean reales.

Tabla 2.25 Plan de verificación de causas

No	Causas	Teoría	Método de verificación	Estado de verificación
1	Demora por encontrar la ubicación del material	Los bodegueros desconocen donde se encuentra el material solicitado.	ESTADÍSTICA	FINALIZADO
2	Demora por encontrar material en cantidades adecuadas	Cuando los bodegueros despachan cables tienen que buscar entre las bobinas de diferentes unidades.	ESTADÍSTICA	FINALIZADO
4	Demora en despejar obstáculos para acceder al material	Para acceder al ítem solicitado, se debe mover los ítems que se encuentren obstaculizando el paso.	ESTADÍSTICA	FINALIZADO
6	Demora en encontrar carretilla	Durante el despacho, los bodegueros deben buscar las carretillas para realizar los despachos.	ESTADÍSTICA	FINALIZADO
8	Exceso de tiempo de recorrido hacia el ítem	El bodeguero tiene que recorrer distancias muy largas para acceder al ítem	ESTADÍSTICA	FINALIZADO

Fuente: Elaboración propia

La verificación de causas se realizó a través de observaciones realizadas en la bodega y el estudio de tiempos realizado en la etapa de definición y medición. Las Tablas 2.26 y 2.27 muestran los resultados de este estudio.

Tabla 2.26 Porcentaje de veces de demoras identificadas

No.	Causas	Porcentaje de veces en las que ocurrió la demora
1	Demora en encontrar el ítem	80%
2	Demora en encontrar ítems en cantidades adecuadas	35%
4	Demora en despejar el área de obstáculos	30%
6	Demora en encontrar carretilla	50%
8	Exceso de tiempo de recorrido hacia el ítem	60%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.27 Porcentaje de tiempo que representa la demora

No.	Causas	Porcentaje de tiempo que representa del total de tiempo de despacho
1	Demora en encontrar el ítem	28%
2	Demora en encontrar ítems en cantidades adecuadas	9.4%
4	Demora en despejar el área de obstáculos	13%
6	Demora en encontrar carretilla	6%
8	Exceso de tiempo de recorrido hacia el ítem	40%

Fuente: Elaboración propia

1. Verificación causa 1: Los bodegueros desconocen donde se encuentra el material solicitado, encontrar el material ocurrió en el 80% de los despachos analizados de la etapa de definición y representó el 28% de tiempo del total del despacho.
2. Verificación 2: Los bodegueros cuando buscan bobinas de cables deben encontrar aquellas que tengan la cantidad solicitada, estas bobinas varían en su metraje y están almacenadas volumétricamente de modo que se crea una muralla de bobinas que dificulta el despacho. Esta causa representa el 9,4% del tiempo total y pasa un 35% de las veces.

3. Verificación causa 4: Cuando los ítems a entregar se encuentran obstaculizados por algún otro material deben moverlo para poder acceder al ítem solicitado. Se incurrió en esta demora el 30% de las veces y representó un 13% del tiempo total del despacho.
4. Verificación causa 6: Los bodegueros deben buscar las carretillas para realizar los despachos. Esta demora ocurrió en el 50% de los despachos y representa 6% del tiempo total de despacho.
5. Verificación causa 8: Existen materiales que están ubicados lejos del área de despacho, por lo que se generan tiempos de recorrido extensos. Esto pasó un 60% de las veces y el tiempo de recorrido representa el 40% del tiempo total de despacho.



Figura 2.5 Verificación de causas

Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Análisis de causas raíz

Con las causas críticas identificadas y verificadas se procedió a determinar la causa raíz con la herramienta de los 5 por qué en la Tabla 2.28.

Tabla 2.28 Análisis de causas raíz

No.	Causas	1° Por qué	2° Por qué	3° Por qué	4° Por qué	5° Por qué	Causa Raíz
1	Demora por encontrar la ubicación del ítem	Porque se debe leer las etiquetas de inventario para identificar los ítems	Porque es la única referencia que tienen para encontrar el material				Porque es la única referencia que tienen para encontrar el material
2	Demora por encontrar material en cantidades adecuadas	Porque no se pueden visualizar todas las bobinas Porque existen muchas bobinas de diferentes unidades	Porque son almacenadas unas a lado de las otras y no existen pasillos entre ellas				Porque son almacenadas unas a lado de las otras y no existen pasillos entre ellas Porque existen muchas bobinas de diferentes unidades
4	Demora en despejar obstáculos para acceder al material	Porque hay materiales obstruyendo el paso al ítem solicitado	Porque no hay espacio para almacenar dentro de una sub-bodega Porque no hay espacio para almacenar más fuera de las sub-bodegas	Porque se restringe el ingreso de materiales de otros departamentos Porque hay exceso de stock en la bodega	Porque así se establece la administración de materiales Porque los departamentos realizan compras sin considerar stock actual		Porque así se establece la administración de materiales Porque los departamentos realizan compras sin considerar stock actual
6	Demora en encontrar carretilla	Porque la carretilla se encuentra en diferentes localizaciones	Porque los bodegueros dejan la carretilla en el último lugar donde la usaron	Porque no hay un lugar definido para ubicar la carretilla			Porque no hay un lugar definido para ubicar la carretilla
9	Exceso de tiempo de recorrido hacia el ítem	Porque los ítems están ubicados muy lejos de la zona de despacho					Porque los ítems están ubicados muy lejos de la zona de despacho

Fuente: Elaboración propia

2.4 Mejora

Una vez identificadas las causas raíz se procedió a generar ideas de soluciones. Durante esta etapa se trabajó en colaboración con los operadores y el personal administrativo de la bodega.

2.4.1 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas fue realizada con el personal de la bodega, de ella se obtuvieron las siguientes soluciones plasmadas en la Tabla 2.29.

Tabla 2.29 Soluciones de acuerdo con sus causas

Causa	Soluciones
Demora en encontrar la ubicación del ítem	A. Implementar la metodología 5S B. Sistema de ubicación de materiales C. Matriz de localizaciones en Excel D. Añadir un código de localización en el documento de egresos de bodega
Demora en encontrar el ítem en cantidades adecuadas	A. Implementar la metodología 5S E. Rediseñar el layout de la bodega F. Realizar compras de bobinas en las unidades más demandadas G. Añadir en el sistema las bobinas con sus unidades para que se pida por bobinas
Demora en despejar el área de obstáculos	A. Implementar la metodología 5S H. Sistema de pronóstico de inventario I. Sistema de gestión de inventario J. Restringir la compra de materiales con cobertura mayor a 2 años
Demora en encontrar carretillas	A. Implementar la metodología 5S
Demora en recorridos hacia ítems	A. Implementar la metodología 5S K. Reubicar materiales de acuerdo con su demanda E. Rediseñar el layout de la bodega

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron en total 11 posibles soluciones las cuales serán evaluadas y priorizadas para su implementación.

2.4.2 Matriz de ponderación de soluciones

Se procedió a definir un estándar de medición para priorizar las soluciones, el estándar de medición empleado está basado en parámetros de impacto y esfuerzo.

El impacto está relacionado con cuánto afecta a las causas del problema, según la escala mostrada en la Tabla 2.30.

Tabla 2.30 Escala de impacto

Escala	Efecto	Criterio
1	Muy bajo	Tiene como objetivo reducir menos del 5% del tiempo
4	Bajo	Tiene como objetivo reducir entre el 5% y el 10% del tiempo
7	Alto	Tiene como objetivo reducir entre el 10% y el 20% del tiempo
10	Muy alto	Tiene como objetivo reducir más del 20% del tiempo

Fuente: Elaboración propia

El esfuerzo de implementación fue evaluado según la Tabla 2.31.

Tabla 2.31 Escala de esfuerzo

Escala	Efecto	Criterio
1	Muy bajo	No hay restricción
4	Bajo	Requiere permisos del área involucrada
7	Alto	Requiere permiso de la administración
10	Muy alto	Es completamente restringida.

Fuente: Elaboración propia

Las puntuaciones asignadas fueron evaluadas en conjunto con los operarios de la bodega y su jefe en la Tabla 2.32.

Tabla 2.32 Esfuerzo - Impacto de soluciones

Soluciones	Escala de Impacto	Prioridad de Impacto	Escala de Esfuerzo	Prioridad de Esfuerzo
A. Implementar metodología 5S	10	Muy alto	1	Muy bajo
B. Sistema de ubicación de materiales	10	Muy alto	1	Muy bajo
C. Matriz de ubicaciones en Excel	4	Bajo	1	Muy bajo
D. Añadir un código de localización en el documento de egresos de bodega	10	Muy alto	10	Muy Alto
E. Reubicar materiales de acuerdo a su demanda	10	Muy alto	4	Bajo
F. Realizar compras de bobinas en las unidades más demandadas	4	Bajo	7	Alto
G. Añadir en el sistema las bobinas con sus unidades para que se compre por bobinas	4	Bajo	7	Alto
H. Sistema de pronóstico de inventario	10	Muy alto	1	Muy bajo
I. Sistema de gestión de inventario	10	Muy alto	1	Muy bajo
J. Restringir compra de materiales con cobertura mayor a 3 años	7	Alto	7	Alto
K. Rediseñar el layout de la bodega	10	Muy alto	1	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia

Las soluciones escogidas son aquellas que requieren de un bajo esfuerzo y que generarán un alto impacto, las que se encuentran en el primer cuadrante de la matriz en la Figura 2.6.

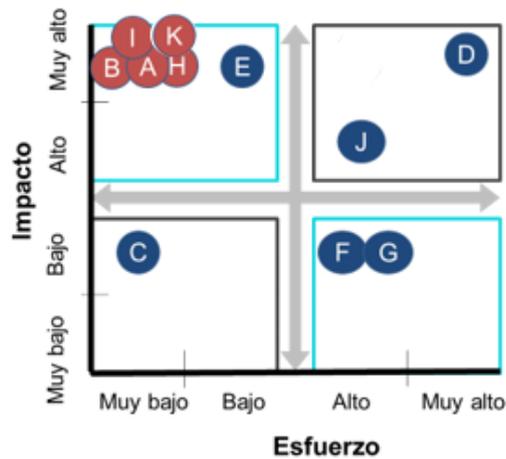


Figura 2.6 Matriz de priorización de soluciones

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Descripción de las soluciones escogidas

En la Tabla 2.33 se detallan las soluciones escogidas con sus respectivos responsables para la implementación.

Tabla 2.33 Detalle de las soluciones a implementar

Soluciones	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Responsables
A. Implementar metodología 5S	Reduce tiempos de búsqueda de materiales, reduce tiempo de despejar las áreas para realizar los despachos, mejora las condiciones de trabajo	Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar, mantener. Aplicar el plan de implementación de metodología 5S. Anexo A.	Toda la bodega	La sub-bodega técnica de acuerdo con el plan de implementación, el resto cuando la jefa de la bodega lo autorice	Paula Laniz, Katherine Obando y Danilo Vargas
B. Sistema de ubicación de materiales	Reduce tiempos de búsqueda, los operarios pueden localizar de mejor forma los materiales, permite tener un control de los materiales	Colocar listado de materiales con su localización a la entrada de las áreas, siguiendo el plan detallado del Anexo A.	Entrada de sub-bodegas	Cuando los materiales son ubicados en las sub-bodegas	Katherine Obando y Danilo Vargas
E. Reubicar materiales de acuerdo con su demanda	Reduce tiempos de recorrido durante los despachos	Identificar materiales más esenciales y ubicarlos cerca en las cantidades adecuadas detallado en el Anexo I.	Toda la bodega	Durante los despachos	Paula Laniz, Katherine Obando, Danilo Vargas y operarios de la bodega
H. Pronóstico de egresos para los materiales I. Excel con sistema de gestión de inventario	Reduce la acumulación de materiales sin egresos o de baja rotación y el tiempo que se incurre en despejar el área para acceder al ítem durante despachos	Analizar el pronóstico, seguir la gestión de compra recomendada previo a la adquisición de materiales siguiendo el manual del Anexo G.	Departamento de compras	Previo a realizar las compras	Katherine Obando, Danilo Vargas y Danilo Torres
M. Rediseñar el layout de la bodega	Reduce tiempo de recorrido, mejora condiciones de trabajo, estandariza la localización de materiales para reducir tiempos de búsqueda	Implementar la propuesta de rediseño detallada en el Anexo E.	Toda la bodega	Cuando la administración lo autorice	Danilo Vargas, Katherine Obando y Danilo Torres

Fuente: Elaboración propia

A. Implementar metodología 5S

Después de una charla introductoria y con la ayuda del personal de la bodega se logró aplicar las 5S en una de las sub-bodegas, la técnica, la cuál era de mayor flujo de material. Los materiales fueron etiquetados para su fácil reconocimiento y distribuidos de forma estratégica para su acceso inmediato durante despachos. Los detalles de las acciones se pueden encontrar en el Anexo A y la evidencia en la figura 2.7.



Figura 2.7 Implementación de 5 S

Fuente: Elaboración propia

B. Sistema de ubicación de materiales

En esta implementación se crearon códigos para las ubicaciones de los ítems y luego se realizó un listado de los ítems de la sub-bodega técnica con su ubicación, la cual fue ubicada en la entrada, para que los despachadores puedan consultar el listado. El formato del código se puede observar en la Figura 2.8 y la ubicación por zona en la Figura 2.9.

Zona	Sector	Estantería	Nivel
A	02	03	1

Figura 2.8 Código propuesto para el sistema de ubicación de materiales

Fuente: Elaboración propia

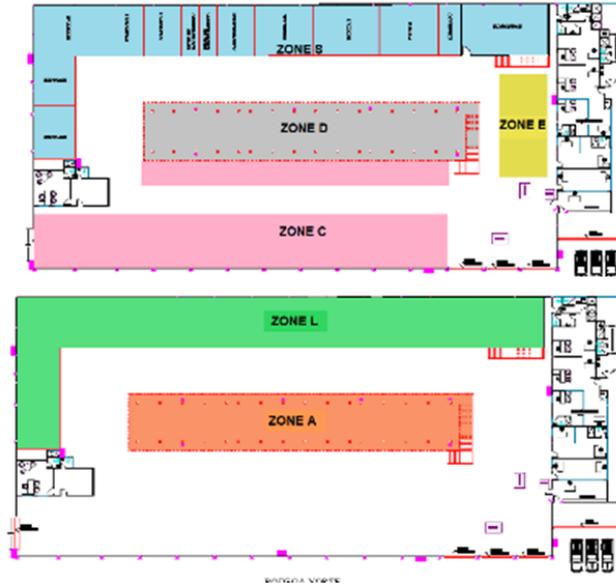


Figura 2.9 Ubicación de zonas

Fuente: Elaboración propia

E. Reubicar materiales de acuerdo con su demanda

Esta mejora consistió en reubicar los ítems ubicando los de mayor flujo en estanterías cercanas al área de despacho. Esta mejora se implementó en la sub-bodega técnica como prototipo para ser implementada luego en toda la bodega y puede observarse en la figura 2.10.

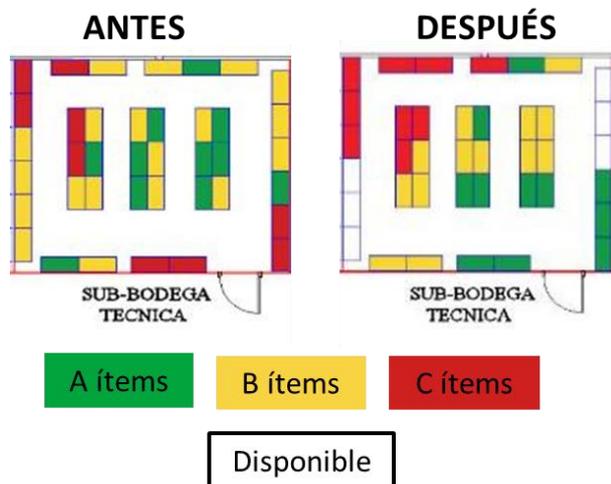


Figura 2.10 Relocalización de ítems en sub-bodega técnica

Fuente: Elaboración propia

H, I. Sistema de gestión de inventario

Esta solución implica el desarrollo de pronósticos de promedios móviles simple y exponencial simple y doble, a más de la implementación de políticas de control de inventario para todos los ítems existente en la bodega. Es importante mencionar que las dos herramientas serán consolidadas en una hoja de cálculo que permitirá presentar un resumen de los egresos, pronosticar los egresos que tendrá la bodega en los próximos periodos y cuándo y en qué cantidades sería recomendable realizar adquisición de materiales al colocar como datos de entrada el código del ítem, la sub-bodega a la que pertenece, su costo unitario y el costo de realizar un pedido.

En la primera pestaña de la hoja de cálculo, el usuario deberá ingresar el código del ítem y la sub-bodega a la cual este pertenece como en la Figura 2.11.



El formulario de búsqueda de ítem en sistema, ejemplo 1, se muestra en un fondo azul oscuro. Contiene dos campos de entrada de texto blancos. El primer campo, etiquetado como 'CODIGO ITEM', contiene el número '12411013000000'. El segundo campo, etiquetado como 'SUB-BODEGA', contiene el texto 'BODEGA NORTE COMERCIAL'. A la derecha de cada campo hay una etiqueta de instrucción: '*Digite el código del ítem' y '*Escoja una de las opciones de la lista desplegable'. En la parte inferior del formulario hay dos botones rectangulares blancos con texto azul: 'BUSCAR ÍTEM' y 'NUEVA BUSQUEDA'.

Figura 2.11 Búsqueda de ítem en sistema, ejemplo 1

Fuente: Elaboración propia

En este ejemplo 1 se buscará la Hebilla de acero inoxidable, para fleje, de 12,7 mm (1/2") con código 12411013000000 de la Sub-bodega Norte Comercial. Después de presionar el botón de "BUSCAR ÍTEM", el programa automáticamente organizará los datos de la base histórica para usarlos como datos en el pronóstico.

El pronóstico de promedios móviles fue escogido porque es apropiado cuando los egresos no muestran patrones de tendencia y busca realiza un promedio considerando periodos previos, no considera errores aleatorios.

Su ecuación es la siguiente:

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad (2.2)$$

La suavización exponencial simple y doble fue escogida porque es adecuada en las situaciones donde la demanda evidencia tendencia, toma en cuenta los periodos previos con ayuda de una regresión lineal entre la demanda y el tiempo, es muy eficaz para reducir el impacto de la data histórica que es irregular. La ecuación del método de suavización simple presenta la siguiente ecuación:

$$X_t = \alpha(X_{t-1}) + (1 - \alpha)(X_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.3)$$

La ecuación del método de suavización doble se presenta la siguiente ecuación:

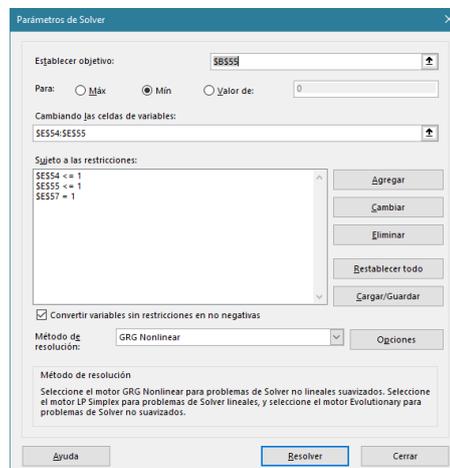
$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t) \quad (2.4)$$

$$X_t = \alpha(X_{t-1}) + (1 - \alpha)(X_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.5)$$

$$T_t = \beta(X_t - X_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1}) \quad (2.6)$$

La

muestra como con la ayuda de la herramienta Solver se determinarán los alfa y beta necesarios para el cálculo del pronóstico simple y doble.



Con la herramienta Solver se determina el alfa y beta para resolverlo con el método simple o doble.

β	0,38
α	0,62

Figura 2.12 Cálculo de alfa y beta óptimos

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, calcula los pronósticos y su error correspondiente como se muestra en la Figura 2.13 y Figura 2.14.

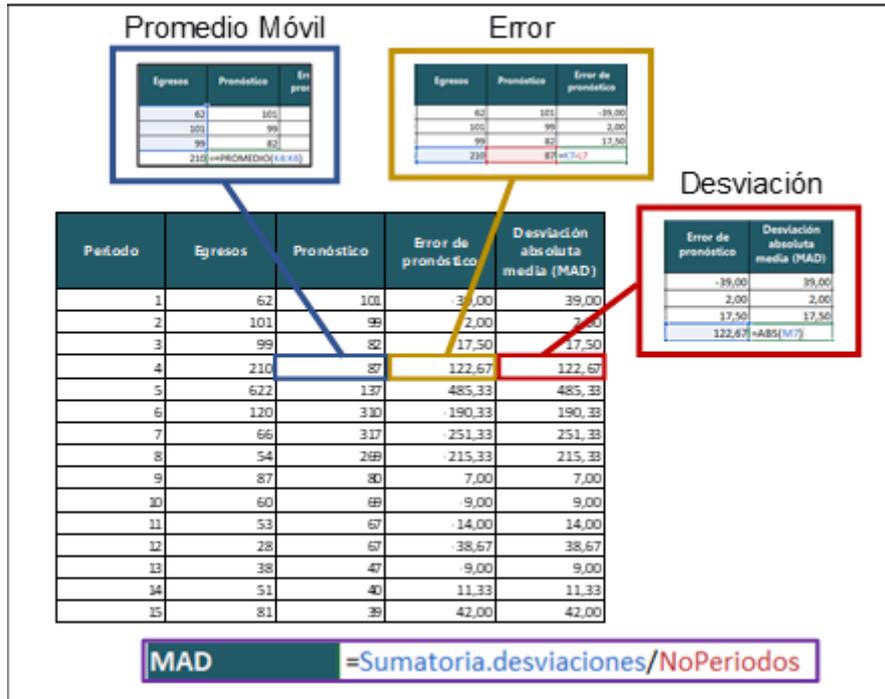


Figura 2.13 Cálculo de pronóstico promedio móvil simple

Fuente: Elaboración propia

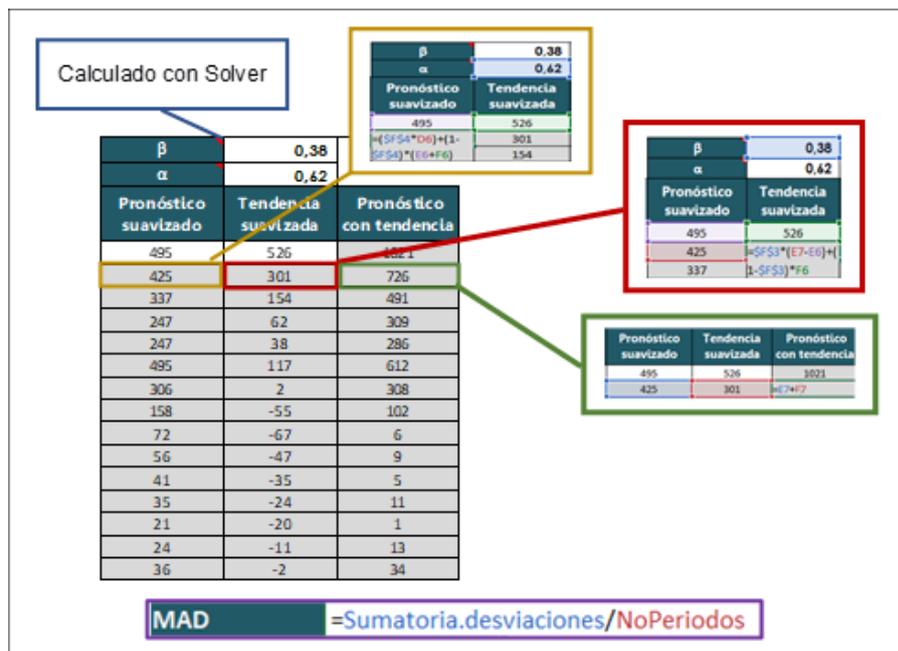


Figura 2.14 Cálculo de pronóstico con suavizamiento

Fuente: Elaboración propia

El programa hace el análisis de los posibles errores que se pueden encontrar en los pronósticos y los toma en consideración para escoger aquel que presente resultados con menor ruido. El error MAD, el cual es el absoluto del sistema, indicará el pronóstico más ajustado ya que compara las desviaciones de estos.

$$MAD = \frac{\sum |Real - Forecast|}{n} \quad (2.7)$$

Los análisis mencionados previamente son realizados internamente en el programa, se encuentran ocultos al espectador, ya que, para facilitar el uso de la herramienta estos cálculos se realizan de forma automática cuando se utiliza el botón “BUSCAR ÍTEM”, botón que redirecciona al usuario a la pestaña mostrada en la Figura 2.15 la cual presenta el resumen de egresos previos y el pronóstico con menor error para periodos posteriores. Adicionalmente, presenta detalles del ítem buscado, entre ellos su inventario actual el cual para este ejemplo es de 73,697 unidades.

