



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE PRONÓSTICO
PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE MATERIALES EN LA
EMPRESA MACUSA INDUSTRIAL.

Autor

Iván Alejandro Rivadeneira Barrezueta

Año
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN MODELO DE PRONÓSTICO
PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL INVENTARIO DE MATERIALES EN LA
EMPRESA MACUSA INDUSTRIAL.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Msc. Cristina Belén Viteri Sánchez

Autor

Iván Alejandro Rivadeneira Barrezueta

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Propuesta de implementación de un modelo de pronóstico para mejorar la gestión del inventario de materiales en la empresa MACUSA Industrial a través de reuniones periódicas con el estudiante Iván Alejandro Rivadeneira Barrezueta, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos De Titulación”.

Cristina Belén Viteri Sánchez
Máster en Ingeniería Avanzada de la Producción, Logística y Cadena de Suministro.
CI: 1715638373

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de implementación de un modelo de pronóstico para mejorar la gestión del inventario de materiales en la empresa MACUSA Industrial a través de reuniones periódicas con el estudiante Iván Alejandro Rivadeneira Barrezueta, en el semestre 2018-2 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigente que regula los Trabajos de Titulación”

Roque Alejandro Morán Gortaire
Master of Science
CI:170490331-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Ivan Alejandro Rivadeneira Barrezueta

CI: 100290009-8

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores a mi tutor y a la empresa MACUSA por darme la oportunidad de iniciar mi carrera.

DEDICATORIA

A Dios por darme todo, a mis padres y hermanos por ser mi apoyo en todo momento, a mi hijo Sebastián quien es el motor de mi vida.

RESUMEN

El siguiente trabajo de Titulación se presenta como una propuesta de Implementación mediante diferentes modelos de pronóstico de la demanda para la mejora en el proceso de planificación de compras para entender el comportamiento de cada uno de los artículos evaluados en el Servicio de Soldadura GMAW-MIG de la Empresa MACUSA INDUSTRIAL.

En primer lugar, se realizó una evaluación de la situación actual de la empresa con el objetivo de identificar el problema y así poder encontrar su causa raíz, mediante la elaboración de una lluvia de ideas, estableciendo el árbol del problema, que posteriormente se elaborara un diagrama causa efecto, para luego reflejarlo en un histograma de frecuencia y así conocer la causa a la que debemos atacar.

A continuación, se realizó el análisis de algunos modelos para después elaborar pronósticos con herramientas SPSS. También se elaboró una comparación de diferentes modelos de pronósticos, con la finalidad de comparar cada uno de los errores para después observar mediante gráficos cómo se comporta la tendencia o estacionalidad de cada ítem analizado.

Posteriormente con los datos arrojados por los pronósticos, seleccionamos los resultados tanto gráficos como numéricos, que estén acorde a las necesidades a evaluarse, y también la lista de materiales que se utilizan para el desarrollo de este servicio generándonos los respectivos valores para los inventarios iniciales y la demanda pronosticada que va a tener la empresa en el siguiente año y mantener la existencia de los materiales para cumplir con los servicios justo a tiempo.

Finalmente se expone el porcentaje de ahorro y ahorro económico elaborado por la nueva propuesta para la realización de los pronósticos.

ABSTRACT

The following Titration work is presented as a proposal of Implementation through different demand forecasting models for the improvement in the purchasing planning process to understand the behavior of each of the articles evaluated in the GMAW-MIG Welding Service. the MACUSA INDUSTRIAL Company.

In the first place, an evaluation of the current situation of the company was carried out in order to identify the problem and thus be able to find its root cause, by drawing up a brainstorm, establishing the problem tree, which was subsequently elaborated. diagram causes effect, to then reflect it in a frequency histogram and thus know the cause to which we must attack.

Then, the analysis of some models was carried out to later elaborate forecasts with SPSS tools. A comparison of different forecast models was also developed, in order to compare each one of the errors and then observe by graphs how the trend or seasonality of each item analyzed behaves.

Later with the data thrown by the forecasts, we selected both graphical and numerical results, which are according to the needs to be evaluated, and also the list of materials that are used for the development of this service, generating the respective values for the initial inventories and the predicted demand that the company will have in the following year and maintain the existence of the materials to comply with the services just in time.

Finally, the percentage of savings and economic savings prepared by the new proposal for the realization of forecasts is exposed.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance.....	3
1.3 Límites Geográficos.....	3
1.4 Fases	3
1.5 Áreas.....	4
1.6 Organigrama Empresarial	4
1.7 Productos Y Servicios de la Empresa en Estudio	4
1.8 Justificación	7
1.9 Objetivos	8
1.9.1 Objetivo General	8
1.9.2 Objetivos Específicos	8
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Pronóstico de demanda.....	8
2.2 Características de la demanda	9
2.3 Modelos de pronóstico de demanda	9
2.3.1 Promedio Móvil Simple.....	10
2.3.2 Suavización Exponencial Simple	11
2.3.2 Regresión lineal y correlación.	11
2.3.3 Coeficiente de correlación.....	12
2.3.4 Errores de pronóstico e indicadores.....	12
2.4 Medición de Errores	13
2.5 Desviación absoluta media (MAD).....	13
2.6 Error cuadrático medio (MSE).....	14
2.7 Error porcentual absoluto medio (MAPE).....	15
2.8 Planeación de Inventario ABC	15
2.8.1 Clasificación ABC.....	15
2.9 Inventarios	16
2.9.1 Lead Time	18

2.10 Histograma	19
2.11 Diagrama Causa-Efecto	20
2.12 Los 5 porqués	20
3. CAPÍTULO III SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	22
3.1 Levantamiento de Procesos, Servicio con Soldadura GMAW-MIG	22
3.2 Servicio de Soldadura GMAW-MIG para la Manufactura de Ducto Cuadrado.	25
3.2.1 Datos Económicos del Servicio	26
3.3 Servicio de Soldadura GMAW-MIG para la Manufactura de Ducto Redondo.....	28
3.3.1 Datos Económicos del Servicio	29
3.4 Servicio de Soldadura GMAW-MIG para la Manufactura de Clapeta de Acero Inoxidable	31
3.4.1 Datos Económicos del Servicio	32
3. 5 Situación actual introducción	32
3.6 Segmentación ABC.	32
3.7 Análisis de datos SKU segmento A	38
3.8 Análisis Económico.....	46
3.9 Definición del problema	48
3.9.1 ¿Qué es un problema?.....	48
3.9.2 ¿Dónde se representa el problema?	49
3.9.3 ¿Cuándo se presenta el problema?	49
3.10 Resumen.....	50
3.11 Análisis Causa Raíz	52
3.11.1 Lluvia de ideas	52
3.11.2 Análisis causa efecto.....	53
4. CAPÍTULO IV PROPUESTA DE MEJORA.	57
4.1 Evaluación Promedio Móvil	57
4.2 Evaluación Suavizamiento Exponencial Simple	61

4.3 Evaluación Suavizamiento Exponencial Simple	67
4.4 Análisis de Error:.....	73
4.5 Comparación propuesta de mejora versus método original: ..	76
4.6 Resumen valorizado de las propuestas de mejora	92
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
5.1 Conclusiones.....	94
5.2 Recomendaciones	95
REFERENCIAS	96
ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Conceptual Organigrama de la Empresa MACUSA INDUSTRIAL.....	4
Figura 2 Lead Time	18
Figura 3. Histograma.....	19
Figura 4. Diagrama Causa-efecto	20
Figura 5. Mapa de Procesos de la Empresa MACUSA INDUSTRIAL.....	23
Figura 6. Flujograma del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura Ducto Cuadrado.	24
Figura 7. Ductos Cuadrado.	25
Figura 8. Flujograma del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura Ducto Redondo.....	27
Figura 9. Manufactura de Ducto Redondo.	29
Figura 10. Flujograma del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura de Capela de Acero Inoxidable.....	30
Figura 11. Capela de Acero Inoxidable	32
Figura 12 Segmentación de Inventario basado en cantidades utilizadas.....	33
Figura 13. Segmentación de Inventario en cantidades de inversión.	35
Figura 14. Segmentación de inventario.....	38
Figura 15 Porcentaje de Ruptura de stock y acumulación de stock	49
Figura 16 Arbor de definición de problemas.....	51
Figura 17 Diagrama de Ishikawa.....	54
Figura 18. Histograma de Frecuencia	56
Figura 19. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada	77
Figura 20. Comparación demanda vs pronóstico	78
Figura 21. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada	80
Figura 22. Comparación demanda vs pronóstico	81
Figura 23. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada	82
Figura 24. Comparación demanda vs pronóstico	83
Figura 25. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada	84
Figura 26. Comparación demanda vs pronóstico	86
Figura 27. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada	87

