

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Diseño de un sistema de inventario para una bodega de bombas y
repuestos”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Denisse Mariuxi Manobanda Durán

Homero Xavier Vera Calderón

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi guía y acompañante en el transcurso de mi vida.

A mis padres, Nory y Homero, por tenerme mucha paciencia, por estar siempre, por enseñarme a nunca rendirme.

A mis hermanas, Nubia, Silva y Melissa, siempre confiaron en mí.

A mis compañeros y profesores, los recordaré con mucho aprecio por todos estos años de formación.

Homero Vera.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto está dedicado en memoria a Gustavo Durán, quién en vida fue como mi segundo padre, gran parte de quién soy hoy es debido a su amor y a sus enseñanzas.

A Dios, por todas sus bendiciones y por regalarme el privilegio de ser hija de Laura y Luis, quienes se esforzaron en darme incluso en darme más de lo que debían. Gracias mami por tu lucha constante y por estar aquí a mi lado para ver en quién me he convertido.

Finalmente quiero agradecerle a mi enamorado, Fernando Basantes, por sostener mi mano durante los buenos y malos momentos. Gracias por apoyarme y por creer siempre en mí.

Denisse Manobanda.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Denisse Mariuxi Manobanda Duran y Homero Xavier Vera Calderón* 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".



Denisse Manobanda

Denisse Mariuxi Manobanda Duran



Homero Vera

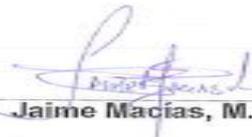
Homero Xavier Vera Calderón

EVALUADORES



Jorge Abad, Ph. D.

PROFESOR DE LA MATERIA



Jaime Macías, M. Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se llevó a cabo en una empresa de insumos agrícolas, acuícolas y pecuarios, la cual presenta un problema de altos porcentajes de pedidos aplazados de bombas de fumigar en su bodega de bombas de fumigar y repuestos, ubicada en Pascuales, en la ciudad de Guayaquil.

El objetivo principal de este proyecto es el de reducir el porcentaje de pedidos aplazados en bombas, en al menos un 5%, y además hacer una mejora en el Working Capital (fondo de maniobra) en el inventario.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología DMAIC, conformado por las etapas de Definición, en la que se definió el problema; Medición, donde se recolectó la información; Análisis, donde se realizó un análisis de causas; Mejora, en la que se realizó un planteamiento de soluciones; e Implementación y Control, donde se implementaron las mejoras.

En las propuestas de mejora se eligió diseñar políticas de inventario para el reabastecimiento de bombas de fumigar en la bodega, así como también para la distribución de bombas de fumigar desde la bodega a las agencias y se hizo un prototipo de la implementación de las políticas en Excel.

A través de una simulación se evidenció que las soluciones propuestas logran los objetivos de reducir los pedidos aplazados y mejora en el Working Capital asociado al inventario.

Palabras Clave: Pedidos Aplazados, Políticas de Inventario, Working Capital, Metodología.

ABSTRACT

This capstone project was carried out in a company of agricultural, aquacultural and livestock inputs, which presents a problem of high percentages of delayed orders of pumps in its warehouse of pumps and spare parts, located in Pascuales, in the city of Guayaquil.

The main objective of this project is to reduce the percentage of backorders in pumps, by at least 5%, and make an improvement in the working capital (WC) in the inventory. For the development of the project the DMAIC methodology was used, consisting of stages such as Definition, in which the problem was defined; Measurement, where the information was collected; Analysis, where an analysis of causes was made; Improvement in which, a solution approach was made; and Control, where the improvements were implemented.

In the proposals for improvement, it was decided to design inventory policies for the replenishment of pumps in warehouse, as well as for the distribution of pumps from the warehouse to the agencies and a prototype of the implementation of the policies in Excel was made.

Through a simulation it was demonstrated that the project achieved the objectives of reducing the backorders and improvement in Working Capital associated with the inventory.

Keywords: *Backorders, Inventory policies, Working Capital, Methodology.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.1.1 Variable de interés	3
1.1.2 Alcance del proyecto.....	3
1.2 Justificación del problema.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Marco Teórico.....	5
1.4.1 Six Sigma	5
1.4.2 DMAIC.....	5
1.4.3 Definición	5
1.4.4 Medición.....	6
1.4.5 Análisis.....	6
1.4.6 Mejora	6
1.4.7 Control.....	6

1.4.8	Punto de Reorden	6
1.4.9	Backorders (Pedidos Pendientes).....	6
1.4.10	Inventario Promedio	7
1.4.11	Rotación de Inventario	7
1.4.12	Días de cobertura.....	7
CAPÍTULO 2.....		8
2.	Metodología	8
2.1	Medición	8
2.1.1	Plan de recolección de datos	8
2.1.2	Confiabilidad y verificación de datos	9
2.1.3	Tiempos de reabastecimiento	10
2.1.4	Costos de importaciones.....	12
2.1.5	Mapeo de procesos.....	13
2.1.6	Estratificación de datos proporcionados.....	15
2.2	Análisis	19
2.2.1	Análisis de causas.....	19
2.2.2	Plan de verificación de causas.....	24
2.2.3	Herramienta “5 ¿Por qué?”.	26
2.3	Mejora.....	27
2.3.1	Lluvia de ideas de soluciones	27
2.3.2	Selección de soluciones.....	28
2.3.3	Plan de Implementación de Soluciones	31
2.4	Implementación	32
2.4.1	Desarrollo de las Políticas de inventario	32
2.4.2	Prototipo en Excel	37
2.5	Control	40

2.5.1	Plan de Control	40
CAPÍTULO 3.....		41
3.	Resultados	41
CAPÍTULO 4.....		43
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	43
4.1	Conclusiones	43
4.2	Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA.....		44
APÉNDICES		45

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CD	Centro de Distribución
SIPOC	Supplier Input Process Output Customers
CTQ	Critical to Quality
VOC	Voice of Customers
SKU	Stock Keeping Unit
WC	Working Capital
EOQ	Cantidad óptima de pedido
R	Punto de reorden
A	Costo de ordenar
D	Demanda
H	Porcentaje del costo de mantener
P	Costo por unidad
LT	Lead time
SS	Stock de seguridad
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Control

SIMBOLOGÍA

u	Unidades
\$	Dólares
$\$/año$	Dólares por año
$\$/orden$	Dólares por orden
u/mes	Unidades por mes
$u/año$	Unidades por año
σ	Desviación estándar
z	Estadístico de prueba
%	Porcentaje
R^2	Coefficiente de determinación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Pedidos no cumplidos vs pedidos cumplidos.....	2
Figura 1.2 Porcentaje de pedidos aplazados	2
Figura 1.3 Variables Críticas (CTQ).....	3
Figura 1.4 Diagrama SIPOC	4
Figura 2.1 Confiabilidad de datos	10
Figura 2.2 Tiempos de reabastecimientos	11
Figura 2.3 Verificación de tiempos de reabastecimientos.....	11
Figura 2.4 Verificación de tiempos de reabastecimientos.....	12
Figura 2.5 Costos de importación bomba CP3	12
Figura 2.6 Proceso para la compra de bombas	13
Figura 2.7 Proceso para la compra de repuestos	14
Figura 2.8 Pareto de las ventas de los centros de distribución.....	16
Figura 2.9 Pareto de ventas de las agencias.....	17
Figura 2.10 Pareto de ventas de los productos.....	17
Figura 2.11 Comportamiento de la demanda bomba CP3.....	18
Figura 2.12 Comportamiento de la demanda bomba HUSQ	18
Figura 2.13 Comportamiento del inventario en la bodega de Celtec	19
Figura 2.14 Reunión con equipo de trabajo.....	20
Figura 2.15 Lluvia de ideas.....	20
Figura 2.16 Diagrama de Causa - Efecto.....	21
Figura 2.17 Análisis de Pareto.....	22
Figura 2.18 Matriz Impacto vs Control	23
Figura 2.19 Pedidos Aplazados en Junio 2018.....	25
Figura 2.20 Despacho de bombas	26
Figura 2.21 Lluvia de ideas para soluciones.....	28
Figura 2.22 Matriz Impacto vs Esfuerzo.....	31
Figura 2.23 Demanda Real vs Pronóstico CP3	34
Figura 2.24 Demanda Real vs Pronóstico HUSQ	34
Figura 2.25 Inicio	38
Figura 2.26 Actualizar demanda	38
Figura 2.27 Seleccionar política de inventario	39

Figura 2.28 Ingreso de datos	39
Figura 3.1 Comparación entre WC real vs WC Simulado	41
Figura 3.2 Se rechaza la hipótesis nula	41
Figura 3.3 Productos enviados vs No enviados	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos	9
Tabla 2.2 Porcentaje de actividades	15
Tabla 2.3 ABC de las ventas de los centros de distribución	15
Tabla 2.4 Nivel de relación	21
Tabla 2.5 Matriz Causa – Efecto.....	22
Tabla 2.6 Matriz de calificación Impacto vs Control	23
Tabla 2.7 Plan de verificación de causas.....	24
Tabla 2.8 Rotación de inventario 2018	25
Tabla 2.9 Rotación de inventario Agencia Principal 2016.....	25
Tabla 2.10 Herramienta “5 ¿Por qué?”	27
Tabla 2.11 Soluciones para Causas raíces	28
Tabla 2.12 Evaluación de soluciones.....	29
Tabla 2.13 Análisis de costos	29
Tabla 2.14 Análisis final	30
Tabla 2.15 Plan de Implementación de soluciones.....	31
Tabla 2.16 Regresión lineal CP3	32
Tabla 2.17 Regresión lineal HUSQ	32
Tabla 2.18 Regresión HUSQ +CP3	33
Tabla 2.19 Regresión HUSQ+CP3+cosmos	33
Tabla 2.20 Nivel y Tendencia CP3 y HUSQ	33
Tabla 2.21 Resultados de la Política de inventario	35
Tabla 2.22 Simulación de la demanda	36
Tabla 2.23 Políticas de inventario bomba CP3	37
Tabla 2.24 Políticas de inventario bomba HUSQ.....	37
Tabla 2.25 Políticas de inventario bomba Cosmos	37
Tabla 2.26 Plan de Control	40

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En general, las empresas mantienen inventarios de productos terminados como consecuencia de dos factores clave: el primero, la incertidumbre en la demanda de los clientes, es decir, cuándo comprarán y en qué cantidades; y el segundo, que los tiempos de reabastecimiento generalmente no son inmediatos y en algunos casos pueden ser de varios meses. Todo esto obliga a mantener inventario con la finalidad prevenir la pérdida de ventas o futuros negocios. Por lo tanto, al adquirir (o producir) bienes (stock) para la venta, es de suma importancia que las organizaciones cuenten con un buen sistema de control de inventarios. Sin embargo, para lograr que este sistema sea efectivo, es necesario que haya una adecuada coordinación entre los participantes del proceso. La falta de un buen control de inventarios ocasiona un bajo nivel de servicio al cliente debido a que se generan pedidos aplazados, lo cual puede impactar en la consecución de las metas de venta.

Este proyecto se enfoca en diseñar un sistema de control de inventarios para una bodega de bombas de fumigar y repuestos en una planta ubicada en Pascuales, Guayaquil.

Esta compañía de insumos agrícolas, ganaderos y de acuicultura, cuenta con la mayor red de sucursales agrícolas y ganaderos del Ecuador.

Por medio de la metodología DMAIC, este proyecto busca definir el problema, analizar los datos y proponer una mejora para reducir el porcentaje de pedidos aplazados de bombas, de manera que al implementar el sistema se generen resultados valiosos, lo que se verá reflejado en el manejo del inventario y el working capital (fondo de maniobra).

1.1 Descripción del problema

La empresa ha venido enfrentando desabastecimientos o excesos de inventario en ciertos tipos de bombas y repuestos, tanto en la bodega como en los centros de distribución y las agencias. Para poder enfrentar la situación, primero se debe conocer qué tan grave es el problema, por lo tanto, a continuación, se muestra la información

correspondiente al comportamiento de los pedidos aplazados que han existido en la empresa durante los tres últimos años, como se muestra en la figura 1.1.



Figura 1.1 Pedidos no cumplidos vs pedidos cumplidos

En la figura 1.2 se muestra el porcentaje de los pedidos aplazados de los últimos 3 años.

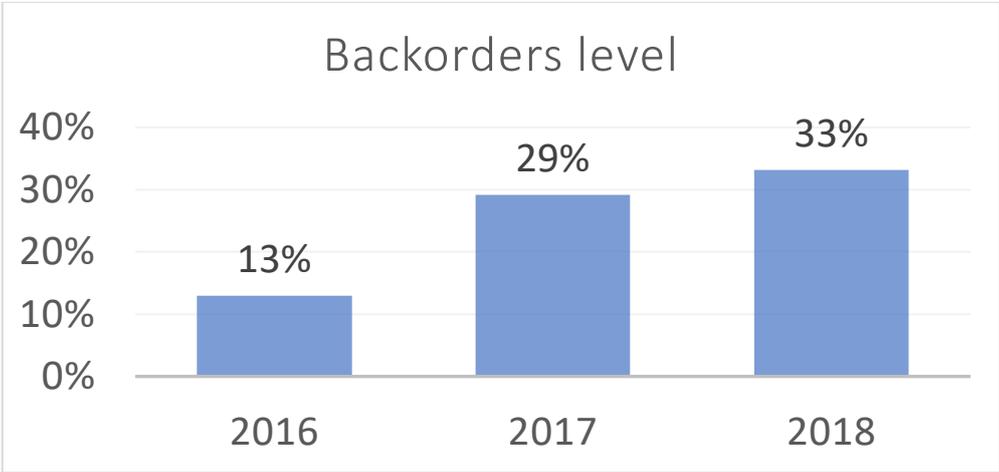


Figura 1.2 Porcentaje de pedidos aplazados

Luego de analizar la información, se procedió a definir el problema de la siguiente manera:

“El porcentaje de pedidos aplazados entre la bodega de bombas y repuestos de la bodega en Pascuales, los centros de distribución y las agencias, durante los dos últimos

años se ha incrementado, siendo en promedio de 33%, sin embargo, en el 2016 fue del 13%.”

1.1.1 Variable de interés

Al escuchar la voz del cliente respecto a los problemas que aqueja la empresa, se puede obtener una mejor perspectiva, todo esto a través de entrevistas para la recolección de necesidades o reclamos con el personal involucrado en el proceso.

Con ayuda de la herramienta VOC (Voz del cliente), se obtuvo la información para poder elaborar el CTQ (Árbol de Variables Críticas de Calidad) que se muestra en la figura 1.3.

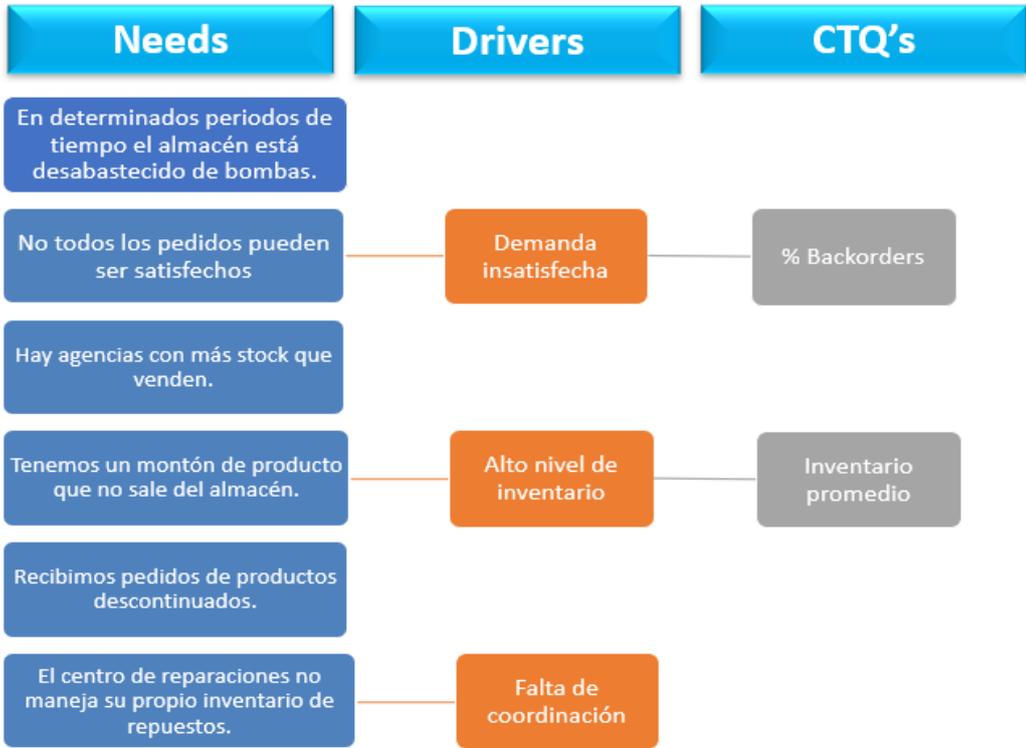


Figura 1.3 Variables Críticas (CTQ)

1.1.2 Alcance del proyecto

Inicia desde la descripción del problema, el cual indica las restricciones que se tiene para poder avanzar, pero con ayuda de la herramienta SIPOC se determina el alcance del proyecto, ya que se puede obtener un mapeo del proceso junto con la entrada de información y las salidas con los requerimientos del cliente, tal como se muestra en la figura 1.4.