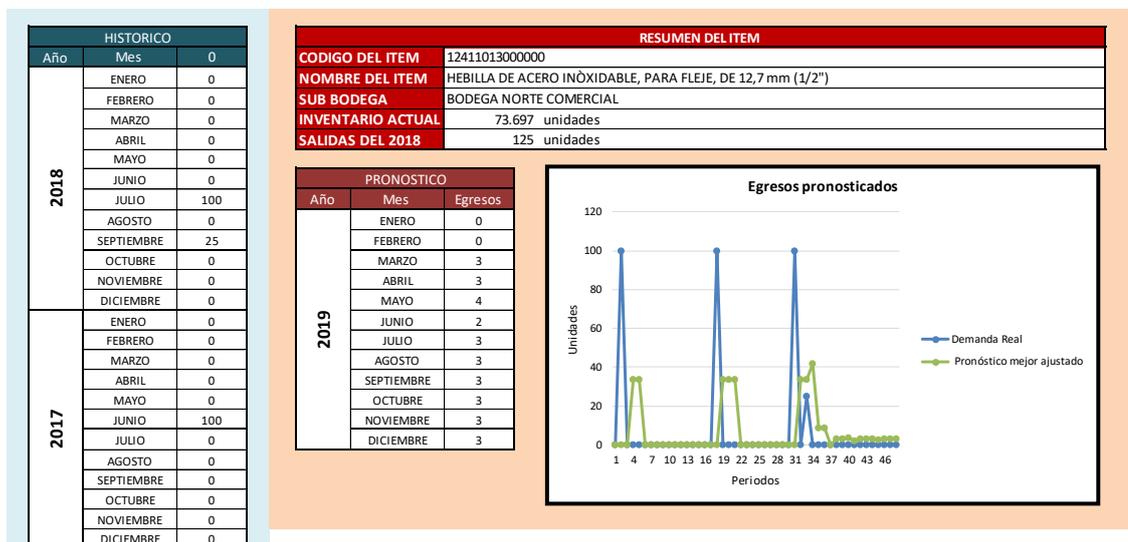


Figura 2.15 Presentación de históricos y pronósticos de egresos, ejemplo 1

Fuente: Elaboración propia

A través de un análisis de los movimientos históricos se determinó el coeficiente de variación de todos los ítems, se observó que estos son mayores a 0,2 por lo que se concluyó que debido a la gran variabilidad de los requerimientos lo más recomendable es utilizar un modelo heurístico Wagner Whitin para la política de inventario. La ecuación del coeficiente de variación es el siguiente:

$$CV = \frac{\text{desviación poblacional}}{\text{media}} = \frac{\sigma}{\mu} \quad (2.8)$$

Los parámetros utilizados en la política de inventario de Wagner Within son el costo unitario del producto y el costo de realizar un pedido del material. Por ejemplo, la hebilla de acero inoxidable en este caso tiene un costo unitario de \$1,50 y el costo de ordenar es \$20.

El costo de ordenar considera las horas hombre que se requieren para realizar la compra. En la Figura 2.16 se puede observar un ejemplo de la implementación de la política de inventario.

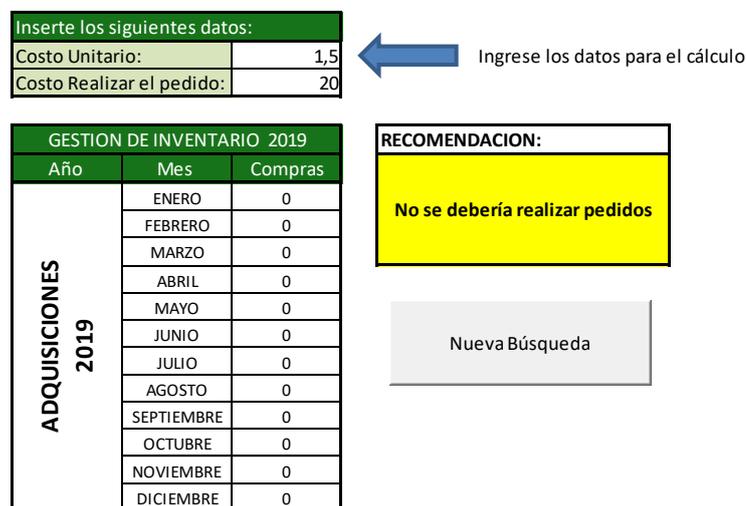


Figura 2.16 Política de inventario recomendada, ejemplo 1

Fuente: Elaboración propia

En este caso específico, independiente de los costos, el programa recomendará no realizar nuevas compras debido a que la bodega cuenta con el inventario

suficiente para satisfacer los consumos durante el siguiente periodo. En la Figura 2.17 se puede observar el funcionamiento de la política.



Figura 2.17 Matriz de política de Wagner Within

Fuente: Elaboración propia

En el ejemplo 2 se buscará los Sellos para omni ring tipo perno y tambor con código 69999999173000. Como se puede apreciar en la Figura 2.18, el inventario actual de este material es de cero y su pronóstico de consumo diferente de cero. La presentación del histórico y pronóstico se muestra en la Figura 2.19.

Figura 2.18 Búsqueda de ítem en sistema, ejemplo 2

Fuente: Elaboración propia

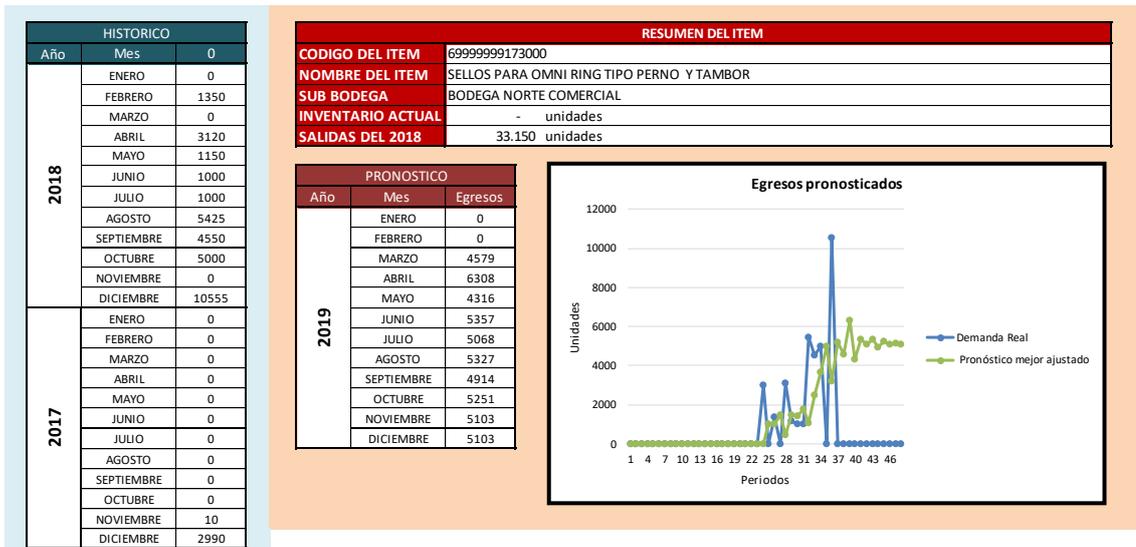


Figura 2.19 Presentación de históricos y pronósticos de egresos, ejemplo 2

Fuente: Elaboración propia

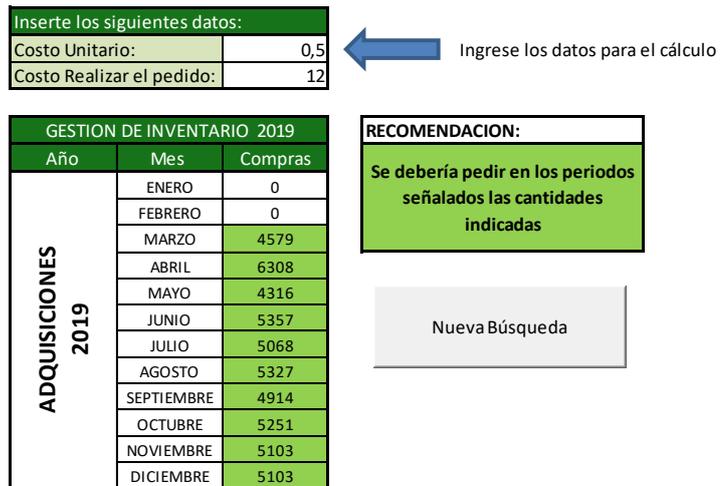


Figura 2.20 Política de inventario, ejemplo 2

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la Figura 2.20 se recomienda realizar compras a partir del mes de marzo con las cantidades indicadas para reducir los costos de adquisición de material. Adicionalmente se detalla la matriz de política calculada en la Figura 2.21.

Costo de ordenar																			
Costo unitario		12																	
		0.5																	
Periodo	Inventario Inicial	Consumo	Necesario	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Costo total	Bander	Pedir	
11901	-	0	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1	0	
11902	0	0	-	12	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	0	
11903	0	4579	4.579	4.591	2.314	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	1	4579.44	
11904	0	6308	6.308	14.053	8.622	3.190	-	48	-	-	-	-	-	-	-	48	1	6307.78	
11905	0	4316	4.316	22.685	15.095	7.506	-	2.206	60	-	-	-	-	-	-	60	1	4315.93	
11906	0	5357	5.357	31.912.653	25.810	15.542	-	15.554	2.739	72	-	-	-	-	-	72	1	5357.41	
11907	0	5068	5.068	51.282	30.193.924	25.677	-	25.689	25.701	2.606	84	-	-	-	-	84	1	5067.72	
11908	0	5327	5.327	69.926	54.461	31.740.192	-	31.740.204	31.740.216	31.740.228	2.748	96	-	-	-	96	1	5327.04	
11909	0	4914	4.914	89.581	71.658	53.736	-	53.748	53.760	53.772	53.784	2.553	108	-	-	108	1	4913.68	
11910	0	5251	5.251	113.209	92.661	72.114	-	72.126	72.138	72.150	72.162	2.733	120	-	-	120	1	5250.72	
11911	0	5103	5.103	138.723	115.624	92.525	-	92.537	92.549	92.561	92.573	92.585	2.671	132	-	132	1	5102.81	
11912	0	5103	5.103	166.789	141.138	115.487	-	115.499	115.511	115.523	115.535	115.547	115.559	115.571	2.683	144	1	5102.81	

Como no hay inventario si es necesario reabastecer

Compara costos entre los periodos y las cantidades requeridas

Presenta las cantidades en los periodos en los cuales se debe pedir

Figura 2.21 Matriz de política, ejemplo 2

Fuente: Elaboración propia

M. Rediseñar el layout de la bodega

La figura 2.22 muestra el layout actual de la bodega y la Figura 2.23 el rediseño de la bodega el cual se realizó considerando el análisis de materiales almacenados, espacios y equipos útiles. El detalle del rediseño se puede encontrar en el Anexo E. Cuenta con las consideraciones de seguridad y aprovechamiento de espacio disponible para almacenar.

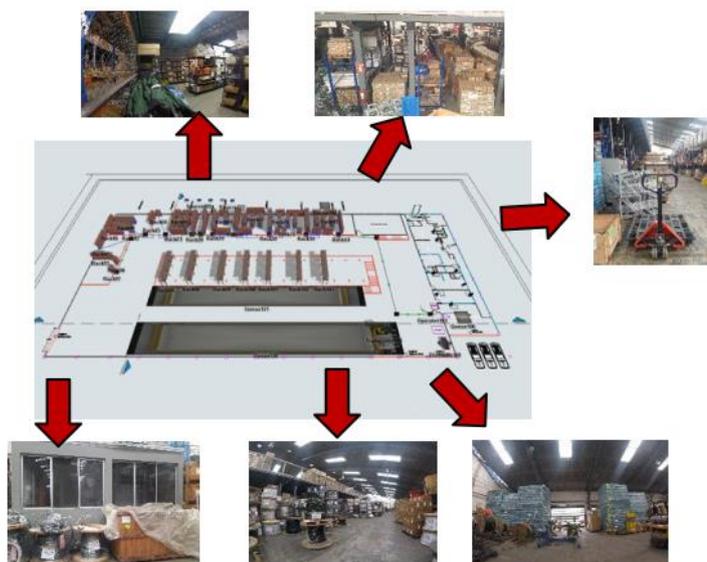


Figura 2.22 Layout actual de la bodega

Fuente: Elaboración propia

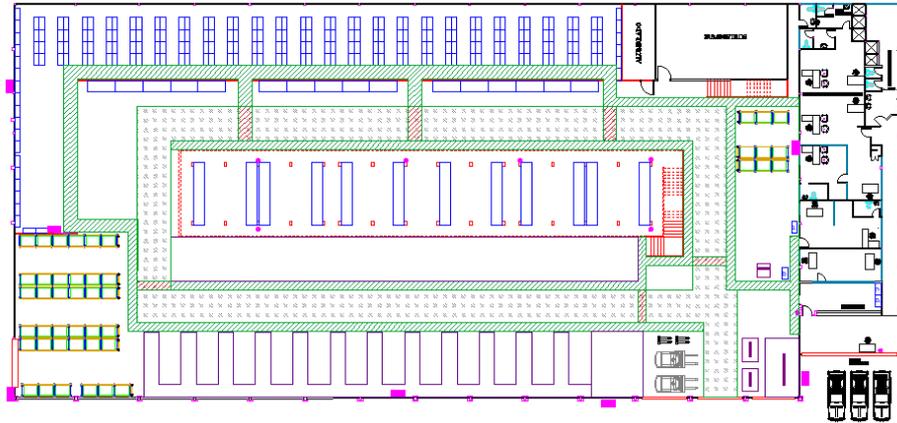


Figura 2.23 Layout propuesto de la bodega

Fuente: Elaboración propia

2.5 Control

Con el fin de mantener las propuestas de soluciones a largo plazo se realizó un plan de control que se detalla en la Tabla 2.34.

Tabla 2.34 Plan de control de mejoras

Causas que controlar	Por qué?	Método de control	Dónde ?	Frecuencia	Responsable
Demora en encontrar el ítem en cantidades adecuadas Demora en encontrar carretillas	Se incurre en tiempos innecesarios de búsqueda de materiales, tiempo de despejar las áreas para realizar los despachos, provoca malas condiciones de trabajo	Auditoría 5S para asegurar la implementación de la metodología. (Anexo B)	Toda la bodega	Mensual	Paula Lániz
Demora en encontrar la ubicación del ítem	Aumenta los tiempos de búsqueda, los operarios no pueden localizar rápido los materiales	Actualización del archivo Excel con las ubicaciones de los materiales, auditoría de ubicaciones. (Anexo C)	Entrada de sub-bodegas	Mensual	Juan Carlos Mármol
Demora en despejar el área de obstáculos	Aumenta el tiempo que se incurre cuando se debe despejar el área durante los despachos. No realizar compras excesivas de materiales que se disponen en inventario.	Manual del usuario y actualización de la información en el Excel proporcionado. Implementar el sistema de gestión de inventario recomendado. (Anexo G)	Departamento de compras	Mensual	Daniilo Torres
Demora en recorridos hacia ítems	Aumenta los tiempos de recorrido, provoca malas condiciones de trabajo, estandariza la localización de materiales para reducir tiempos de búsqueda	Verificación de las condiciones de abastecimiento, implementación de mejoras de rediseño. (Anexo E)	Toda la bodega	Trimestral	Daniilo Torres Paula Lániz

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con la implementación de las soluciones propuestas en el capítulo anterior se obtuvieron los siguientes resultados.

3.1 Resultados de las implementaciones

- Implementación de 5S

La implementación de las 5S permitió mejorar las condiciones de almacenamiento de los materiales. El detalle completo de la implementación se puede consultar en el Anexo A. Adicionalmente se evaluó las condiciones de la bodega con la auditoría propuesta en el plan de control en el Anexo B, de la cual, se obtuvo un resultado de 86% de implementación.

- Sistema de gestión de inventario

Al implementar el sistema de gestión de inventario propuesto en el presente trabajo se puede reducir hasta un 49% del capital invertido en adquisición de materiales como se muestra en la Tabla 3.1, lo que posteriormente se traducirá en una reducción de costos de almacenamiento y reducción de materiales sin movimiento almacenados en la bodega. Revisar detalle en el Anexo J.

Tabla 3.1 Comparación de la implementación del sistema de gestión propuesto

Mejora Esperada		
Productos	Compras sin gestión de inventario	Compras con gestión de inventario
A	\$ 3.683.770,60	\$ 1.123.766,22
B	\$ 4.255.631,75	\$ 4.144.563,33
C	\$ 6.079.574,38	\$ 1.620.532,53
TOTAL	\$ 14.018.976,73	\$ 6.888.862,08
Porcentaje reducido		49%

Fuente: Elaboración propia

La aplicación del sistema de gestión de inventario se puede observar en la Tabla 3.2 con el ítem precinto plástico de 350 mm de la bodega norte comercial, ítem de categoría A, mostrando su comparación en costo de las compras realizadas en el 2018 con las compras pronosticadas en 2019.

Tabla 3.2 Comparación de los costos del precinto plástico de 350 mm

Mes	Compras realizadas en 2018	Costo total de compras realizadas en 2018	Compras pronosticadas en 2019	Costo unitario	Costo total
1	36343	\$ 5.071,85	22114	\$ 0,12	\$ 2.728,87
2	0	\$ -	22931,4	\$ 0,12	\$ 2.829,73
3	0	\$ -	20817,84	\$ 0,12	\$ 2.568,92
4	0	\$ -	16284,704	\$ 0,12	\$ 2.009,53
5	0	\$ -	11569,8224	\$ 0,12	\$ 1.427,72
6	50000	\$ 5.601,12	9926,89344	\$ 0,12	\$ 1.224,98
7	0	\$ -	8197,136064	\$ 0,12	\$ 1.011,53
8	145133	\$ 15.964,63	5978,281638	\$ 0,12	\$ 737,72
9	0	\$ -	4230,968983	\$ 0,12	\$ 522,10
10	0	\$ -	3186,58139	\$ 0,12	\$ 393,22
11	0	\$ -	16184,94883	\$ 0,12	\$ 1.997,22
12	0	\$ -	21519,9693	\$ 0,12	\$ 2.655,56
Total	231476	\$ 26.637,60	162942,546		\$ 20.107,11

Fuente: Elaboración propia

- Rediseño del layout de la bodega

El layout de la bodega propuesto es mostrado en la Figura 3.1 Rediseño Propuesto de la Bodega, en él se pueden destacar los cambios mencionados en la Tabla 3.3 Cambios propuestos en el rediseño de la bodega, y con su implementación se tiene como resultado la disminución del 15% del tiempo recorrido.

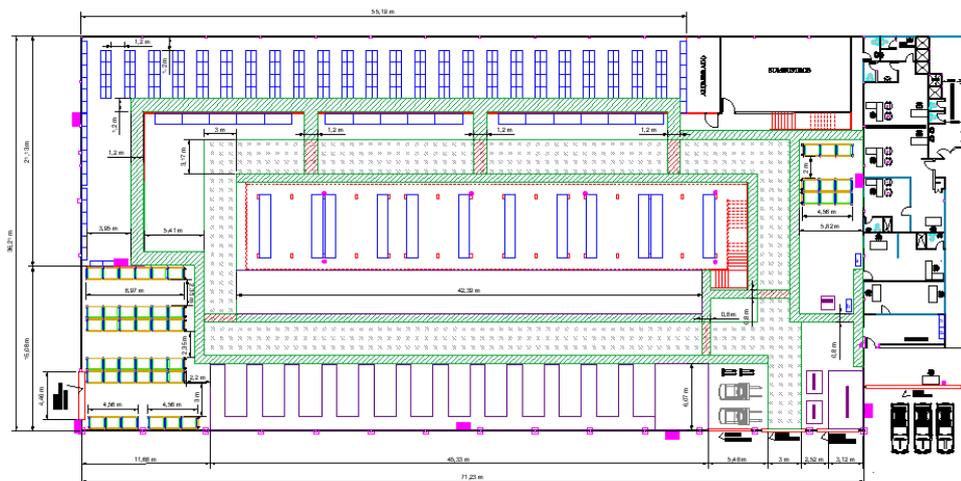


Figura 3.1 Rediseño propuesto de la bodega

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3 Cambios propuestos en el rediseño de la bodega

Situación actual	Rediseño propuesto
Existen sub-bodegas cerradas	Existen sub-bodegas abiertas, sin rejas ni puertas
Debajo del altillo central existen pasillos llenos de materiales	Existen pasillos libres, con espacio para el paso del montacargas
Existen bobinas agrupadas sin pasillos entre ellas	Existen bobinas almacenadas volumétricamente con pasillos entre ellas
Existe una caseta dentro de la sub-bodega usada para guardar archivos	La caseta es demolida para usar el espacio en almacenamiento en racks
Los equipos de carga no tienen un área definida para parqueo	Equipos de carga con área definida para parqueo
No existen pasillos delimitados	Existen pasillos delimitados
No existe paso peatonal delimitado	Existe paso peatonal delimitado

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 3.2 Comparación de los tiempos de recorrido** se pueden observar los tiempos de despacho por sub-bodega de la situación actual y del rediseño propuesto.

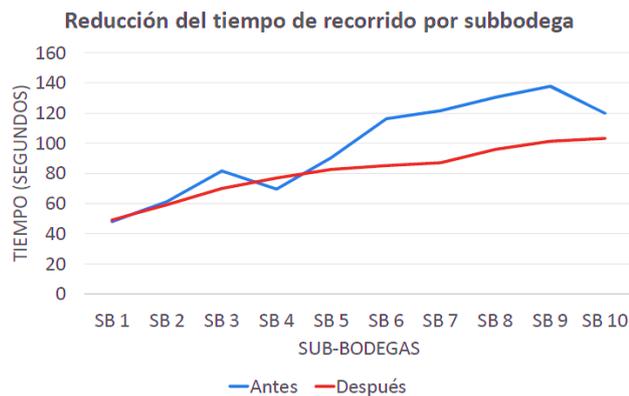


Figura 3.2 Comparación de los tiempos de recorrido durante despachos

Fuente: Elaboración propia

Para determinar dicha reducción del tiempo de despacho de las órdenes se realizaron dos simulaciones utilizando el programa Flexsim, una simulación de la situación actual y otra de la propuesta del rediseño.

A continuación, se muestra la simulación del diseño actual en la Figura 3.3.