Figura 28. Comparación demanda vs pronóstico	88
Figura 29. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada	90
Figura 30. Comparación demanda vs pronóstico	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalle SKU Cantidades Utilizadas.	33
Tabla 2 Detalle por SKU cantidades de inventario de compra.	35
Tabla 3 Comparación de los SKU del segmento A de las cantidades vendidas con las cantidades de inversión	36
Tabla 4 SKU Segmento A	38
Tabla 5 Ítem 001MC211	39
Tabla 6 Ítem 003MC001	40
Tabla 7 Ítem 002M33	41
Tabla 8 Ítem 002MC32.....	41
Tabla 9 Ítem 001MC25.....	42
Tabla 10 Ítem 002MC26.....	43
Tabla 11 Resumen de errores.....	44
Tabla 12 Análisis económico de variación de inventario	46
Tabla 13 Cálculo costo de almacenamiento.....	48
Tabla 14 Frecuencia.....	55
Tabla 15 Promedio Móvil 001MC211	57
Tabla 16 Promedio Móvil 003MC001	58
Tabla 17 Promedio Móvil 002MC33	58
Tabla 18 Promedio Móvil 002MC32	59
Tabla 19 Promedio Móvil 001MC25	60
Tabla 20 Promedio Móvil 001MC26	61
Tabla 21 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC211	62
Tabla 22 Suavizamiento Exponencial Simple 003MC001	62
Tabla 23 Suavizamiento Exponencial Simple 002MC33	63
Tabla 24 Suavizamiento Exponencial Simple 002MC32	64
Tabla 25 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC25	65
Tabla 26 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC26	66
Tabla 27 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC211	67
Tabla 28 Suavizamiento Exponencial Simple 003MC001	68
Tabla 29 Suavizamiento Exponencial Simple 002MC33	69
Tabla 30 Suavizamiento Exponencial Simple 002MC32	70

Tabla 31 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC25	71
Tabla 32 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC26	72
Tabla 33 Comparación del pronóstico original con el propuesto	73
Tabla 34 Métodos Escogidos	75
Tabla 35 Ítem 003MC001	76
Tabla 36 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC211	77
Tabla 37 Ítem 003MC001	79
Tabla 38 Suavizamiento Exponencial Simple 003MC001	80
Tabla 39 Ítem 002M33	81
Tabla 40 Suavizamiento Exponencial Simple 002MC33	82
Tabla 41 Ítem 002MC32	83
Tabla 42 Suavizamiento Exponencial Simple 002MC32	85
Tabla 43 Ítem 001MC25	86
Tabla 44 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC25	87
Tabla 45 Ítem 002MC26	89
Tabla 46 Suavizamiento Exponencial Simple 001MC26	90
Tabla 47 Análisis económico de variación de inventario método original.....	91
Tabla 48 Análisis económico de variación de inventario propuesto de mejora	92
Tabla 49 Tabla propuesta de mejora.....	92

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el Ecuador la industria metalmecánica es uno de los motores más importantes del crecimiento económico del país. Evidentemente, dentro de los procesos de desarrollo es trascendental fomentar al sector, por varias razones, la generación de salarios más altos, mayor generación de empleo con altos niveles de educación y la producción de bienes con mayor valor agregado.

Hoy en día, uno de los objetivos del gobierno nacional es potenciar la industria metalmecánica e impulsar el desarrollo productivo de este sector, lo cual implica más inversión para desarrollar esta actividad a mayor escala, con el fin de mejorar la competitividad y mejorar los productos.

Incorporar al sector metalmecánico para el cambio de la matriz productiva es un eje primordial para dinamizar el crecimiento económico del país y generar más plazas de empleo para que haya una sociedad del buen vivir. (Zuñiga Moncada, 2015)

La empresa de servicios MACUSA INDUSTRIAL dedicada a la prestación de servicios en la Industria Metalmecánica se encuentra atravesando un notable crecimiento en sus operaciones debido al incremento de requerimientos y demanda de servicios que ofrece la misma, Para el objeto de estudio nos enfocaremos en el servicio de mayor demanda de la empresa, pero no existe un control adecuado de los recursos y materiales que tienen que ver con el servicio, por lo cual es necesario analizar el número de requerimientos de este servicio a evaluar, y realizar los pronósticos de las ventas para el próximo año, el mismo que es propuesto como solución para manejar de forma profesional los contratos adjudicados y cumplirlos a tiempo.

Después de conocer la situación de la línea de servicio soldadura GMAW-MIG en la empresa en estudio, se determinó que existe un problema para este servicio, los plazos de tiempos de entrega son calculados empíricamente y de una manera controlada, razón por la cual es necesario realizar un estudio en la cadena de abastecimiento para esta línea de servicio, y definir un sistema claro para el manejo de materiales para el desarrollo de este servicio.

La empresa MACUSA INDUSTRIAL fundada el 07 de febrero de 1994, en la ciudad de Ibarra, desde su apertura el giro de negocio ha sido el campo de la metalmecánica industrial enfocado hacia la fabricación y prestación de servicios de mantenimiento de equipos industriales.

En sus inicios el sector industrial no era muy extenso en la provincia, y la falta de profesionales especializados o los repuestos no era fácil encontrar o no existían. El conocimiento adquirido permitía generar soluciones locales, que convenía a los clientes siendo un servicio profesional a un costo accesible.

Esto permitió obtener ingresos que cubrían la inversión inicial que constaba de un taller enfocado hacia las máquinas y herramientas, con un torno en paralelo, una fresadora y un taladro fresador que para entonces era suficiente para cubrir la necesidad.

Posteriormente se fabricaron equipos como la plegadora, cizalla y enroladora que complementaban las actividades. Siendo en su momento estos equipos uno de los de mayor capacidad en la zona, abriendo una línea de servicios adicionales.

Con la llegada de la tecnología en el área de soldadura, las máquinas brindaban beneficios como los acabados, mejora de tiempos y ahorro de consumibles. Se adquirieron equipos para los procesos de soldadura denominados GMAW (Gas Metal Arc Welding) y GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), que actualmente son los procesos dominantes en el área de fabricación.

Después de varios años de permanecer con estos equipos se abre la oportunidad de invertir, se otorga mejoras a la infraestructura en general, se

adquiere una serie de máquinas de mayor capacidad con una tecnología moderna, siendo necesario utilizar equipo de alto tonelaje para su montaje.

La permanente inversión le permite estar a la vanguardia y obtener ventajas competitivas frente a empresas similares, siendo así que en el año 2009 se adquiere un terreno de 10000 m² para empezar el proyecto de expansión que por motivos de patrimonio cultural tuvo que permanecer suspendido hasta el año 2013 que se dio luz verde y se empezó la construcción.

Se estima que la nueva instalación esté terminada para el primer trimestre del año 2018, potenciando varias de las líneas a las que se dedica, generando empleo, industria y proyección hacia nuevas iniciativas.

1.2 Alcance

El Alcance de este trabajo de titulación es proponer la mejora en el sistema de inventario, en la empresa MACUSA INDUSTRIAL para el Servicio de Soldadura GMAW-MIG.

1.3 Límites Geográficos

La matriz de la empresa está ubicada en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura, en el sector de Yacucalle, entre las calles Tobías Mena y Eugenio Espejo esquina, al sur de la ciudad.

1.4 Fases

Proponer la implementación de diferentes modelos de pronósticos en la línea de servicios de soldadura GMAW-MIG, realizando un levantamiento de los procesos, analizando inventarios, calculando el pronóstico de ventas y de los requerimientos de cada material.

1.5 Áreas

En el área de producción y manufactura de la planta se realizan varios servicios, como objetivo de estudios. Analizaremos al servicio principal de soldadura GMAW-MIG, con sus tres requerimientos principales, que según históricos de ingresos representan el 85 % de la facturación de la empresa en estudio; el 15 restante representan servicios esporádicos y de variedad de manufactura; a estos llamaremos servicios adicionales.