Del diagrama SIPOC se puede observar que el proceso se enfoca en el despacho de pedidos, de tal manera que se identifique la relación entre los proveedores del proceso y sus entradas, y la salida con sus clientes.

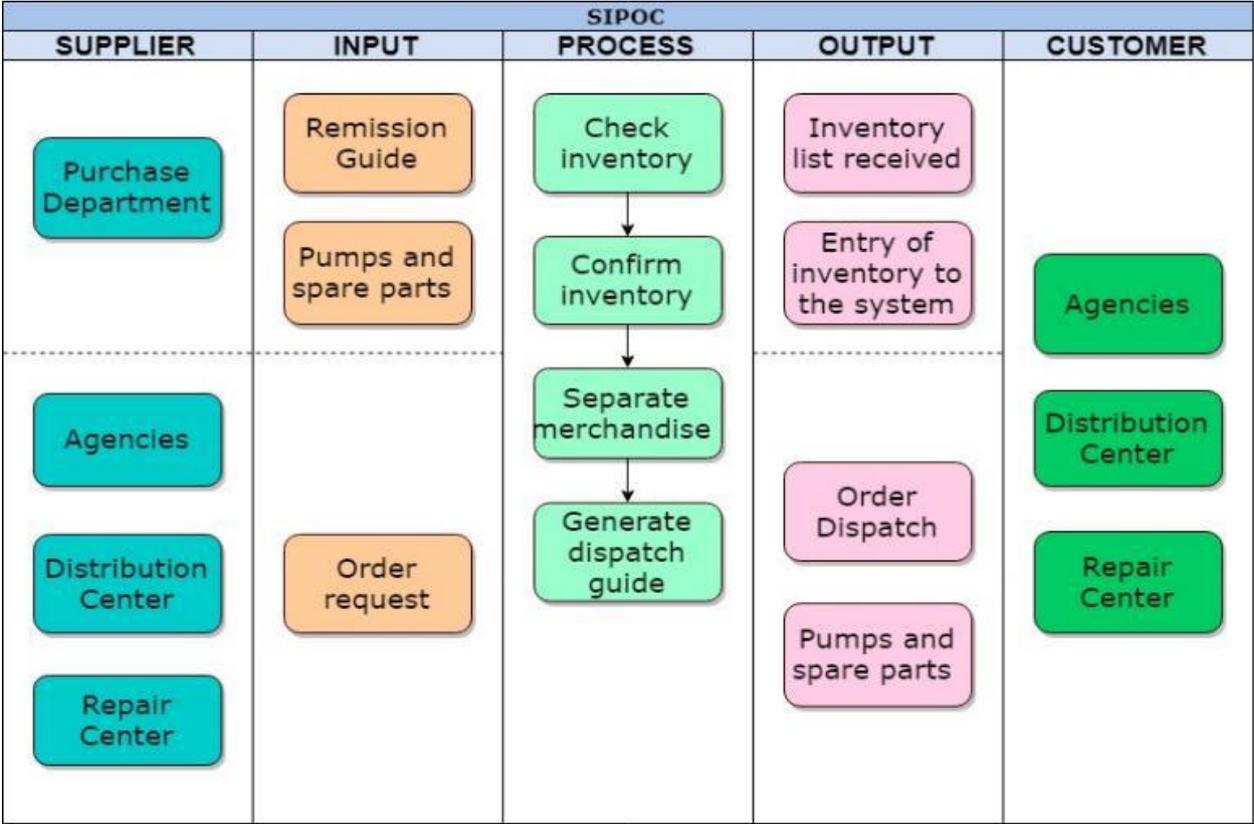


Figura 1.4 Diagrama SIPOC

1.2 Justificación del problema

Actualmente, la empresa no cuenta con un adecuado sistema de control de inventarios para la bodega de bombas y repuestos, lo que ha estado causando problemas de desabastecimiento interno, y a su vez exceso de inventario en los diferentes eslabones de la cadena de suministros interna de la compañía. Es por ello que se requiere, con suma urgencia, diseñar un sistema que minimice el porcentaje de pedidos aplazados y que garantice un alto nivel de servicio al cliente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de control de inventario para una bodega de bombas y repuestos para reducir el porcentaje de los pedidos aplazados en al menos un 5%.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Reducir la cantidad de pedidos aplazados.
- Mejorar el proceso de control de inventario de la bodega de bombas y repuestos.
- Mejora en el working capital asociado al inventario.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Six Sigma

Es una estrategia o metodología de gestión de calidad que busca la mejora continua de los procesos y reducir la variabilidad; tratando de encontrar las causas que llevan cometer errores en el proceso y eliminarlas con herramientas y análisis estadístico que ayuden a evaluar un antes y un después.

1.4.2 DMAIC

Es una metodología estructurada que forma parte del sistema Six Sigma que busca el origen de la variabilidad del proceso y la resolución de problemas, por medio de 5 etapas: Definición, Medición, Análisis, Mejorar (Improve) y Control.

1.4.3 Definición

Para empezar, se trata de definir el problema que se quiere resolver y tener clara la variable respuesta, establecer los objetivos del proyecto, el alcance, todo esto con ayuda de las herramientas SIPOC y el árbol CTQ.

- SIPOC: aplicación para entender el proceso y las partes involucradas en el mismo.
- Árbol CTQ: identifica las necesidades del cliente.

1.4.4 Medición

En esta etapa se entiende el proceso y su comportamiento por medio de herramientas como el diagrama funcional y el plan de recolección de datos. Se quiere conocer los indicadores y parámetros necesarios para cumplir con los CTQ. También el qué y cómo se van a medir para obtener los datos, los métodos de medición deberán ser validados.

1.4.5 Análisis

Etapa para analizar la causa raíz del problema, el por qué existe tanta variabilidad en el proceso y las oportunidades de mejora.

1.4.6 Mejora

Se define un plan para la implementación de mejoras, la mejor opción será la que represente un alto impacto al mejor costo, y que ayude a solucionar el problema.

1.4.7 Control

Se asegura que haya sostenibilidad de las mejoras a través de la auditoria del proceso, después de implementar la solución y evaluar los resultados.

1.4.8 Punto de Reorden

Es el nivel de inventario de un artículo o producto que indica la necesidad o requerimiento de realizar una orden de reabastecimiento.

1.4.9 Backorders (Pedidos Pendientes)

Es un pedido que se realiza por un artículo que no se tiene en stock, en ese momento agotado, para cuando llegue un nuevo embarque se despache de inmediato.

1.4.10 Inventario Promedio

Mide la cantidad que en promedio se tiene de un inventario en unidades, en días de demanda y en un valor financiero.

1.4.11 Rotación de Inventario

Es un indicador que registra la rapidez con la que se reemplaza el inventario, cuánto mayor sea la rotación, menor será el tiempo que el inventario pase en la estantería.

1.4.12 Días de cobertura

Indica el número de días de consumo que el inventario podría cubrir.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto se llevó a cabo mediante la metodología DMAIC, cuyo acrónimo proveniente del idioma inglés significa: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. En el capítulo 1 ya se realizó la definición del problema, al cual mediante las siguientes etapas de esta metodología se le encontrará una solución.

La medición nos ayudará a conocer la situación actual de aquellas variables que afectan directamente a nuestra problemática. Con el análisis podremos determinar las causas potenciales que estén ocasionando el problema, y posteriormente identificar las causas raíces. En la fase de mejora se implementarán las soluciones necesarias para poder mejorar la situación actual de la empresa. El control se llevará a cabo para verificar si las acciones seleccionadas se están aplicando correctamente, así como también para comprobar que los objetivos establecidos se estén cumpliendo.

2.1 Medición

Para hallar las causas del problema hay que entender el proceso de distribución y de compra que se lleva actualmente en la empresa y a su vez medir los parámetros que ayuden a encontrar las posibles causas del problema.

Esta etapa empieza con el “Plan de recolección de datos”, para así organizar las variables a ser medidas, especificando su futura utilización. También se realiza un mapeo de procesos, para comprender de mejor manera lo que está sucediendo y en qué se puede mejorar.

2.1.1 Plan de recolección de datos

Para que la medición se lleve de una manera ordenada se deberá elaborar un plan de recolección de datos, donde se tiene en detalle, cómo se medirá, quién lo hará y con qué fin se realizará dicha medición.

¿QUÉ?			¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?	¿POR QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CÓMO?
Información para recolectar	Unidades de las variables	Tipo de la información	¿De dónde será recolectada?	¿Cuándo se la recolectará?	Futuro uso de la información	Responsable	Cómo/Dónde se la obtendrá?
Ventas totales	\$/año	Cuantitativo - Continuo	Base de datos	Primera semana de la etapa de medición	Calcular la rotación de inventario y conocer los ingresos de cada producto.	Denisse - Homero	Obtiene el archivo del sistema SAP, filtrando los datos de la línea de bombas y repuestos.
Costos de importaciones	\$/orden	Cuantitativo - Continuo	Base de datos	Primera semana de la etapa de medición	Calcular los costos de ordenar	Denisse - Homero	Obtiene el archivo del sistema SAP, filtrando los datos de la línea de bombas y repuestos.
Nivel de inventario	\$/año	Cuantitativo - Continuo	Base de datos	Primera semana de la etapa de medición	Calcular la rotación del inventario	Denisse - Homero	Obtiene el archivo del sistema SAP, filtrando los datos de la línea de bombas y repuestos.
Tiempo de reabastecimiento	días	Cuantitativo - Discreto	Departamento de compras	Segunda semana de la etapa de medición	Cuando debo realiza la orden	Denisse - Homero	Entrevistas
Salidas del inventario	Unidades/año	Cuantitativo - Continuo	Base de datos	Primera semana de la etapa de medición	Calcular el costo de los pedidos pendientes	Denisse - Homero	Obtiene el archivo del sistema SAP, filtrando los datos de la línea de bombas y repuestos.
Demanda de las agencias	Unidades/mes	Cuantitativo - Continuo	Base de datos	Segunda semana de la etapa de medición	Conocer el comportamiento de la demanda	Denisse - Homero	Obtiene el archivo del sistema SAP, filtrando los datos de la línea de bombas y repuestos.
Ventas totales de las agencias	\$/mes	Cuantitativo - Continuo	Base de datos	Segunda semana de la etapa de medición	Calcular la rotación del inventario	Denisse - Homero	Obtiene el archivo del sistema SAP, filtrando los datos de la línea de bombas y repuestos.

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos

2.1.2 Confiabilidad y verificación de datos

Como se puede ver en la tabla 2.1 la mayoría de los datos se obtuvo por medio de la base de datos, por lo tanto, en la figura 2.1, se muestra la confiabilidad de estos, los cuales fueron proporcionados por las personas encargadas de las áreas correspondientes.

 Cruz, Denny <dcruz@agripac.com.ec>
vie 9/11, 15:35
Homero Xavier Vera Calderon; Melissa Suarez <msuarez@agripac.com.ec>

 Responder a todos | v

Bandeja de entrada

Reenviaste este mensaje el 9/11/2018 15:36

 Inventario SAP Bombas ... 137 KB v  Centros Inventarios Dic... 2 MB v  EXISTENCI 1 MB

Mostrar todos 4 archivos adjuntos (7 MB) Descargar todo
Guardar todo en OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral

Estimado Homero

Adjunto los archivos con el detalle de los inventarios que tengo disponible.

Te voy a referir con otra persona que es del área Costos, para que te ayude en caso de que necesites información adicional. ella es la Srta Melissa Suarez, ella maneja el tema de Costos e Inventarios que salen de Planta Celtec.

 Calle, Giancarlo <gcalle@agripac.com.ec>
jue 8/11, 15:55

 Base ESPOL.xlsx 1 MB v

descargar Guardar en OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral

Adjunto base de ventas de repuestos por material

Saludos

IMPORTACION REPUESTOS CELTE

 Homero Xavier Vera Calderon
Obtener Outlook para Android

 Bobadilla, Darwin <dbobadilla@agripac.com.ec>
jue 8/11, 17:39

 IMPORTACIONES REPUE... 18 KB v

descargar Guardar en OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral

Estimados buenas tardes,

Les adjunto el detalle de importaciones de repuestos solicitado.

Saludos,
Darwin

Figura 2.1 Confiabilidad de datos

2.1.3 Tiempos de reabastecimiento

Para determinar el tiempo que transcurre desde que pone una orden hasta que llega a la bodega de Celtec, tanto en compras nacionales e internaciones, se entrevistó a la persona encargada de las compras del área de bombas y

repuestos. Como se puede observar en la figura 2.2, las compras internacionales tienen un aproximado de 100 días de duración, 90 días desde que se pone la orden hasta que llega a la aduana ecuatoriana y 10 días más en llegar hasta la bodega de Celtec, mientras que las nacionales en promedio tardan de 5 a 7 días.

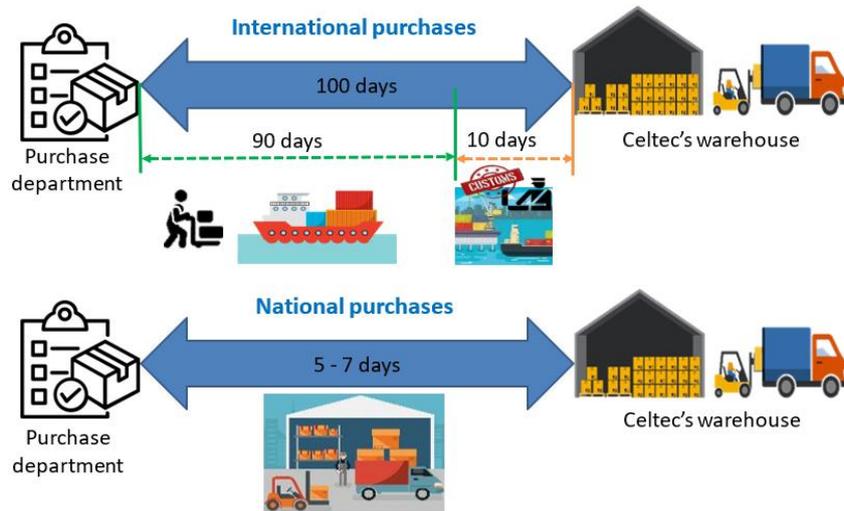


Figura 2.2 Tiempos de reabastecimientos



R.U.C.: 0990006687001
 Dirección : Córdova 623 y Padre Solano
 Teléfono : + 593 42560 400
 Fax : + 593 42560 400 ext. 237
 Código postal 09 018 698
 Guayaquil - Ecuador

Sembrando Confianza

Pedido Estándar AG

Número	Fecha	Página
4500031981	06.09.2017	1/1
Usuario	Teléfono	Ext.
NRAMIREZ		
E-mail : nramirez@gripac.com.ec		Moneda :ECS

Proveedor : EXEL GSA
 Dirección : ZI NORD ARNAS BP 424
 Contactos : EXEL GSA
 Teléfono/Fax : 33474624809 - 33474623751
 E-mail :

Fecha de Embarque : 14.12.2017
 Forma de Pago : Crédito 120 días
 Vía de Embarque : Marítimo
 Bodega de Ingreso : CP Celtec
 País de Origen : FRANCIA
 Puerto de Embarque : LE HAVRE / FRANCIA

Documento: 5000930456
 Pedido: 4500031981

Usuario: JCEVALLOS
 Fecha: 03.12.2018

Hora: 12:39:47

19-01-18

Figura 2.3 Verificación de tiempos de reabastecimientos

Se procedió a verificar la información obtenida, para lo cual se pidió el documento de la orden de compra y comparó con la fecha en que la bodega registró la llegada de los artículos. En la figura 2.3 se tiene en su totalidad 135 días.