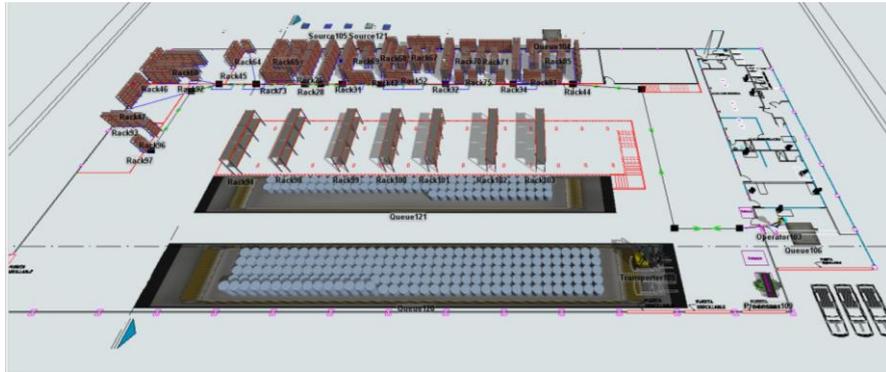


Figura 3.3 Simulación de la situación actual

Fuente: Elaboración propia

En la simulación se realizó un análisis de réplicas para determinar el porcentaje de error y validar la simulación. Primero se analizaron 10, con lo cual se concluyó que eran necesarias un total de 13 muestras como se muestra en la Tabla 3.4 Cálculo de corridas necesarias.

Tabla 3.4 Cálculo de corridas necesarias

Cálculo del número real de corridas	
alfa	0,05
Nº corridas iniciales	10
Promedio simulación	46,97
Desviación	1,13
T student	2,26
Error	5%
n adicionales	3

Fuente: Elaboración propia

El error de la simulación fue de 2,66% según el cálculo de error mostrado en la Tabla 3.5 Error de la simulación, el cual es menor a 5%, por lo que se concluye que la simulación es válida para evidenciar la situación actual de la empresa.

Tabla 3.5 Error de la simulación

Cálculo de error	
alfa	0,05
n	13
Promedio simulación	46,89
Máx IC	48,14
Desviación	1,13
Error	2,66%

Fuente: Elaboración propia

La simulación del rediseño de la bodega se puede apreciar en la Figura 3.4 Simulación del diseño propuesto.



Figura 3.4 Simulación del diseño propuesto

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar que los tiempos de despacho se redujeron con el rediseño propuesto se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos en ambas simulaciones. Primero se realizó una prueba de normalidad para los tiempos actuales y mejorados en segundos, siguiendo las siguientes hipótesis:

H₀: Los tiempos en segundos de la simulación siguen una distribución normal.

H₁: Los tiempos en segundos de la simulación no siguen una distribución normal.

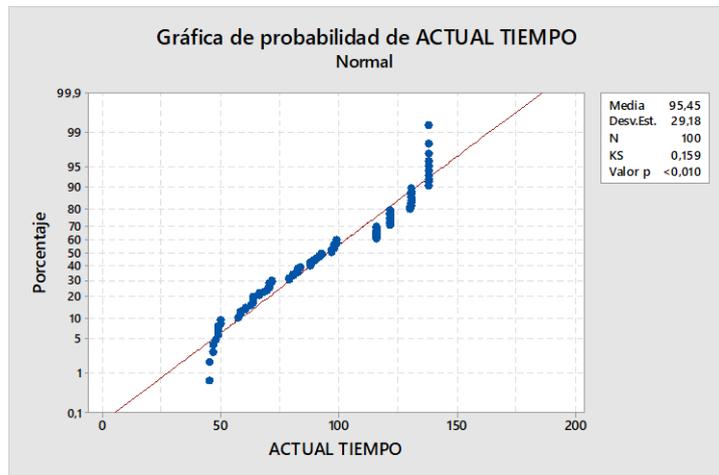


Figura 3.5 Prueba de normalidad del tiempo actual

Fuente: Elaboración propia

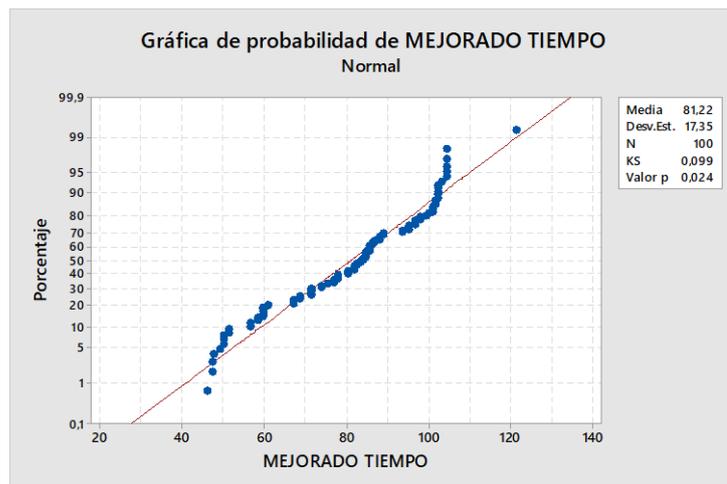


Figura 3.6 prueba de normalidad para tiempos mejorados

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la Figura 3.5 y la Figura 3.6 el valor p es menor que el de significancia (0.05) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Por lo cual, se realizará una prueba no paramétrica de Mann Whitney para contrastar la diferencia de medianas siguiendo las siguientes hipótesis:

H_0 : La mediana de los tiempos actuales de despacho es igual a la de la simulación.

H₁: Negación de H₀.

Prueba de Mann-Whitney e IC: ACTUAL TIEMPO. MEJORADO TIEMPO		
	N	Mediana
ACTUAL TIEMPO	100	94,89
MEJORADO TIEMPO	100	83,96

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es 14,41
95,0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (6,88.22,92)
W = 11417,0
Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0,0008
La prueba es significativa en 0,0008 (ajustado por empates)

Figura 3.7 Prueba de Mann-Whitney

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 3.7 se utilizó para comparar tiempos actuales y mejorados, el valor p es menor que el nivel de significancia, por lo cual, no se acepta la hipótesis nula. Se puede afirmar que las medianas de los tiempos de despacho son diferentes.

Para culminar, se declara que hay basta evidencia estadística para aseverar que el tiempo de despachos en la simulación mejorada presentan una diferencia significativa en comparación con los tiempos actuales.

3.2 Análisis de costos

A continuación, se muestra la inversión requerida para el rediseño del layout. Revisar el Anexo F para más detalle.

- Demolición oficina administrativa en desuso

La demolición de esta estructura permitirá ampliar el espacio disponible para almacenar, actualmente esta oficina no se encuentra en uso y no cumple una finalidad específica. La estimación de esta inversión se encuentra en la Tabla 3.7, esta fue obtenida mediante una cotización adjunta en el Anexo.

Tabla 3.6 Costo de demolición de caseta

Actividad	Dimensiones de la tarea	Costo
Demolición parcial de estructura	Volumen 150 m ³	\$ 1 284, 00
Desmontaje de red de instalación de agua	Distancia 15 m ²	\$ 60, 49
Total		\$ 1 344, 49

Fuente: Elaboración propia

- Adquisición de Racks

La adquisición de nuevos racks para aprovechar el volumen disponible para almacenar requiere de una inversión, la cual es resumida en la Tabla 3.7 y detallada en el Anexo F.

Tabla 3.7 Costo de adquisición de Racks

Detalle	Costo
Estantería Selectiva Simple 1 500 Kg/Pallet	\$ 21 600, 00
Trabajo de soldadura	\$ 915, 00
Mano de obra de instalación	\$ 477, 00
Costo total	\$ 22 991, 00

Fuente: Elaboración propia

- Señalización de pasos peatonales

Para la señalización de los pasos peatonales se cotizó la pintura de poliuretano para pisos, dicha cotización se encuentra en el Anexo F y su resumen en la Tabla 3.8. El patrón seleccionado será de líneas oblicuas de color blanco para pasos exclusivos de peatones y de color rojo para pasos compartidos con montacargas. El área total para pintar es de 133,3 m².

Tabla 3.8 Costo de señalar pasos peatonales

Detalle	Costo
Pintura de poliuretano	\$ 687, 61
Mano de obra	\$ 125, 02
Costo total	\$ 812, 63

Fuente: Elaboración propia

La inversión total de la implementación del rediseño de la bodega es de \$25.148,12.

3.3 Análisis de beneficios

En la Tabla 3.9 se analiza el volumen aprovechado con cada una de las implementaciones en el rediseño.

Tabla 3.9 Detalle de espacio aprovechado

Comparación de espacios	Volumen
Espacio ocupado sin Racks	161,7 m ³
Espacio aprovechado con Racks	199,8 m ³
Aumento espacio disponible para almacenar	38,03 m ³
Espacio ocupado por estructura	163,6 m ³
Espacio disponible sin estructura	272,6 m ³
Aumento espacio disponible para almacenar	109,0 m ³
Incremento total de espacio	147,0 m ³

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, la simulación permitió validar que la implementación del rediseño propuesto en el Anexo E permitirá reducir el tiempo promedio de recorrido durante los despachos en un 15%.

La Tabla 3.10 y la Figura 3.8 muestran cómo la implementación del sistema de gestión propuesto permitirá reducir la inversión anual en costos de inventarios y adquisición de materiales. Revisar detalle en el Anexo J.

Tabla 3.10 Beneficio de regularizar compras

Costo de almacenar inventario	Antes	Después	Ahorro	Reducción
	\$ 1.401.897,67	\$ 688.886,21	\$ 713.011,47	49%

Fuente: Elaboración propia

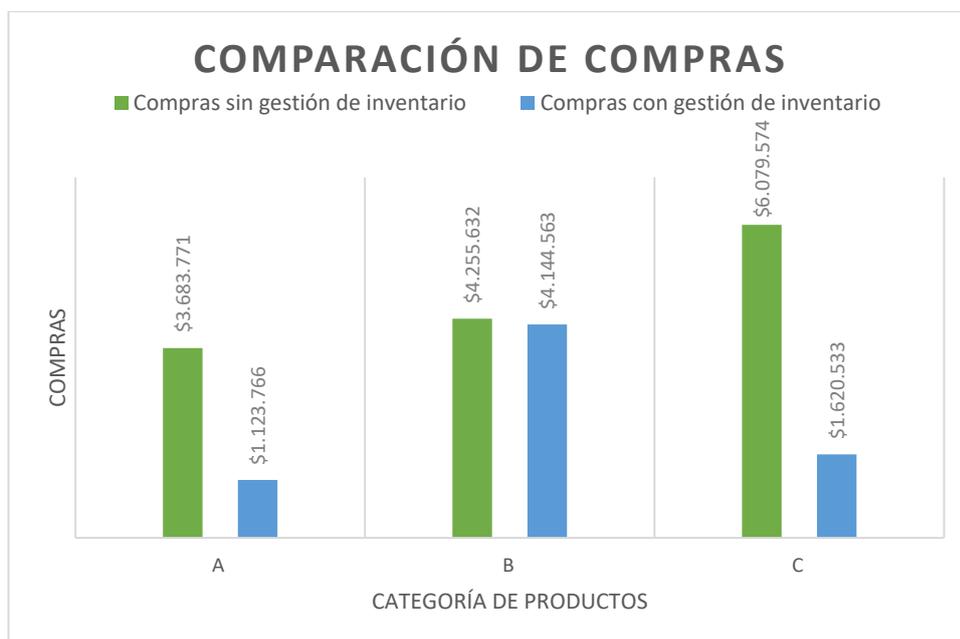


Figura 3.8 Comparación de compras con implementación de mejoras

Fuente: Elaboración propia

Al implementar el sistema de gestión propuesto se puede apreciar cómo se reduce la cantidad de adquisición de materiales categoría A y C, los cuales al ser adquiridos en cantidades apropiadas lograrán satisfacer la demanda y evitar la acumulación dentro de la bodega debido al exceso de compras y poco requerimiento de estos.

Otros beneficios específicos de implementar el rediseño propuesto en el Anexo E se puede destacar una reducción de riesgos, tiempos de recorrido, congestionamiento vial y una clara mejora de las condiciones de trabajo al contar con áreas delimitadas y pasos peatonales definidos para mayor seguridad.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La reducción de los tiempos de despacho permitirá a la bodega aumentar su nivel de servicio, el cual se traduce en entregas rápidas que implican un menor esfuerzo y de una manera más organizada y eficiente. El proyecto realizado tuvo como finalidad reducir los tiempos de despachos de materiales en una bodega, un proceso esencial para la empresa y sus actividades diarias.

4.1 Conclusiones

- La implementación de las 5S permite reducir demoras identificadas debido a búsqueda de materiales dentro de la bodega y de herramientas para realizar el despacho como es la carretilla. Así mismo, esta metodología permitirá garantizar el correcto almacenamiento de ítems para evitar que estos se deterioren durante el almacenamiento, evitando incurrir en gastos de productos.
- La estandarización de áreas y ubicación de productos permitirá reducir los tiempos de recorrido hacia los ítems y fomentará la organización al momento de almacenar materiales dentro de la bodega.
- La propuesta de rediseño permitirá maximizar la utilización del espacio y equipo con los cuales se dispone. Así mismo, permitirá realizar los despachos de una forma más eficiente, con materiales accesibles para su manejo y almacenándolos en las mejores condiciones para su protección, ya que, mejora los flujos de personas y maquinarias en la bodega. Las zonas demarcadas para peatones garantizarán la seguridad de los despachadores y reducirán los tiempos de recorrido hacia ítems y demoras por despejar áreas para realizar despacho.
- La implementación del sistema de gestión de inventario propuesto permitirá reducir el almacenamiento de materiales, reduciendo a su vez las demoras ocasionadas por despejar áreas de despachos. Se reduce el 49% del total de las compras.
- Los despachos se logran reducir considerablemente con la implementación de la metodología, se estima que dos minutos por despacho al evitar las demoras identificadas en el estudio de tiempo realizado.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un análisis estructural de los altillos de la bodega para saber cuánto peso pueden soportar y aumentar la capacidad de almacenamiento.
- Realizar un estudio de carga laboral para los despachadores.
- Comprar turbinas eólicas o extractores para disminuir la temperatura de la bodega puesto que estas no abastecen.
- Implementar la herramienta de las 5s en todas las zonas de la bodega y asignar un responsable por sector que sea constante en la metodología.
- Establecer la política de no comprar bobinas de metrajes aleatorios, comprar únicamente bobinas de los metrajes más comunes.
- Establecer la política de no comprar si los materiales tienen más de 2 años de cobertura.
- Evaluar y gestionar los materiales obsoletos para que no sean almacenados dentro de la bodega.

BIBLIOGRAFÍA

- Benjamin W. Niebel, A. F. (2009). *Ingeniería Industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mc Graw Hill.
- Hualpa, Z., Mauricio, A., & Suárez, R. (2018). Dimensionamiento de Almacén a partir de la Planificación de Requerimiento de Materiales en una Fábrica de Revestimiento de Poliuretano. *Ingeniería (0121-750X)*, 23(1).
- Cabrera, C. (20 de Mayo de 2016). *Matriz de impacto y esfuerzo*. Obtenido de Mentory: <https://mentory.online/2016/05/matriz-de-impacto-y-esfuerzo.html>
- Lidilia Cruz Rivero, C. E. (2014). *USO DE TRIZ, VOC Y QFD*. Habana.
- Nicholas, J. (2011). *Lean production for competitive advantage*. New York, United States: CRC Press.
- Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación del confort térmico con el método de Fanger. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 02-01-2019].
- Rasmusson, D. (2006). *SIPOC Picture Book: A Visual Guide to SIPOC/DMAIC Relationship*. Oriel Incorporated.
- Hirano, H. (1996). *5S for operators: 5 pillars of the visual workplace*. Productivity press.
- Sadeghian, R. (2016). Dynamic Inventory Planning with Unknown Costs and Stochastic Demand. *International Journal of Engineering Science (2008-4870)*, 27(2).
- Sistema CG-WEB (Febrero, 2019). Listado de materiales con detalle de movimientos de la empresa.

APÉNDICES

ANEXO A

Implementación 5S en la bodega norte de la empresa eléctrica

La implementación de la metodología 5S se realizó de acuerdo con el siguiente plan, el cual incluye las actividades a desarrollar, el equipo de trabajo con el que se realizaron las actividades y su fecha de implementación.

Etapa	Actividad	Equipo de trabajo	Fecha de implementación
Introducción	Presentación de la metodología 5s en la bodega y capacitación	Jefa de la bodega, responsable de activos fijos e inventario y operarios	18/12/2018
Separar	Clasificación de ítems sin movimiento durante 1 año con su respectiva ubicación, cantidad y acción sugerida	Jefa de la bodega, responsable de activos fijos e inventario y operarios	18/12/2018
	Etiquetado de los ítems sin movimiento	Jefe de la bodega y operarios	19/12/2018
	Disposición final de los ítems	Responsable de activos fijos e inventario	19/12/2018
Ordenar	Asignación de espacio de ítems y transportes de carga de la bodega	Jefe de la bodega y operarios	20/12/2018
	Etiquetado de las perchas e ítems y delimitación de áreas con marcas en el piso	Jefe de la bodega y operarios	26/12/2018
Limpieza	Realización de campaña de limpieza de la bodega	Jefe de la bodega y operarios	26/12/2018
	Creación del cronograma de limpieza y documento de verificación	Jefe de la bodega y operarios	27/12/2018
Estandarizar	Asignación de trabajos y responsables	Jefe de la bodega y operarios	27/12/2018
	Creación de la lista de inspección de las 3S: Separar, ordenar y limpieza	Jefe de la bodega y operarios	28/12/2018
Disciplina	Creación de un equipo líder para la implementación	Jefe de la bodega y operarios	28/12/2018
	Plan de suministro de recursos para la implantación de las 5 S	Responsable de activos fijos	28/12/2018
	Motivación y promoción de la metodología 5S	Jefa de la bodega y responsable de activos fijos e inventario	28/12/2018
	Evaluación del progreso	Jefa de la bodega y responsable de activos fijos e inventario	28/12/2018

Fuente: Elaboración propia

1. Introducción

La presentación de la metodología 5s fue dada por la responsable de la bodega y la capacitación por los integrantes del grupo de tesis, se realizó con el propósito de explicar la metodología 5S, su importancia, objetivos y las metas propuestas.

2. Separar

Se clasificaron los ítems sin movimiento durante 1 año, y de ellos se especificó su respectiva ubicación y cantidad. Posteriormente se etiquetó a cada uno de los ítems con ayuda de los operarios con el fin de identificarlos claramente y poder platicar con el responsable de activos fijos e inventario para que se realice la verificación de obsolescencia.

Dicha verificación ya se había pedido previamente a las áreas de comercial, técnica, talento humano y administrativa, y de ellas se obtuvo la predisposición de retirar los materiales en diferentes plazos de tiempo, pero finalmente no se realizaron las acciones acordadas por lo que los materiales siguen en la bodega.

TIPO	ITEM	Nombre	CODIGO	Existencias	Costo actual	ETIQUETA
QUIMICOS E INSUMOS MANT/PTARI	ADITIVO STOP LEAK	Aditivo	3577	1	\$ 7,80	
DOTACIONES	MASCARA COMPLETA C/CARTUCHO	Máscara	632	1	\$ 155,80	
ELECTRICOS	TUBO FLUORESCENTE 18W/110V	Tubo	1661	1	\$ 2,10	
ELECTRICOS	P* LIMPIEZA MOTORES ELEC	Solvente	7874	19,25	\$ 158,81	
SUMINISTRO OFICINAS	BLOCK GUIA DE REMISION 001-002		404	1	\$ 9,50	
SUMINISTRO OFICINAS	FACTURA 001-003		8365	2	\$ 10,20	
SUMINISTRO OFICINAS	GUIA DE REMISION 001-003		7822	1	\$ 6,00	
MEDIOS DE CULTIVOS(MICROBIOLOG	REACTIVO DE DUREZA #2 (250 ml.	Reactivo	1508	1	\$ 40,00	
LUBRICANTES	PARA ENGRASAR MARCA KARCHER	Aceite	8765	2	\$ 6,00	
FILTROS	FILTRO FLEETGUARD LFW-4018		3517	1	\$ 30,00	
FILTROS	FILTRO PH-B20		3527	1	\$ 33,25	
FILTROS	ACEITE COMPRESOR VILTER 3039B		8510	2	\$ 531,00	
REPUESTOS	BELT 0671610-14M-055 U-3022.11	Dotted	2805	1	\$ 274,98	
REPUESTOS	THOATED BELT 0571190-14M-055 U		2804	1	\$ 148,67	
REPUESTOS	COLLARIN PVC 3" A 2"	Collarin	2862	2	\$ 10,00	
REPUESTOS	BANDA		6201	8	\$ 569,28	
REPUESTOS	LOVEJOY 050	caucho	3508	17	\$ 50,49	
REPUESTOS	OF GASKET U 3001.000.761	Set	2147	1	\$ 60,46	
REPUESTOS	OF GASKET 000SCG03-P U.3022.11	Set	2139	1	\$ 185,47	
REPUESTOS	OF GASKET U 3001.000.759	Set	2146	1	\$ 179,47	

Fuente: Elaboración propia



Etiquetado de ítems sin movimiento

3. Orden

Primero se etiquetaron aquellos ítems que no tenían identificación, así la bodega tendrá mayor control de las existencias.

En las figuras a continuación se muestra una comparación del antes y el después del etiquetado de los ítems.



Antes



Después

Luego se realizó una codificación de las ubicaciones del inventario de tal manera que sea sencillo de asimilar para los operarios de la bodega, y esta se realizó de la siguiente manera:

La zona E: Es la zona de almacenaje temporal, ubicada en la entrada.

La zona A: Es la zona ubicada en el altillo central.

La zona L: Es la zona ubicada en el altillo lateral.

- Sector

Los sectores son las divisiones de las zonas y estos serán enumerados del 1 al 12, de la misma manera para las estanterías o racks se enumerarán del 1 al 40.

- Nivel

Los niveles de las estanterías serán los pisos 1,2,3,4,5, ubicados desde la parte más alta de la estantería/rack hacia el piso.

Luego de esto se procedió a etiquetar las estanterías con su respectivo número y nivel para poder hacer apreciable la ubicación de los ítems. Por último, se ordenó los ítems de acuerdo con la cantidad de salidas que estos tenían por familia, ubicando los ítems A más cercanos del área de despacho.



Antes: Perchas sin etiquetar



Después: Perchas etiquetadas

4. Limpieza

En esta etapa se realizó la limpieza de la bodega técnica, la cual consistió en quitar los membretes extras que poseían las cajas, dejando únicamente la etiqueta del nombre del ítem, y de limpiar las estanterías y el piso quitando toda la suciedad que pueda provocar daños en el material o en la salud de los operarios. Para esto se necesitó utensilios de limpieza los cuales fueron provistos por la responsable de la bodega.



Tarea de limpieza en la sub-bodega

A continuación, se muestra el antes y después de la limpieza:



Antes



Después

Adicionalmente se realizó un plan de limpieza el cual fue aprobado por la responsable de la bodega, este será implementado 2 veces a la semana, los martes y viernes.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	Día de limpieza			Día de limpieza

5. Estandarización

La etapa de estandarización tiene como objetivo controlar la implementación de las 3 S anteriores, por esto se desarrolló un formato de verificación de implementación de las etapas de clasificación, orden y limpieza.