1.6 Organigrama Empresarial

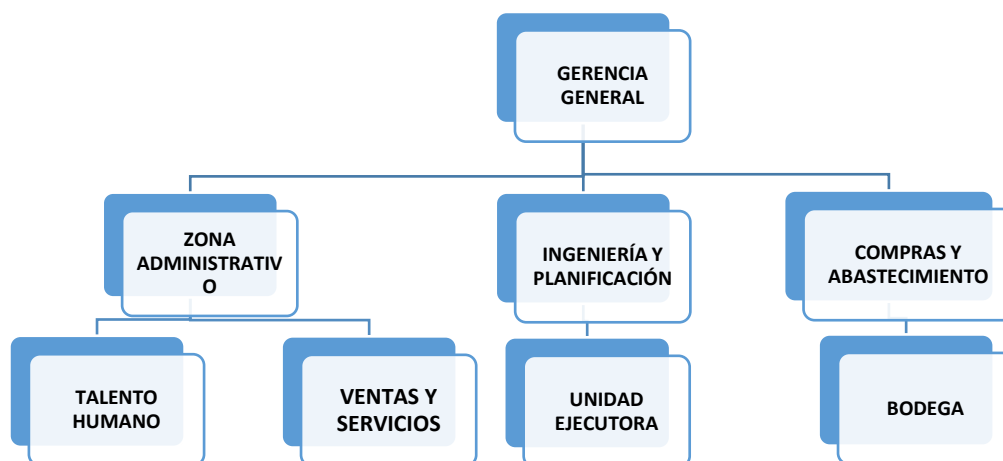


Figura 1. Mapa Conceptual Organigrama de la Empresa MACUSA INDUSTRIAL

1.7 Productos Y Servicios de la Empresa en Estudio

La empresa en estudio basa, aproximadamente, sus ingresos en un 85%, en el servicio de manufactura y fabricación con soldadura GMAW-MIG, y para el objeto de estudio analizaremos estos tres tipos de trabajos con el servicio mencionado.

a) Línea proyectos

- Diseño
- Ingeniería
- Planificación
- Fabricación
- Montaje
- Puesta en marcha

b) Línea industrial

- Estructuras metálicas
- Bandas transportadoras
- Zarandas vibratorias
- Tolvas de recepción
- Tornillos transportadores
- Silos de almacenamiento
- Juntas de expansión
- Calderas de vapor
- Pulmones de aire
- Tanques de combustible
- Cangilones

c) Línea de transportes

- Camas altas
- Camas bajas 30 y 50 ton.
- Bañeras 23 – 28 m³
- Tolvas de volteo 2 – 14 m³
- Baldes para camiones 2 – 8 ton.
- Tanqueros de agua
- Tanqueros de combustible
- Mixers
- Remolques agrícolas
- Remolques multiuso
- Montaje de equipos hidráulicos
- Mantenimiento

d) Línea de alimentos

- Tinajas
- Tolvas
- Tanques de almacenamiento
- Tanqueros transportadores
- Sistemas de transporte sólido – líquido
- Calentadores de agua
- Calderas de vapor
- Lavadora de frutas y verduras
- Sobre requerimiento

e) Línea de construcción

- Adoquineras
- Revolvedoras
- Concreteras
- Elevadores
- Enconfrados
- Moldes
- Puntales
- Andamios
- Discos de alizamiento

f) Mantenimiento de equipo caminero

- Excavadoras
- Retroexcavadoras
- Cargadoras
- Rodillos
- Motoniveladoras
- Tractores
- Trituradoras
- Equipos varios

g) Fabricación de:

- Cucharones
- Cilindros hidráulicos
- Elementos maquinados

h) Reparaciones:

- Estructurales.
- Sistemas hidráulicos
- Sistemas mecánicos
- Recuperación de elementos de desgaste.

i) Línea de servicios

- Diseño e ingeniería
- Corte cnc
- Rolado
- Fresado
- Plegado
- Cepillado
- Prensado
- Torneado
- Sandblasting
- Troquelado

j) Proceso de soldadura:

- GMAW (MIG – MAG)
- Gtaw (tig)
- Fcaw (tubular)
- Smaw (arco eléctrico)

a) Diseño de la estructura a manufacturarse con el servicio de Soldadura GMAW-MIG

Partimos de una adjudicación contractual; el jefe de operaciones de la planta de manufactura entrega las especificaciones técnicas del requerimiento del cliente al departamento de producción.

A.1) Servicio de soldadura para la fabricación de ductos cuadrados.

A.2) Servicio de soldadura para la fabricación de ductos redondos.

A.3) Servicio de soldadura para la fabricación de clapeta de acero inoxidable.

1.8 Justificación

Durante los últimos años la empresa en estudio ha tenido un notable crecimiento en los requerimientos del servicio de soldadura GMAW-MIG generando la necesidad de planificar la demanda del mencionado servicio; adicionalmente un modelo de pronóstico puede servir de manera fundamental para lograr la planificación complementaria a la planificación de la demanda, integrando un sistema de control y predicción de los materiales utilizados en este proceso de manufactura, así como también tener un sistema de inventario eficiente, que le permita a la empresa poder realizar las entregas de los requerimientos en el tiempo estimado y así evitar contratiempos y ser penalizado con multas.

1.9 Objetivos

1.9.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de implementación de un modelo de pronóstico para los materiales utilizados en el servicio de manufactura de soldadura GMAW-MIG de la empresa MACUSA INDUSTRIAL.

1.9.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la situación actual del servicio de soldadura GMAW-MIG mediante herramientas de identificación de problemas.
- Analizar modelos de pronósticos para optimizar la requisición de materiales.
- Analizar los resultados esperados y su beneficio para la empresa.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Pronóstico de demanda

El pronóstico es la proyección de algo en el futuro. Un pronóstico de la demanda es una proyección de las ventas que se van a tener en los futuros meses o, incluso años. Este pronóstico se puede realizar de un solo producto o de familias de productos. Es una herramienta muy útil para las empresas, pues les permite tener una noción de cómo van a ser las ventas y los ingresos en el futuro, y en base a esto pueden planear sus operaciones: producción, abastecimiento, gastos, contrataciones, etc.

Para realizar un pronóstico de ventas se debe tener en cuenta factores internos y externos de la organización, por ejemplo, la situación actual del mercado, la situación económica del país, el crecimiento financiero de la empresa, etc.

También se debe definir el marco de tiempo en base al cual se va a realizar el pronóstico. El marco de tiempo puede ser hecho a mediano plazo (de 3 meses a 12 meses), a largo plazo (de 6 meses a 3 años) o adaptado a las necesidades de la empresa. (Rodas Vásquez, 2018)

2.2 Características de la demanda

Existen tres características o puntos importantes de la demanda que se detallan a continuación (APICS, 2016, p.13):

- Demanda dependiente o independiente
- Fuentes de la demanda
- Patrones de demanda.

2.3 Modelos de pronóstico de demanda

Los modelos de pronóstico de demanda son herramientas que utilizan las empresas para determinar sus pronósticos de la demanda y que éstos tengan un margen de error pequeño, es decir, que sean precisos y exactos. Estos métodos se dividen en dos categorías: métodos cualitativos y métodos cuantitativos.

Los métodos cualitativos se desarrollan en base a la intuición, experiencia y conocimiento de una o más personas que forman el equipo de pronósticos. Si la empresa y sus productos se encuentran en un mercado estable resultaría muy útil, por ejemplo, la experiencia y criterio de un vendedor antiguo. Sin embargo, estos métodos no se apoyan en datos ni en históricos de ventas por lo que no resultan convenientes si la situación es imprecisa y/o el mercado, inestable. (Pyndick & Rubinfeld, 2001).

Por el otro lado, los métodos cuantitativos se desarrollan en base a datos; específicamente, en base a los históricos de ventas. Existen varios modelos de pronósticos y la aplicabilidad de cada uno de estos depende del comportamiento de la demanda. Tomando en cuenta varios factores, como la estacionalidad, variabilidad y/o la tendencia de las ventas, se eligen varios métodos y se mide la precisión y exactitud de cada uno para determinar cuál es

la mejor opción para la empresa. Algunos de los modelos más utilizados son: Promedio Móvil Simple, Suavización Exponencial Simple y el Método de Holt. (Hiller, Hillier, & Lieberman, 2002).

2.3.1 Promedio Móvil Simple

El modelo de pronóstico del Promedio Móvil Simple consiste en calcular el promedio aritmético de cierto número de datos históricos. El resultado de este cálculo es el pronóstico del período inmediatamente posterior. Es importante establecer el número de datos históricos, en base a los cuales se calculará el promedio. Es muy común utilizar períodos de 3 meses o 6 meses, donde se tendrían 3 y 6 datos históricos, respectivamente. Sin embargo, quien realice el pronóstico es libre de establecer el período que considere necesario de acuerdo a sus criterios, los cuales pueden ser: variabilidad de la demanda, facilidad de acceso a datos, picos en la demanda, entre otros.

La fórmula para el cálculo del Promedio Móvil Simple es muy sencilla y se muestra a continuación:

$$P_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Ecuación 1

Dicha fórmula nos indica que para obtener el pronóstico en el periodo t (P_t), se realiza una sumatoria (Σ) de las ventas reales en los periodos anteriores a t (X_{t-1}) y se la divide entre el número de datos (n).