 R.U.C.: 0990006687001 Dirección: Córdova 623 y Padre Solano Teléfono: + 593 42560 400 Fax: + 593 42560 400 ext. 237 Código postal: 09 018 598 Guayaquil - Ecuador	Pedido Estándar AG		
	Número	Fecha	Página
	4500034149	29.01.2018	1/1
Usuario	Teléfono	Ext.	
NRAMIREZ			
E-mail: nramirez@agripac.com.ec	Moneda: ECS		

Proveedor: EXEL GSA	Fecha de Embarque: 04.06.2018
Dirección: ZI NORD ARNAS BP 424	Forma de Pago: Crédito 120 días
Contactos: EXCEL -HOZELOCK	Via de Embarque: Marítimo
Teléfono/Fax: 33474624809 - 33474623751	Bodega de Ingreso: CP Celtec
E-mail:	País de Origen: FRANCIA
	Puerto de Embarque: LE HAVRE / FRANCIA

Figura 2.4 Verificación de tiempos de reabastecimientos

En la figura 2.14 se observa que el tiempo de reabastecimiento duró 6 meses, lo cual se dio debido a que se lo compró en enero, pero pidieron que lo retuvieran hasta dar la orden de que se les envíe la mercadería y así mismo sucedió con el resto de las compras internacionales del año 2018.

2.1.4 Costos de importaciones

El costo de realizar una compra internacional, es decir de bombas CP3 y Cosmos 18 es en promedio de \$5987.5 tal como se muestra en la figura 2.5, mientras que al realizar una compra nacional no se incurre en ningún costo, ya que, el proveedor corre con los gastos de transportación.

PRODUCTO	CANTIDAD	FACTURA	ANSFERENC	GI
BOMBA CP-3 UNIDAD	540	43324,2	75,00	7052,15
				4885,94
PRODUCTO	CANTIDAD	FACTURA	GI	TOTAL
BOMBA CP-3 UNIDAD	540	43324,2	7173,25	50497,45
			5687,04	
PRODUCTO	CANTIDAD	FACTURA	GI	TOTAL
BOMBA CP-3 UNIDAD	90	1584	2370,38	3954,38
			2370,38	
PRODUCTO	CANTIDAD	FACTURA	DUI	GI
BOMBA COSMOS 18	750	30000	121,54	6388,55
PRODUCTO	CANTIDAD	FACTURA	ANSFERENC	GI
BOMBA CP-3 UNIDAD	540	43324,2	75,00	6953,29

Figura 2.5 Costos de importación bomba CP3

2.1.5 Mapeo de procesos

Como parte de esta etapa se realizó un mapeo de procesos, figuras 2.6 y 2.7 para conocer cada detalle del proceso que se sigue hoy en día para realizar la compra de bombas y repuestos.

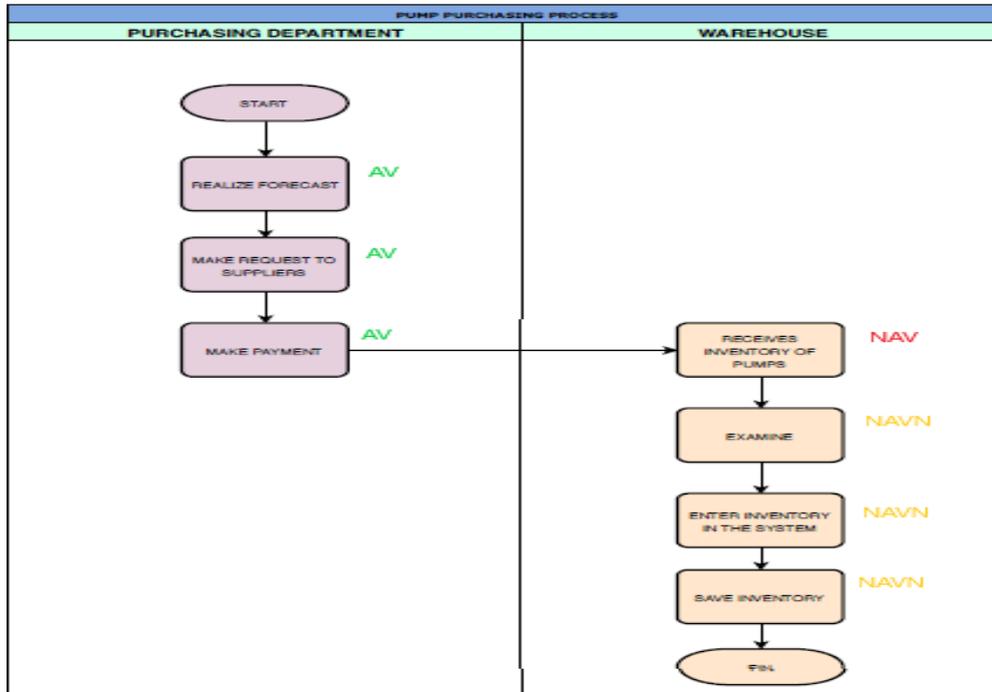


Figura 2.6 Proceso para la compra de bombas

Hallazgos en el proceso de compra de bombas

- El número de actividades que no agregan valor en el proceso de compras de bombas es 1 de 7 (14%), y las que no agregan valor, pero son necesarias son 3 de 7 (43%).
- Se envía lo que la agencia o centro de distribución ordena, más no lo que realmente necesita

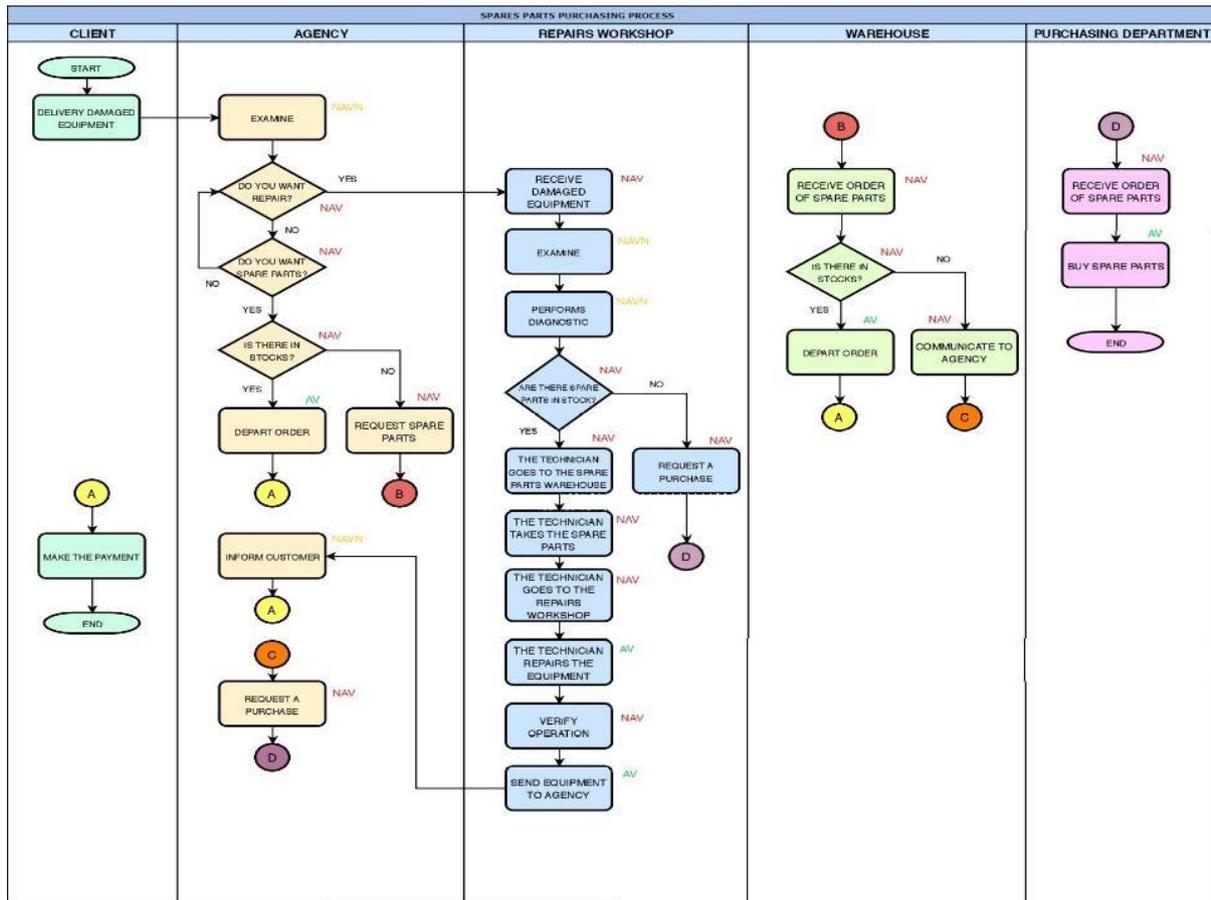


Figura 2.7 Proceso para la compra de repuestos

Hallazgos en el proceso de compra de repuestos

- El número de actividades que no agregan valor en el proceso de compra de repuestos es 17 de 25 (68%).
- Los pedidos del Departamento de Compras solo se basan en las necesidades del centro de reparación.
- El técnico del taller debe pasar del centro de reparación al almacén para retirar las piezas de repuesto.
- Una parte del inventario de repuestos está en el centro de reparación y otra en el almacén.

En la tabla 2.2 se muestra el resumen del porcentaje de los hallazgos encontrados en los procesos.

Proceso	Número de actividades	Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor	Actividades que no agregan valor pero son necesarias
Proceso de compra de repuestos	25	16%	68%	16%
Proceso de compra de bombas	7	43%	14%	43%

Tabla 2.2 Porcentaje de actividades

2.1.6 Estratificación de datos proporcionados

Debido a que la empresa cuenta con 13 centros de distribución se realizó el análisis ABC según las ventas de cada uno de ellos, para así determinar en cuál Centro de Distribución (CD) enfocarse, tabla 2.3.

CD	2018		
Pascuales	128767,1	31%	31%
El triunfo	48193,19	11%	42%
Machala	44143,46	10%	52%
Quevedo	41722,38	10%	62%
Babahoyo	35744,68	8%	71%
Tosagua	32777,09	8%	79%
B.Aires	26423,08	6%	85%
San Juan	25537,34	6%	91%
Quito	11974,53	3%	94%
Sto. Domingo	9792,72	2%	96%
Riobamba	8147,52	2%	98%
Esmeraldas	4720,73	1%	99%
Loja	3297,98	1%	100%
	421241,8		

Tabla 2.3 ABC de las ventas de los centros de distribución

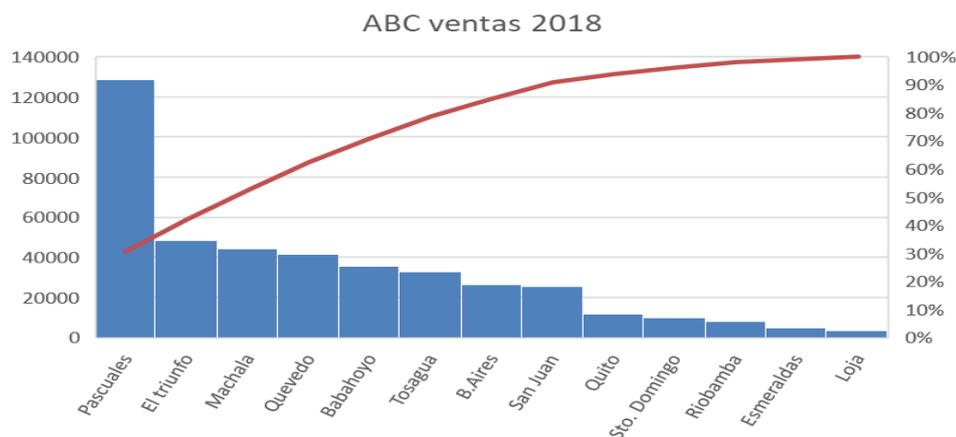


Figura 2.8 Pareto de las ventas de los centros de distribución

Se determinó que el centro de distribución de Pascuales es el genera mayores ingresos a la empresa por la venta de bombas y repuestos. Pascuales como tal tiene 21 agencias a su cargo, para las cuales también se realizó un análisis ABC a fin de poder identificar las agencias tipo A, tabla 2.3.

Agencias	Total Sales	
Principal	68861,01	15%
Pascuales	65174,05	29%
Cerecita	49078,1	40%
Daule	34427,03	48%
Santa Lucia	33283,81	55%
Parque Chile	22290,33	60%
Samborondon	19909,03	64%
Balzar	16706,29	68%
Nobol	16558,52	71%
Colimes	16193,34	75%
Palestina	15873,43	78%
Pedro Carbo	15393,29	82%
Terminal	13487,49	85%
La T	13219,85	88%
Lomas	12551,51	90%
La Libertad	10813,76	93%
Laurel	8808,38	95%
Santa Elena	8434,06	96%
Playas	8056,2	98%
Salitre	3958,99	99%
Pajan	2915,27	100%
Cascol	1650,3	100%

Tabla 2.3 ABC de las ventas de las agencias

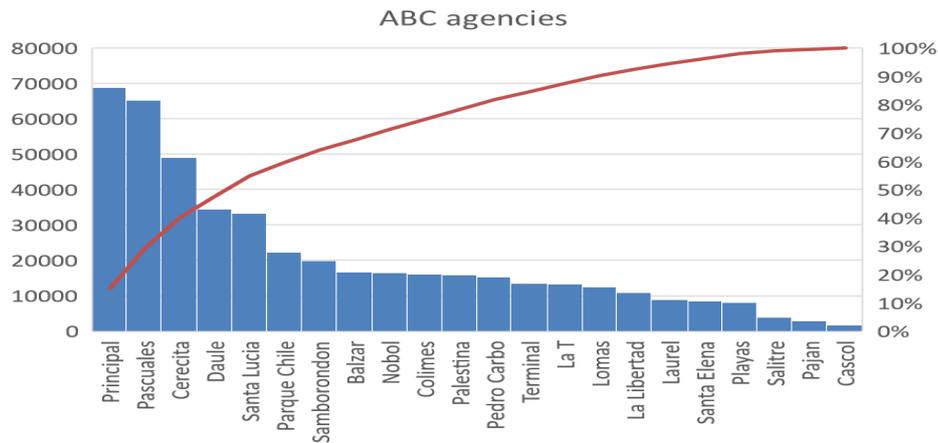


Figura 2.9 Pareto de ventas de las agencias

Entre las agencias tipo A por ventas, se tiene a: La agencia principal, Pascuales, Cerecita, Daule, Santa Lucía, Parque Chile, Samborondón, Balzar, Nobol, Colimes y Palestina.

Se seleccionaron los artículos tipo A de las diferentes agencias, ya que en la bodega de Celtec existen 855 artículos diferentes, figura 2.10.