Inspección de clasificación			
Características	Implementado		Comentario
	Si	No	
Ítems sin movimiento tienen etiqueta distintiva			
Ítems sin movimiento no están mezclados con los que sí tienen movimiento			
Los ítems innecesarios salieron de la bodega			
Se realiza la inspección de clasificación cada 15 días			

Fuente: Elaboración propia

Inspección de orden			
Características	Implementado		Comentario
	Si	No	
Los ítems tienen etiquetas de identificación			
Las perchas tienen las etiquetas correspondientes			
Las etiquetas se leen con facilidad			
Los ítems de mayor demanda están localizados cerca del área de despacho			
Los ítems están localizados por familia			

Fuente: Elaboración propia

Inspección de limpieza			
Características	Implementado		Comentario
	Si	No	
Estanterías limpias, sin polvo ni material desechado			
Pasillos limpios, sin suciedad ni material desechado			
Entrada limpia, suciedad ni material desechado			
Cajas sin mimbretes adicionales a los de su nombre			
Cajas sin polvo			
La limpieza se realiza 2 veces por semana			
La limpieza la realiza el responsable asignado			

Fuente: Elaboración propia

6. Disciplina

Para la etapa de disciplina se realizarán auditorías por parte de la responsable de la bodega quien calificará mensualmente los resultados de la implementación de las 5S con el siguiente formato, detectando puntos de mejora y ubicándolos en un tablero, el cual servirá para poner avisos y recordatorios motivando la correcta implementación de las 5S. El formato de la auditoría se encuentra adjunto en el Anexo B.

ANEXO B
Formato de auditoría 5S

Formato de Auditoría 5S					
Área:				Calificación Actual	0
Fecha:		Auditor:			
<p>0 = Sin evidencia 1 = Muy pobre 2 = Pobre 3 = Razonable 4= Bien 5 = Excelente</p>					
	No.	Ítem de Validación	Descripción	Calificación	Comentarios / Acciones
Clasificar	1	Elementos innecesarios	Hay materiales innecesarios almacenados? Elementos en desuso en el área?	0	
	2	Elementos Obsoletos No Usados	Hay materiales o equipos obsoletos / no utilizados, dañados, deteriorados duplicados o excedentes?	0	
	3	Lista de Inventario	Hay una lista de inventario con los materiales disponibles?	0	
	4	Materiales y herramientas	Hay exceso de pertenencias personales en el área? Materiales o herramientas que estén fuera de su lugar?	0	
Total				0	
Ordenar	5	Etiquetado	Los estantes, racks y otras áreas de almacenamiento están claramente marcados para indicar la ubicación del artículo? (con etiquetas y marbetas)	0	
	6	Segregación de elementos	Los elementos están segregados / clasificados? ¿Almacenados en el respectivo lugar asignado para almacenamiento según corresponda?	0	
	7	Señalización	Las estaciones de almacenamiento están claramente marcadas y tienen una señalización adecuada? (Nombre del área, extintores, marcas de piso, rótulos para artículos, etc.)	0	
	8	Señalización	La señalización está en buenas condiciones y se puede leer fácilmente	0	
Total				0	
Limpiar	9	Materiales	Existen materiales que deban ser limpiados o realizarles mantenimiento?	0	
	10	Estanterías y Racks	Están limpios los niveles de las estanterías, los mostradores	0	
	11	Pisos	¿Los pisos están limpios?	0	
	12	Suministros de Limpieza	Los suministros de limpieza se guardan donde corresponden?	0	
Total				0	
Estandarizar	13	Roles /Responsabilidades	Hay un responsable asignado para el área	0	
	14	Roles /Responsabilidades	El responsable del área realiza la clasificación, orden y limpieza	0	
	15	Rutina	El responsable del área sigue la rutina de limpieza establecida (en los horarios establecidos)	0	
	16	Rutina	El responsable del área participa de la implementación de las 5S	0	
Total				0	
Sostener	17	Programa de auditoria	Hay un programa de auditoria? Se sigue?	0	
	18	Hallazgos	Se corrigieron los hallazgos identificados en la última auditoría?	0	
	19	Comunicación de auditoria	Se han compartido auditorías pasadas con los operadores en el área? ¿Se ha publicado la última auditoría?	0	
	20	Mejoramiento	Hay planes de mejoramiento para el área?	0	
Total				0	
Comentarios Adicionales					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO C

Sistema de ubicación de materiales

Auditoría para seguimiento de la ubicación de materiales	
Pregunta	Cumplimiento (Sí/No)
¿Existe la hoja con el resumen de la ubicación de materiales de la sub-bodega?	
¿La hoja se encuentra ubicada en la entrada de la sub-bodega?	
¿La hoja está actualizada con todos los materiales existentes?	
¿La hoja se encuentra actualizada con los materiales sin movimiento y categoría A?	
¿La hoja se encuentra en buenas condiciones? (Es legible su información y ubicada en un lugar visible)	
Acciones	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D

Sistema de ubicación de materiales

N	CODIGO	NOMBRE	UBICACIÓN	DESCRIPCION
1	210502006000000	ABRAZADERA SIN FIN DE ACERO INOXIDABLE DE 51 MM. (2")	S-1-18-4	
2	410706015000000	ACEITE LUBRICANTE MULTIUSO (3 EN 1)	S-1-19-4	
3	130105002000000	ADAPTADOR DE RETENCIÓN SOCKET - OJO, DE ACERO GALVANIZADO, 120 KN	S-1-19-4	
4	201015550000000	AISLADOR ESPIGA (PIN), PORCELANA, SIN RADIO INTERFERENCIA, 15 KV, ANSI 55-5		
5	210508018000000	ALAMBRE DE AMARRE GALVANIZADO NO 18	S-10-1-5	
6	200308012000000	ARCO DE SIERRA PARA HOJA DE 12"	S-1-16-5	
7	100705001000000	BOQUILLA ESTACIONARIA, PARA CONEXIÓN, OCC, PARA 15 KV, MAXIMO 200 A.	S-1-9-4	
8	211728022000000	Bornera para 10 conexiones cable No 12 AWG	S-1-38-5	
9	100711001000000	BUSHING INSERTO TIPO ROMPE CARGAS, OCC, PARA 15 KV, MAXIMO 200 A.	S-1-9-2	
10	100711200007000	BUSHING WELL DE 200 AMPERIOS 15 KV.	S-1-38-4	
11	499999990500000	CABLE DE COBRE NO.12 THHN	S-10-1-5	SIN MOVIMIENTO
12	408080460000000	CABLE DE CONTROL DE Cu, CABLEADO 600 V, TC-THHN, 8 x 16 AWG	S-10-1-5	
13	410021910000000	CABLE DE Cu, CABLEADO, 2 KV, TTU, 1/0 AWG, 19 HILOS	S-10-1-5	
14	410021930000000	CABLE DE Cu, CABLEADO, 2 KV, TTU, 3/0 AWG, 19 HILOS	S-10-1-5	
15	410023000000000	CABLE DE Cu, CABLEADO, 2 KV, TTU, 300 MCM,37 HILOS	S-10-1-5	SIN MOVIMIENTO
16	410020580000000	CABLE DE Cu, CABLEADO, 2 KV, TTU, 4 AWG, 7 HILOS	S-10-1-5	A
17	410020540000000	CABLE DE Cu, CABLEADO, 2 KV, TTU, 8 AWG, 7 HILOS	S-10-1-5	
18	403100600000000	CABLE DE Cu, CABLEADO, 600 V, TW, 2 AWG, 7 HILOS	S-10-1-5	SIN MOVIMIENTO
19	405120540000000	CABLE DE Cu, CONCÉNTRICO, CABLEADO, 600 V, ST, 2 x 8 AWG, 7 HILOS	S-10-1-5	SIN MOVIMIENTO
20	445020810000000	Cable Preensamblado de Al, cableado, 1,1 kv, XLPE, 1 x 50 AAC + 1 x 35 AAAC mm2 (Similar a: 1 x 1/0 + 1 x 2 AWG)	S-10-1-5	SIN MOVIMIENTO
21	445030830000000	CABLE PREENSAMBLADO DE AL, CABLEADO, 1,1 KV, XLPE, 2 X 90 AAC + 1 X 50 AAAC MM2 (SIMILAR A: 2 X 3/0 + 1 X 1/0 AWG)	S-10-1-5	A
22	139999999193000	CAMISA DE REPARACION 4/0 AL. 6/1	S-1-35-3	
23	139999999194000	CAMISA DE REPARACION DE COMPRESION PARA CABLE # 477MCM 26/7	S-1-35-3	SIN MOVIMIENTO
24	219999999463000	CARGADOR DE PILAS	S-1-15-2	SIN MOVIMIENTO
25	275801192000000	CARGADORES P PORTATIL MOTOROLA 6150 C TRANSFORMADO	S-1-15-2	
26	210510008002000	CINTA AISLANTE 3M SUPER # 33	S-1-1-2	
27	220107201000000	CINTA DE ALUMINIO ADHESIVO 1/2" X 12 FT PARA LA MAQUINA ETIQUETADORA DE CONDUCTORES	S-1-1-1	
28	109999999033000	CINTA DE COBRE	S-1-1-2	SIN MOVIMIENTO
29	180504015000000	CINTA DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO	S-1-1-1	SIN MOVIMIENTO
30	100323100000000	CINTA DE ULHE AUTOFUNDIBLE PARA AISLAMIENTO, HASTA 69 KV, DE 19 MM X 0,91 M		A
31	100323250001000	CINTA DE VINYL, PROTECCIÓN UV, PARA AISLAMIENTO, HASTA 600 V, DE 13 MM X 6 M, COLOR AMARILLO	S-1-1-1	A
32	100323250000000	CINTA DE VINYL, PROTECCIÓN UV, PARA AISLAMIENTO, HASTA 600 V, DE 13 MM X 6 M, VARIOS COLORES	S-1-1-2	A
33	100323300000000	CINTA DE VINYL, PROTECCIÓN UV, PARA AISLAMIENTO, HASTA 600 V, DE 19 MM X 2 M, VARIOS COLORES	S-1-1-2	A
34	210510008004000	CINTA ELECTRICA SEMI CONDUCTORA	S-1-1-1	
35	100721050000000	CODO PORTAFUSIBLE PREMOLDEADO, OCC, 15 KV, 200 A, PARA CALIBRE 1/0 AWG	S-1-38-2	
36	100721001000000	CODO PORTAFUSIBLE PREMOLDEADO, OCC, 15 KV, 200 A, PARA CALIBRE 2 AWG	S-1-38-2	
37	100723100000000	CODO PREMOLDEADO, OCC, PARA 15 KV, MAXIMO 200 A, PARA CALIBRE 1/0-2/0 AWG	S-1-37	
38	100723001000000	CODO PREMOLDEADO, OCC, PARA 15 KV, MAXIMO 200 A, PARA CALIBRE 2 AWG	S-1-38-3	
39	100723150000000	CODO PREMOLDEADO, OCC, PARA 15 KV, MAXIMO 200 A, PARA CALIBRE 3/0 AWG	S-1-38-2	
40	100723250000000	CODO PREMOLDEADO, OCC, PARA 15/25 KV, MAXIMO 200 A, PARA CALIBRE 1/0-2/0 AWG	S-1-38-2	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO E

Propuesta de rediseño de la bodega norte de la empresa eléctrica

Esta propuesta de rediseño considera las causas identificadas en la etapa de análisis y busca reducir tiempos de demora. Adicionalmente, esta propuesta busca maximizar la utilización del espacio y la accesibilidad de todos los materiales considerando los recursos, equipos y personal disponible.

1. Capacidad de la distribución actual

Actualmente la bodega está distribuida por sectores se puede destacar lo siguiente:

- Existen sub-bodegas cerradas con rejas donde se almacenan ítems del mismo departamento. Hay más de una sub-bodega física por departamento, por ejemplo, hay 2 sub-bodegas cerradas para el departamento comercial las cuales están ubicadas no de forma contigua.



- Fuera de las sub-bodegas se encuentran racks que almacenan materiales con mayor volumen ya que no logran ser almacenados dentro de las sub-bodegas. Se desconoce el peso máximo tolerado por estos racks y debido a eso no se almacenan ítems de mucho peso y la capacidad de almacenamiento de los racks no está llena.



- Debajo del altillo central se ubican ítems en racks que son separados por pasillos que también contienen ítems almacenados volumétricamente generando restricciones al paso peatonal y más aún al paso vehicular.



- En la planta alta de los altillos se almacenan ítems de bajo peso ya que se desconoce el peso que puede resistir el piso y adicionalmente se puede visualizar vigas curvadas por fatiga.
- En la zona C, zona de cables se encuentran bobinas apiladas volumétricamente unas a lado de otras de tal forma que no hay pasillos entre ellas y no se puede visualizar las que están detrás, también se tienen pallets de ítems que no pudieron ser almacenados en otras zonas.



- Dentro de la bodega podemos encontrar una caseta donde se almacenan cajas con documentos archivados, esta caseta tenía como objetivo ser oficina administrativa donde se recibirían materiales.



- Los equipos de carga tales como los montacargas y las carretillas no tienen un área delimitada para su parqueo como se puede ver a continuación.



- Las canaletas son almacenadas cerca de la zona de despacho y ocupa un gran espacio el cual puede servir para almacenar otros ítems de mayor movimiento. Las canaletas son ítems que tienen bajo movimiento puesto que el proyecto por el que se realizaron las compras de dicho ítem fue cancelado.



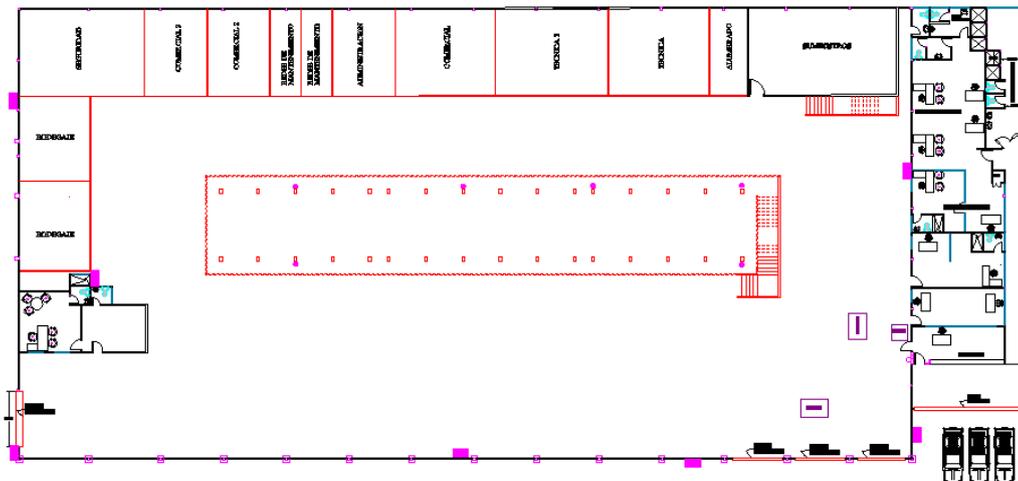
Actualmente la bodega cuenta con estanterías y racks para el almacenamiento. Las estanterías están ubicadas dentro de las sub-bodegas y los racks fuera de ellas, a continuación, se puede observar en la tabla la cantidad de estanterías y racks.

Estanterías para ítems pequeños		
Sub-bodega	Cuerpos	Pisos
Técnica 1	39	5
Técnica 2	39	5
Comercial 1	40	5
Administración	18	5
	1	7
Redes de mantenimiento 1	11	5
Redes de mantenimiento 2	8	5
Comercial 2	27	5
Comercial precinto	1	5
Seguridad	26	5
Subestaciones	6	5
Talento Humano	6	5
Altillo lateral	3	5
	4	5
	2	4
	1	6
	1	5

Racks para ítems grandes		
Sector	Cuerpos	Pisos
Fuera sub-bodegas	10	3
Debajo altillo	6	3
Altillo lateral	2	3

Se cuenta en total con 223 estanterías dentro de las sub-bodegas y 18 racks para almacenamiento que serán considerados para su uso en la redistribución.

Las dimensiones de la bodega fueron determinadas con el levantamiento de información que realizó la empresa en sus planos, los cuales se utilizaron para realizar un dibujo en Autocad con las dimensiones correspondientes.



Layout actual de la bodega

Volumen de la bodega		
Ancho	36,21	m
Largo	71,22	m
Área Base	2.578,87	m ²
Altura 1	5,63	m
Volumen 1	14 519,1	m ³
Altura 2	5	m
Volumen 2	6 447,2	m ³
Volumen Total	20 966,3	m ³

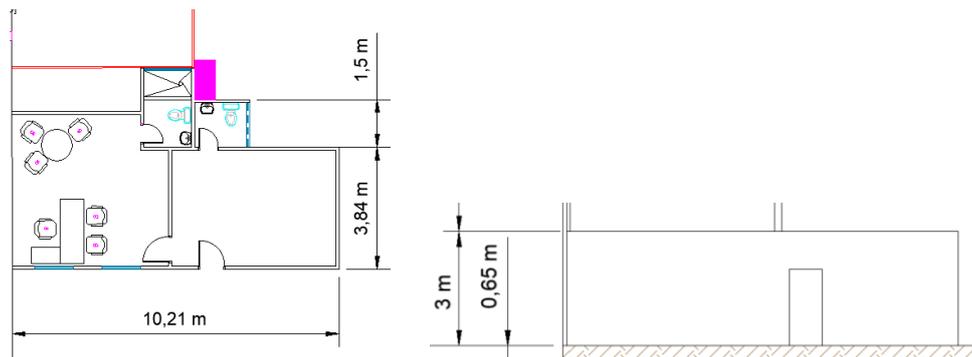
Capacidad de almacenamiento de la bodega

2. Propuesta de rediseño de la bodega

Se analizaron las siguientes mejoras en la bodega las cuales fueron consideradas en su rediseño.

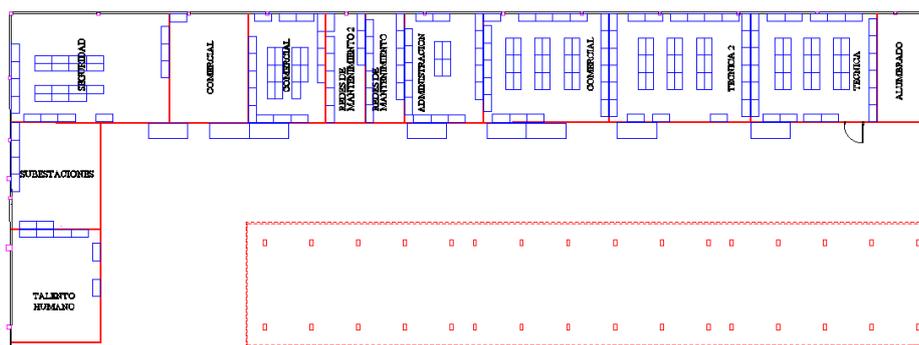
- Derrumbar la caseta:

Debido a que no cumple con un propósito esencial, permitirá disponer de aproximadamente 40 metros cuadrados de almacenamiento.

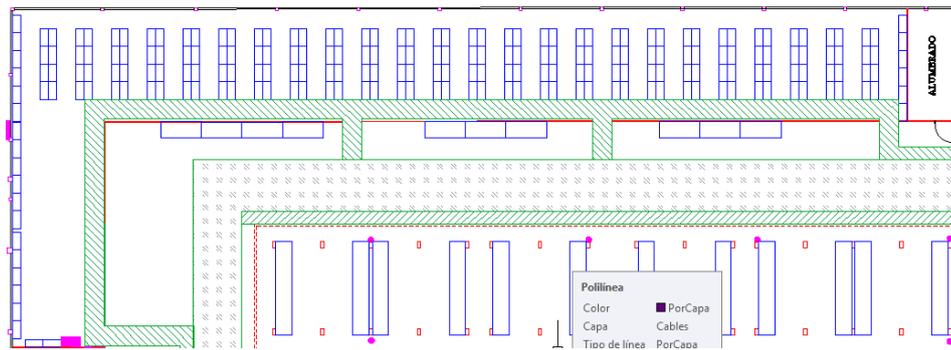


Dimensiones de la caseta

- Eliminar las rejas que restringen las sub-bodegas:
Con esta mejora se aprovecharía el espacio, el uso de las estanterías y se tendría acceso al inicio de cada estantería con la carretilla reduciendo el tiempo de recorrido.
La única sub-bodega que se recomienda dejar cerrada completamente por las rejas es la de Alumbrado, ya que se almacenan materiales que representan un costo alto.
- Cambiar la ubicación de las estanterías usadas en las sub-bodegas:
La recomendación para el almacenamiento dentro de las sub-bodegas es cambiar la disposición de las estanterías de modo que se formen columnas de 4 estanterías dejando espacio para el paso de los despachadores de una bodega a otra.



Ubicación de estanterías actualmente



Ubicación de estanterías según la propuesta

- Ubicar los ítems de acuerdo con su demanda:

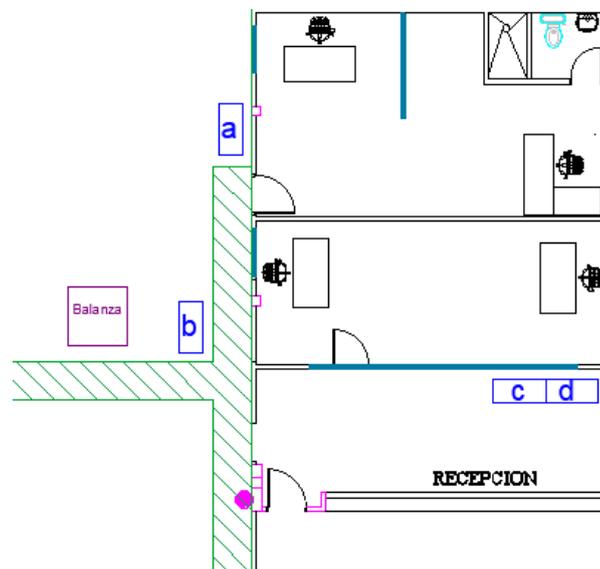
Se propone que la ubicación de los productos con mayor rotación o actividad sean más cercanos al paso peatonal sombreado con líneas oblicuas de color verde en la imagen del diseño propuesto para las estanterías.

- Identificar con colores las estanterías de las sub-bodegas:

De la mano con la implementación de las herramientas 5S se puede realizar etiquetas para las estanterías que contengan un color por cada sub-bodega y en ella muestre su código de ubicación.

- Localizar las estanterías restantes en la zona de despacho:

Ya que la propuesta deja disponibles 4 estanterías de las 222 encontradas en las sub-bodegas, se sugiere localizarlas cercanas a las zonas de despacho como se muestra en la siguiente imagen.



Localización de estanterías sobrantes

Los usos de estas estanterías se recomiendan sean los siguientes:

La estantería a para almacenamiento de los equipos de protección del personal

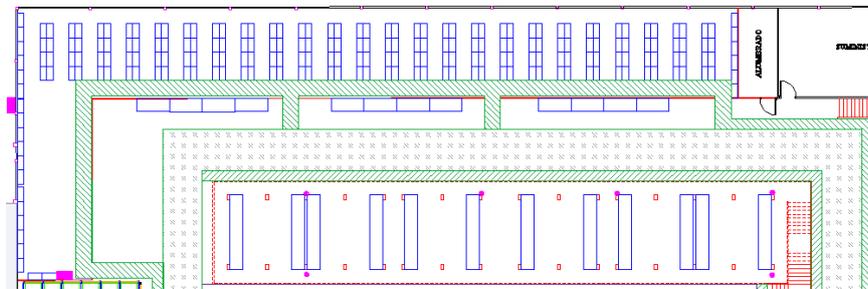
La estantería b para almacenamiento de los materiales pequeños categoría A

La estantería c para almacenamiento de las órdenes despachadas con anticipación

La estantería d para almacenamiento de las órdenes despachadas con anticipación

- Ubicar los racks que están debajo del altillo central afuera de las sub-bodegas:

Afuera de las sub-bodegas y en el altillo lateral se pueden encontrar 12 cuerpos de racks, se recomienda ordenar todos ellos en la parte frontal de las sub-bodegas con la finalidad de almacenar la mayor cantidad de pallets que están obstaculizando el paso y a su vez para que funcione como delimitante de área.