Este modelo resulta muy útil cuando se quiere dar mayor importancia a un conjunto de datos más recientes a la fecha en la que se realiza el pronóstico. Además, este modelo reduce el impacto de elementos irregulares en los históricos de ventas (por ejemplo, los picos en las ventas sean máximos o mínimos) y es recomendado para datos de ventas históricos aleatorios o nivelados. (Salazar, PROMEDIO MÓVIL, 2016).

2.3.2 Suavización Exponencial Simple

El modelo de pronóstico de la Suavización Exponencial Simple consiste, en primer lugar, en asignar un coeficiente de suavización alfa (α). Este valor puede oscilar entre 0 y 1 y representa la importancia que se le da al pronóstico del período inmediatamente anterior frente a la venta real del período inmediatamente anterior. Así, un alfa más cercana a 0 indica que se le da mayor importancia al pronóstico anterior que a la venta real anterior, mientras que un alfa más cercana a 1 indica que se le da mayor importancia a la venta real anterior que al pronóstico anterior.

En segundo lugar, una vez asignado este coeficiente alfa, se calcula el pronóstico con la siguiente fórmula:

$$P_t = \alpha * X_{t-1} + (1 - \alpha) * P_{t-1}$$

Ecuación 2

Dicha fórmula nos indica que para obtener el pronóstico en el período t (P_t), se multiplica el coeficiente de suavización (α) por la venta real del período anterior (X_{t-1}), y se suma a la multiplicación del pronóstico anterior (P_{t-1}) por 1 menos el coeficiente de suavización ($1 - \alpha$)

Este modelo resulta muy útil cuando se quiere suavizar los datos, es decir, eliminar variaciones en los históricos, y/o cuando no se tienen suficientes datos históricos, pues toma en cuenta solo el período de ventas inmediatamente anterior. (Salazar, SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE, 2016).

2.3.2 Regresión lineal y correlación.

Cuando se analiza un nexo de dos variables en un tiempo definido, lo mejor que se puede hacer es iniciar con un diagrama de dispersión. Esto nos ayuda a tener una imagen del nexo entre dichas variables. Después es necesario calcular el coeficiente de correlación, lo cual nos ayuda a determinar de una manera estadística el nivel de relación. (Medina Cevallos, 2018)

2.3.3 Coeficiente de correlación

Para el cálculo de dicho coeficiente se designa la letra r . Esta letra puede variar entre los valores de -1 a 1 , mientras más se acerca a 0 menos relación tienen las dos variables s , mientras que más cercano a 1 o a -1 mayor relación tienen. Lo que indica el signo es si la relación es inversa o no. (Lind, 2012)

2.3.4 Errores de pronóstico e indicadores

Un error de pronóstico es la diferencia entre el dato de demanda real y el pronóstico calculado para ese período. El error puede ser de signo positivo, cuando el pronóstico calculado fue menor a la demanda real, o de signo negativo, cuando el pronóstico calculado fue mayor a la demanda real. A partir del dato del error, se pueden calcular ciertos indicadores, que determinan la exactitud y precisión del pronóstico.

Un indicador que mide la precisión de un pronóstico es el MAD, que significa Error absoluto medio (por sus siglas en inglés, Mean Absolute Deviation). Para calcular este indicador se debe primero determinar el valor absoluto de todos los errores calculados para cada período, es decir, convertir todos los errores a signo positivo. Después, se obtiene el promedio aritmético de todos los errores absolutos. El resultado es el MAD. Mientras más cercano a 0 sea el valor este indicador, más preciso es el pronóstico. (Pérez, Mosquera, & Bravo, 2012)

Un indicador que mide la exactitud de un pronóstico es el MAPE, que significa Error porcentual absoluto medio (por sus siglas en inglés, Mean Absolute Percentage Error). Para calcular este indicador se debe primero determinar el valor absoluto de todos los errores calculados para cada período, es decir, convertir todos los errores a signo positivo. Luego, se divide cada error absoluto con la demanda real del mismo período. El resultado de esta fracción es el porcentaje de error. Finalmente, se obtiene el promedio aritmético de todos los porcentajes de error. El resultado es el MAPE. Mientras más cercano a 0% sea el valor este indicador, más exacto es el pronóstico. Un MAPE entre 0 y 5 significa un pronóstico muy exacto. Un MAPE entre 5 y 7 significa un pronóstico medianamente exacto. Un MAPE entre 7 y 10 significa un pronóstico poco exacto. Un MAPE mayor a 10 significa un pronóstico nada exacto. (Pérez,

Mosquera, & Bravo, 2012)

2.4 Medición de Errores

La precisión general de cualquier modelo de pronóstico se determina comparando los valores pronosticados con los valores reales. Si F_t denota el pronóstico en el período t y A_t denota la demanda real del período t , el error de pronóstico. (Render y Heizer, 2014, p.113-114).

A continuación, se muestra la definición de la ecuación.

$$\begin{aligned}\text{Error del pronóstico} &= \text{demanda real} - \text{valor pronosticado} \\ &= A_t - F_t\end{aligned}$$

Ecuación 3

Existen varias métricas o métodos para poder calcular el error entre los pronósticos. Las tres métricas más comunes son: desviación media absoluta (MAD, mean absolute deviation), error cuadrático medio (MSE, mean squared error) y el error porcentual absoluto medio (MAPE, mean absolute percent error).

2.5 Desviación absoluta media (MAD)

La MAD es el error promedio en los pronósticos, mediante el uso de valores absolutos. Es valiosa porque, al igual que la desviación estándar, mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado. (Chase et al., 2009, p.503)

La desviación absoluta media se calcula utilizando las diferencias entre la demanda real y la demanda pronosticada sin importar el signo. Es igual a la suma de las desviaciones absolutas dividida entre el número de puntos de datos (Chase et al., 2009, p.504)

A continuación, en la figura 7 se podrá ver la ecuación para poder calcular la desviación absoluta media.

Cálculo del MAD:

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

Ecuación 4

Donde

t = número del período

A = demanda real del período

F = demanda pronosticada para el período

n = número total de períodos

| | = símbolo utilizado para indicar el valor absoluto

2.6 Error cuadrático medio (MSE)

El MSE es el promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores pronosticados y observados. (Render y Heizer, 2014, p.115)

Fórmula MSE

$$\text{MSE} = \frac{\sum(\text{errores de pronóstico})^2}{n}$$

Ecuación 5

Donde n= al número de períodos

Por lo tanto, el empleo de esta metodología como medición del error de pronóstico usualmente indica que se prefiere tener varias desviaciones pequeñas en lugar de una sola desviación grande. (Render y Heizer, 2014, p.115)

2.7 Error porcentual absoluto medio (MAPE)

El error porcentual absoluto medio se encarga de calcular el promedio de las diferencias absolutas entre los valores reales. Es decir, si hemos pronosticado n periodos y los valores reales corresponden a n periodos (Render y Heizer, 2014, p.115)

Fórmula MAPE

$$\text{MAPE} = \frac{100 \sum_{t=1}^n |\text{real}_t - \text{pronóstico}_t| / \text{real}_t}{n}$$

Ecuación 6

2.8 Planeación de Inventario ABC

Mantener un inventario desde la elaboración de pedidos o abastecimiento de ítems, pasando por su recepción y por último manejando ítems o existencias mediante conteos requiere de tiempo por parte de las personas encargadas y por lo mismo tiene un costo alto.

Cualquier sistema de inventario debe especificar el momento de pedir una pieza y cuántas unidades ordenar. Casi todas las situaciones de control de inventarios comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: volumen de dólares alto (A), volumen de dólares moderado (B) y volumen de dólares bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia; una pieza de bajo costo, pero de alto volumen puede ser más importante que una pieza cara, pero de bajo volumen. (Chase et al., 2014, p.577)

2.8.1 Clasificación ABC

La clasificación de inventario ABC sigue un principio de Pareto debido a que responde a la lógica de la minoría con mayor importancia y la mayoría con la menor importancia.

La estrategia ABC divide esta lista en tres grupos según el valor: las piezas A constituyen casi 15% más alto de las piezas, las piezas B 35% siguiente y las piezas C el último 50%. A partir de la observación, al parecer la lista en la ilustración 17.12 se puede agrupar con A incluyendo 20% (2 de 10), B incluyendo 30% y C incluyendo 50%. (Chase et al., 2014, pp.577-578).

La ventaja de dividir en clases los artículos del inventario es que permite establecer políticas y controles para cada clase. Las políticas que se basan en el análisis ABC incluyen:

Los recursos de compras que se dedican al desarrollo de proveedores deben ser mucho mayores para los artículos A que para los artículos C.