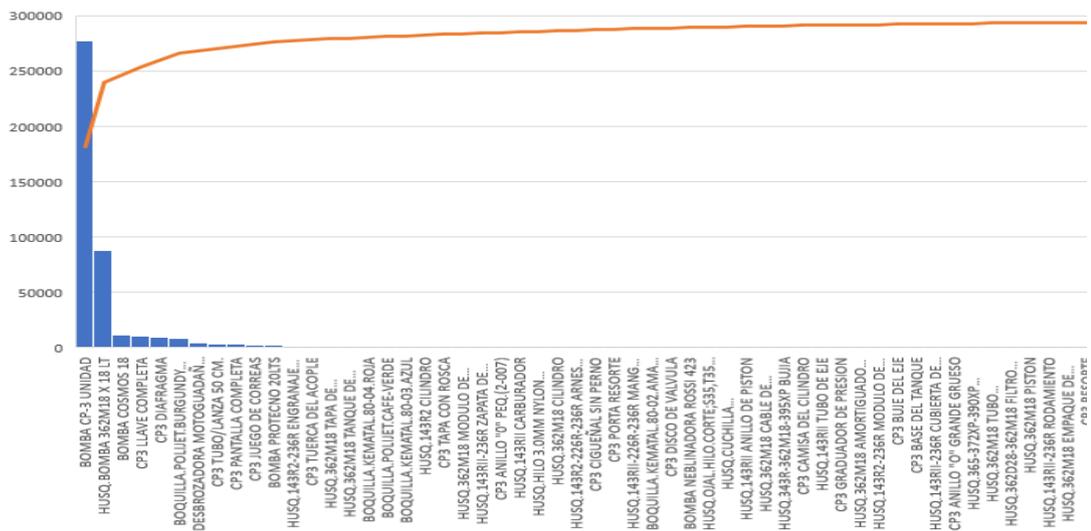


Figura 2.10 Pareto de ventas de los productos

En todas las agencias, los artículos tipo A son 3 bombas:

- CP3
- HUSQ 362M18 X 18 LT
- COSMOS 18.

Análisis de la demanda

Una vez escogidos los artículos tipo A, se procedió a estudiar el comportamiento de estos durante los tres últimos años, teniendo como resultado que en general los tres primeros meses de cada año existe una estacionalidad, es decir ahí se encuentra el pico más alto de la demanda, tal como se muestra en las figuras 2.11 y 2.12.

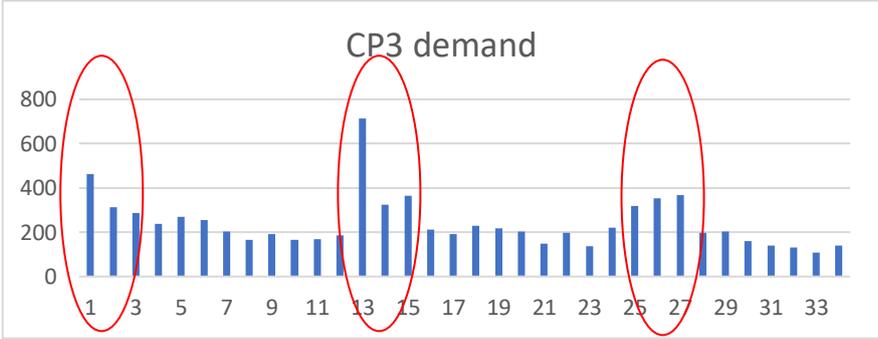


Figura 2.11 Comportamiento de la demanda bomba CP3

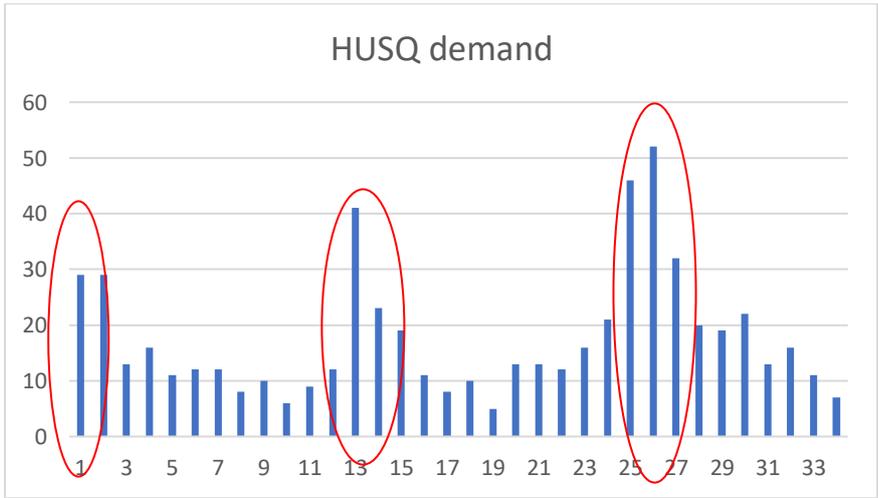


Figura 2.12 Comportamiento de la demanda bomba HUSQ

Se analizó el comportamiento del inventario en la bodega de Celtec, teniendo como resultado la figura 2.13

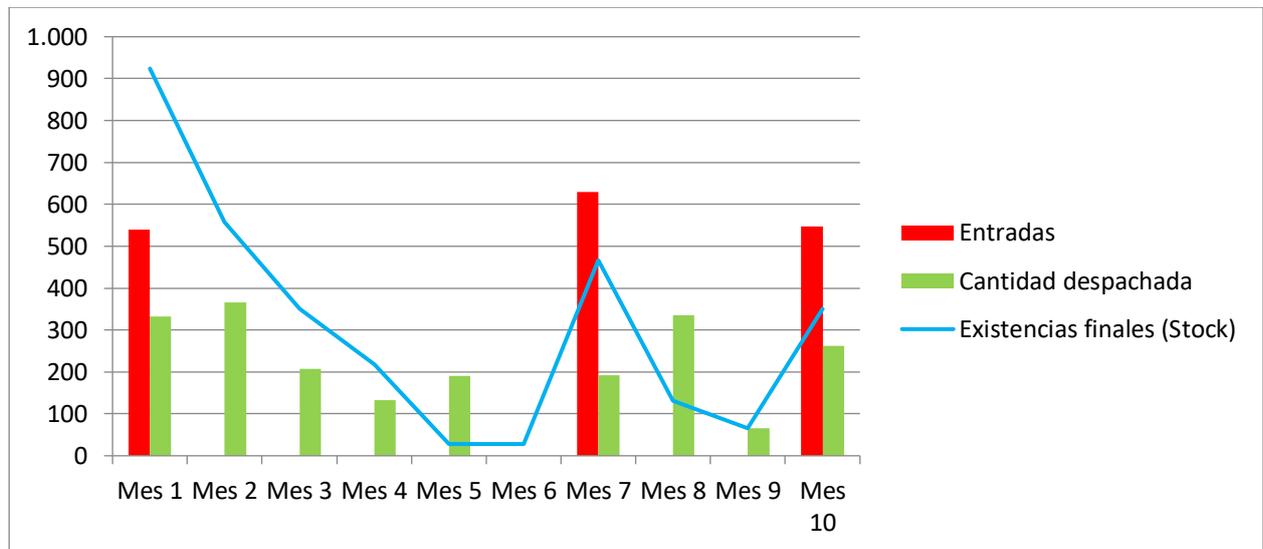


Figura 2.13 Comportamiento del inventario en la bodega de Celtec

Se puede notar que en los meses 5, 6 y 9, el inventario decayó rotundamente y que en el mes 6 no se pudo realizar ningún despacho debido a que no se encontraban con unidades disponibles.

2.2 Análisis

Luego de haber identificado el problema, de describirlo, entender el proceso y estratificarlo; la meta en esta etapa es identificar sus causas raíces, entender cómo se origina y confirmar las causas con datos.

Por lo tanto, se realiza una lluvia de ideas que aporten con las diferentes causas al problema, luego se verifica las causas con mayor impacto, y finalmente se determinan las causas raíces por medio de la herramienta “5 ¿Por qué?”.

2.2.1 Análisis de causas

El primer paso es reunirse con el personal involucrado en el proceso para realizar una lluvia de ideas que aporten con diversas causas al problema de porcentaje de pedidos aplazados, figuras 2.14 y 2.15.



Figura 2.14 Reunión con equipo de trabajo.

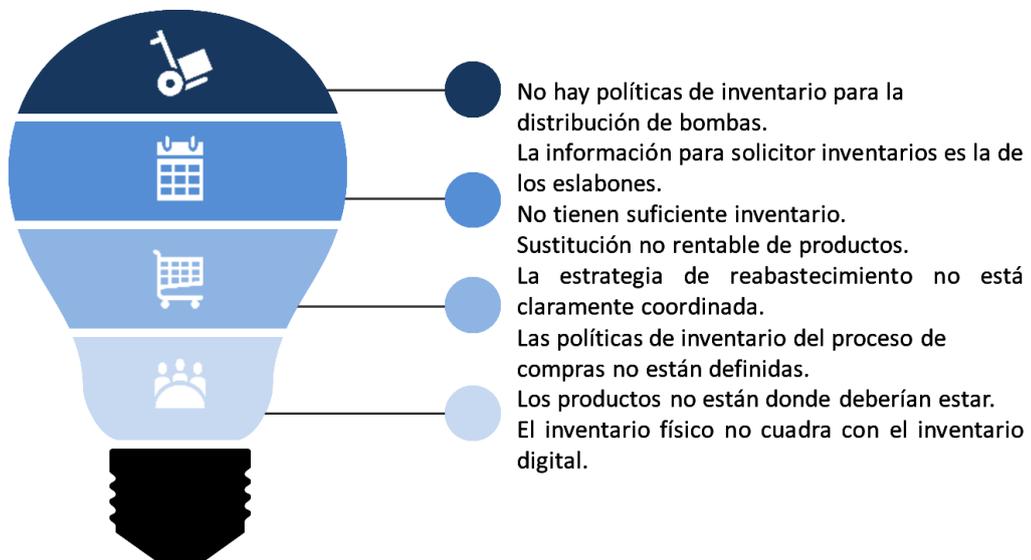


Figura 2.15 Lluvia de ideas

Luego de la lluvia de ideas se procede a realizar un diagrama de causa - efecto (Diagrama de Ishikawa) para analizar la relación entre el problema y sus causas, figura 2.16.

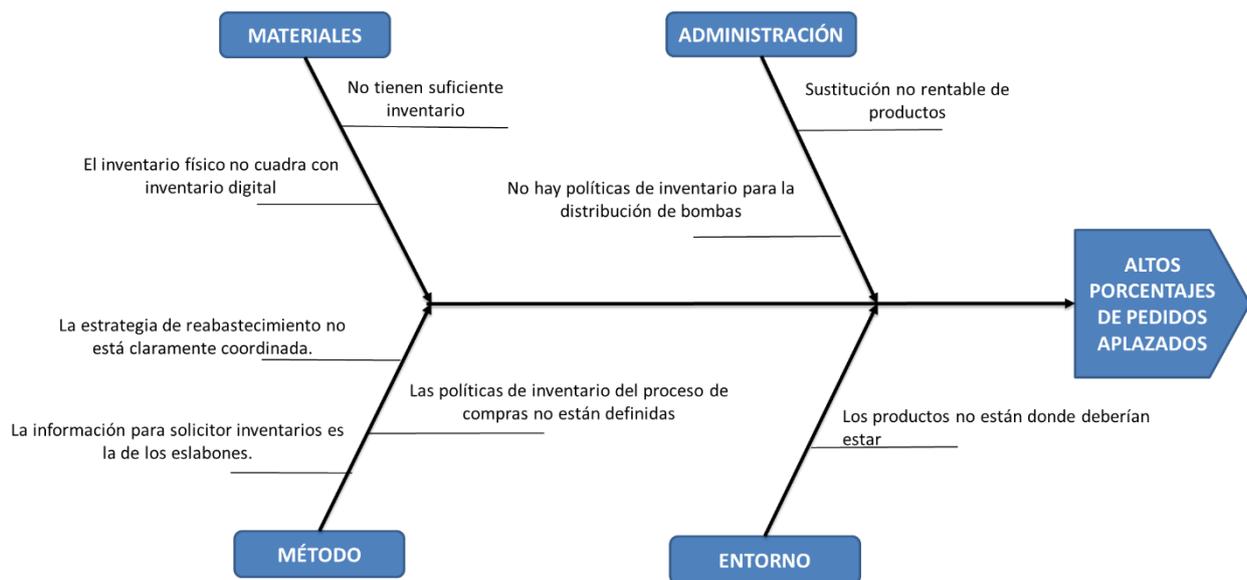


Figura 2.16 Diagrama de Causa - Efecto

Se priorizaron las causas en relación con el problema de Porcentaje de pedidos Aplazados, a partir de la calificación asignada por el equipo de trabajo y una matriz causa - efecto, tablas 2.4 y 2.5.

Nivel de relación	
0	Sin relación
1	Bajo
3	Medio
9	Alto

Tabla 2.4 Nivel de relación

Matriz Causa – Efecto			Variable de salida Y
			Porcentaje de pedidos pendientes en bombas
Variables de entrada X	1	No hay políticas de inventario para la distribución de bombas	9
	2	La información para solicitar inventarios es la de los eslabones y no de los clientes	3
	3	No tienen suficiente inventario	9
	4	Sustitución no rentable de productos	1
	5	La estrategia de reabastecimiento no está claramente coordinada	9
	6	Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	9
	7	Los productos no están dónde deberían estar	1
	8	Inventario físico no cuadra con inventario digital	3

Tabla 2.5 Matriz Causa – Efecto

Se procede a realizar un análisis de Pareto para seleccionar las causas que tengan un alto impacto y luego poder verificarlas, figura 2.17.

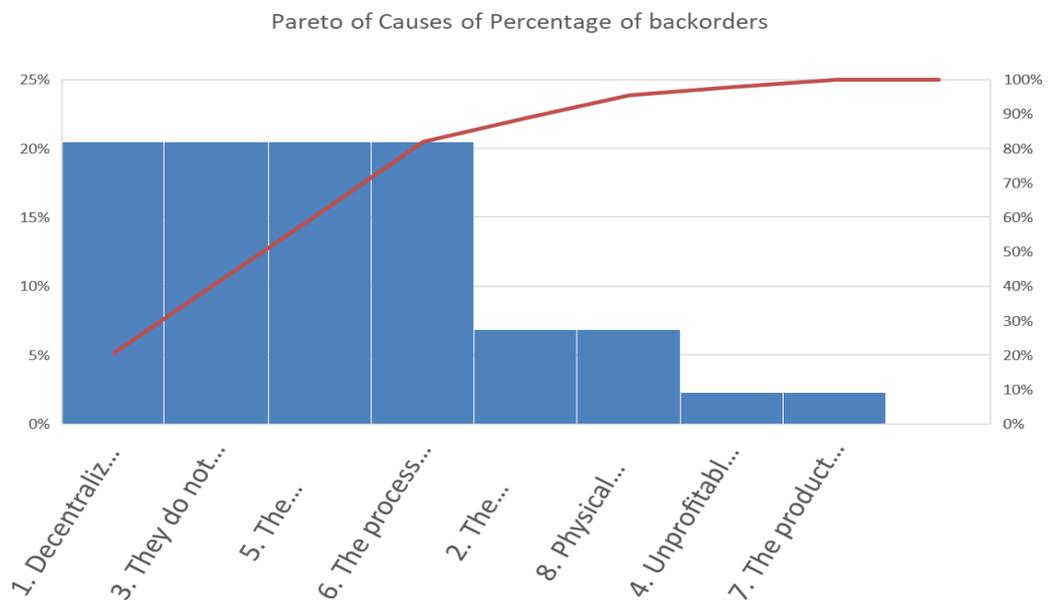


Figura 2.17 Análisis de Pareto

Se realiza una matriz de calificación de impacto vs control con una ponderación de 1 a 20, siendo más cercano a 1 más fácil de controlar y más cercano a 20 más difícil de controlar, Tabla 2.6. Para luego hacer una matriz colocando las causas en cada cuadrante adecuado. Figura 2.18.