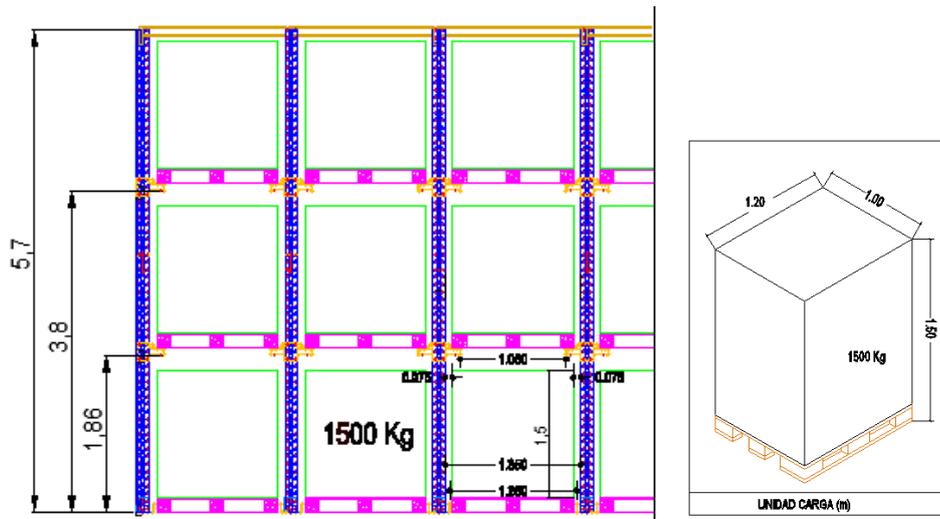


Ubicación de estanterías según la propuesta

- Utilizar racks que soporten mayor peso:

Se recomienda la adquisición de racks que permitan almacenar pallets de 1500 Kg por espacio y elevarse hasta 3 niveles, que sea de niveles ajustables a conveniencia del material que se va a almacenar y de tipo selectivo debido a la gran variedad de materiales con las cuales se cuenta en la bodega.

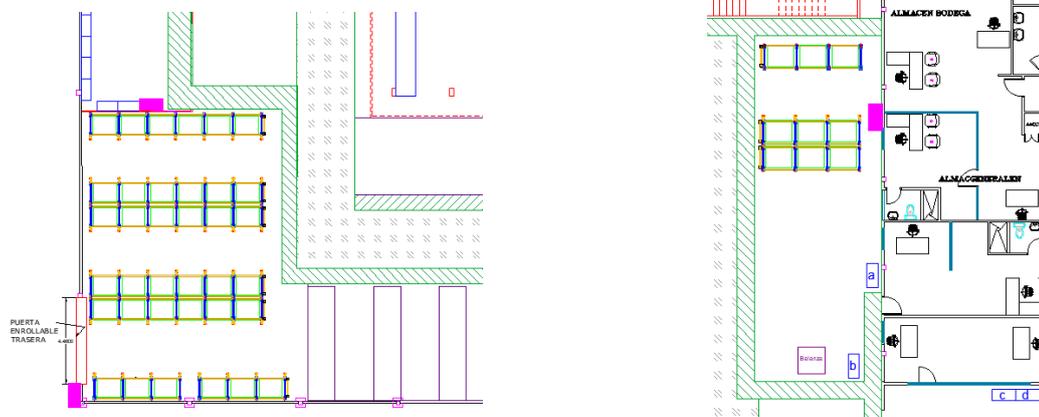
Su beneficio es aumentar la capacidad de almacenamiento, de modo que se aproveche el espacio, permitiendo despejar los espacios de tránsito y facilitando la búsqueda de este.



Estanterías ajustables

Para maximizar el uso del espacio se debería ubicar los racks en la parte posterior de la bodega almacenando ítems de baja rotación como se muestra en la figura y racks en el sector cercano a la entrada para almacenar ítems A de mayor rotación.

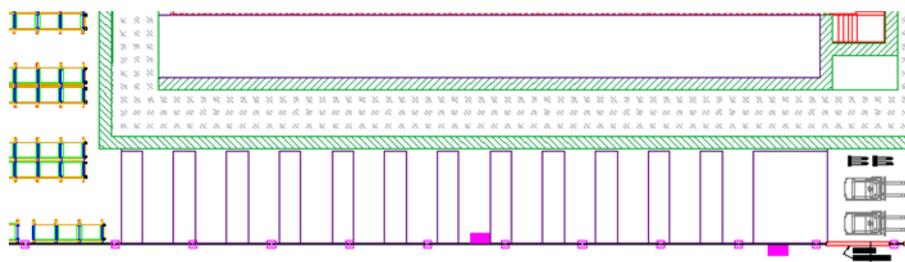
Se recomienda la instalación de 10 estructuras nuevas con capacidad para almacenar 135 pallets, los necesarios para almacenar los ítems que están obstaculizando el paso.



Estanterías ajustables ubicadas en la bodega

- Ubicar las bobinas en columnas con pasillos entre ellas:

Se recomienda ubicar las bobinas en columnas para que al pasar por los pasillos se puedan visualizar las bobinas con su respectivo metraje, en la siguiente figura se pueden observar los espacios destinados al almacenamiento de bobinas propuesto.



Almacenamiento recomendado de bobinas en el área de cable

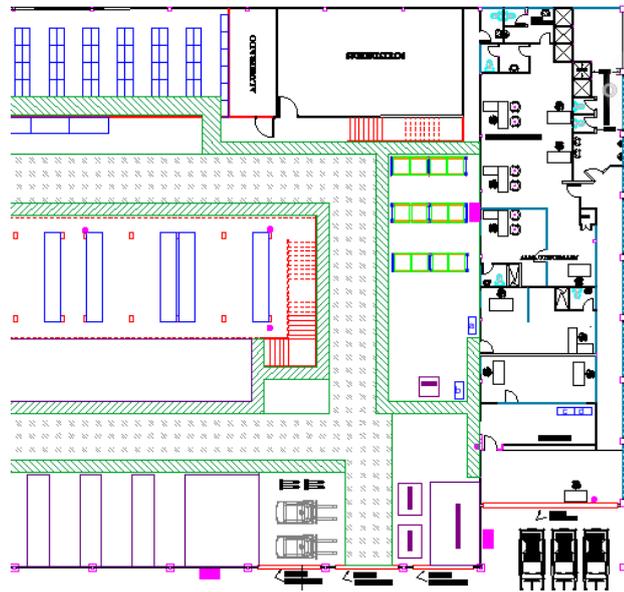
- Asignar un área para ubicar los equipos de carga:
Se recomienda que los equipos de carga tales como el montacargas y carretilla estén cercanos al área de despacho como en la siguiente figura.
- Asignar espacio adecuado para los pasillos:

Los pasillos proveen de accesibilidad, no almacenamiento, por lo que su aporte no es directo a las necesidades específicas de la bodega. El tamaño de los pasillos debe ser reducidos al mínimo permitido según estándares de seguridad, según el Decreto 2393, el ancho mínimo de los pasillos debe ser de 0,8 m. Para el tránsito de montacargas el ancho del pasillo depende de las especificaciones técnicas de cada uno, para montacargas de 2 toneladas la recomendación con respecto al ancho del pasillo es de 3,04 metros o 10 pies. (Tompkins, 1996) Dentro de la bodega se utilizan dos montacargas, uno de 1.25 toneladas y el segundo de 2 toneladas.

Tipo de Flujo	Dimensiones del pasillo recomendada en pies (ft)
Tractores	12
Montacargas de 3 toneladas	11
Montacargas de 2 toneladas	10
Montacargas de 1 tonelada	9
Montacargas de pasillo angosto	8

Fuente: Tompkins, 1996. Pág. 103.

Para el área de las sub-bodegas el ancho del pasillo será de 1,20 metros para permitir el paso de las carretillas en caso de despachos numerosos. Los pasillos para peatones se encuentran sombreados con oblicuas de color verde y el de montacargas con cuadrados, estas áreas destinadas para peatones se recomiendan que se encuentren pintadas en el piso para que las personas conozcan los caminos seguros designados.



Pasillos delimitados

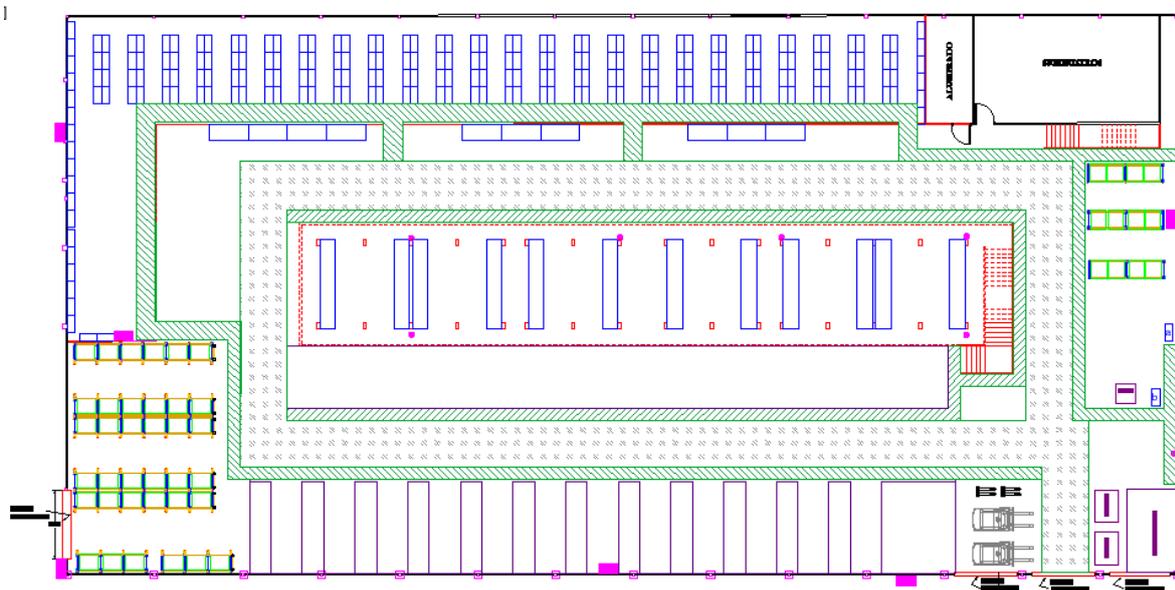
- Ubicar las canaletas en el altillo lateral:

Las canaletas están apiladas a la entrada de la bodega y existe un exceso de ellas puesto que la demanda es muy baja, por esto y por su peso liviano se recomienda reubicarlas en la parte del altillo lateral.

- Almacenamiento tipo supermercado:

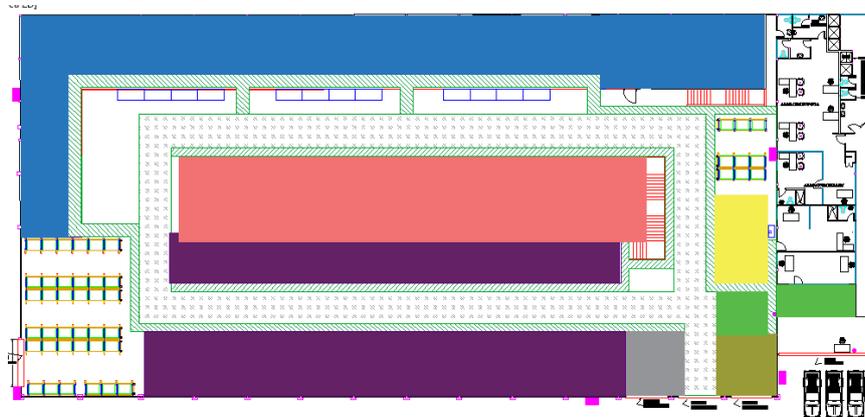
Se recomienda utilizar un almacenamiento híbrido, almacenamiento dedicado en el área de las sub-bodegas, es decir que un material no tiene una posición específica, se puede mover a otra posición si es necesario, y un almacenamiento similar al de un supermercado, con stock delantero y trasero, de modo que se reabastezcan las estanterías conforme éstos se vayan consumiendo, esto provoca beneficios tales como: la reducción de los tiempos de despachos y maximización del espacio.

A continuación, se muestra el layout del rediseño propuesto de la bodega



Layout del rediseño de la bodega

Para esta propuesta se tienen las siguientes áreas definidas:

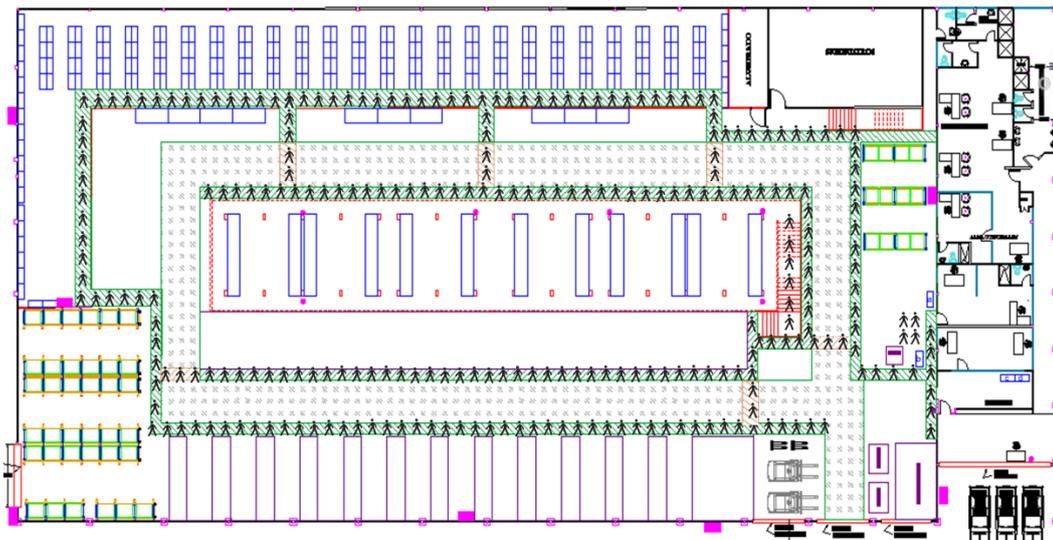


Áreas definidas

Color	Área	Descripción
Blue	Sub-bodegas	Para almacenar ítems específicos de cada departamento
Red	Attillo	Para almacenar medidores en la parte superior y materiales en la parte inferior
Purple	Cables	Para almacenar bobinas de cables de las diferentes sub-bodegas
Yellow	Recepción de materiales	Para almacenar material nuevo que debe ser ingresado a sistema o como espacio designado mientras se asigna la ubicación

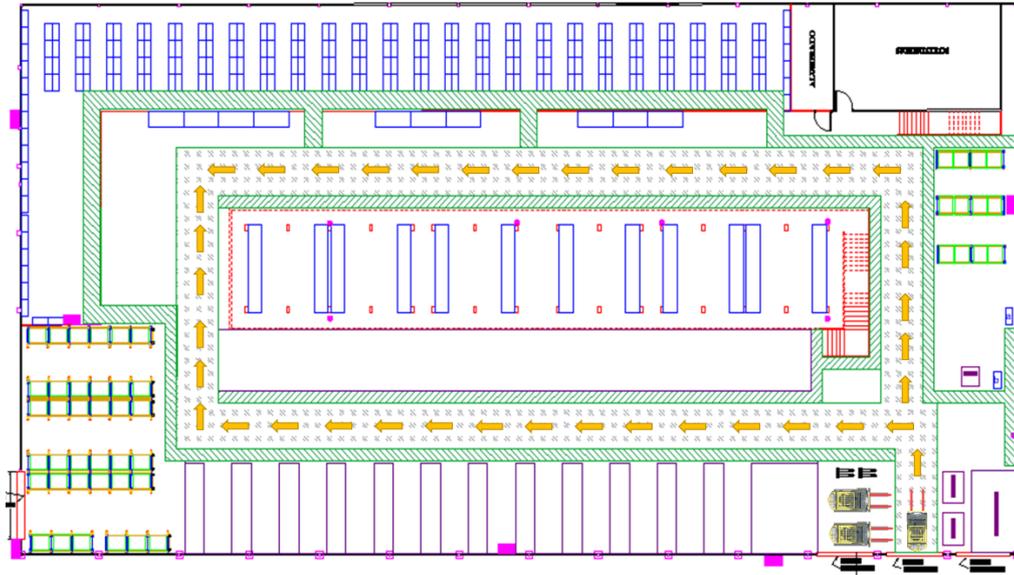
	Cortado	Espacio designado para cortar o enrollar cables, ubicación de caballetes. Uso de máquina cortadora y enrolladora.
	Despacho	Espacio designado para realizar los despachos, recibir órdenes, designar despachador, mantener material.
	Maquinaria	Espacio para montacargas y carretillas que se utilicen durante despachos.

El paso peatonal para el flujo de operarios con carretilla o sin ella será el mostrado en la siguiente figura con líneas oblicuas de color verde, considerando adicionalmente que se podrá transitar entre las estanterías y racks. Estas áreas destinadas para peatones se recomiendan que se encuentren pintadas en el piso para que las personas conozcan los caminos seguros designados.



Flujo peatonal en la bodega

El paso para el flujo del montacargas será el mostrado en la siguiente figura con cuadrados de color verde, considerando que se podrá transitar adicionalmente entre los racks.



Flujo de montacargas en la bodega

ANEXO F

Cotizaciones referenciales

DESMONTAJE DE RED DE INSTALACION DE AGUA EN CASETA A DERRUMBAR

DIF105 Ud Desmontaje de red de instalación interior de agua.

Desmontaje de red de instalación interior de agua, colocada superficialmente, que da servicio a una superficie de 20 m², desde la toma de cada artefacto sanitario hasta el montante, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de las válvulas, de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.

Rubro	Unidad	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial
1		Mano de obra			
mo008	h	Plomero.	5,411	6,91	37,39
mo113	h	Peón de albañil.	5,411	4,05	21,91
Subtotal mano de obra:					59,30
2		Herramienta menor			
	%	Herramienta menor	2,000	59,30	1,19
Costos directos:					60,49
Costos totales:					60,49

Pliego de condiciones

RUBRO DIF105: DESMONTAJE DE RED DE INSTALACIÓN INTERIOR DE AGUA.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desmontaje de red de instalación interior de agua, **colocada superficialmente**, que da servicio a una superficie de **90 m²**, desde la toma de cada artefacto sanitario hasta el montante, **con medios manuales**, y carga manual sobre camión o contenedor.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS RUBROS DEL SOPORTE.

Se comprobará que la red de alimentación de agua está desconectada y fuera de servicio. Se comprobará que la instalación se encuentra completamente vacía.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Desmontaje del elemento. Obturación de las conducciones conectadas a la instalación. Retirada y acopio del material desmontado. Limpieza de los restos de obra. Carga manual del material desmontado y restos de obra sobre camión o

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Las conexiones con las redes de suministro quedarán debidamente obturadas y

CRITERIO DE MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se medirá el número de unidades realmente desmontadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye el desmontaje de las válvulas, de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.

DEMOLICION PARCIAL DE EFICIO

DCP010 m³ Demolición parcial de edificio.

Demolición parcial, elemento a elemento, con medios manuales y mecánicos, de edificio de hasta 250 m³ de volumen, con una edificación colindante y/o medianera, con una altura edificada de hasta 4 m y una superficie media de hasta 200 m², y carga mecánica sobre camión o contenedor. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es normal, a la vista de los estudios previos realizados. El precio no incluye la demolición de la cimentación, la demolición de la solera ni la tasa de disposición final por entrega de residuos a gestor autorizado.

Rubro	Unidad	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial
1		Equipo y maquinaria			
mq05mai030	h	Martillo neumático.	0,064	4,01	0,26
mq05pdm010b	h	Compresor portátil eléctrico 5 m ³ /min de caudal.	0,032	6,79	0,22
mq01pan010f	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 220 kW/4 m ³ .	0,049	65,85	3,23
mq01exc030a	h	Retroexcavadora sobre cadenas, de 118 kW, con cizalla de demolición.	0,057	103,20	2,80
mq08sol010	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	0,050	7,25	0,36
Subtotal equipo y maquinaria:					6,87
2		Mano de obra			
mo019	h	Maestro soldador.	0,051	6,80	0,35
mo020	h	Albañil.	0,051	6,69	0,34
mo113	h	Peón de albañil.	0,204	4,05	0,83
Subtotal mano de obra:					1,52
3		Herramienta menor			
	%	Herramienta menor	2,000	8,39	0,17
				Costos directos m³:	\$ 8,56
				Costos total 150 m³:	\$ 1.284,00

Pliego de condiciones

RUBRO DCP010: DEMOLICIÓN PARCIAL DE EDIFICIO.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Demolición parcial, elemento a elemento, con medios manuales y mecánicos, de edificio de hasta 250 m³ de volumen, con una edificación colindante y/o medianera, con una altura edificada de hasta 4 m y una superficie media de hasta 200 m², y carga mecánica sobre camión o contenedor. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es normal, a la vista de los estudios previos realizados.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS RUBROS

DEL SOPORTE.

Se verificará que en el interior del edificio a demoler no hay almacenados ni mobiliario utilizable ni materiales combustibles, explosivos o peligrosos; y que se ha procedido a su desratización o desinfección en caso de que fuese necesario. Deberán haberse concluido todos aquellos trabajos preliminares previstos en el Proyecto de Derribo correspondiente: medidas de seguridad, anulación y neutralización por parte de las compañías suministradoras de las acometidas de instalaciones, trabajos de campo y pruebas, apeo y apuntalamientos de las edificaciones colindantes o medianeras, en caso de que las hubiere. Se habrán tomado las medidas de protección indicadas en el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en relación con los operarios encargados de la demolición como con terceras personas, viales, elementos públicos o edificios colindantes. Se dispondrá en obra de los medios necesarios para evitar la formación de polvo durante los trabajos de demolición del edificio y, si éste está constituido por una estructura de madera o por abundantes materiales combustibles, de los sistemas de extinción de incendios adecuados.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 60 km/h.

DEL CONTRATISTA.

Habrá recibido por escrito la aprobación, por parte del director de la ejecución de la obra, de su programa de trabajo, conforme al Proyecto de Derribo.

FASES DE EJECUCIÓN.

Demolición elemento a elemento, con el apuntalamiento provisional que sea necesario. Fragmentación de los escombros en piezas manejables. Retirada y acopio de escombros. Limpieza de los restos de obra. Carga mecánica de escombros sobre camión o contenedor.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se conservarán los apuntalamientos, apeos o contenciones realizados para la sujeción de las edificaciones medianeras, hasta que se efectúe la consolidación definitiva.

CRITERIO DE MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se medirá el volumen realmente demolido según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye la demolición de la cimentación, la demolición de la solera ni la tasa de disposición final por entrega de residuos a gestor autorizado.

COTIZACION DE TRABAJO DE PINTURA

Pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color blanco y rojo, acabado mate, aplicada en dos manos, (rendimiento: 0,2 kg/m² cada mano), sobre superficies **interior de hormigón o de mortero autonivelante**, **previa aplicación de 0,3 kg/m² de imprimación de dos componentes, a base de resina epoxi sin disolventes** (sin incluir la preparación del soporte).