Los artículos A, a diferencia de los B y C, deben tener un control físico mucho más riguroso; quizá deban colocarse en áreas más seguras y tal vez la exactitud de los registros de los artículos A debe verificarse con más frecuencia.

El pronóstico de los artículos A merece más cuidado que el de otros.

Mejores pronósticos, control físico, confiabilidad en el proveedor y, en la última instancia, una reducción en los inventarios de seguridad sería el resultado de políticas de una administración de inventarios adecuada. El análisis ABC sirve de guía para desarrollar esta política. (Render y Heizer, 2014, p.577).

2.9 Inventarios

Los inventarios representan las existencias de insumos y materiales con los que cuenta la empresa para cumplir con sus necesidades de producción.

Entre los inventarios se puede crear varias clasificaciones según los requerimientos de la empresa, pudiendo ser: inventario de productos finales, inventario de productos en proceso de producción, inventario de materia prima necesaria para la producción, etc.

Entre la variedad de inventarios que puede manejar la empresa se puede determinar en gran medida los costos de producción que pueden generarse.

Existen costos asociados a la operación en los que puede incurrir la empresa en consecuencia de los diferentes tipos y niveles de los inventarios con los que cuenta, entre los cuales se encuentran:

- Costos por ordenamiento de los materiales.

Por lo general en el proceso de compra de los materiales intervienen varias áreas y procesos a pesar de contar con un departamento específico para el área de adquisiciones, se puede asociar a los costos de ordenamiento diferentes acciones tales como llamadas internas, impresiones de órdenes de compra, el tiempo utilizado por los trabajadores para cuantificar los materiales en existencia y definir los necesarios para una nueva adquisición, etc.

- Costos por almacenamiento de componentes y materiales.

Es necesario un espacio físico específico para el almacenamiento de componentes y materiales el cual debe ser dedicado y específico para esta función siendo además adecuado para la protección de los mismos, contando además con áreas delimitadas para sobrellevar un control rápido y preciso, pudiendo contar con el uso de contenedores, seguros, etc.

Todo esto genera un costo tanto por la construcción y adecuamiento del espacio en sí y por el costo de mantener componentes almacenados de forma inapropiada impidiendo un flujo rápido de los componentes y materiales.

Además, se pueden asociar diferentes tipos de gastos como, por ejemplo:

- Gastos de seguridad del establecimiento.
- Control de plagas.
- Control de temperatura.
- Gastos de arriendo, dado el caso.

2.9.1 Lead Time

Es el tiempo que transcurre a partir que se realiza el pedido, hasta que llega el pedido a la empresa. Íntimamente relacionado con la obra en curso y con otros indicadores como plazo de entrega, stocks.

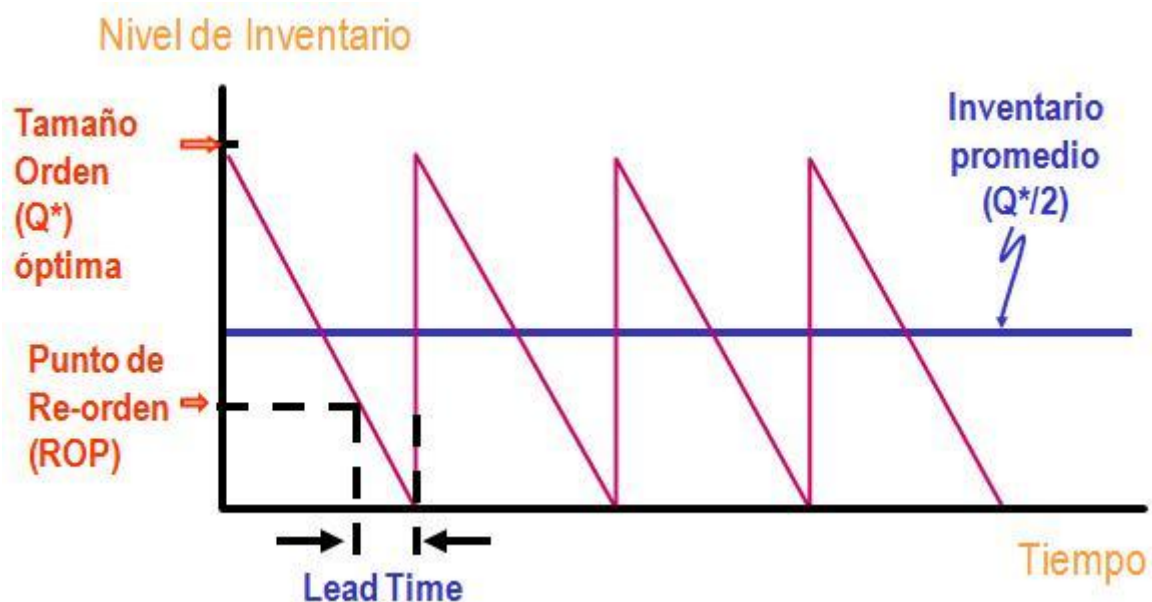


Figura 2 Lead Time

Requerimientos Brutos: Partimos de una idea base por semana, y los requerimientos brutos significa la cantidad global que requiere del producto base, la misma razón por la cual fue usado durante el período establecido, es muy común que estos requisitos sean los insumos o materiales principales para fabricar el producto.

Recepciones Programadas: Corresponde a los pedidos que ya han sido acordados, en este caso puede ser por una orden de compra o por un documento de producción, hijo de mucha importancia por lo que comprende un acuerdo legal de los recursos de la organización, el tiempo y el volumen,

corresponda al material a recibir, para lo cual se requiere el control humano para la actualización de estos datos.

Proyección de disponibilidad: Al mantener periodos por semana, esta proyección corresponde a los datos que mantenemos disponibles en nuestro inventario.

Requerimientos netos: cuando los requisitos ya están organizados para el período semanal. Liberaciones planificaciones de pedidos: el volumen de las necesidades netas, las cuales serán pedidas al iniciar el siguiente período.

2.10 Histograma

Representa la frecuencia de ocurrencia de eventos a lo largo de una escala continua, también puede revelar la distribución de los datos. (IEEC, 2016, p.6). Las distribuciones de frecuencia e histogramas sirven para organizar y presentar datos, indicadores de tendencia central (media, medianas, proporciones) e indicadores de distribución (rango, desviación estándar, varianza)

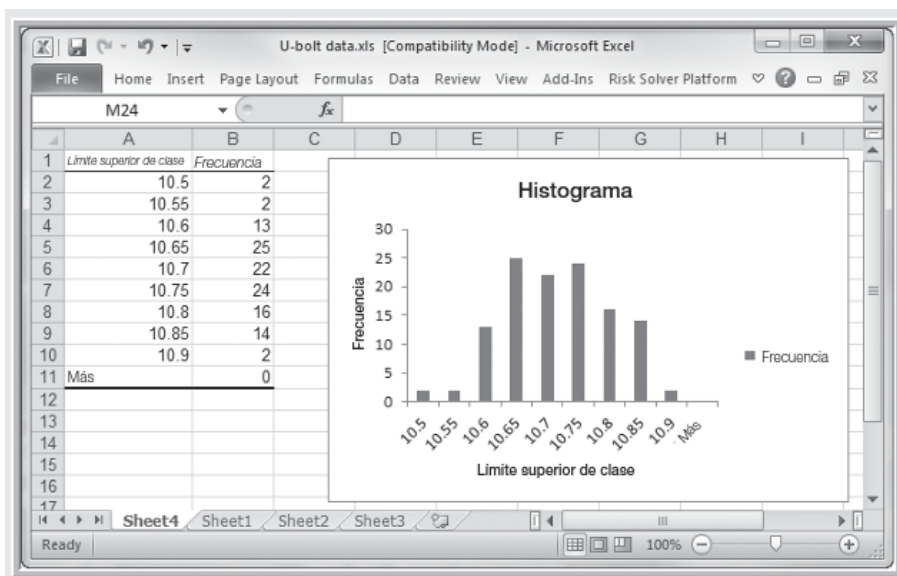


Figura 3. Histograma

Tomado de:(Jiménez Criollo, 2018)

2.11 Diagrama Causa-Efecto

También se llama diagramas de espina de pescado que indican las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia. Cuando se tiene un diagrama de causas y efectos, se procede a realizar el análisis para averiguar cuál de las causas potenciales contribuirá al problema. (Chase et al., 2014, p.292).

Para realizar este diagrama se utiliza tres pasos:

Identificar el problema.

Realizar una lluvia de ideas para ver las causas principales del problema. Por las cuales se agrupan en 6 categorías que son: materiales, máquinas, mano de obra, métodos, mediciones, medio ambiente.