N° de causa	Impacto vs Control	Control	Impacto
		X	Y
1	No hay políticas de inventario para la distribución de bombas	9	9
6	Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	8	9
5	La estrategia de reabastecimiento no está claramente coordinada	7	9
3	No tienen suficiente inventario	11	9
2	La información para solicitar inventarios es la de los eslabones y no de los clientes	8	3
8	Inventario físico no cuadra con inventario digital	6	3
4	Sustitución no rentable de productos	6	1
7	Los productos no están dónde deberían estar	5	1

Tabla 2.6 Matriz de calificación Impacto vs Control

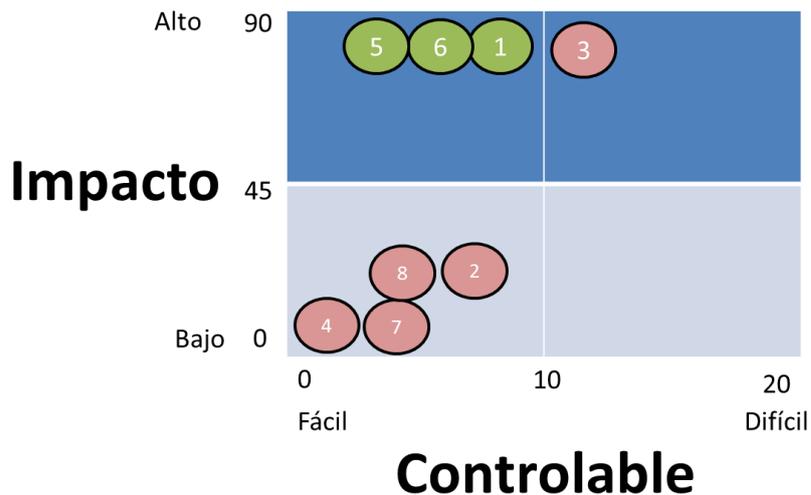


Figura 2.18 Matriz Impacto vs Control

Las causas seleccionadas según su alto impacto y dificultad de controlar son:

- No hay políticas de inventario para la distribución de bombas.
- Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas.
- La estrategia de reabastecimiento no está claramente coordinada.

2.2.2 Plan de verificación de causas

Se realiza un plan de verificación de causas para analizar las causas potenciales y su impacto en el proceso, tabla 2.7.

Causas	Impacto	Método de verificación	Estado
No hay políticas de inventario para la distribución de bombas	Algunas agencias tienen exceso de inventario de bombas lo cual causa pedidos aplazados en otras agencias.	Dato histórico, 5 por qué.	Completo
La estrategia de reabastecimiento no está claramente coordinada	Impacta en el momento que la bodega se queda sin suministro para los pedidos de los clientes internos.	Dato histórico, 5 por qué.	Completo
Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	En la escasez de la cadena de suministro	Dato histórico, 5 por qué.	Completo

Tabla 2.7 Plan de verificación de causas

Para el caso de “No hay políticas de inventario para la distribución de bombas” se comparó la rotación de inventario de la agencia Principal en el 2016 con la rotación de inventario en 2018, como se muestra en las tablas 2.8 y 2.9. En el año 2016 el índice de rotación fue de 5.6 y en el 2018 de 2.8, lo cual indica que la rotación disminuyó.

Agencies	Total Sales	Av. inventory	Rotation
001-Principal	\$18.189,09	\$ 6.468,29	2,8
100-Pascuales	\$17.515,72	\$ 10.378,67	1,7
027-Samborondón	\$ 4.919,80	\$ 1.453,09	3,4
012-Daule	\$11.030,15	\$ 3.474,95	3,2
112-Nobol	\$ 2.882,33	\$ 2.404,59	1,2
086-Cerecita	\$15.226,02	\$ 3.606,94	4,2

Tabla 2.8 Rotación de inventario 2018

Agencies	Total Sales	Av. inventory	Rotation
001-Principal	27741,77	4898,7	5,66

Tabla 2.9 Rotación de inventario Agencia Principal 2016

Para el caso de “La estrategia de reabastecimiento no está claramente coordinada”, como se puede observar en la figura 2.19, si hubo ventas de bombas en junio del 2018, pero la bodega estaba desabastecida, provocando pedidos aplazados.

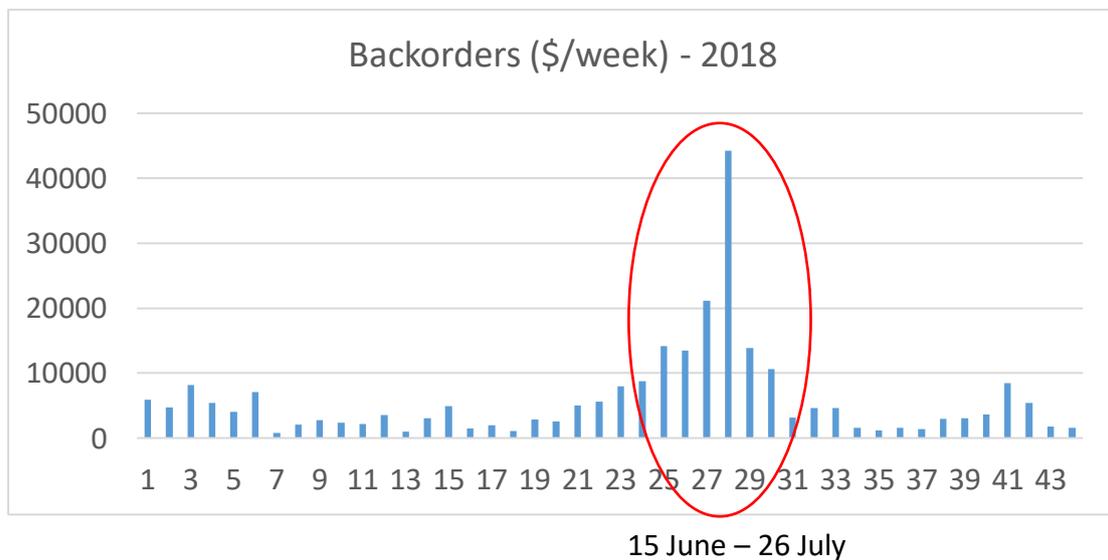


Figura 2.19 Pedidos Aplazados en Junio 2018

Para el caso de Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas, se observa en la figura 2.20, que los despachos de cada bomba desde la bodega de bombas y repuestos, y los meses donde hay desabastecimiento.

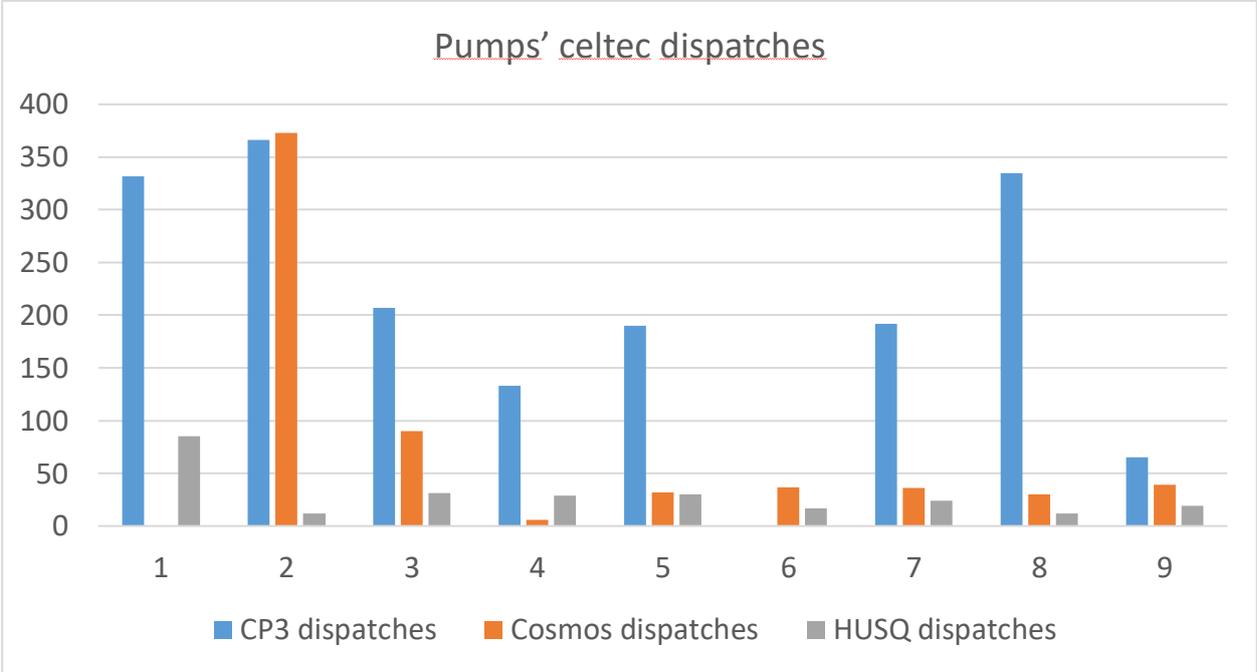


Figura 2.20 Despacho de bombas

2.2.3 Herramienta “5 ¿Por qué?”.

Se hizo uso de la herramienta “5 ¿Por qué?”, tabla 2.10, para analizar las relaciones causa-efecto y encontrar las causas raíces que están generando el problema.

Causa	1. ¿POR QUÉ?	2. ¿POR QUÉ?	3. ¿POR QUÉ?	4. ¿POR QUÉ?	5. ¿POR QUÉ?	CAUSA RAÍZ
No hay políticas de inventario	Porque cada agencia busca su óptimo local y no el óptimo global.	Para protegerse contra la escasez de bombas que suelen existir.	Porque las políticas de inventario no están bien definidas para la reabastecimiento de agencias			Porque las políticas de inventario no están bien definidas para el reabastecimiento de las agencias.
La estrategia de reabastecimiento no está coordinada	Porque se basan en el siguiente eslabón de la cadena y no en el cliente final.	No hay un plan adecuado para el reabastecimiento de la bodega de Celtec				No hay un plan adecuado para el reabastecimiento de la bodega de Celtec
Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	Porque el proceso se está haciendo empíricamente.	No hay un plan adecuado para el reabastecimiento de la bodega de Celtec				No hay un plan adecuado para el reabastecimiento de la bodega de Celtec

Tabla 2.10 Herramienta “5 ¿Por qué?”

Al realizar el análisis de los “5 ¿Por qué?”, se obtuvo las siguientes causas raíces:

- Las políticas de inventario no están definidas para el reabastecimiento de las agencias.
- No hay un plan adecuado para el reabastecimiento de la bodega.

2.3 Mejora

Continuando con la etapa de Mejora, luego de haber determinado las causas raíces del problema, se busca obtener soluciones que luego serán implementadas.

2.3.1 Lluvia de ideas de soluciones

Se realizó una lluvia de ideas con el equipo del proyecto para obtener las posibles soluciones que minimice el porcentaje de pedidos aplazados, figura 2.21.



Figura 2.21 Lluvia de ideas para soluciones

2.3.2 Selección de soluciones

Se evalúa cada solución propuesta para las causas raíces, tabla 2.11, luego de hacer la lluvia de ideas.

Causas Raíces	Soluciones	
No hay políticas de inventario para la distribución de bombas	Diseñar un prototipo de la implementación de las políticas de inventario en Excel	A
	Establecer políticas de inventario para la distribución de bombas a las agencias.	B
La estrategia de reabastecimiento no está coordinada	Mejorar la coordinación entre los eslabones en la cadena de suministro.	C
	Implementar un nuevo software que ayude a la empresa a desarrollar su cadena de suministro.	D
Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	Diseñar políticas de inventario para la reposición de bombas en el almacén de Celtec.	E

Tabla 2.11 Soluciones para Causas raíces

Los miembros del equipo de este proyecto evaluaron el impacto de cada solución con respecto a cada una de las causas, siendo 1 el puntaje más bajo y 10 el máximo, tabla 2.12.

CAUSAS	SOLUCIONES				
	A	B	C	D	E
No hay políticas de inventario para la distribución de bombas	9	10	8	6	8
La estrategia de reabastecimiento no está coordinada	10	10	10	7	10
Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	10	10	9	7	10
Total	29	30	27	20	28

Tabla 2.12 Evaluación de soluciones

Con la finalidad de evaluar qué tan factible es la implementación de cada solución, se hizo un análisis de costos estimados, como se muestra en la tabla 2.13.

	COSTOS ESTIMADOS				
	Diseñar un prototipo de la implementación de las políticas en Excel	Establecer políticas de inventario para la distribución de bombas a las agencias.	Mejorar la coordinación entre los eslabones en la cadena de suministro	Implementar un nuevo software que ayude a la empresa a desarrollar su cadena de suministro.	Diseñar políticas de inventario para la reposición de bombas en el almacén de Celtec
Bienes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 42.000,00	\$ -
Mano de obra	\$ -	\$ -	\$10.800	\$ -	\$ -
Capacitación	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Otros costos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
COSTO TOTAL	\$ -	\$ -	\$10.800	\$ 42.000,00	\$ -

Tabla 2.13 Análisis de costos

Luego se realizó un Análisis final para establecer cuáles son las soluciones con un bajo costo, menor esfuerzo y un alto impacto, tabla 2.14.

		ANÁLISIS FINAL				
		Diseñar un prototipo de la implementación de las políticas en Excel	Establecer políticas de inventario para la distribución de bombas a las agencias.	Mejorar la coordinación entre los eslabones en la cadena de suministro	Implementar un nuevo software que ayude a la empresa a desarrollar su cadena de suministro.	Diseñar políticas de inventario para la reposición de bombas en el almacén de Celtec
BAJO COSTO	30%	3	4	2	1	5
MENOR ESFUERZO	30%	5	3	1	2	4
ALTO IMPACTO	40%	4	5	2	1	3
TOTAL		4,0	4,1	1,7	1,3	3,9

Tabla 2.14 Análisis final

Al final se analiza cada solución en una matriz de Impacto vs Esfuerzo, figura 2.22, quedando las siguientes soluciones:

- **Diseñar políticas de inventario para el reabastecimiento de bombas en la bodega de Celtec:** con la finalidad de establecer un nivel que indique cuándo realizar las compras de nuevas bombas y en qué cantidad.
- **Establecer políticas de inventario para la distribución de bombas desde la bodega a las agencias:** para determinar a qué agencias, cuántas bombas y en qué momento despacharlas.
- **Diseñar un prototipo de la implementación de las políticas de inventario en Excel:** implementar las políticas realizadas en el prototipo.

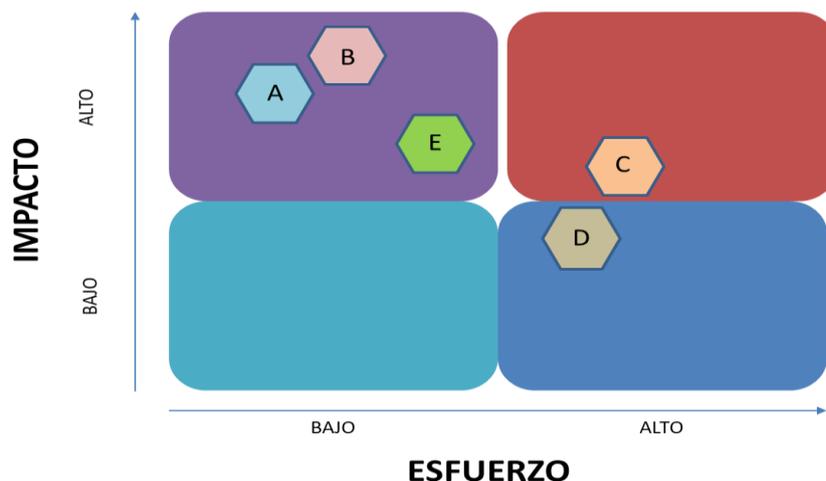


Figura 2.22 Matriz Impacto vs Esfuerzo

2.3.3 Plan de Implementación de Soluciones

Una vez que se establecieron las soluciones y el motivo, se procede a elaborar un Plan de implementación con la finalidad de darle un orden y mayor claridad en la etapa de implementación, tabla 2.15.