Rubro	Unidad	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial
1		Materiales			
mt27upx030a	kg	Imprimación de dos componentes, a base de resina epoxi sin disolventes, para incrementar la adherencia de recubrimientos sintéticos sobre superficies de hormigón.	0,300	20,57	3,17
mt27upx020fb	kg	Pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color blanco y rojo, acabado mate, aplicada con rodillo de pelo corto.	0,400	10,00	2,00
Subtotal materiales:					5,17
2		Mano de obra			
mo038	h	Pintor.	0,138	4,18	0,58
mo076	h	Ayudante pintor.	0,138	2,64	0,36
Subtotal mano de obra:					0,94
Costos directos:					\$ 6,11
Costos total:					\$ 812,63

Pliego de condiciones

RUBRO ROO020: PINTURA DE POLIURETANO SOBRE PISOS DE HORMIGÓN Y SINTÉTICOS.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y aplicación de pintura sobre superficies **interior de hormigón o de mortero autonivelante**, mediante la aplicación **con rodillo de pelo corto** de una primera mano de **pintura de dos componentes, a base de poliuretano alifático y disolvente, de color verde RAL 6001, acabado mate**, y una **segunda mano del mismo producto**, (rendimiento: 0,2 kg/m² cada mano). Incluso parte proporcional de limpieza de la superficie soporte; **aplicación de 0,3 kg/m² de imprimación de dos componentes, a base de resina epoxi sin disolventes**; y preparación de la mezcla. Sin incluir la preparación del

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS RUBROS DEL SOPORTE.

El soporte tendrá una resistencia a tracción mínima de 1,5 N/mm² y presentará una porosidad y rugosidad superficial suficientes para facilitar la adherencia de los productos. Se comprobará que el soporte está seco, presentando una humedad inferior al 4%. Se comprobará que está limpia de polvo, aceite, grasa u otro agente contaminante.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura del soporte sea inferior a 10°C o superior a 30°C.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza general de la superficie soporte. Aplicación con rodillo de una mano de imprimación. Preparación de la mezcla. Aplicación de dos manos de acabado.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente al polvo durante el tiempo de secado y, posteriormente, frente a acciones químicas y mecánicas.

CRITERIO DE MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, con el mismo criterio que el soporte base.

Estantería Industrial - Oferta No: 1 00 8261
TIPO: ESTANTERÍA SELECTIVA SIMPLE DE 3 NIVELES

CLIENTE / CUSTOMER :	Daniilo Vargas Alarcón	Revisión oferta : 001
CONTACTO / CONTACT :	ING. DAVID SALCEDO	Fecha : 15-ene-19
UBICACIÓN / LOCATION :	GUAYAQUIL	Ciudad : Guayaquil
TIPO DE ESTANTERÍA / TYPE OF RACK :	SELECTIVO	
UNIDAD DE CARGA / LOAD UNIT (mm) :	1200*1000*1500 (frente * fondo * alto)	
UNIDAD DE CARGA / LOAD UNIT (Kg.) :	1500 Kg. / Pallet	
TAMAÑO DEL PROYECTO / PROJECT SIZE :	135 Posiciones.	

ESTANTERÍA SELECTIVA SIMPLE		Posiciones: 135 pallets			
Cantidad	Detalle	Peso Unitario Kg.	Peso Total Kg.	PVP Unitario	PVP Total
55	Frame	106,31	5847,05	\$ 284,15	\$ 15.628,25
15	Frame EF120/2,0/7700mmH	44,2	663	\$ 118,14	\$ 1.772,10
110	Floor Fixing M12*100	0,13	14,3	\$ 0,94	\$ 103,40
68	Support Arm/Single	1,82	123,76	\$ 7,13	\$ 484,84
140	Support Arm/Double	2,38	333,2	\$ 8,60	\$ 1.204,00
96	Portal Beam 1350mmCE	4,6	441,6	\$ 15,17	\$ 1.456,32
27	Back H.Brace 1350mmCE (C83)	2,97	80,19	\$ 7,87	\$ 212,49
54	Connector for Back H.Brace	0,84	45,36	\$ 3,07	\$ 165,78
28	Overhead Bracing 1710mmL	4,35	121,8	\$ 11,84	\$ 331,52
12	Back Cross Bracing 2900mmL	7,38	88,56	\$ 20,07	\$ 240,84
		Subtotales :	7758,82		\$ 21.600

SOLDADURA ESPECIAL :

Cantidad	Detalle	Peso Unitario Kg.	Peso Total Kg.	PVP Unitario	PVP Total
1	Special Welding	0,00 Kg.	0 Kg.	\$ 915,22	\$ 915,22
		Subtotales :	0 Kg		\$ 915

MANO DE OBRA :

Cantidad	Detalle	Tipo Estant.	Ciudad	PVP Unitario	PVP Total
135 pos.	Instalación de estantería	Selectivo	Guayaquil	\$ 4,29	\$ 579,15
		Subtotales :	0 Kg		\$ 579

PVP TOTAL (Estructura + instalación) - Sin IVA : \$ 23.094

OPCIONALES - ACCESORIOS :

Cantidad	Detalle	Peso Unitario Kg.	Peso Total Kg.	PVP Unitario	PVP Total
46	Shim t=1mm for N90 post	0,14	6	\$ 0,55	\$ 25,30
80	Shim t=3mm for EF120 post	0,63	50	\$ 2,56	\$ 204,80
1	Side Barrier 1100mmL/600mmH(q76)	22,73	23	\$ 90,05	\$ 90,05
8	Floor Fixing M12*100	0,13	1	\$ 0,92	\$ 7,36
10	Floor Guide Rail	111,32	1113	\$ 359,57	\$ 3595,70
3	Side Barrier 2100mmL/600mmH(q76)	37,02	111	\$ 146,67	\$ 440,01
		Subtotales :	1304,87		\$ 4.363

INSTALACIÓN - ACCESORIOS :

Cantidad	Detalle	Tipo Estant.	Ciudad	PVP Unitario	PVP Total
7	Instalación de protectores de marco	Selectivo	Guayaquil	\$ 13,33	\$ 94,00
					\$ 94

PVP TOTAL (Estructura + instalación + accesorios) - Sin IVA : \$ 27.551

CONDICIONES DE VENTA :

TIEMPO DE ENTREGA ESTIMADO - ESTRUCTURA :

14 - 16 Semanas, a partir del pago del anticipo y/o contra confirmación de pedido.

Entrega en las instalaciones del cliente

TIEMPO DE ENTREGA ESTIMADO - INSTALACION :

SELECTIVA Tipo de Estantería

8,00 Días laborables (sujeto a disponibilidad del cliente)

* Día Laborable: Jornada entre Lunes y Viernes - 8:30 - 17:00 hrs.

"Nota: La estantería industrial OTL Systems detallada en la presente oferta, corresponde al tipo Estantería Convencional por lo que ha sido calculada únicamente bajo el escenario requerido por el cliente."

GARANTIA :

Durante 05 años contra defecto de fabricación de materiales, contado a partir de la entrega de la instalación.

FORMA DE PAGO :

70% Contra Orden de Compra

30% Contra Entrega de instalación

VALIDEZ DE LA OFERTA :

15 días a partir de la Valido Hasta: 30-ene-19

Nota: En caso de existir incrementos de precio como resultado de modificaciones de impuestos & tasas establecidas por las instituciones públicas, durante el tiempo entre la colocación de la Orden de Compra y la entrega del bien, estos serán asumidos por el cliente, y serán agregados a la factura al momento

de la entrega del bien.

OBSERVACIONES :

El producto es OTL Systems, leer las especificaciones técnicas en el documento adjunto: "Especificaciones La Cotización corresponde al plano adjunto, el cliente debe estar a conformidad con las medidas y diseño.

Nota: una vez aprobada la oferta y cerrada la venta del proyecto, se debe adjuntar de forma

OLIGATORIA el plano aprobado y firmado por el cliente

Esperamos que nuestra oferta sea de su total interés. Cualquier inquietud gustosamente los atenderemos.

ANEXO G
Aplicación desarrollada en Microsoft Excel para Gestión de Inventario
Manual de Usuario

Versión: 1
Fecha: 20/01/2019

HOJA DE CONTROL DE CAMBIOS

Proyecto	Gestión de inventario		
Entregable	Manual de Usuario		
Autor	Danilo Vargas, Katherine Obando		
Versión/Edición	01	Fecha Versión	28/08/2018
Aprobado por		Fecha Aprobación	28/08/2018
		Nº Total de Páginas	15

REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
01	Versión inicial	Danilo Vargas, Katherine Obando	18/01/2019

ADMINISTRADOR Y CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Nombre y Apellidos
Ec. Danilo Torres

INTRODUCCIÓN

El presente manual resume el archivo “Gestión de Inventario” y su manejo para el correcto funcionamiento. La herramienta fue desarrollada para uso de todos los departamentos que deseen consultar información de los materiales que se almacenan en la bodega de la empresa.

Objetivo

Regularizar la gestión de compra para evitar que el inventario de los materiales exceda las necesidades y capacidad de la bodega de materiales.

Alcance

Gestión de inventario de la bodega norte de la empresa.

Funcionalidad

Permite buscar ítems por código y sub-bodega a la cual pertenece para presentar un resumen de su comportamiento desde el año 2016 y un pronóstico para próximos periodos. Así mismo, el documento realiza unas recomendaciones para la adquisición de materiales para el reabastecimiento considerando egresos previos, costos de material y de adquisición. El archivo cuenta con pestañas en las cuales el usuario podrá navegar y actualizar la información para presentar resultados actualizados.

Pestañas

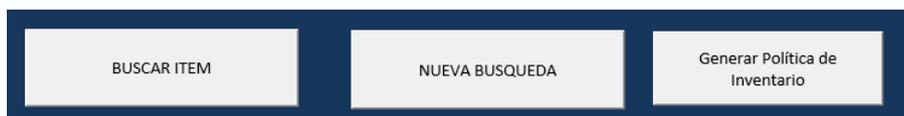
El archivo consta de cinco pestañas visibles que cumplen un propósito esencial en el cálculo de los pronósticos y propuesta de gestión de inventario. Las pestañas se detallan a continuación:

- Buscar. - Es la primera pestaña del archivo, en esta hoja se deberá ingresar el código del ítem que se desea buscar y la sub-bodega a la cual pertenece.
- Resumen. – Esta pestaña, presentará todos los egresos mensuales que tuvo el ítem desde el 2016 hasta la fecha que se haya actualizado el inventario inicial.
- Política. – En este segmento se encontrará una interfaz que realizará recomendaciones para la gestión de inventario, determinará las cantidades y los periodos en los cuales se deberá realizar un pedido.
- Historial de egresos. – Hoja del documento en la cual se registran los egresos descargados del sistema de control de la bodega.
- Inventario a la fecha. - Hoja del documento en la cual se registran los inventarios actualizados de los materiales que se encuentran en la bodega.

Botones

Dentro de la plataforma se encuentran 3 tipos de botones que permiten movilizarse a través de las pestañas. Los botones se detallan a continuación:

- **Buscar Ítem.** – Este botón se encuentra en la primera pestaña de Buscar. Al presionar este botón usted será redirigido a la pestaña Resumen donde encontrará la información del ítem que se desea consultar.
- **Nueva Búsqueda.** – Este botón se encuentra en todas las pestañas del archivo, al utilizarlo será redirigido a la página principal de búsqueda para que ingrese el código y sub-bodega para una nueva consulta.
- **Generar Política de Inventario.** – Este botón se encuentra en la pestaña Resumen, al hacer uso de este será redirigido a la pestaña Política para realizar la consulta de adquisición del ítem.

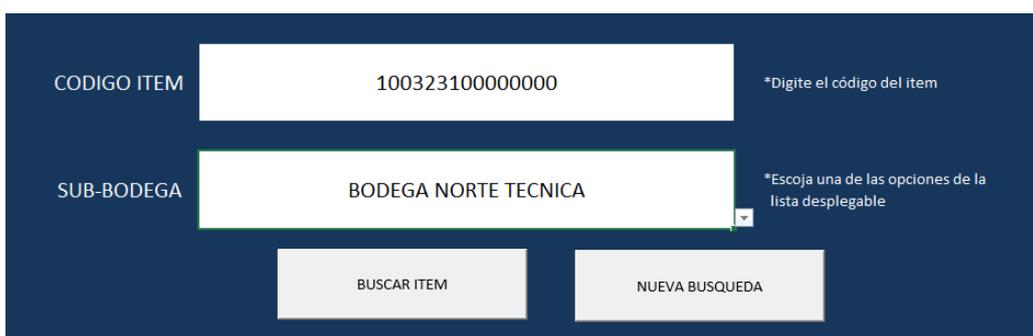


NAVEGACIÓN

Buscar

En esta hoja usted deberá digitalizar el código completo del ítem que se desea analizar, estos códigos son asignados a los materiales que se almacenan en la bodega. Adicionalmente, la plataforma le pedirá que seleccione de una lista desplegable la Sub-bodega a la cual pertenece, otra especificación que tienen los materiales que se almacenan en la bodega.

A continuación, se presentan dos botones. El primero “BUSCAR ITEM” lo llevará a la siguiente pestaña del documento donde se presentará el resumen de éste. La segunda opción, “NUEVA BUSQUEDA”, borrará el código y sub-bodega para que se inicie otra búsqueda.

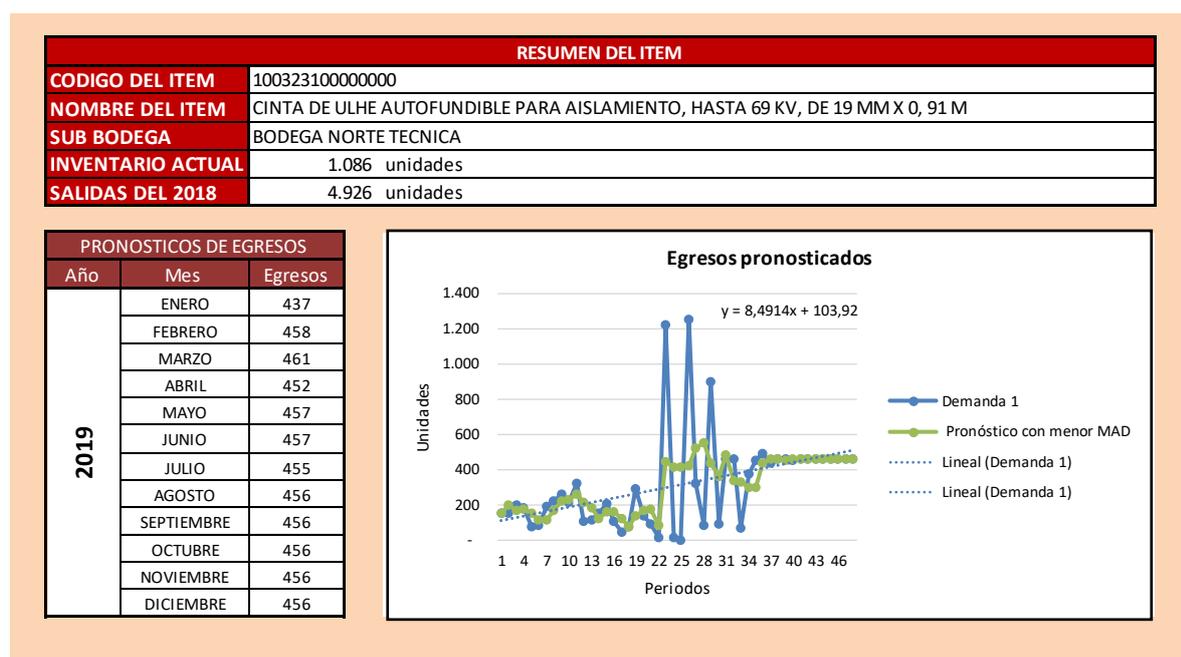
A search form interface on a dark blue background. It features two input fields: 'CODIGO ITEM' containing the value '100323100000000' and 'SUB-BODEGA' containing 'BODEGA NORTE TECNICA'. To the right of the first field is the instruction '*Digite el código del ítem'. To the right of the second field is '*Escoja una de las opciones de la lista desplegable'. Below the fields are two buttons: 'BUSCAR ITEM' and 'NUEVA BUSQUEDA'.

Resumen

Posterior a presionar el botón de “BUSCAR ITEM” en esta pestaña Buscar el documento lo redireccionará a esta pestaña, en la cual se encontrará detallado todos los egresos mensuales que ha tenido el producto desde el año 2016 hasta el 2018.

HISTORICO		
MOVIMIENTO DEL ITEM MENSUAL		
Año	Mes	Egresos
2018	ENERO	0
	FEBRERO	1250
	MARZO	319
	ABRIL	79
	MAYO	898
	JUNIO	90
	JULIO	456
	AGOSTO	457
	SEPTIEMBRE	67
	OCTUBRE	372
	NOVIEMBRE	450
	DICIEMBRE	488
2017	ENERO	111
	FEBRERO	153
	MARZO	208
	ABRIL	105
	MAYO	44
	JUNIO	72
	JULIO	292
	AGOSTO	139
	SEPTIEMBRE	88
	OCTUBRE	11
	NOVIEMBRE	1222
	DICIEMBRE	9
2016	ENERO	149
	FEBRERO	151
	MARZO	197
	ABRIL	185
	MAYO	76
	JUNIO	78
	JULIO	187
	AGOSTO	223
	SEPTIEMBRE	258
	OCTUBRE	209
	NOVIEMBRE	320
	DICIEMBRE	104

Con base a los datos históricos, el documento realiza un pronóstico para el siguiente año, para esto, realiza un pronóstico que se ajuste más al comportamiento histórico de los egresos. Esta sección presentará el pronóstico resumido en una tabla y en un gráfico junto con los egresos reales para apreciar el comportamiento y facilitar la toma de decisiones con respecto a esta proyección. Así mismo, en esta sección se presenta un resumen del material el cual incluye el código, nombre, sub-bodega, inventario actual y la cantidad de salidas del año 2018 para que el usuario pueda confirmar que el material presentado corresponde al buscado.



Política

Esta pestaña permitirá al usuario determinar la mejor política de inventario que se debería implementar para el producto. Esta hoja pedirá que ingrese dos valores esenciales para determinar la política, el costo unitario y el costo de realizar el pedido, los cuales son referentes al material que se está analizando.

Inserte los siguientes datos:	
Costo Unitario:	0
Costo Realizar el pedido:	0



Ingrese los datos para el cálculo

La política utilizada en este archivo consiste en una heurística que determina las cantidades óptimas de pedido y el periodo en el cual se deberían realizar, información que es presentada en la tabla Gestión de Inventario.

GESTION DE INVENTARIO 2019		
Año	Mes	Compras
ADQUISICIONES 2019	ENERO	0
	FEBRERO	0
	MARZO	270
	ABRIL	452
	MAYO	457
	JUNIO	457
	JULIO	455
	AGOSTO	456
	SEPTIEMBRE	456
	OCTUBRE	456
	NOVIEMBRE	456
	DICIEMBRE	456

Finalmente, se encuentra un recuadro con una recomendación de las acciones que se deberían realizar. La gestión de inventario considera el costo de almacenar el producto y el inventario inicial. En la columna compras se especifica la cantidad que se deberá ordenar considerando el costo del ítem y de ordenarlo, en caso de ser cero, lo más recomendable es que no se ordene en determinado mes. Cuando la recomendación especifica que no se deberían realizar pedidos es porque el ítem no tuvo salidas durante el último año o hay una cantidad de existencias en inventario capaz de satisfacer la demanda pronosticada para el siguiente año, en ambos casos realizar una nueva adquisición sería innecesario.

RECOMENDACION:	RECOMENDACION:
Se debería pedir en los periodos señalados las cantidades indicadas	No se debería realizar pedidos

Historial de Egresos

Esta hoja permitirá al administrador del documento actualizar el listado de egresos de los materiales en la bodega. Los datos que se incorporan en esta pestaña son los mismos de la base de datos que se descarga del sistema de administración actual de la empresa, verificar que el formato en el cual se adjuntan los datos es el mismo que los presentados. Esta pestaña es recomendable actualizarla cada mes previo a su difusión a los diferentes departamentos para que la información que sea consultada sea lo más actualizada posible. Adicionalmente, en esta hoja se podrán eliminar los egresos que se consideren aberrantes para el pronóstico o que no se deseen considerar en el pronóstico.

Inventario Inicial

Esta hoja permitirá al administrador del documento actualizar el inventario de los materiales en la bodega. Los datos que se incorporan en esta pestaña son los mismos de la base de datos que se descarga del sistema de administración actual de la empresa, verificar que el formato en el cual se adjuntan los datos es el mismo que los presentados. Esta pestaña es recomendable actualizar cada mes previo a su difusión a los diferentes departamentos para que la información que sea consultada sea lo más actualizada posible.

PREGUNTAS FRECUENTES

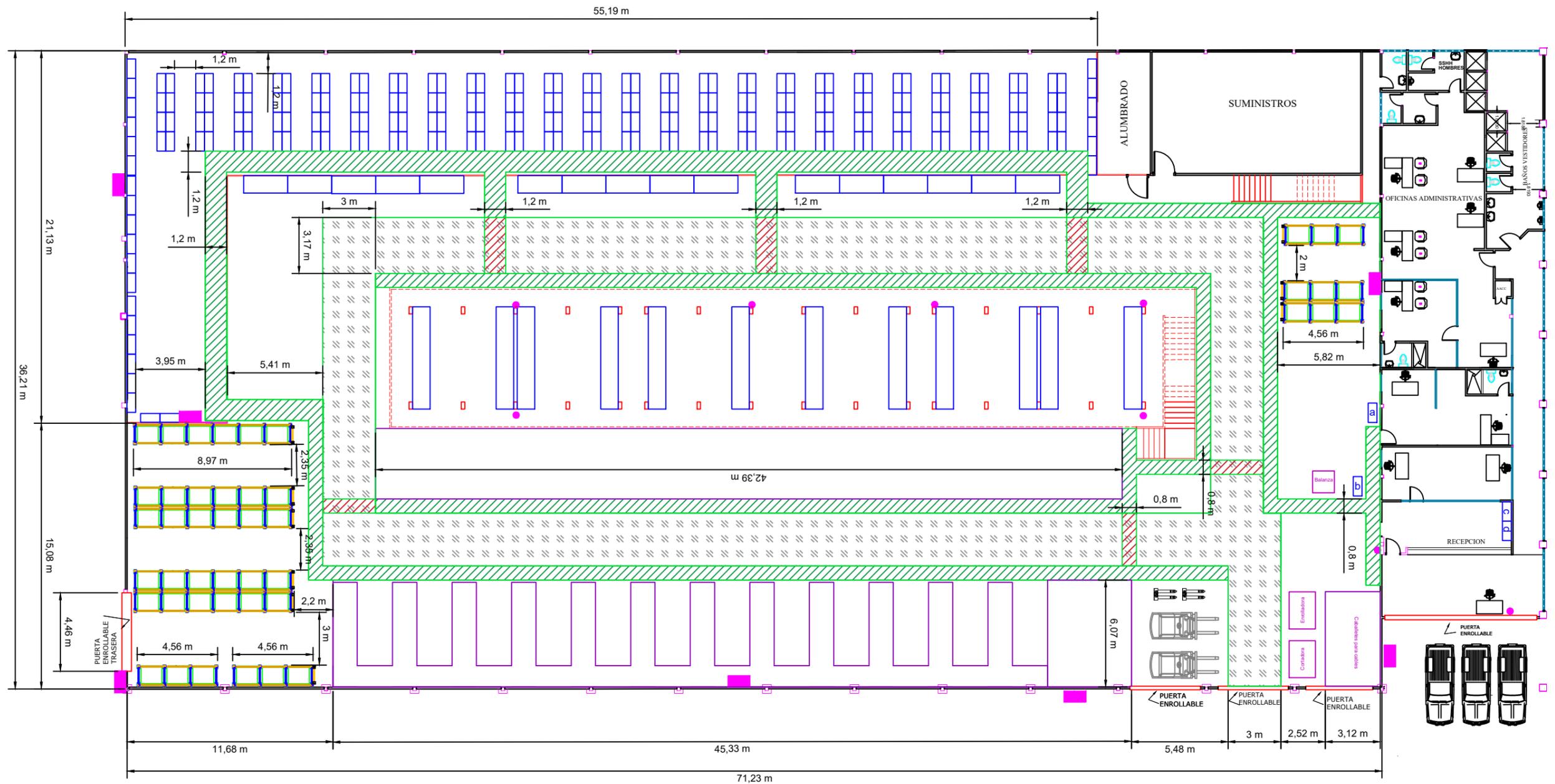
P1. ¿Se debería actualizar el archivo al ser utilizado en otra máquina?