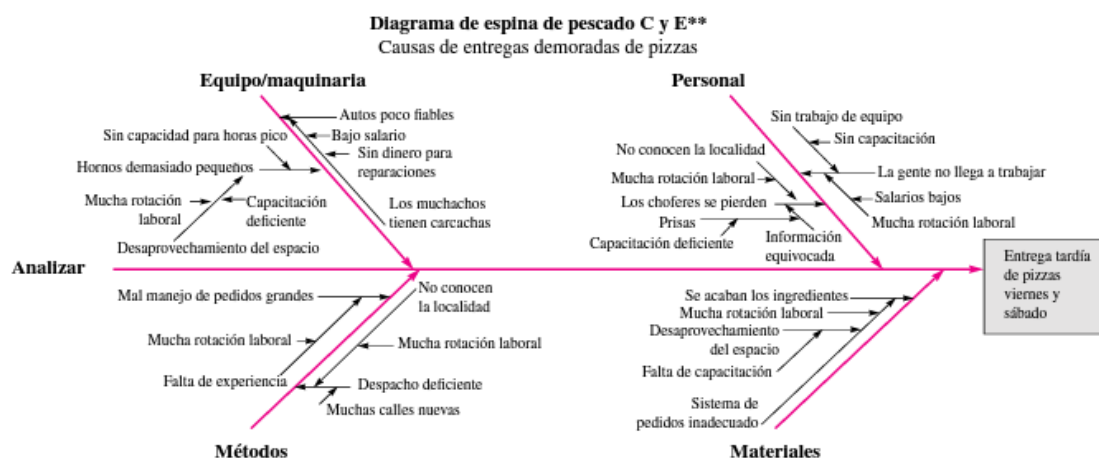


Figura 4. Diagrama Causa-efecto

Tomado de:(Jiménez Criollo, 2018)

2.12 Los 5 porqués

Los 5 porqués es un método que se utiliza en el análisis de causas raíz de un problema. El objetivo de este método es llegar a la causa raíz de cualquier tipo de problema, a través de preguntar y responder la pregunta “¿Por qué?” cinco veces. (Ries, 2012).

Un ejemplo sería tener una motocicleta que no enciende. Siguiendo la técnica

de los 5 porqués, la resolución sería:

1. ¿Por qué? Se agotó la batería
2. ¿Por qué? El alternador no se encuentra en correcto funcionamiento
3. ¿Por qué? El alternador tiene un componente roto
4. ¿Por qué? No se hizo mantenimiento de este componente
5. ¿Por qué? No se están realizando los mantenimientos periódicos recomendados.

De esta manera, se obtuvo el resultado de que la causa raíz al problema de que no encendía la motocicleta, es que no se están realizando los mantenimientos periódicos recomendados.

Esta técnica puede ser desarrollada como un listado o como un gráfico. Se acostumbra a realizar un “árbol de los 5 porqués”, que consiste en un gráfico tipo jerarquía, que muestra la secuencia desde el problema inicial hasta la causa raíz. (Rodas Vásquez, 2018)

3. CAPÍTULO III SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En este capítulo describiremos la situación actual de la Empresa; los productos y servicios que realiza. Específicamente el objetivo de estudio del servicio de soldadura GMAW-MIG, para ello describimos los materiales utilizados en los procesos de manufactura del mencionado Servicio.

3.1 Levantamiento de Procesos, Servicio con Soldadura GMAW-MIG

La Empresa en estudio basa sus ingresos económicos en un aproximado del 85 % en la prestación del servicio de manufactura de soldadura GMAW-MIG entre las cuales se distinguen los siguientes trabajos Soldadura para producción de Ductos Redondos y Cuadrados, Clapetas de acero inoxidable.

En el presente trabajo se ha levantado el mapa de procesos de la empresa iniciando desde la solicitud.

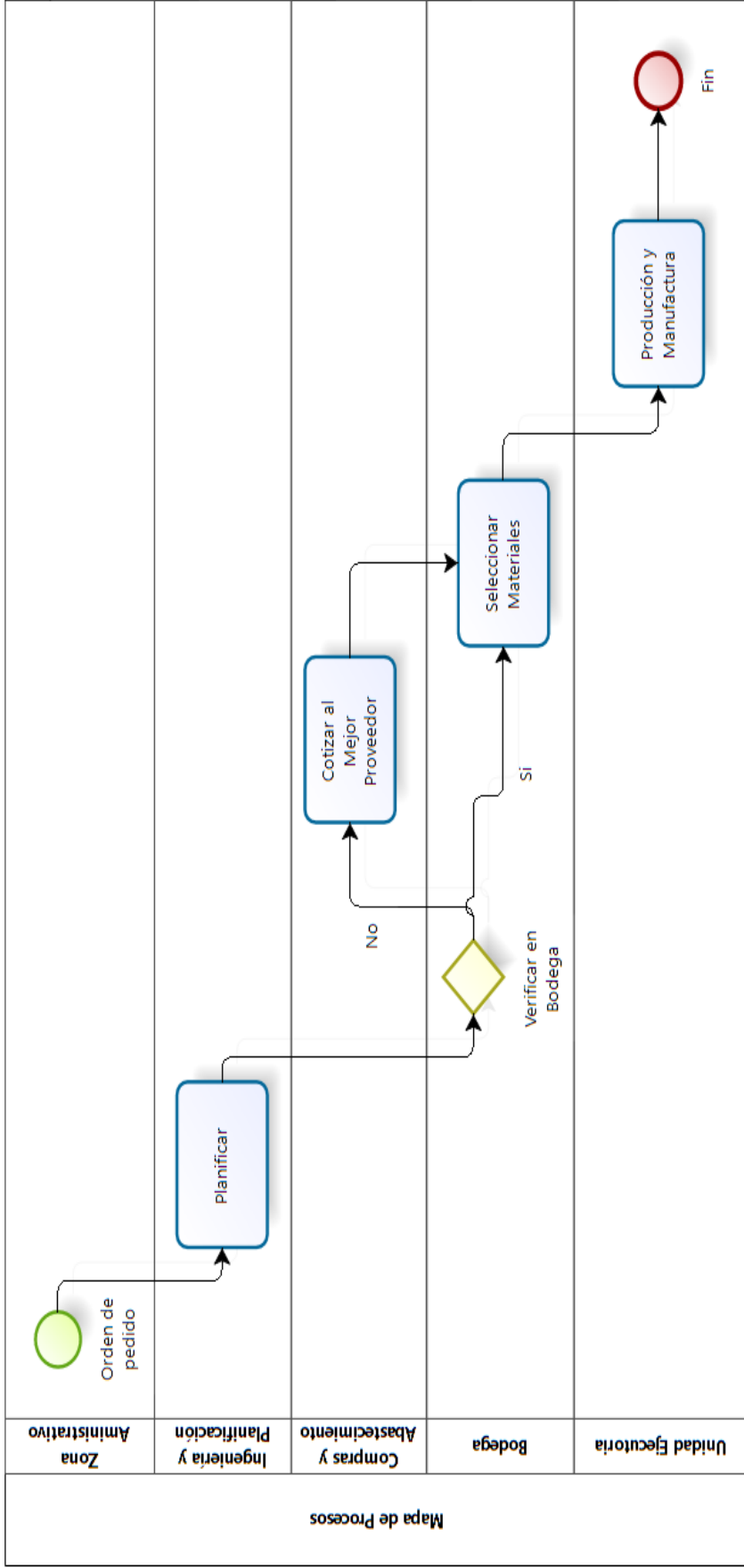


Figura 5. Mapa de Procesos de la Empresa MACUSA INDUSTRIAL.