CAUSAS RAÍCES	¿QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	¿CUÁNTO?	¿CUÁNDO?	¿QUIÉN?
	Acción a realizar	Propósito de la acción	Actividades a realizar	Alcance	Costo	Fecha	Persona
La estrategia de reabastecimiento no está coordinada	Diseñar políticas de inventario para la reposición de bombas en la bodega de Celtec	Reducir la escasez de bombas en la cadena de suministro, además de disminuir los pedidos emergentes, lo que hace que el costo de importación sea mayor.	A través del análisis de la demanda, el tiempo de entrega, el costo unitario, el costo del pedido, el costo de oportunidad	Departamento de compras y en la bodega de Celtec	N/A	ene-19	Project leaders
Las políticas de inventario del proceso de compras no están definidas	Establecer políticas de inventario para la distribución de bombas a las agencias	Porque al enviar lo que cada agencia necesita, el almacén tendrá el control de su inventario, evitando el acaparamiento y llevando todo a un óptimo global en lugar de un óptimo local.	A través del análisis de la demanda, el tiempo de entrega, el costo unitario, el costo del pedido, el costo de oportunidad	Bodega de Celtec y Agencias	N/A		
No hay políticas de inventario para la distribución de bombas	Diseñar un prototipo de la implementación de las políticas en Excel	Porque habrá una mejor organización en la distribución sobre cuánto y dónde enviar.	Ingresando las políticas de inventario en la interfaz	Bodega de Celtec y Agencias	N/A		

Tabla 2.15 Plan de Implementación de soluciones

2.4 Implementación

Como ya se dijo en las etapas anteriores, para la implementación de las soluciones se trabaja con los productos tipo A. Estos productos tienen una demanda alta los 3 primeros meses del año y una demanda baja el resto del año, por lo que se habría que implementar una política para la demanda alta y otra política para la demanda baja.

2.4.1 Desarrollo de las Políticas de inventario

2.4.1.1 Políticas de inventario para el reabastecimiento de bombas

Desestacionalización

Como se puede observar en el Apéndice A, se desestacionaliza la demanda, se eliminan los picos y se la nivela.

Regresión lineal

Luego de desestacionalizar la demanda, se realiza un análisis de regresión lineal para determinar su comportamiento, como muestran las tablas 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19.

Resumen CP3	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,895034399
Coefficiente de determinación R ²	0,801086575
R ² ajustado	0,791140903
Error típico	8,931502657
Observaciones	22

Tabla 2.16 Regresión lineal CP3

Resumen HUSQ	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,904927859
Coefficiente de determinación R ²	0,81889443
R ² ajustado	0,809839151
Error típico	1,624078196
Observaciones	22

Tabla 2.17 Regresión lineal HUSQ

Resumen HUSQ+CP3	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,880704869
Coeficiente de determinación R ²	0,775641066
R ² ajustado	0,764423119
Error típico	7,782560692
Observaciones	22

Tabla 2.18 Regresión HUSQ +CP3

Resumen HUSQ+CP3+cosmo	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,869039323
Coeficiente de determinación R ²	0,755229345
R ² ajustado	0,742990813
Error típico	6,297964924
Observaciones	22

Tabla 2.19 Regresión HUSQ+CP3+cosmos

Para la CP3 se obtuvo un R² de 0,79 y para HUSQ de 0,8; lo que significa que son más lineales que los otros casos ya que son más cercanos a 1, es decir, se puede hacer una aproximación en pronóstico que sea lineal.

Cuando se desestacionalizó la demanda el sistema salió lineal con un 0.8 lo cual puede ayudar a pronosticar a cómo van a ser las ventas el siguiente año.

Para el producto Cosmos no se utilizó el mismo método.

Pronósticos

Se estiman los datos con el nivel y la tendencia que nos indicó la regresión lineal: $T = \text{Nivel} + \text{Tendencia} * (\text{Período})$, tabla 2.20.

	CP3	HUSQ
Nivel	293,55303	8,33020422
Tendencia	-2,69372294	0,51900998

Tabla 2.20 Nivel y Tendencia CP3 y HUSQ

Con esto ya se puede obtener el pronóstico que es la multiplicación de la estimación con el factor promedio de cada mes (Apéndice B).

Como se puede observar en las figuras 2.23 y 2.24, el pronóstico realizado se ajusta a las ventas.

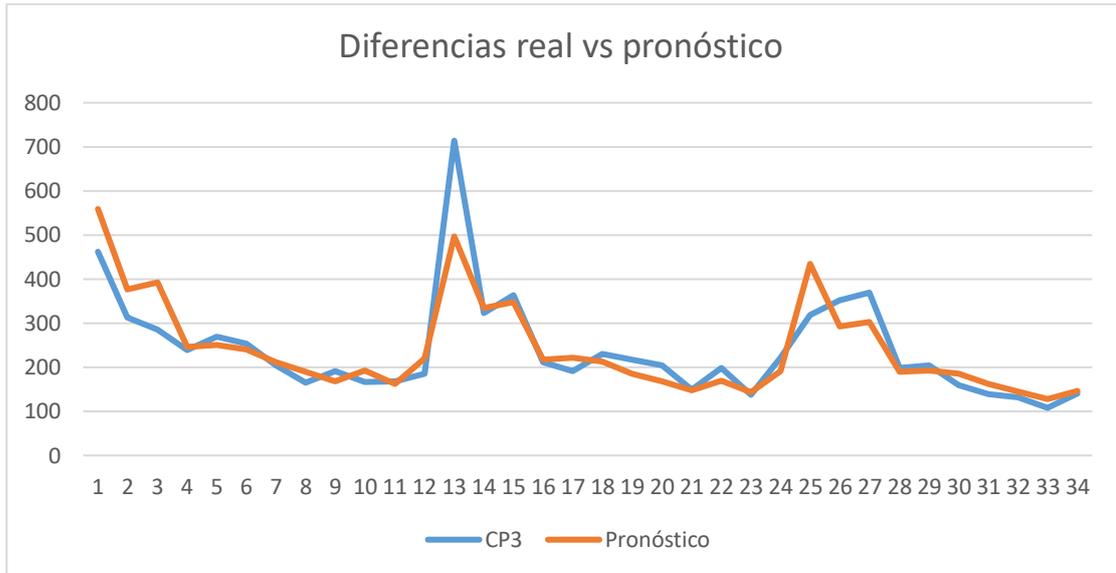


Figura 2.23 Demanda Real vs Pronóstico CP3

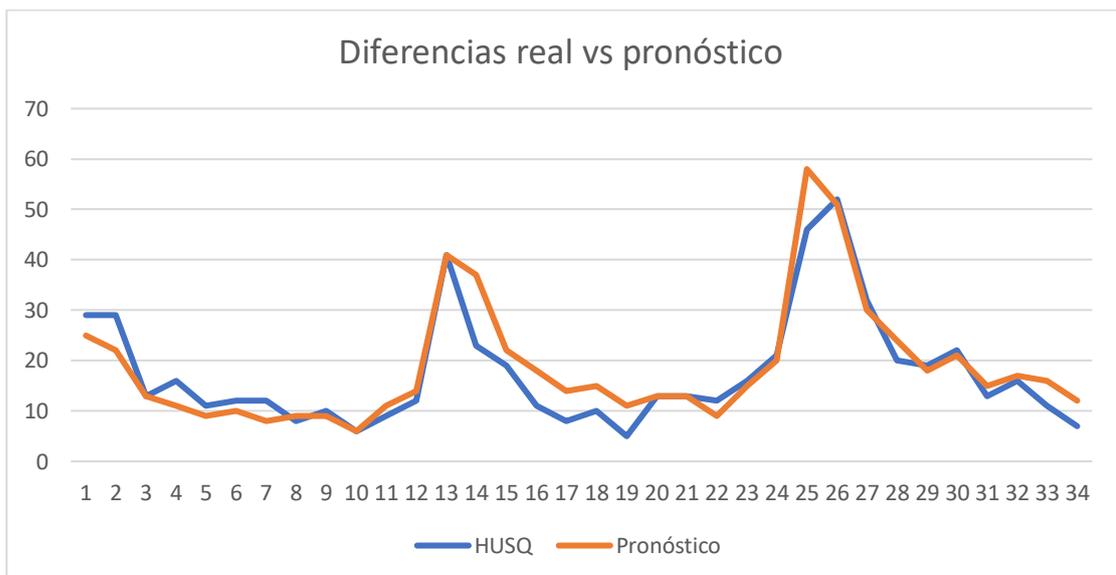


Figura 2.24 Demanda Real vs Pronóstico HUSQ

Políticas de inventario

Como se dijo al inicio de esta etapa de implementación, se utilizó una política de inventario para los períodos con demanda alta y también para los períodos de demanda baja.

El modelo (R, Q) pide una cantidad de inventario Q cuando el inventario alcanza un punto de reorden R.

Para los cálculos se usaron las siguientes ecuaciones:

Se realizaron los cálculos partiendo del EOQ (cantidad óptima de pedido), como se muestra:

Q*: Cantidad óptima de pedido

A: Costo de ordenar

D: Demanda

h: Porcentaje del costo de mantener

P: Costo por unidad

LT: Lead time

SS: Stock de seguridad

R: Punto de reorden

σ : Desviación estándar

z: intervalo de confianza

Cantidad óptima de pedido: $Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{hP}}$ Ec. 1

Inventario de seguridad: $SS = z\sigma\sqrt{LT}$ Ec. 2

Punto de reorden: $R = D*LT + z\sigma\sqrt{LT}$ Ec. 3

En la tabla 2.21 se muestran los resultados de las políticas de inventario

CP3			HUSQ			COSMOS		
Demanda Alta			Demanda Alta			Demanda Alta		
Política (r,Q)			Política (r,Q)			Política (r,Q)		
Punto de Reorden	r	1187	Punto de Reorden	r	30	Punto de Reorden	r	393
Cantidad a pedir	Q	488	Cantidad a pedir	Q	100	Cantidad a pedir	Q	401
Demanda Baja			Demanda Baja			Demanda Baja		
Política (r,Q)			Política (r,Q)			Política (r,Q)		
Punto de Reorden	r	519	Punto de Reorden	r	10	Punto de Reorden	r	225
Cantidad a pedir	Q	330	Cantidad a pedir	Q	63	Cantidad a pedir	Q	289
SS		70						

Tabla 2.21 Resultados de la Política de inventario

Una vez que se calculó los puntos de reorden R y las cantidades a pedir Q se los inserta en la plantilla de Excel, donde se pudo simular el comportamiento de la demanda para 3 años para demanda alta y demanda baja; la demanda alta es para los meses de enero, febrero y marzo, pero en realidad esta política se aplica para octubre, noviembre y diciembre ya que el lead time es de 3 meses y es en este periodo donde se debe reabastecer para la demanda alta, tal y como se puede observar en la tabla 2.22.

ACTIVIDAD SIMULADA						
Día Simulado	Números Aleatorios	Demanda	Lead Time	Unidades Recibidas	Posición de Inventario	Agotados de Stock
0					1464	
1	0,3023	350		0	1114	0
2	0,2113	350		0	764	0
3	0,4023	350	3	0	414	0
4	0,3255	165	3	0	249	0
5	0,0157	105	3	0	144	0
6	0,3466	165	3	330	309	21
7	0,8521	225	3	330	414	0
8	0,7357	205		330	539	0
9	0,4503	195		330	674	0
10	0,4132	185	3	330	819	0
11	0,1943	145	3	0	674	0
12	0,9203	255	3	0	419	0
13	0,7036	350		487	556	0
14	0,6394	350		487	693	0
15	0,8042	450		487	730	0
16	0,2185	145		0	585	0
17	0,0408	105	3	0	480	0
18	0,2421	145	3	0	335	0
19	0,4961	195	3	0	140	0
20	0,3110	165	3	330	305	25
21	0,6502	205	3	330	430	0
22	0,2991	165	3	330	595	0
23	0,8953	235	3	330	690	0
24	0,3793	165	3	330	855	0
25	0,5477	350		487	992	0
26	0,2704	350		487	1129	0
27	0,0931	250		487	1366	0
28	0,5621	195		0	1171	0
29	0,2621	165		0	1006	0
30	0,8634	225		0	781	0
31	0,0957	135		0	646	0
32	0,4394	195	3	0	451	0
33	0,5086	195	3	0	256	0
34	0,4074	185	3	0	71	0
35	0,7257	205	3	330	196	134
36	0,2187	145	3	330	381	0
		7965	63		617,2162162	180

Tabla 2.22 Simulación de la demanda

2.4.1.2 Políticas de inventario para la distribución de bombas a las agencias

Políticas de inventario CP3

Se realizó políticas para las 11 agencias tipo A. Para la bomba CP3, la política fue dividida también en dos partes, alta y baja demanda; pero para las otras dos bombas no fue necesario ya que sus demandas no lo requerían, tal como se muestran en las tablas 2.23, 2.24 y 2.25.

CP3		PASCUALES	PRINCIPAL	CERECITA	DAULE	STA LUCÍA	PARQ CHILE	SAMBO	BALZAR	NOBOL	COLIMES	PALESTINA
DA	Cantidad Maxima	10	11	7	10	7	6	7	5	7	8	5
	T	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
DB	Cantidad Maxima	6	6	5	6	9	3	6	3	7	2	4
	T	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Tabla 2.23 Políticas de inventario bomba CP3

HUSQ		PASCUALES	PRINCIPAL	CERECITA	DAULE	PARQ CHILE	BALZAR	NOBOL	COLIMES
Cantidad Maxima		2	2	2	2	1	2	1	1
T		7	7	7	7	7	7	7	7

Tabla 2.24 Políticas de inventario bomba HUSQ

COSMOS		PASCUALES	PRINCIPAL	CERECITA	DAULE	STA LUCÍA	PARQ CHILE	SAMBO	BALZAR	NOBOL	COLIMES	PALESTINA
Cantidad Maxima		3	2	1	3	1	1	1	3	1	3	1
T		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Tabla 2.25 Políticas de inventario bomba Cosmos

2.4.2 Prototipo en Excel

Se implementaron las políticas de inventario en un prototipo en Excel, para que sean utilizadas de forma adecuada (Apéndice B). Es requerido el tener actualizada la demanda y así analizar el comportamiento de esta.

El proceso del uso se detalla a continuación.

- 1) Abrir el prototipo, figura 2.25.

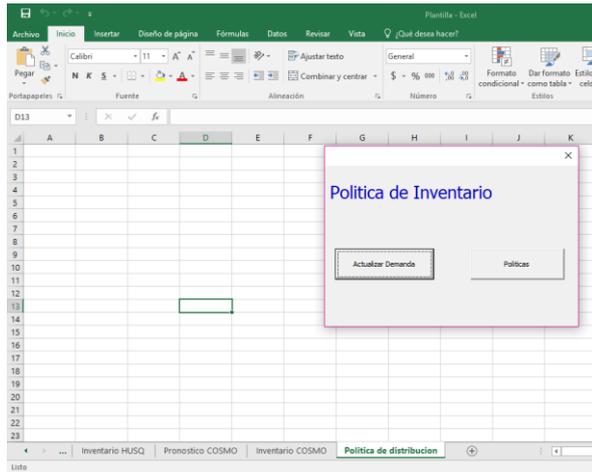


Figura 2.25 Inicio

2) Actualizar la demanda, figura 2.26.

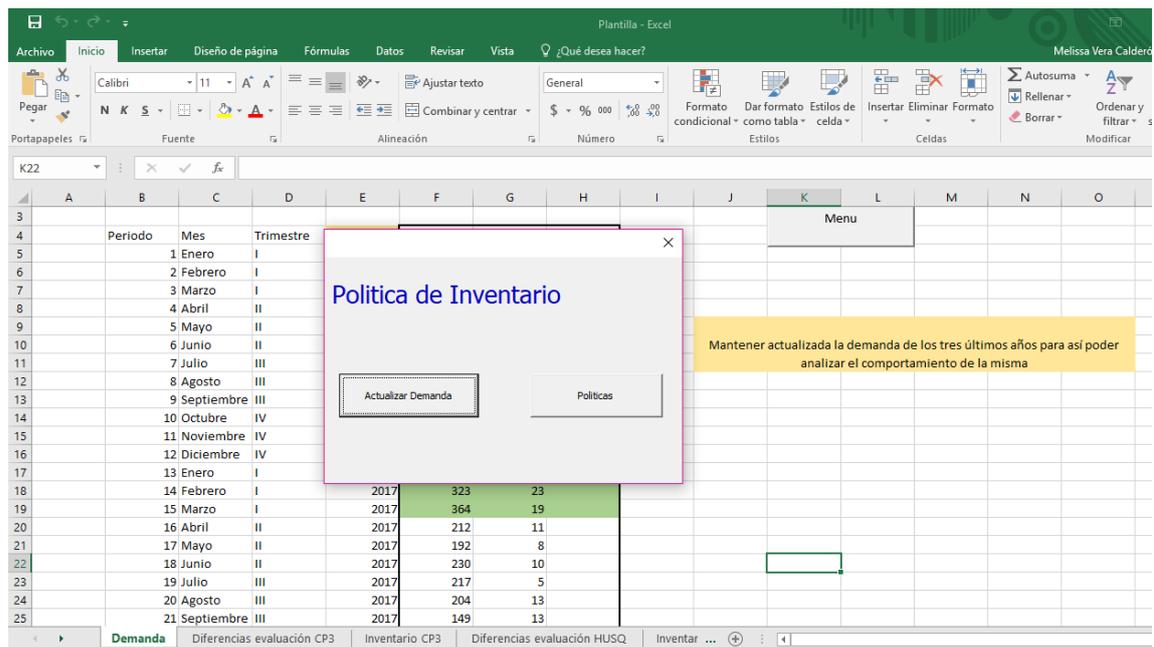


Figura 2.26 Actualizar demanda

3) Seleccionar la Política de inventario de la bomba requerida, figura 2.27.