R1. Cuando se abre el archivo y se solicita automáticamente actualizar vínculos de fuentes externas, no se debe actualizar. En caso de que el archivo haya sufrido modificaciones específicas por parte del administrador los vínculos y fuentes externas no se consideran en este manual.

P2. ¿Se debería guardar al cerrar el archivo?

R2. No, se recomienda que el archivo al ser cerrado no sea guardado con cambios que se hayan realizados en el mismo por parte de los consultores.

ANEXO H
Plano 1 Rediseño de la Bodega



Proyecto:	Autores:	Fecha	ESPOL
Rediseño de una bodega de materiales	Katherine Obando Danilo Vargas	29/01/2019	
Escala:	Contenido:	No.	
1:25	Bodega Norte Rediseño Propuesto Vista Superior	1/1	

ANEXO I

Clasificación ABC de productos

Item	Bodega	Nombre del item	Total de ingresos	Total de egresos	Frecuencia de salidas	Inventario promedio	Índice de rotación anual	Días de cobertura	Meses de cobertura	Categoría 2 (Salidas)	Categoría 1 (Unidades demandadas)
21051235000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	PRECINTO PLÁSTICO DE 350 MM	232578	-203200	63	431257	0,47118067	774,649789	25	A	A
06330204000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIO DE SEGURIDAD DE POICARBONATO COIOR ROJO	45619	-708682	78	1147908	0,61736831	591,219201	19	A	A
04423266000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE ANTHURTO DE AL AA-8000, CAVIEADO, 600 V, PIEX, 2 X6 + a X6	680905,75	-1041016	205	1596068	0,65223805	559,611631	19	A	A
06330205000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIO DE SEGURIDAD DE POICARBONATO COIOR BLANCO	42968	-371657	193	515154	0,72144894	505,926313	17	A	A
21051606000000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	TACO FISHER NO 6	5438278	-5484195	64	5322064	1,030464	354,203966	12	A	A
21939610200000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	GRAPA METÁLICA TIPO UÑA PARA TUBERÍA DE a2"	8767	-25200	40	3537164	0,00712435	51232,7264	1684	A	B
21031003000000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	TORNILLO DE ACERO TRIPIA DE PATO DE 8 X 25 MM	7022	-56040	59	5843198	0,00959064	38067,9431	1251	A	B
21999999353000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	AMARRAS PLÁSTICAS 20CM X 4,6MM	6732	-47600	59	1950669	0,02401088	14957,8646	492	A	B
04503082000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE prensablado DE AL, CAVIEADO, a.a KV, PIEX, 2 X70 BCC + a X50	539	-12500	2	47005	0,26593024	1732,54038	45	B	B
06330301000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIOS DE SEGURIDAD TIPO TORNILLO METÁICO, COIOR AMARILLO	80565	-21268	23	57727	0,36842354	990,707591	33	A	B
01300601000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	MÉNSUA TERMOPIÁSTICA, DE RETENCIÓN, ACOMETIDA PARA POSTE	46605	-10420	9	25526	0,40820447	894,159734	29	B	B
06330302000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIOS DE SEGURIDAD TIPO TORNILLO METÁICO, COIOR BLANCO	307100	-95500	5	230908	0,41368518	882,526782	29	B	B
06999999116600	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIO PLÁSTICO DE INSERCIÓN METÁICA	90000	-46000	19	98385	0,46755278	780,600535	26	A	B
04381205600000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE DUPIEX DE AL, BCC, CAVIEADO, NEUTRO DESNUDO, 600 V, PIEX, 2 x 6 VGA, 7 (6)	1	-12760	6	26519	0,48116778	758,57113	25	B	B
22010705000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	ETIQUETAS AUTOADHESIVAS		-88840	7	167535	0,51236937	172,376694	23	B	B
04301001000000	BODEGA NORTE TECNICA	CONDUCTOR DE AL-ACERO, DESNUDO CAVIEADO, ACSR, 2 VGA, 7 (6)	75904	-32111	129	59848	0,53654016	680,284584	22	A	B
01320601000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	PINZA TERMOPIÁSTICA, DE ANCIAJE, AJUSTABLE PARA ACOMETIDAS	59085	-40330	68	71327	0,56542556	645,531485	21	A	B
08020030000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CARTUCHO FUSIBLE TIPO NEOZED, 500 V, 63 A	35023	-78300	65	127327	0,61495447	593,538679	20	A	B
01120101000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	DERIVARR TERMOPIÁSTICO PARA CAVIE CONCENTRICO	5625	-50077	57	80508	0,62201272	586,804721	19	A	B
04031005400000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE DE Su, CAVIEADO, 600 V, TW, 8 VGA, 7 HIOS	1364,5	-72868	31	112463	0,64792721	563,334883	19	A	B
08030101000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	PORTAFUSIBLE AÉREO ENCAPSUADO	45596	-71618	62	101143	0,70808485	515,47487	17	A	B
01060607200000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, DE COMPRESIÓN TIPO "H", PRINCIPA	22205	-17834	912	22150	0,80514533	453,334307	15	A	B
01060607200000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, DE COMPRESIÓN TIPO "H", PRINCIPA	3484	-20452	79	23781	0,86074933	424,049124	14	A	B
06332502000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	PIEJE PIEJE DE ACERO INOXIDABLE, AITA SEGURIDAD, O-R	38432	-24520	61	26380	0,86398404	422,481507	14	A	B
04301007100000	BODEGA NORTE TECNICA	CONDUCTOR DE AL-ACERO, DESNUDO CAVIEADO, ACSR, a0 VGA, 7 (6)	49048	-24012	63	26559	0,90411078	403,71159	13	A	B
04301007300000	BODEGA NORTE TECNICA	CONDUCTOR DE AL-ACERO, DESNUDO CAVIEADO, ACSR, 30 VGA, 7 (6)	5444	-4971	19	10916	0,9134073	399,602675	13	A	B
06330105000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	BASE SOCKET GASSE 400, 4 TERMINIALES PARA MEDIDORES, FORMA	329	-21028	67	21564	0,97515072	374,301115	12	A	B
04423268000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE ANTHURTO DE AL, AA-8000, CAVIEADO, 600 V, PIEX, 2 X4 + a X4	86221	-91137	15	92515	0,9851043	370,519142	12	B	B
06999999119200	BODEGA NORTE COMERCIAL	TAPA PROTECTORA PARA BASE DE MEDIDOR	432	-12305	64	11975	1,02758501	355,20331	12	A	B
06999999117300	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIOS PARA OMNI RING TIPO PERNO Y TAMBOR	36150	-25595	37	24181	1,05849418	344,820481	11	A	B
80010107000000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	CINTA AISIANTE 20 YARDAS		-30613	13	27024	1,13279659	332,211422	11	B	B
06330203000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIO DE SEGURIDAD DE POICARBONATO COIOR AMARILLO	30	-28790	15	24737	1,16382916	316,919913	10	B	B
06999999200000	BODEGA NORTE COMERCIAL	PIEJE DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE A PRESION	1218	-15037	15	12000	1,25303625	291,286174	10	B	B
04100205800000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE DE Su, CAVIEADO, 2 KV, TTU, 6 VGA, 7 HIOS	327	-14170	28	9079	1,56088507	233,871655	8	A	B
04301006000000	REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	CONDUCTOR DE AL-ACERO, DESNUDO CAVIEADO, ACSR, 2 VGA, 7 (6)	1392	-10071	49	6269	1,60654531	227,195584	7	A	B
04301006000000	BODEGA NORTE TECNICA	CONDUCTOR DE AL, DESNUDO CAVIEADO, BCC, 2 VGA, 7 HIOS	8700	-19178	332	6017	3,18738414	114,513966	4	A	B
22010702201000	BODEGA NORTE COMERCIAL	SEIOS HIOGRAF DE SEGURIDAD a5x4,50M AUTOADHESIVO	70	-47940	2	12953	3,70094124	98,6235599	3	B	B
04100205600000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE DE Su, CAVIEADO, 2 KV, TTU, 6 VGA, 7 HIOS	2292	-8986	19	2256	3,98236946	91,6540002	3	B	B
01080207300000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CONECTOR STANCO, DOBIE DENTADO, PRINCIPA a6 A 95 mm(2) - 3/0	107526	-132750	127	26854	4,94344011	73,835224	2	A	B
01060607400000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, DE COMPRESIÓN TIPO "H", PRINCIPA	13221	-12808	84	2569	4,98537359	73,214172	2	A	B
04501007100000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE DE AL, CAVIEADO, 2 KV, TTU, a0 VGA, 7 HIOS		-17734	2	3410	5,2	70,1923077	2	B	B
04352005800000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE DE AL, CAVIEADO, 600 V, TTU, 4 VGA, 7 HIOS		-50602	2	10587	5,20090677	70,1800697	2	B	B
04503082000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE prensablado DE AL, CAVIEADO, a.a KV, PIEX, 2 X70 BCC + a X50	13461	-16443	103	2653	5,76362324	63,3288891	2	A	B
06081320200000	BODEGA NORTE COMERCIAL	MEDIDOR ELECTRÓNICO aF-3H, KWH, CIASE 200	32596	-36794	101	4616	7,97681942	45,7575859	2	A	B
04381305800000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CAVIE TRIPIEX DE AL, BCC, CAVIEADO, NEUTRO DESNUDO, 600 V, PIE	54930	-53807	74	6439	8,37167213	43,5994141	1	A	B
04503082000000	REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	CAVIE prensablado DE AL, CAVIEADO, a.a KV, PIEX, 2 X70 BCC + a X50	15000	-14912	27	1367	10,9079451	33,461848	1	A	B
20999999284000	BODEGA NORTE COMERCIAL	PIEJES DE AITA SEGURIDAD OMNI RING (ACERO INOX)	23	-37746	5	1451	26,0158524	14,0290974	0	B	B
10032310000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	CINTA DE UIHE AUTOFUNDIBLE PARA AISIAMIENTO, HASTA 69 KV, DE 4	10000	-10186	13	337	30,2531414	12,0648628	0	B	B
01050104000000	BODEGA NORTE TECNICA	BIQUES DE HORMIGÓN, ANCIAJE, TIPO CÓNICO, BASE INFERIOR 400 mm, SUPERIOR a50 mm,AGLU	0	60	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061105800000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA a0 VGA, DERIVAR 4 VGA	0	196	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061106000000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA a0 VGA, DERIVAR 2 VGA	0	214	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061107100000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA a0 VGA, DERIVAR a0 VGA	0	291	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061205800000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 2/0 VGA, DERIVAR 4VGA	0	261	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061206000000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 2/0 VGA, DERIVAR 2 VGA	0	238	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061207100000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 2/0 VGA, DERIVAR a0 VGA	0	217	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061207200000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 2/0 VGA, DERIVAR 2/0 VGA	0	270	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061305800000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 3/0 VGA, DERIVAR 4 VGA	0	231	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061306000000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 3/0 VGA, DERIVAR 2 VGA	0	250	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061307100000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 3/0 VGA, DERIVAR a0 VGA	0	300	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061307200000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 3/0 VGA, DERIVAR 2/0 VGA	0	247	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061405800000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 4/0 VGA, DERIVAR 4 VGA	0	112	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061406000000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 4/0 VGA, DERIVAR 2 VGA	0	225	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061407100000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 4/0 VGA, DERIVAR a0 VGA	0	218	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01061407200000	BODEGA NORTE TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE AL, COMPRESIÓN TIPO SuNA, PRINCIPA 4/0 VGA, DERIVAR 2/0 VGA	0	290	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01100107400000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	CONECTOR DE AIEACIÓN Su, RANURAS PARAIEAS, UN PERNO CENTRADO, RANGO 4 - 4/0 VGA Y 6	0	2	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01101065600000	REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE Su, COMPRESIÓN TIPO "C", CAVIE 6 VGA	0	64,61538462	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01101066000000	REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	CONECTOR DE AIEACIÓN DE Su, COMPRESIÓN TIPO "C", CAVIE 2 VGA	200	0	0	161,5384615	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C
01150507100000	BODEGA NORTE COMERCIAL	EMPAIME AISIADO, PARA CAVIE prensablado DE AL, CAIBRE 50 mm(2) (a0 VGA) AMARILLO	0	182	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01150507100000	BODEGA NORTE TECNICA	EMPAIME AISIADO, PARA CAVIE prensablado DE AL, CAIBRE 50 mm(2) (a0 VGA) AMARILLO	0	1	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01150507200000	BODEGA NORTE COMERCIAL	EMPAIME AISIADO, PARA CAVIE prensablado DE AL, CAIBRE 70 mm(2) (2/0 VGA) BLANCO	0	130	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01180207400000	BODEGA NORTE COMERCIAL	EMPAIME DE AIEACIÓN DE AL, DE COMPRESIÓN, IARGO, TENSION PIE	20	0	0	19,23076923	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C
01220101300000	BODEGA NORTE TECNICA	PIEJE DE ACERO INOXIDABLE, a2.7 mm (a2") x 0,76 mm (2/67")	0	304	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01241101900000	BODEGA NORTE CIRCUITO EXPRESO	HEBIIIA DE ACERO INOXIDABLE, PARA PIEJE, DE a9,05 mm (3/4")	0	61	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01382106000000	BODEGA NORTE TECNICA	TERMINAI AIEACIÓN DE AL, APERNADO, TIPO TAION SIMPIE, CAIBRE 2	120	0	0	374,3846154	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C
01382107100000	BODEGA NORTE ADMINISTRACION	TERMINAI AIEACIÓN DE AL, APERNADO, TIPO TAION SIMPIE, CAIBRE a0 VGA	0	1	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01382107100000	BODEGA NORTE COMERCIAL	TERMINAI AIEACIÓN DE AL, APERNADO, TIPO TAION SIMPIE, CAIBRE a0 VGA	0	4	0	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C	C
01382150000000	BODEGA NORTE TECNICA	TERMINAI AIEACIÓN DE AL, APERNADO, TIPO TAION SIMPIE, CAIBRE 5	52	0	0	89,38461538	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C
01382206000000	BODEGA NORTE COMERCIAL	TERMINAI AIEACIÓN DE ALAPERNADO, TIPO TAION DOBIE, CAIBRE 2	1	0	0	7,730769231	0	#DIV/0!	Ítatos para el		C
01400207400000	BODEGA NORTE TECNICA	VARIIA DE ARMAR PREFORM									

ANEXO J

Detalle Comparación de la Implementación del Sistema de Gestión Propuesto

Para llevar a cabo este análisis se realizó una comparación entre el registro histórico de compras y el pronóstico del sistema de gestión de inventario propuesto. Se resumió el total de salidas e ingresos de materiales que tuvo la bodega durante el año 2018, información obtenida del sistema de gestión de la empresa CG-WEB, y a su vez se estratificó según la clasificación ABC de productos.

AÑO	2018
CATEGORIA ITEMS	INGRESOS
A	\$ 3.683.770,60
B	\$ 4.255.631,75
C	\$ 6.079.574,38
TOTAL	\$ 14.018.976,73

Para esto, se realizó la predicción para todos los ítems que tiene la bodega para el siguiente año y cuál será su demanda mensual.

Ced Item	Nombre del ítem	Periodo:											
		11901	11902	11903	11904	11905	11906	11907	11908	11909	11910	11911	11912
210516006000000	TACO FISHER NO 6	(1.521.698,00)	(916.303,05)	(552.210,83)	(332.085,65)	(199.356,19)	(119.629,91)	(71.791,45)	(43.080,27)	(26.245,06)	(19.803,04)	(992.554,82)	(1.411.326,89)
044023066000000	CABLE ANTHURTO DE AL AA-8000, CABLEADO, 600 V, X	(58.617,14)	(62.257,22)	(63.835,63)	(57.852,90)	(46.080,84)	(45.476,32)	(47.381,40)	(56.344,88)	(103.816,61)	(133.040,73)	(129.958,56)	(107.782,26)
063302004000000	SELLO DE SEGURIDAD DE POLICARBONATO COLOR ROJO	(3.742,00)	(96.337,96)	(134.942,08)	(111.234,17)	(71.875,32)	(53.475,19)	(43.350,11)	(36.009,07)	(29.742,94)	(24.724,76)	(19.770,36)	(14.286,72)
063302005000000	SELLO DE SEGURIDAD DE POLICARBONATO COLOR BLA	(15.896,02)	(20.258,81)	(19.436,39)	(15.305,99)	(13.738,15)	(19.158,31)	(27.467,69)	(28.006,57)	(27.161,82)	(26.757,88)	(31.119,28)	(28.210,09)
210512350000000	PRECINTO PLÁSTICO DE 350 MM	(22.114,00)	(22.931,40)	(20.817,84)	(16.284,70)	(11.569,82)	(9.926,89)	(8.197,14)	(5.978,28)	(4.230,97)	(3.186,58)	(16.184,95)	(21.519,97)
040310054000000	CABLE DE CU, CABLEADO, 600 V, TW, 8 AWG, 7 HILOS	(41.220,60)	(31.626,08)	(19.415,13)	(11.719,16)	(7.063,89)	(4.265,34)	(2.609,60)	(1.609,56)	(1.058,44)	(727,26)	(645,36)	(11.706,01)
044023068000000	CABLE ANTHURTO DE AL AA-8000, CABLEADO, 600 V, X	(26.710,76)	(16.444,76)	(9.875,05)	(5.925,73)	(3.555,44)	(2.187,26)	(1.357,36)	(868,41)	(590,05)	(396,03)	(15.725,68)	(23.052,46)
010802073000000	CONECTOR ESTANCO, DOBLE DENTADO, PRINCIPAL 16 7	(9.173,58)	(13.078,74)	(13.791,50)	(12.285,41)	(9.997,79)	(7.972,78)	(5.751,80)	(4.109,35)	(3.611,91)	(3.840,10)	(8.611,72)	(10.089,26)
063303002000000	SELLOS DE SEGURIDAD TIPO TORNILLO METÁLICO, COL	(17.100,00)	(12.260,00)	(7.356,00)	(4.413,60)	(2.648,16)	(1.678,90)	(1.082,34)	(2.479,40)	(2.992,64)	(14.095,58)	(18.307,35)	(18.484,41)
080301001000000	PORTAFUSIBLE AEREO ENCAPSULADO	(9.944,00)	(7.988,02)	(7.189,39)	(6.204,82)	(4.850,39)	(4.290,73)	(3.658,44)	(2.863,56)	(2.148,14)	(1.890,88)	(7.666,53)	(9.927,92)
080620063000000	CARTUCHO FUSIBLE TIPO NEEZED, 500 V, 63 A	(8.344,00)	(6.699,40)	(5.968,64)	(5.199,18)	(4.214,51)	(3.920,71)	(3.367,42)	(2.773,45)	(2.442,07)	(2.393,24)	(7.075,95)	(8.741,57)
220107050000000	ETIQUETAS AUTOADHESIVAS	(6.200,00)	(6.120,00)	(5.072,00)	(3.243,20)	(1.945,92)	(2.218,75)	(4.007,25)	(4.254,75)	(3.211,25)	(3.826,75)	(7.396,05)	(8.037,63)
043813058000000	CABLE TRIPLEX DE AI, AAC, CABLEADO, NEUTRO DESNU	(3.348,50)	(2.658,86)	(1.830,44)	(1.506,46)	(2.501,98)	(3.361,79)	(4.316,37)	(5.253,62)	(5.416,67)	(5.280,10)	(5.358,21)	(4.845,23)
063302003000000	SELLO DE SEGURIDAD DE POLICARBONATO COLOR AM	(7.675,20)	(4.626,12)	(2.785,67)	(1.726,40)	(1.080,84)	(702,51)	(472,50)	(328,50)	(238,10)	(182,86)	(5.061,92)	(7.152,65)
043010060000000	CONDUCTOR DE AI-ACERO, DESNUDO CABLEADO, ACSR	(6.579,58)	(5.663,69)	(3.955,34)	(2.605,33)	(3.016,10)	(3.150,74)	(2.497,67)	(1.812,98)	(1.258,21)	(1.103,80)	(1.260,39)	(2.762,81)
210310003000000	TORNILLO DE ACERO TRIPA DE PATO DE 8 X 25 MM	(1.058,00)	(4.997,70)	(6.326,72)	(4.915,03)	(3.113,82)	(1.877,29)	(1.133,87)	(688,32)	(788,49)	(3.794,10)	(4.943,46)	(4.019,07)
060813202000000	MEDIDOR ELECTRÓNICO 1F-3H, KWH, CLASE 200	(3.388,16)	(3.002,02)	(2.957,65)	(2.452,81)	(1.697,73)	(1.070,34)	(1.759,52)	(2.498,71)	(3.232,79)	(3.728,91)	(4.259,11)	(4.142,82)
011201001000000	DERIVADOR TERMOPLÁSTICO PARA CABLE CONCENTR	(2.752,80)	(4.637,51)	(5.294,73)	(3.990,71)	(2.721,42)	(1.826,35)	(1.307,81)	(1.040,19)	(918,11)	(921,47)	(2.417,48)	(2.929,69)
069999991730000	SELLOS PARA OMNI RING TIPO PERNO Y TAMBOR	(4.899,50)	(3.978,80)	(2.836,38)	(2.124,33)	(1.507,00)	(1.546,80)	(1.616,58)	(1.509,65)	(1.335,99)	(1.999,59)	(2.902,51)	(3.659,50)
219999993530000	AMARRAS PLÁSTICAS 20CM X 4,6MM	(980,00)	(4.485,30)	(5.704,33)	(4.453,10)	(2.824,91)	(1.716,55)	(1.047,93)	(635,96)	(551,07)	(3.242,89)	(4.347,84)	(3.572,05)
069999991660000	SELLO PLÁSTICO DE INSERCIÓN METÁLICA	(720,00)	(972,00)	(1.243,20)	(2.165,92)	(3.039,55)	(3.523,73)	(3.734,24)	(3.480,54)	(3.028,33)	(4.437,00)	(4.602,20)	(3.501,32)
013206001000000	PINZA TERMOPLÁSTICA, DE ANCLAJE, AJUSTABLE PARA	(2.526,00)	(3.043,00)	(3.307,10)	(2.627,76)	(1.920,16)	(2.094,09)	(2.104,96)	(1.815,97)	(1.478,58)	(1.318,15)	(2.452,89)	(2.800,73)
063301065000000	BASE SOCKET CLASE 100, 4 TERMINALES PARA MEDID	(5.893,90)	(4.633,45)	(3.081,24)	(1.934,34)	(1.223,19)	(859,46)	(723,48)	(675,15)	(649,23)	(660,37)	(1.597,09)	(3.032,17)
043010071000000	CONDUCTOR DE AI-ACERO, DESNUDO CABLEADO, ACSR	(5.129,10)	(4.100,13)	(2.712,21)	(1.664,90)	(1.015,50)	(1.524,90)	(1.699,86)	(1.475,55)	(1.150,98)	(1.034,56)	(1.527,70)	(2.654,22)
063325020000000	FLEJE FLEJE DE ACERO INOXIDABLE, ALTA SEGURIDAD	(3.833,20)	(2.971,32)	(2.629,99)	(1.669,80)	(1.210,68)	(947,21)	(826,52)	(843,31)	(1.010,89)	(1.116,53)	(3.209,82)	(3.963,19)
044503082000000	CABLE PREENSAMBLADO DE AL, CABLEADO, 1.1 KV, XL	(6.197,60)	(4.618,56)	(2.711,14)	(1.662,68)	(1.026,41)	(944,05)	(1.285,29)	(1.362,33)	(1.077,96)	(709,42)	(597,75)	(2.116,73)
800101007000000	CINTA AISLANTE 20 YARDAS	(6,40)	(3,84)	(2,30)	(1,38)	(1,01)	(1,48)	(5,041,55)	(7,585,18)	(6,622,05)	(4,467,34)	(2,746,18)	(1.659,03)
069999992000000	FLEJE DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE A PRESI	(3.672,76)	(2.214,46)	(1.335,87)	(802,72)	(481,63)	(591,38)	(628,43)	(495,86)	(321,51)	(194,11)	(2.477,53)	(3.454,07)
044503082000000	CABLE PREENSAMBLADO DE AL, CABLEADO, 1.1 KV, XL	(2.800,00)	(2.130,00)	(1.653,00)	(1.141,80)	(710,08)	(426,05)	(255,63)	(153,38)	(92,03)	(55,22)	(1.833,13)	(2.599,88)
213936102000000	GRAPA METÁLICA TIPO UÑA PARA TUBERÍA DE 1/2"	(286,00)	(2.617,50)	(3.464,00)	(2.737,80)	(1.742,68)	(1.054,61)	(640,26)	(387,16)	(430,80)	(1.197,48)	(1.447,49)	(1.152,49)
010606072000000	CONECTOR DE ALEACIÓN DE AL, DE COMPRESIÓN TIPO	(749,60)	(1.099,35)	(1.080,31)	(1.428,38)	(1.555,33)	(1.566,80)	(1.478,88)	(1.340,48)	(1.234,15)	(1.204,94)	(1.333,58)	(1.211,77)
800101022000000	CONECTOR EMT 1/2"	(3.960,00)	(2.976,00)	(1.785,60)	(1.071,36)	(642,82)	(385,69)	(231,41)	(138,85)	(83,31)	(49,99)	(29,99)	(1.097,99)
043010073000000	CONDUCTOR DE AI-ACERO, DESNUDO CABLEADO, ACSR	(2.795,18)	(1.917,21)	(1.151,02)	(698,71)	(425,98)	(258,65)	(155,94)	(95,84)	(476,93)	(811,10)	(1.522,17)	(2.048,09)
010606072000000	CONECTOR DE ALEACIÓN DE AL, DE COMPRESIÓN TIPO	(629,04)	(1.071,27)	(1.194,51)	(1.291,99)	(1.386,19)	(1.383,62)	(1.500,74)	(1.563,24)	(1.423,84)	(1.302,48)	(1.193,46)	(1.016,90)
043001065000000	CONDUCTOR DE AI, DESNUDO CABLEADO, AAC, 2 AWG,	(96,40)	(459,27)	(554,30)	(1.919,57)	(1.285,79)	(1.577,40)	(1.950,45)	(2.143,00)	(2.004,94)	(1.810,00)	(1.411,54)	(953,60)
069999991920000	TAPA PROTECTORA PARA BASE DE MEDIDOR	(1.865,00)	(1.523,00)	(1.096,30)	(888,28)	(725,87)	(700,52)	(732,86)	(755,52)	(875,56)	(1.031,34)	(1.083,80)	(1.301,78)
044503095000000	CABLE PREENSAMBLADO DE AL, CABLEADO, 1.1 KV, XL	(2.780,54)	(1.985,32)	(1.191,19)	(714,72)	(428,83)	(257,30)	(154,38)	(99,83)	(121,70)	(504,42)	(1.000,94)	(1.602,21)
043520191000000	CABLE DE AI, CABLEADO, 600 V, TTU, 1/0 AWG, 19 HILOS	(2.789,68)	(2.080,81)	(1.248,48)	(749,99)	(683,12)	(695,44)	(571,13)	(451,11)	(342,50)	(244,86)	(225,71)	(925,27)
063303001000000	SELLOS DE SEGURIDAD TIPO TORNILLO METÁLICO, COL	(2,40)	(505,26)	(766,84)	(833,18)	(715,91)	(864,05)	(829,43)	(2.417,66)	(2.970,59)	(2.389,56)	(1.539,73)	(926,24)
044510194000000	CABLE DE AL, CABLEADO, 2 KV, TTU, 4/0 AWG, 19 HILOS	(2.780,90)	(2.075,74)	(1.245,44)	(747,27)	(448,36)	(269,02)	(198,85)	(308,73)	(465,11)	(596,77)	(564,88)	(1.152,65)
044503082000000	CABLE PREENSAMBLADO DE AL, CABLEADO, 1.1 KV, XL	(67,48)	(222,74)	(247,49)	(274,80)	(855,20)	(1.842,27)	(2.164,23)	(1.989,23)	(2.016,36)	(1.731,97)	(1.269,03)	(826,49)