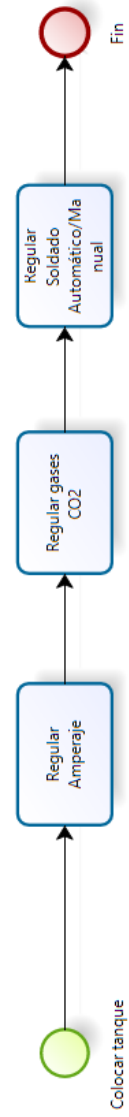
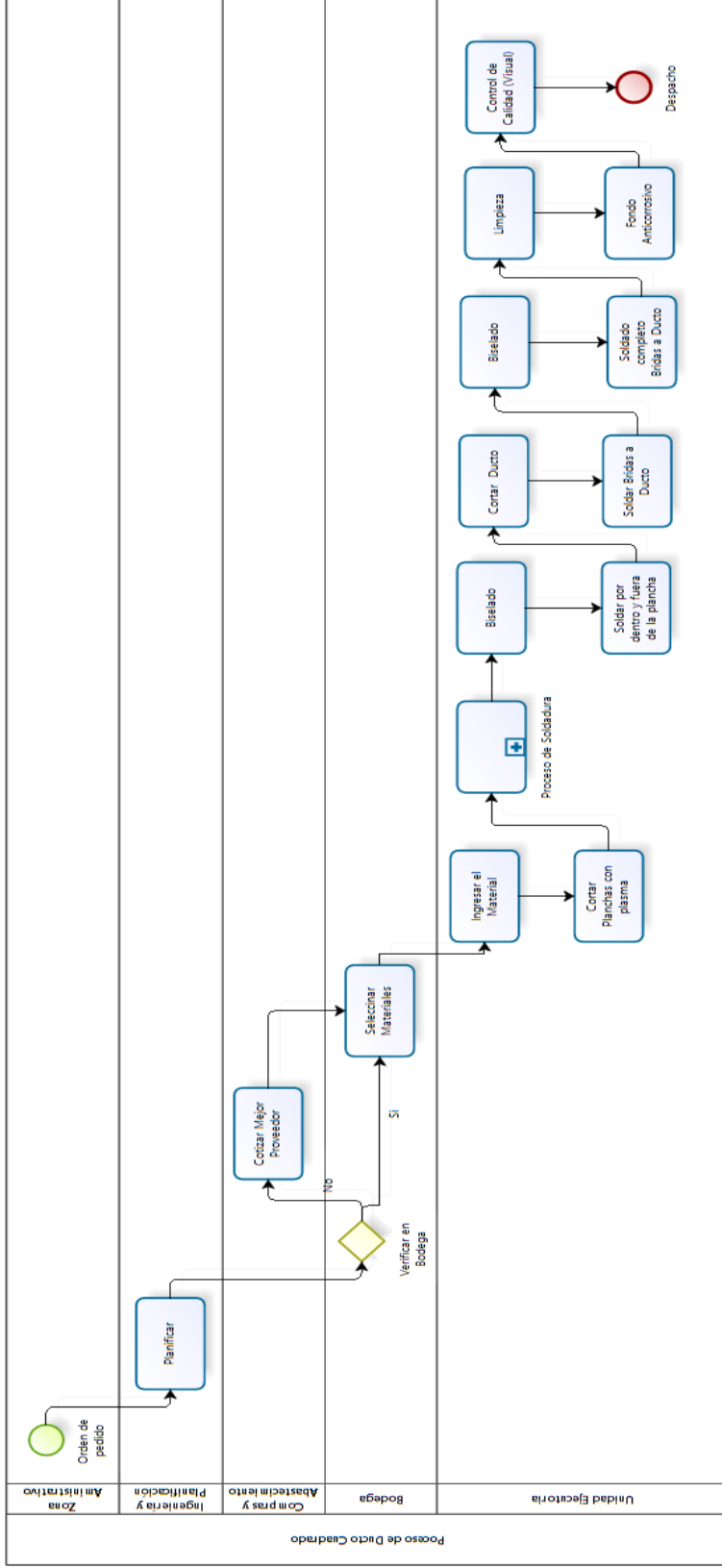


Figura 6. Flujiograma del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura Ducto Cuadrado.

3.2 Servicio de Soldadura GMAW-MIG para la Manufactura de Ducto Cuadrado.

En este proceso de elaboración del ducto cuadrado, se establece que los procesos son los siguientes: Orden de pedido, planificación, selección de material, producción y manufactura, y se realiza el despacho. Con el fin de analizar el proceso productivo, primero ingresan los materiales al taller, donde se realizan los cortes de las planchas para el ducto cuadrado y bridas (base del ducto); después pasa al proceso de soldadura, donde se regula gases de CO₂, y la regulación de amperaje y si desea soldar en automático (establecer tiempo para soldar) o manual; posteriormente, se pasa al biselado (punteada a las planchas del ducto); el siguiente paso es la soldadura completa, aquí se encargan de soldar por dentro y fuera del ducto, para finalizar se hace la limpieza del ducto removiendo las pepas de la soldadura, y le dan un fondo anticorrosivo; a continuación, hacen un control de calidad visual y pasa al despacho. También podemos mencionar que este tipo de trabajos se realizan según datos de ventas en un promedio de 6 trabajos por año con una media de 25 metros de longitud, para el objetivo de estudio analizaremos los toles utilizados en la manufactura del ducto cuadrado el cual se encuentra en relación directa con la longitud del mismo, ya que los toles tienen 1 metro cuadrado y su relación es metro de tol metro de longitud del ducto.



Figura 7. Ductos Cuadrado.

3.2.1 Datos Económicos del Servicio

La empresa en estudio factura aproximadamente \$700 - \$900 por metro cuadrado de manufactura de ducto cuadrado, esto equivale a un total de \$ 170.000 al año de ingresos económicos por la presentación del mencionado servicio.

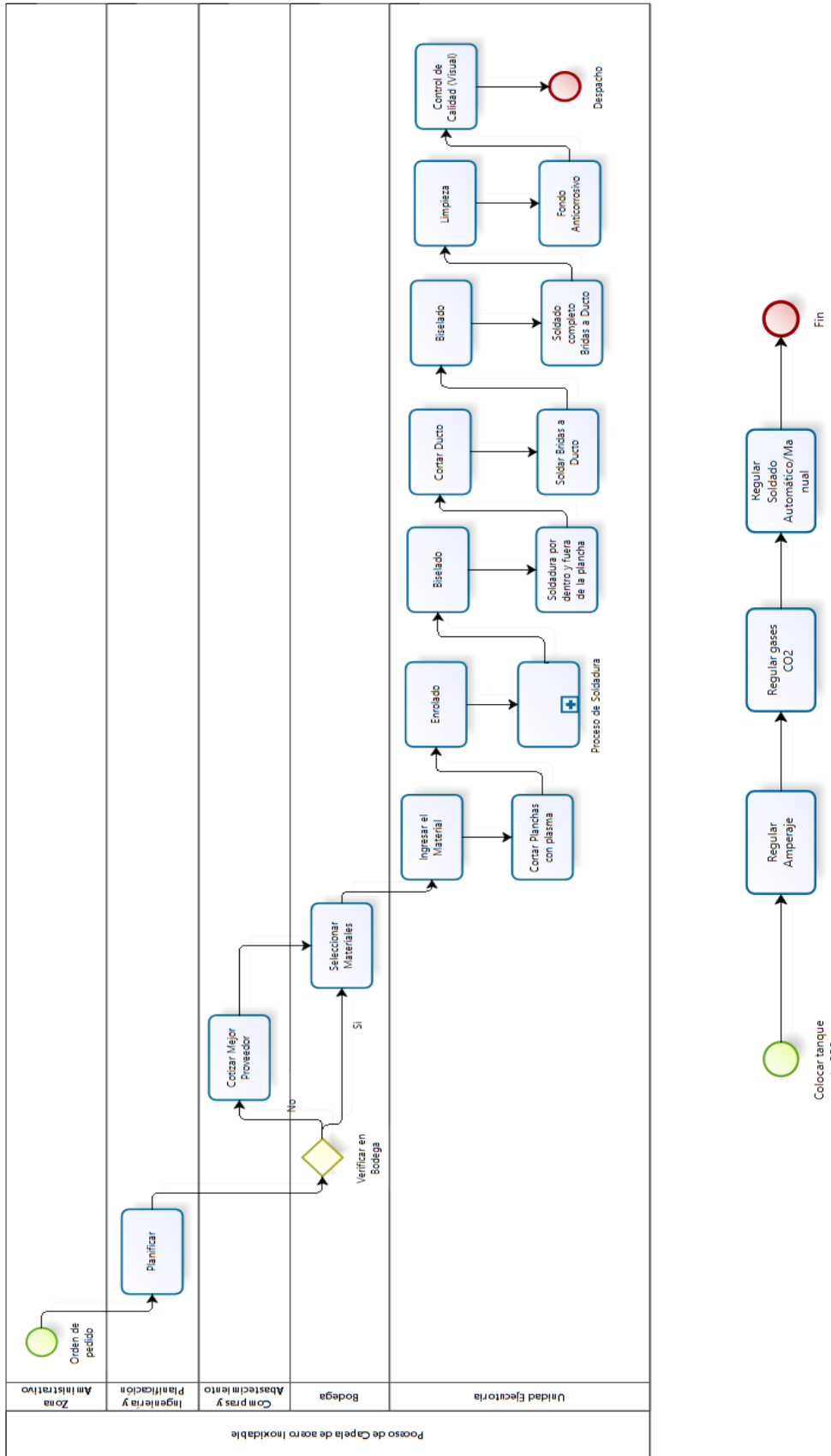


Figura 8. Flujiograma del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura Ducto Redondo.