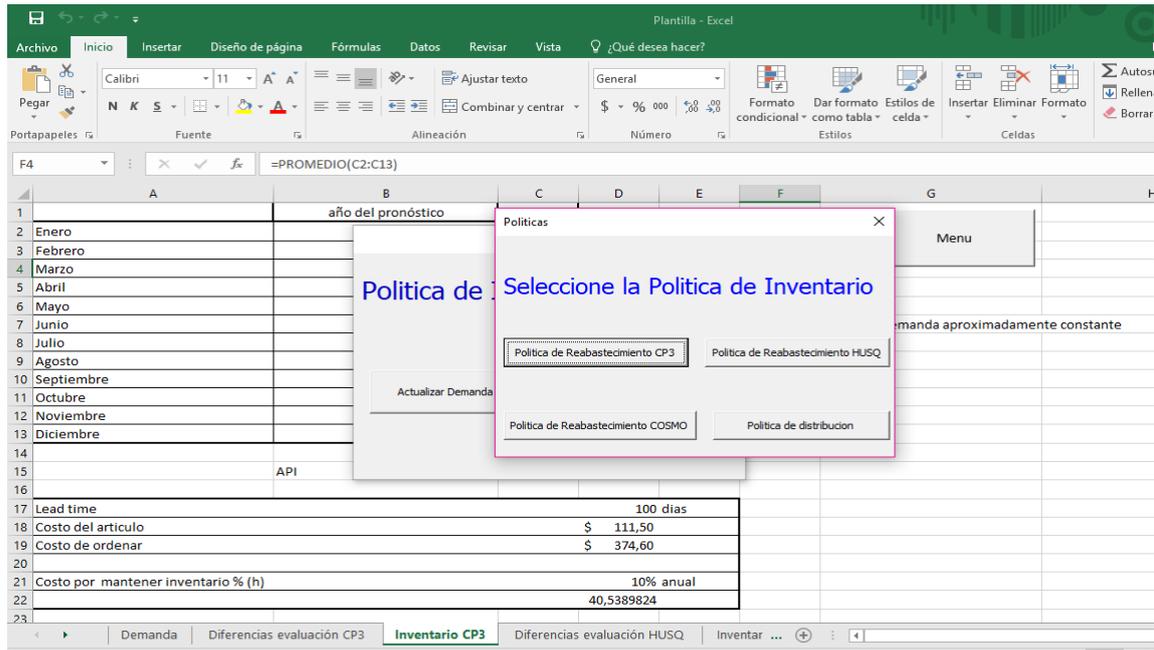


Figura 2.27 Seleccionar política de inventario

4) Finalmente se ingresan los datos necesarios para la política, figura 2.28.

Sistema de inventario		Demanda Altas	
EOQ	$\text{raiz}(2AD)/I$		
sigma	Desviacion	64,79	
D	Demanda mensual periodo	280	
A	Costo por pedir	\$ 374,60	
h	Porcentaje del costo de inventario	10%	
P	Precio del producto	\$ 111,50	
Optimos			
	Cantidad de demanda alta	Q	475
	Tiempo por pedido	n*	7
	Política (r,Q)	T*	51
Punto de Reorden	r	1130	
Cantidad a pedir	Q	475	

Sistema de inventario		Demanda Bajas	
EOQ	$\text{raiz}(2AD)/I$		
sigma	Desviacion		22,19
D	Demanda mensual		127
A	Costo por pedir	\$ 374,60	
h	Porcentaje del costo de inventario	10%	
P	Precio del producto	\$ 111,50	
Optimos			
	Cantidad de pedidos al año	Q	320
	Tiempo por pedido	n*	5
	Política (r,Q)	T*	76
Punto de Reorden	r		491
Cantidad a pedir	Q		320
	ss		67

Figura 2.28 Ingreso de datos

2.5 Control

Control es la etapa donde se requiere establecer medidas para que las mejoras que se quieren implementar se mantengan a lo largo del tiempo.

2.5.1 Plan de Control

Se establece un Plan de Control que muestre las actividades a desarrollar, tabla 2.26.

¿QUÉ?	¿POR QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?
Actualización de los históricos de la demanda	Actualizar posibles cambios en el comportamiento de la demanda para tener pronósticos más acertados	Asistente de Compras	Por medio del almacenamiento del histórico de la demanda y los pronósticos de la base de datos de la empresa	Departamento de compras	3 Meses
Niveles de inventario	Revisión constante para actualizar políticas de inventario	Jefe operativo de línea	Por medio de la revisión continua	Bodega de Celtec	1 Meses

Tabla 2.26 Plan de Control

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Se hizo una comparación entre el working capital real vs el working capital simulado, figura 3.1, y se determinó que el resultado del simulado era mejor. Luego, se realizó una prueba de hipótesis para determinar si existe una diferencia significativa entre ambos Working Capital (WC), lo que nos dio como resultado un p-value de 0.013, por lo que la hipótesis nula se rechaza, entonces, hay suficiente evidencia estadística para decir que el WC de la Q óptima es menor que el WC del modelo real, figura 3.2.

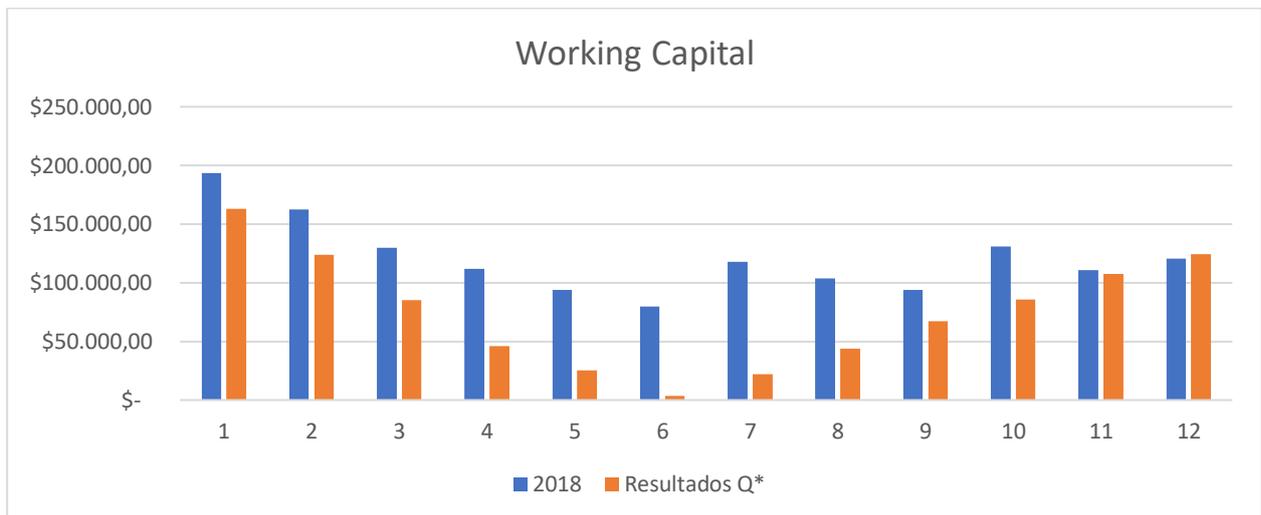
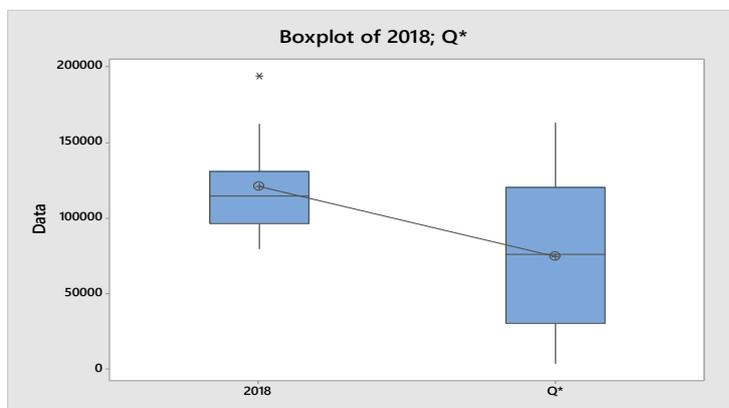


Figura 3.1 Comparación entre WC real vs WC Simulado



Con un valor de p de 0.013, la hipótesis nula se rechaza, entonces, hay suficiente evidencia estadística para decir que el WC de la Q óptima es menor que el WC del modelo real.

Figura 3.2 Se rechaza la hipótesis nula

La figura 3.3 muestra la cantidad de producto no despachado, y se observa que el monto actual es del 40%, mientras que con la simulación nos dio como resultado un 14%. Lo que quiere decir que se mejoraron los objetivos propuestos.

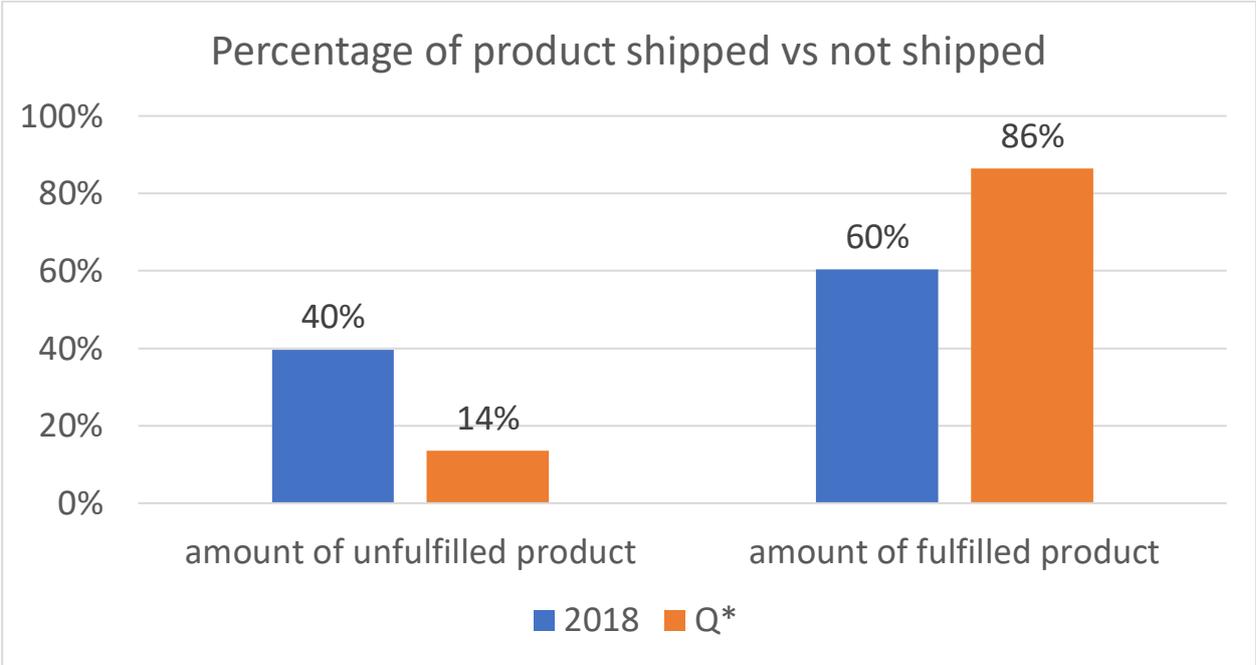


Figura 3.3 Productos enviados vs No enviados

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El porcentaje de pedidos pendientes para la bomba CP3 se reduce en un 26%, siendo actualmente de 1150 unidades y con las políticas 314 unidades.
- El prototipo hará que la empresa sepa cuándo, dónde y en qué cantidad hacer los envíos de pedidos a sus clientes internos.
- Por medio de la simulación fue posible observar la comparación entre la situación actual y la mejora.
- El capital de trabajo fue en 2018 de \$ 1,450,000.00, pero con la simulación se observa que este valor se reduce a \$ 550,000.00, es decir, disminuye un 38% con la política obtenida.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que la persona a cargo de las Compras tenga conocimientos del manejo de Pronósticos y Políticas de inventario.
- Se recomienda actualizar los posibles cambios en el comportamiento de la demanda.

BIBLIOGRAFÍA

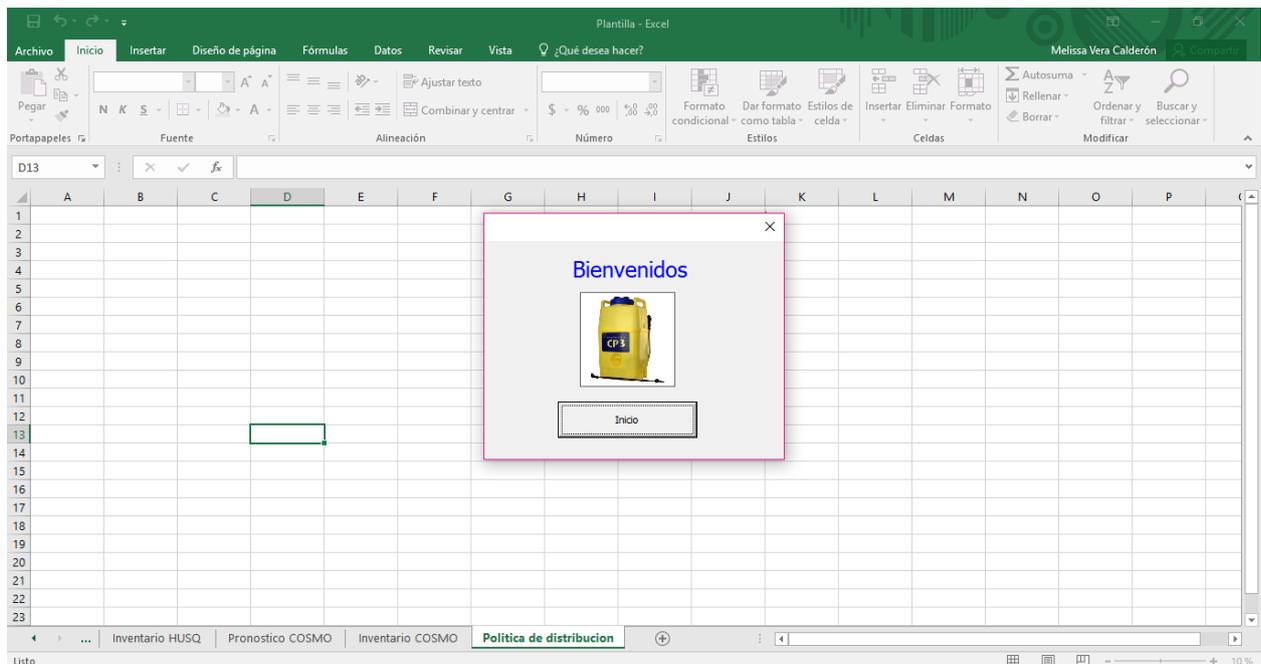
- Arrieta, S. (2013). *MODELO ESTOCÁSTICO DE INVENTARIO MULTIARTÍCULO, CON RESTRICCIONES DE ESPACIO, PRESUPUESTO, FRECUENCIA DE PEDIDO*. Y. Córdoba, España: Universidad de Córdoba.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Bayas, I. Y., & Martínez, M. C. (2017). *LA GESTIÓN DE INVENTARIO COMO FACTOR ESTRATÉGICO EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS*. Venezuela, Maracaibo: Fundacion Miguel Unamuno y Jugo.
- Edward A. Silver, D. F. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains*. Boca Ratón: CRC Press.
- Gutierrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (3era ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Richard B. Chase, F. Robert Jacobs y Nicholas J. Aquilano (2005). *Administración de la Producción y Operaciones* (10ma ed.). (s.f.). México: McGraw-Hill.
- Spearman, W. H. (2008). *Factory Physics*. Long Grove, Illinois: Waveland Press.
- Yeung, S. M.-C. (2013). *Application of Six Sigma and Quality Management Ideas to the Development of Business School Mission Statements: A Content Analysis*. United Kingdom, Poole: International Journal of Management.
- Zarco, J. (2012). *Modelo de inventario con demanda estocástica aplicado a una empresa comercializadora de madera*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de Nuevo México.