Asumiendo que los costos de adquisición de los materiales no varían significativamente en comparación con los del 2018, se pudo determinar el costo de adquisición de los materiales de acuerdo con el pronóstico.

AÑO	2019
CATEGORIA DE ÍTEMS	COMPRAS PRONOSTICADAS
A	\$ (1.123.766,22)
B	\$ (4.144.563,33)
C	\$ (1.620.532,53)
TOTAL	\$ (6.888.862,08)

Finalmente se comparó las compras que se realizaron durante el año 2018 con las compras que deberán realizar en el próximo año para satisfacer la necesidad de materiales evitando así la adquisición de materiales que no son requeridos, que se encuentran en exceso dentro de la bodega y materiales con baja rotación o alta cobertura.

PRODUCTOS	Compras sin gestión de inventario	Compras con gestión de inventario
A	\$ 3.683.770,60	\$ 1.123.766,22
B	\$ 4.255.631,75	\$ 4.144.563,33
C	\$ 6.079.574,38	\$ 1.620.532,53
TOTAL	\$ 14.018.976,73	\$ 6.888.862,08
PORCENTAJE REDUCIDO		49%

Al implementar el sistema de gestión de inventario propuesto en el presente trabajo se puede reducir hasta un 49% del capital invertido en adquisición de materiales, lo que posteriormente se traducirá en una reducción de costos de almacenamiento y reducción de materiales sin movimiento almacenados en la bodega.

ANEXO K

DETALLE DE CÁLCULO PARA SISTEMA DE GESTIÓN

El archivo de gestión de inventario cuenta con un registro de los movimientos de los materiales desde el 2016 hasta el 2018, de los cuales presenta un gráfico y la previsión del próximo año con una recomendación de los períodos y las cantidades en cuales se debería realizar las compras.

PRONÓSTICOS

Para el sistema de pronósticos se usaron los siguientes 3 pronósticos: El pronóstico de promedios móviles, el pronóstico de suavización exponencial simple y suavización doble. El pronóstico de promedios móviles fue escogido porque es apropiado cuando la demanda no presenta patrones de tendencia y se enfoca en estimar un promedio basado en periodos anteriores, no prevé errores aleatorios.

Su ecuación es la siguiente:

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

Número de periodos		PROMEDIO MOVIL SIMPLE					
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)	
1	205	10	195,00	195,00	38025,00	95,12%	
2	10	0	10,00	10,00	100,00	100,00%	
3	0	72	-71,67	71,67	5136,11	0,00%	
4	0	3	-3,33	3,33	11,11	0,00%	
5	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
6	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
7	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
8	46	15	30,67	30,67	940,44	66,67%	
9	71	39	32,00	32,00	1024,00	45,07%	
10	14	44	-29,67	29,67	880,11	211,90%	
11	0	28	-28,33	28,33	802,78	0,00%	
12	4	6	-2,00	2,00	4,00	50,00%	
13	2	2	0,00	0,00	0,00	0,00%	
14	1	2	-1,33	1,33	1,78	133,33%	
15	0	1	-1,00	1,00	1,00	0,00%	
16	61	21	40,33	40,33	1626,78	66,12%	
17	36	32	3,67	3,67	13,44	10,19%	
18	97	65	32,33	32,33	1045,44	33,33%	
19	24	52	-28,33	28,33	802,78	118,06%	
20	0	40	-40,33	40,33	1626,78	0,00%	
21	0	8	-8,00	8,00	64,00	0,00%	
22	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
23	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
24	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
25	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
26	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
27	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
28	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
29	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
30	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
31	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
32	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00%	
33	102	34	68,00	68,00	4624,00	66,67%	
34	79	60	18,67	18,67	348,44	23,63%	
35	49	77	-27,67	27,67	765,44	56,46%	
36	26	51	-25,33	25,33	641,78	97,44%	
37	51	42	9,22	9,22	85,05	17,97%	
38	42	40	2,30	2,30	5,27	5,45%	
39	40	44	-4,60	4,60	21,21	11,57%	
40	44	42	2,30	2,30	5,31	5,19%	
41	42	42	0,00	0,00	0,00	0,00%	
42	42	43	-0,77	0,77	0,59	1,82%	
43	43	42	0,51	0,51	0,26	1,19%	
44	42	42	-0,09	0,09	0,01	0,20%	
45	42	43	-0,11	0,11	0,01	0,27%	
46	43	42	0,10	0,10	0,01	0,24%	
47	42	42	-0,03	0,03	0,00	0,07%	
48	42	42	-0,02	0,02	0,00	0,06%	
Suma de errores			172,48	717,73	58602,94	1218,02%	

La suavización exponencial simple y doble fue escogida porque es apropiada cuando la demanda tiene nivel o tendencia, considera los periodos previos a través de una regresión lineal entre la demanda y el tiempo, es muy eficaz para eliminar el impacto de los datos históricos irregulares. La ecuación del método de suavización simple presenta la siguiente ecuación:

$$X_t = \alpha(X_{t-1}) + (1 - \alpha)(X_{t-1} + T_{t-1})$$

La ecuación del método de suavización doble presenta la siguiente ecuación:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (D_t - F_t)$$

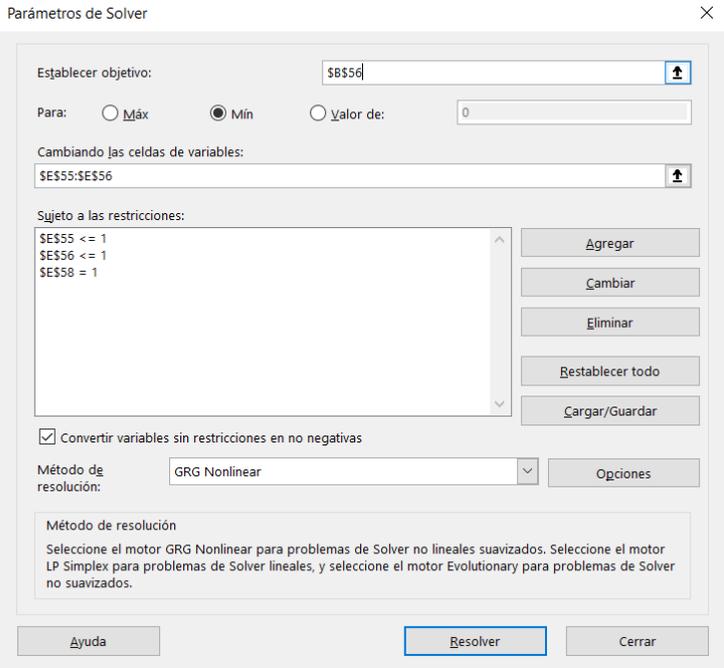
$$X_t = \alpha(X_{t-1}) + (1 - \alpha)(X_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(X_t - X_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1})$$

Número de periodos		48				
Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	205	8	196,76	196,76	38713,08	95,98%
2	10	164	-153,74	153,74	23637,41	1537,45%
3	0	65	-65,20	65,20	4250,54	0,00%
4	0	6	-6,36	6,36	40,44	0,00%
5	0	-17	17,40	17,40	302,66	0,00%
6	0	-22	22,29	22,29	497,01	0,00%
7	0	-19	18,90	18,90	357,32	0,00%
8	46	-13	59,17	59,17	3501,55	128,64%
9	71	32	39,49	39,49	1559,67	55,62%
10	14	73	-59,24	59,24	3509,67	423,16%
11	0	40	-39,67	39,67	1573,32	0,00%
12	4	9	-4,93	4,93	24,29	123,22%
13	2	-1	3,37	3,37	11,38	168,66%
14	1	-6	6,72	6,72	45,17	672,08%
15	0	-6	6,41	6,41	41,04	0,00%
16	61	-6	66,78	66,78	4459,69	109,48%
17	36	48	-12,08	12,08	146,01	33,56%
18	97	50	46,92	46,92	2201,51	48,37%
19	24	100	-75,79	75,79	5744,33	315,80%
20	0	55	-55,39	55,39	3068,41	0,00%
21	0	11	-10,65	10,65	113,36	0,00%
22	0	-9	8,79	8,79	77,21	0,00%
23	0	-14	14,07	14,07	198,05	0,00%
24	0	-13	12,76	12,76	162,90	0,00%
25	0	-9	9,27	9,27	85,85	0,00%
26	0	-6	5,76	5,76	33,21	0,00%
27	0	-3	3,08	3,08	9,50	0,00%
28	0	-1	1,34	1,34	1,80	0,00%
29	0	0	0,37	0,37	0,14	0,00%
30	0	0	-0,09	0,09	0,01	0,00%
31	0	0	-0,24	0,24	0,06	0,00%
32	0	0	-0,24	0,24	0,06	0,00%
33	102	0	101,82	101,82	10366,53	99,82%
34	79	88	-8,52	8,52	72,56	10,78%
35	49	104	-55,26	55,26	3053,66	112,78%
36	26	79	-52,95	52,95	2803,43	203,64%
37	78,94744881	43	36,33	36,33	1319,74	46,02%
38	42,61920681	70	-27,71	27,71	768,08	65,03%
39	70,33353108	52	18,62	18,62	346,56	26,47%
40	51,71743204	66	-14,56	14,56	212,10	28,16%
41	66,28111072	57	9,49	9,49	90,02	14,31%
42	56,79322741	64	-7,70	7,70	59,22	13,55%
43	64,48852857	60	4,80	4,80	23,01	7,44%
44	59,69198047	64	-4,10	4,10	16,79	6,86%
45	63,78912838	61	2,40	2,40	5,74	3,75%
46	61,39386711	64	-2,20	2,20	4,86	3,59%
47	63,597972	62	1,17	1,17	1,38	1,85%
48	63,597972	62	1,17	1,17	1,38	1,85%
Suma de errores			58,84	1372,07	113511,70	4357,90%

Para determinar los valores de alfa y beta en el caso de estos pronósticos, se utilizó la herramienta Solver de Excel para encontrar los valores óptimos. Los

β	0,38
α	0,62

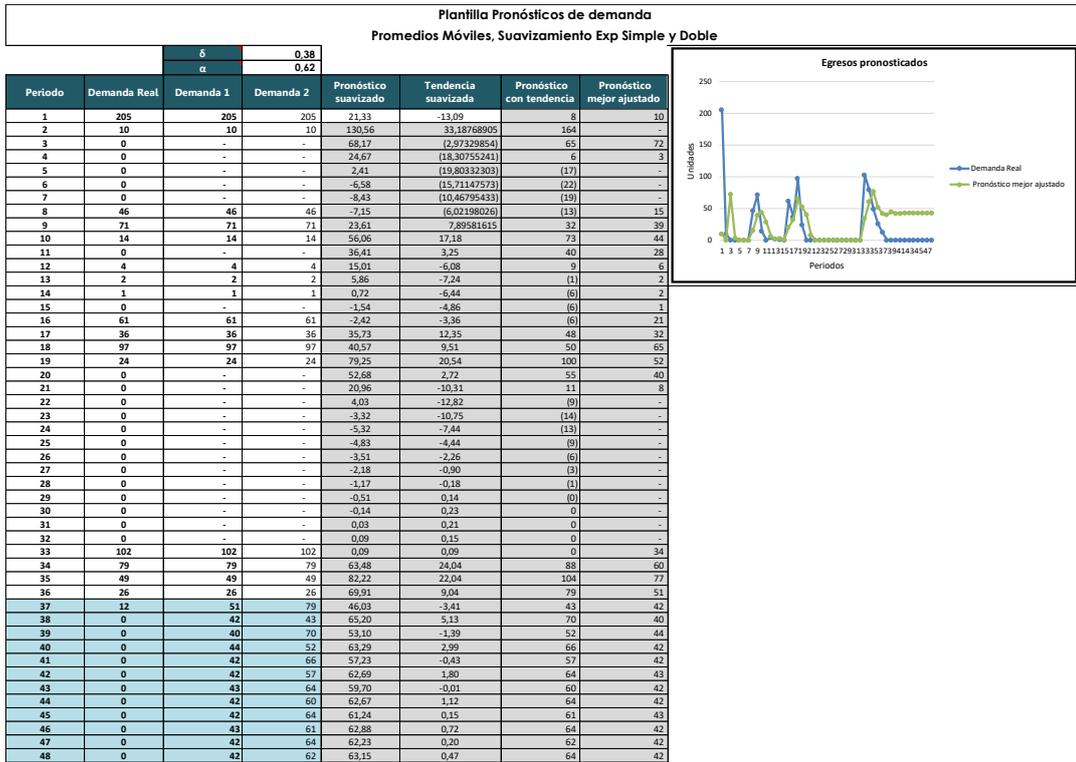


El programa hace el análisis de los posibles errores que se pueden encontrar en los pronósticos y los toma en consideración para escoger aquel que presente resultados con menor ruido. El error principal que considerar es el MAD, el cual es el error absoluto del sistema, a menor MAD, más ajustados son los valores.

$$MAD = \frac{\sum |Real - Forecast|}{n}$$

MAD	28,58
-----	-------

Cabe recalcar que, estos análisis son realizados internamente en el programa, se encuentran ocultos al espectador, ya que, para facilitar el uso de la herramienta estos cálculos se realizan de forma automática cuando se busca un ítem específico en la pestaña principal de la cual el usuario será redirigido a la pestaña donde se presentarán los resultados y el resumen del ítem.



GESTION DE INVENTARIO

El sistema ejecuta un análisis de los movimientos realizados registrados en los últimos tres años de los ítems para determinar la política de inventario más adecuada de acuerdo a las existencias y los registros históricos, para lo cual, primero se obtuvo la desviación, media y coeficiente de variación de la demanda de lo cual se observó que este era mayor a 0,2 para el caso de todos los ítems, por lo que se concluyó que debido a la gran variabilidad de los requerimientos lo más recomendable es utilizar un modelo heurístico Wagner Whitin. Los cálculos mencionados se muestran a continuación:

ITEMS	DESV	MEDIA	CV
010501004000000BODEGA NORTE COMERCIAL	3,99652627	0,83333333	4,79583152
010501004000000BODEGA NORTE TECNICA	15,9214652	4,08333333	3,89913435
010606072000000BODEGA NORTE COMERCIAL	2700,02344	2564,70588	1,05276143
010606072000000BODEGA NORTE TECNICA	911,219907	1751,47059	0,5202599
010606072000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	469,120436	483,676471	0,96990543
010606074000000BODEGA NORTE COMERCIAL	737,839404	609,882353	1,20980612
010606074000000BODEGA NORTE TECNICA	594,019285	682,029412	0,87095846
010606074000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	625,525319	270,323529	2,31398769
010606082000000BODEGA NORTE TECNICA	12,3711351	5,88235294	2,10309296
010606082000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	145,359976	156,352941	0,92969134
010606084000000BODEGA NORTE COMERCIAL	1345,70925	1101,70588	1,22147777
010606084000000BODEGA NORTE TECNICA	457,905753	432,705882	1,05823787
010606084000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	443,793989	305,205882	1,45408072
010606094000000BODEGA NORTE TECNICA	227,359843	185,823529	1,22352559
010606094000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	218,236937	137,852941	1,58311412
010606477000000BODEGA NORTE TECNICA	77,1422987	60,3529412	1,27818624
010606477000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	29,0770364	26,7647059	1,08639477
010606556000000BODEGA NORTE TECNICA	40,2392523	23,1212121	1,74036085
010606556000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	0,34283965	0,06060606	5,65685425
010611071000000BODEGA NORTE TECNICA	0,39191836	0,08	4,89897949
010613060000000BODEGA NORTE TECNICA	0,65383484	0,15	4,35889894
010618004000000BODEGA NORTE COMERCIAL	53,4744072	22,7666667	2,34880266
010618004000000BODEGA NORTE TECNICA	14,3297862	5,03125	2,84815627
010618004000000REDES DE MANTENIMIENTO TECNICA	38,7647951	27,7647059	1,39618966
010618005000000BODEGA NORTE COMERCIAL	22,8436473	12,0333333	1,89836404

La ecuación del coeficiente de variación es el siguiente:

$$CV = \frac{\text{desviación poblacional}}{\text{media}} = \frac{\sigma}{\mu}$$

El heurístico Wagner Whitin es un algoritmo que busca minimizar los costos variables y mantener el costo de inventario en un horizonte de planificación. El procedimiento de optimización se basa en la programación dinámica de todos los períodos y las posibles cantidades de pedido.

Demanda	Demanda	Costos 1	Costos 2	Costos 3	Costos 4	Costos 5	Costos 6	Costos 7	Costos 8	Costos 9	Costos 10	Costos 11	Costos 12	Costo	Bandera	Pedir
500	500	50,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	1	500
600	600	228,80	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	1	600
700	700	646,00	308,60	150,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	1	700
1500	1.500	1.987,00	1.202,60	597,00	200,00	-	-	-	-	-	-	-	-	200	1	1520
20	20	2.010,84	1.220,48	608,92	205,96	250,00	-	-	-	-	-	-	-	205,96	-	#N/A
50	50	2.085,34	1.280,08	653,62	703,62	264,90	300,00	-	-	-	-	-	-	300	1	50
300	300	2.621,74	1.816,48	1.011,22	1.061,22	1.111,22	389,40	350,00	-	-	-	-	-	350	1	300
27	27	2.678,06	1.775,36	1.067,54	1.117,54	1.167,54	1.217,54	358,05	400,00	-	-	-	-	358,046	1	27
36	36	2.763,89	1.850,45	1.115,82	1.165,82	1.215,82	1.265,82	1.315,82	410,73	450,00	-	-	-	450	1	136
100	100	3.032,09	2.088,85	1.324,42	1.374,42	1.424,42	1.474,42	1.524,42	1.574,42	479,80	500,00	-	-	479,8	-	#N/A
611	611	4.852,87	3.727,55	2.781,04	2.831,04	2.881,04	2.931,04	2.981,04	3.031,04	3.081,04	682,08	550,00	-	550	1	611
600	600	6.819,67	5.515,55	4.390,24	4.440,24	4.490,24	4.540,24	4.590,24	4.640,24	4.690,24	4.740,24	728,80	600,00	600	1	600

El programa analiza todos los posibles escenarios de realizar un pedido nuevo o almacenarlo hasta que sea necesario, posteriormente escoge el mínimo costo. De igual forma, este cálculo se realiza de forma automática después de ingresar los costos de adquisición de material y el costo unitario del mismo, para realizar este cálculo el sistema utiliza herramientas y fórmula de Excel encadenadas de forma estratégica para presentar los resultados en los periodos seleccionados.