APÉNDICES

APÉNDICE A: DESESTACIONALIZACIÓN DE LA DEMANDA

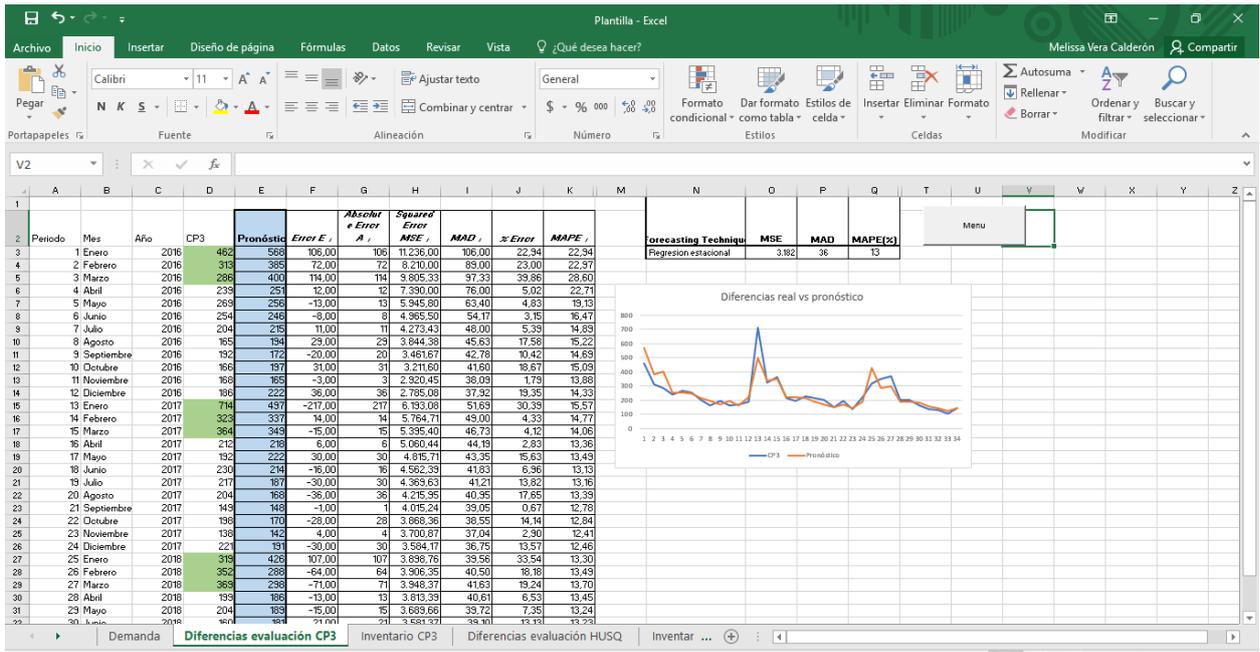
Periodo	Mes	Trimestre	Año	CP3	HUSQ	Cosmo	Suma CP3+HUSQ	Suma + cosmos	Demanda desestacionalizada CP3	Demanda desestacional izada HUSQ	Demanda desestacional izada Suma	Demanda desestacionaliz ada Suma+cosmo
1	Enero	I	2016	462	29		491	491				
2	Febrero	I	2016	313	29		342	342				
3	Marzo	I	2016	286	13		299	299				
4	Abril	II	2016	239	16		255	255				
5	Mayo	II	2016	269	11		280	280				
6	Junio	II	2016	254	12		266	266				
7	Julio	III	2016	204	12		216	216	253	14	267	267
8	Agosto	III	2016	165	8		173	173	263	15	278	278
9	Septiembre	III	2016	192	10		202	202	267	15	282	282
10	Octubre	IV	2016	166	6		172	172	269	15	284	284
11	Noviembre	IV	2016	168	9		177	177	265	14	279	279
12	Diciembre	IV	2016	186	12		198	198	261	14	275	275
13	Enero	I	2017	714	41		755	755	260	14	274	274
14	Febrero	I	2017	323	23		346	346	262	14	276	276
15	Marzo	I	2017	364	19		383	383	262	14	276	276
16	Abril	II	2017	212	11		223	223	262	14	276	279
17	Mayo	II	2017	192	8		200	200	262	15	277	285
18	Junio	II	2017	230	10		240	240	262	16	278	292
19	Julio	III	2017	217	5		222	222	247	16	263	284
20	Agosto	III	2017	204	13		217	217	232	18	249	280
21	Septiembre	III	2017	149	13		162	162	233	19	253	292
22	Octubre	IV	2017	198	12	69	210	279	233	20	253	299
23	Noviembre	IV	2017	138	16	65	154	219	233	21	254	305
24	Diciembre	IV	2017	221	21	71	242	313	230	22	253	307
25	Enero	I	2018	319	46	99	365	464	224	23	247	306
26	Febrero	I	2018	352	52	114	404	518	218	23	241	304
27	Marzo	I	2018	369	32	101	401	502	213	23	237	303
28	Abril	II	2018	199	20	67	219	286	209	23	232	300
29	Mayo	II	2018	204	19	47	223	270				
30	Junio	II	2018	160	22	44	182	226				
31	Julio	III	2018	139	13	55	152	207				
32	Agosto	III	2018	132	16	41	148	189				
33	Septiembre	III	2018	108	11	47	119	166				
34	Octubre	IV	2018	141	7	53	148	201				

APÉNDICE B: PROTOTIPO PARA POLÍTICAS DE INVENTARIO



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data table. The title bar reads 'Plantilla - Excel'. The ribbon includes 'Inicio', 'Insertar', 'Diseño de página', 'Fórmulas', 'Datos', 'Revisar', and 'Vista'. A dialog box titled 'Menu' is visible. The spreadsheet grid shows columns A through V and rows 1 through 33. The active sheet is 'Demanda'.

Ingreso demanda						
Periodo	Mes	Trimestre	Año	CP3	HUSQ	Corno
1	Enero	I	2016	462	23	
2	Febrero	I	2016	313	23	
3	Marzo	I	2016	286	13	
4	Abril	II	2016	229	16	
5	Mayo	II	2016	263	11	
6	Junio	II	2016	254	12	
7	Julio	III	2016	204	12	
8	Agosto	III	2016	165	8	
9	Septiembre	III	2016	182	10	
10	Octubre	IV	2016	166	6	
11	Noviembre	IV	2016	168	9	
12	Diciembre	IV	2016	186	12	
13	Enero	I	2017	794	41	
14	Febrero	I	2017	323	23	
15	Marzo	I	2017	384	19	
16	Abril	II	2017	212	11	
17	Mayo	II	2017	192	8	
18	Junio	II	2017	230	10	
19	Julio	III	2017	217	5	
20	Agosto	III	2017	204	13	
21	Septiembre	III	2017	149	13	
22	Octubre	IV	2017	198	12	69
23	Noviembre	IV	2017	190	16	65
24	Diciembre	IV	2017	221	21	71
25	Enero	I	2018	319	46	93
26	Febrero	I	2018	352	52	114
27	Marzo	I	2018	369	32	101
28	Abril	II	2018	189	20	67
29	Mayo	II	2018	204	19	47



Plantilla - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Melissa Vera Calderón Compartir

Calibri 11 Fuente Alineación Número Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Celdas Modificar

Portapapeles F4 =PROMEDIO(C2:C13)

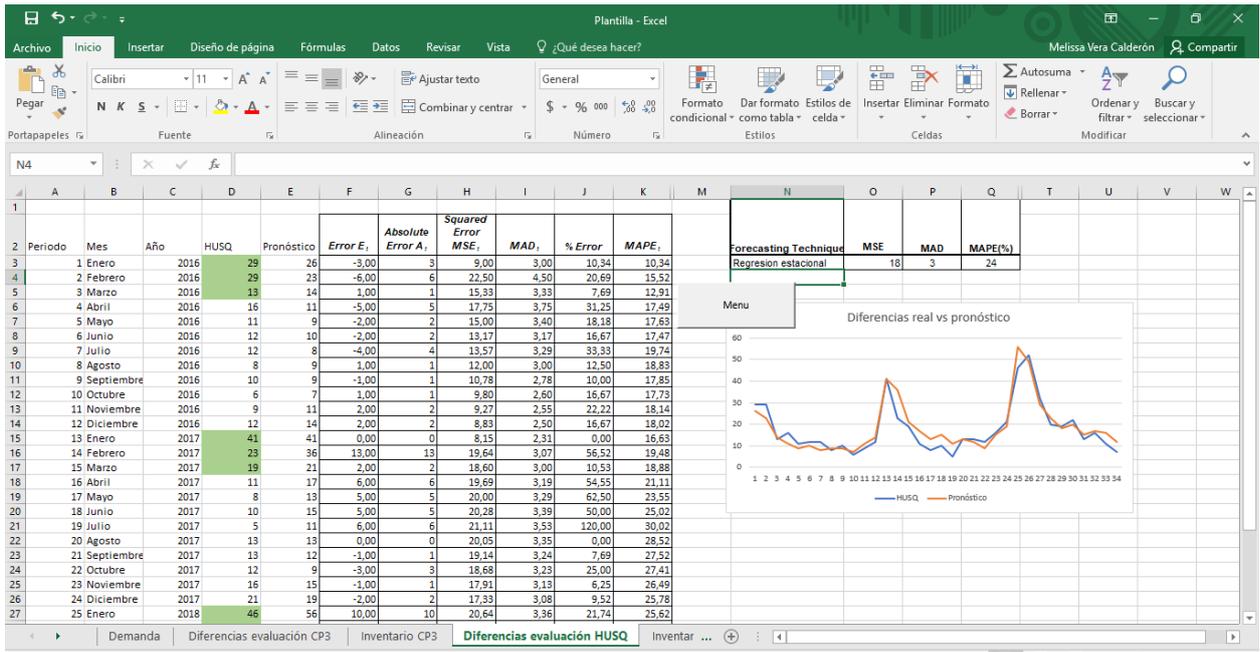
año del pronóstico	Pronóstico	Desviación	Promedio	CV ²	CV ² 2.29
2018	395	76.9173	385.53	0.464797	
2019	239				
2020	247				
2021	194				
2022	166				
2023	143				
2024	162				
2025	186				
2026	101				
2027	116				
2028	96				
2029	133				

Demanda aproximadamente constante

API	1986
17	Lead time 100 días
18	Costo de artículo \$ 1150
19	Costo de ordenar \$ 374.60
20	Costo por mantener inventario % (h) 10% anual
21	40,63898

Sistema de inventario Demanda Altas		Sistema de inventario Demanda Bajas	
27	EOQ $\sqrt{\frac{2AD}{h}}$	EOQ $\sqrt{\frac{2AD}{h}}$	
28	sigma 64.79	sigma 22.19	
29	D Demanda mensual periodo 280	D Demanda mensual 127	
30	A Costo por pedir \$ 374.60	A Costo por pedir \$ 374.60	
31	h Porcentaje del costo de inventario 10%	h Porcentaje del costo de inventario 10%	
32	P Precio del producto \$ 1150	P Precio del producto \$ 1150	
33	Óptimos	Óptimos	
34			
35	Cantidad de demanda alta Q 475	Cantidad de pedidos al año Q 320	
36	Tiempo por pedido n [*] 7	Tiempo por pedido n [*] 5	
37			
38	Política (r,Q)	Política (r,Q)	
39			

Demanda Diferencias evaluación CP3 Inventario CP3 Diferencias evaluación HUSQ Inventario ...



Plantilla - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Melissa Vera Calderón Compartir

Calibri 11 Fuente Ajustar texto General

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Celdas

Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

API	Desviación	Promedio	CV	CV ²
API	17,7653	30,83333	0,576172	0,331914
Lead time	7 días			
Costo del artículo	\$ 540,00			
Costo de ordenar	\$ 374,60			
Costo por mantener inventario % (h)	10% anual			

Sistema de inventario Demanda Alta				Sistema de inventario Demanda Baja			
EOQ	raiz(2AD)/h	18,18	EOQ	raiz(2AD)/h	5,12		
sigma	Desviación	18,18	sigma	Desviación	5,12		
D	Demanda mensual periodo	56	D	Demanda mensual	22		
A	Costo por pedir	\$ 374,60	A	Costo por pedir	\$ 374,60		
h	Porcentaje del costo de inventario	10%	h	Porcentaje del costo de inventario	10%		
P	Precio del producto	\$ 540,00	P	Precio del producto	\$ 540,00		
Optimos			Optimos				
Cantidad de demanda alta	Q	97	Cantidad de pedidos al año	Q	61		
Tiempo por pedido	n	7	Tiempo por pedido	n	4		
	T	52		T	62		
Política (r,Q)			Política (r,Q)				
Punto de Reorden	r	28	Punto de Reorden	r	10		
Cantidad a pedir	Q	97	Cantidad a pedir	Q	61		

Demanda Diferencias evaluación CP3 Inventario CP3 Diferencias evaluación HUSQ Inventario HUSQ

Listo 70%

Plantilla - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Melissa Vera Calderón Compartir

Calibri 11 A A Ajustar texto General

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato

Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

Borrar Modificar

137

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
15																
16	Porcentaje de crecimiento		5%	Editar el porcentaje de crecimiento según lo requerido												
17	Promedio															
18	2019 Enero		104													
19	2019 Febrero		120													
20	2019 Marzo		106													
21	2019 Abril		70													
22	2019 Mayo		49													
23	2019 Junio		46													
24	2019 Julio		58													
25	2019 Agosto		43													
26	2019 Septiembre		49													
27	2019 Octubre		56													
28	2019 Noviembre		68													
29	2019 Diciembre		75													
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																

... Inventario CP3 Diferencias evaluación HUSQ Inventario HUSQ Pronóstico COSMO Inventari ...

Plantilla - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Melissa Vera Calderón Compartir

Calibri 11 A A Ajustar texto General

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato

Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

Borrar Modificar

B21

Demanda mensual periodo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2		Pronóstico																
3		Enero	2019	104			API		1									
4		Febrero	2019	120			Desviación		26,12325099									
5		Marzo	2019	106			Promedio		70,33333333									
6		Abril	2019	70			CV		0,3742063									
7		Mayo	2019	49			CV 2		0,137953285									
8		Junio	2019	46														
9		Julio	2019	58														
10		Agosto	2019	43			Lead time											
11		Septiembre	2019	49			Costo del artículo											
12		Octubre	2019	56			Costo de ordenar											
13		Noviembre	2019	68														
14		Diciembre	2019	75			Costo por mantener inventario % (h)											
15				844														
16																		
17																		
18		Sistema de inventario Demanda Alta				Sistema de inventario Demanda Baja												
19	EOQ	raiz(2AD)/sigma			EOQ	raiz(2AD)/sigma												
20	sigma	Desviación		8,72	sigma	Desviación			11,52									
21	D	Demanda mensual periodo		110	D	Demanda mensual			57									
22	A	Costo por pedir		\$ 374,60	A	Costo por pedir			####									
23	h	Porcentaje del costo de inventario		10%	h	Porcentaje del costo de inventario			10%									
24	P	Precio del producto		\$ 61,75	P	Precio del producto			\$61,75									
25	Optimos				Optimos													
26		Q		400	Q				288									
27		n*		3	n*				2									
28		T*		110	T*				156									
29																		
30		Política (r,Q)			Política (r,Q)													
31																		
32		r		38%	r				0									
33		Q		400	Q				288									

... Diferencias evaluación HUSQ Inventario HUSQ Pronóstico COSMO Inventario COSMO Polit ...