3.3 Servicio de Soldadura GMAW-MIG para la Manufactura de Ducto Redondo

En este proceso de elaboración de los ductos redondos, se establecen los procesos siguientes: Orden de pedido, planificación, selección de material, producción y manufactura, y se realiza el despacho. Con el fin de analizar el proceso productivo primero entran los materiales al taller donde se realizan los cortes de las planchas para el ducto redondo y bridas (base del ducto); después, pasa al proceso de Enrolado (doblado de planchas); continúa al proceso de soldadura, donde se regula gases de CO₂; la regulación de amperaje, y regular si desea soldar en automático (establecer tiempo para soldar) o manual; posteriormente, se pasa al biselado (punteada a las planchas del ducto); el siguiente paso es la soldadura completa, aquí se encargan de soldar por dentro y fuera del ducto; para finalizar, se hace la limpieza del ducto removiendo las pepas de la soldadura, y le dan un fondo anticorrosivo, a continuación hacen un control de calidad visual y pasa al despacho. También podemos mencionar que este tipo de trabajos se realizan, según datos de ventas en un promedio de 6 trabajos por año con una media de 25 metros de longitud; para objetivo del estudio analizaremos los toles o planchas utilizados en la manufactura del ducto redondo, el cual se encuentra en relación directa con la longitud del mismo, ya que los toles tienen 1 metro cuadrado y su relación es metro de tol metro de longitud del ducto.



Figura 9. Manufactura de Ducto Redondo.

3.3.1 Datos Económicos del Servicio

La empresa en estudio factura aproximadamente \$900 - \$1200 por metro cuadrado de manufactura de ducto redondo, esto equivale a un total de \$ 170.000 al año de ingresos económicos por la presentación del mencionado servicio.

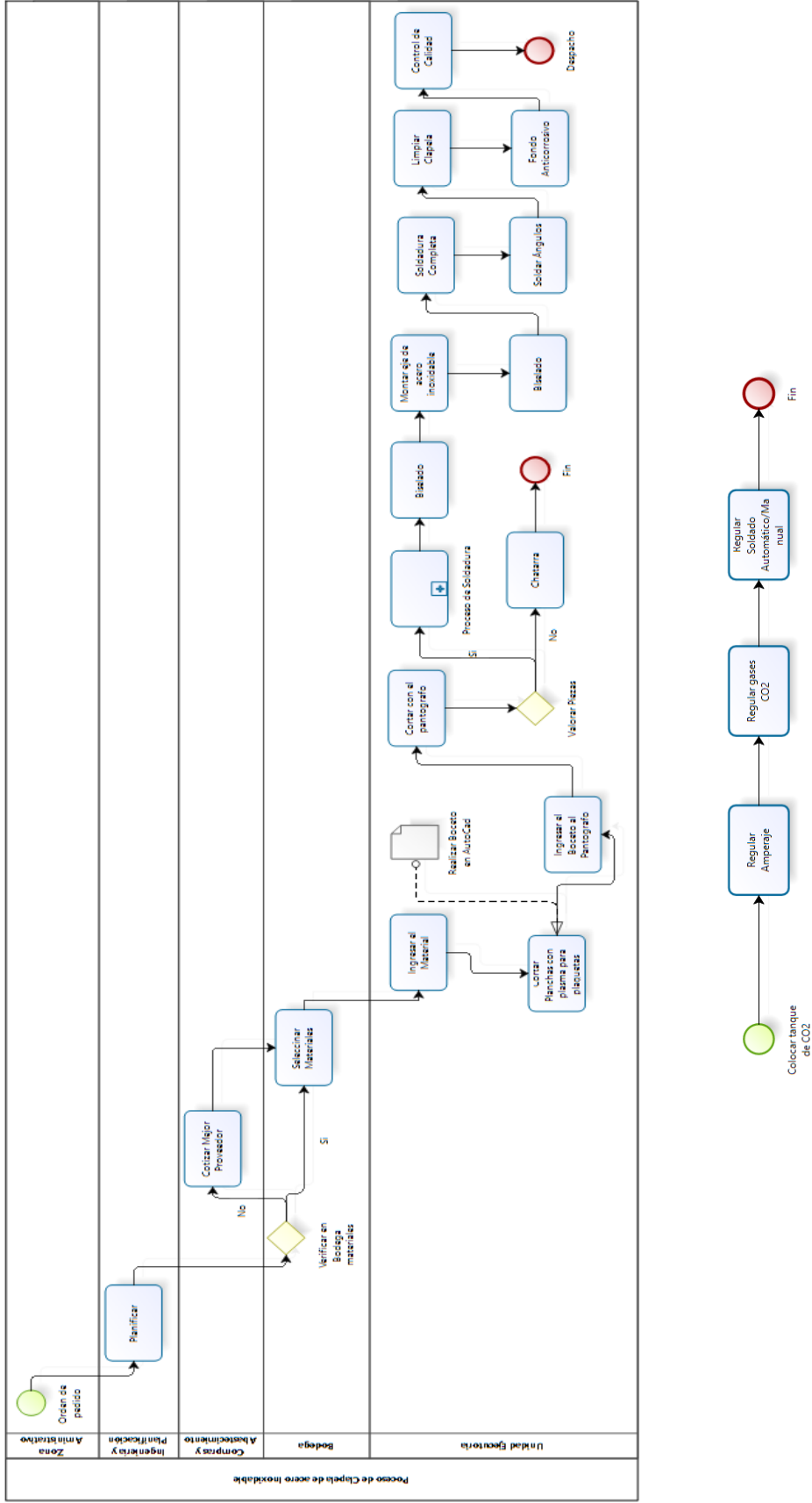


Figura 10. Flujograma del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura de Capela de Acero Inoxidable.

3.4 Servicio de Soldadura GMAW-MIG para la Manufactura de Clapeta de Acero Inoxidable

En este proceso de la elaboración de la clapeta de acero inoxidable, se establecen los procesos siguientes: Orden de pedido, planificación, Selección de material, producción y manufactura, y se realiza el despacho. Con el fin de analizar el proceso productivo primero entran los materiales al taller donde se realiza los cortes de las planchas para realizar las plaquetas para después de ello realizar un boceto en AutoCAD con las medidas de la plaquetas; después hacer los respectivos cortes en el pantógrafo el cual da la forma de la clapeta; seguido de esto se valoran las piezas cortadas por el pantógrafo si pasan se les da el visto bueno y pasan al siguiente proceso y si no pasan, se las envía a la chatarra, después de esto para al biselado(punteado de soldadura) de cada parte de la clapeta; a continuación pasan al proceso de montar el eje GUIN a la capela el cual pasa directamente de bodega a producción, después realizan el biselado de eje GUIN y continúan con la soldadura completa; aquí se encargan de soldar los ángulos para la capela que estos igualmente pasa de bodega a producción, y sueldan todas las partes a la clapeta, después hacen la limpieza de la clapeta removiendo las pepas de la soldadura, seguido le dan un fondo anticorrosivo, después hacen un control de calidad visual y pasa al despacho. También podemos mencionar que este tipo de trabajos se realizan según datos de ventas en un promedio de 7 a 10 trabajos por mes con una medida estándar de 1 metro cuadrado, para el objetivo de estudio analizaremos los toles o planchas utilizados en la manufactura de la clapeta el cual se encuentra en relación directa con la longitud del mismo, ya que los toles tienen 1 metro cuadrado y su relación es un metro cuadrado del Tol o plancha para la manufactura de una clapeta.



Figura 11. Capela de Acero Inoxidable

3.4.1 Datos Económicos del Servicio

La empresa en estudio factura aproximadamente \$1500 - \$1800 por clapeta, esto equivale a un total de \$ 85.000 de ingresos económicos anuales por la presentación del mencionado servicio.

3. 5 Situación actual introducción

Este trabajo de titulación va enfocado directamente aplicado al área de Planificación de Producción, Compras y Abastecimiento, y Bodega. En el área de compras se manejan con 18 clientes potenciales.

Por otro lado, la empresa tiene 40 tipos de materias primas e insumos. Posteriormente estos 40 ítems fueron segmentados mediante la elaboración de una clasificación de inventario ABC, de los cuales únicamente nos vamos a enfocar en los ítems de mayor impacto que son los ítems "A".

3.6 Segmentación ABC.

Como se definió en el alcance del proyecto, se levantará pronósticos de los SKU que se encuentren dentro del segmento A, por lo que es indispensable levantar la segmentación del inventario tanto en las cantidades utilizadas como

en las cantidades de inventario de compra.

Así mismo, en lo que se refiere a cantidad utilizadas de los SKU, se pudo identificar que son 11 SKU que ocupan el 80% de la cantidad de existencias empleadas.

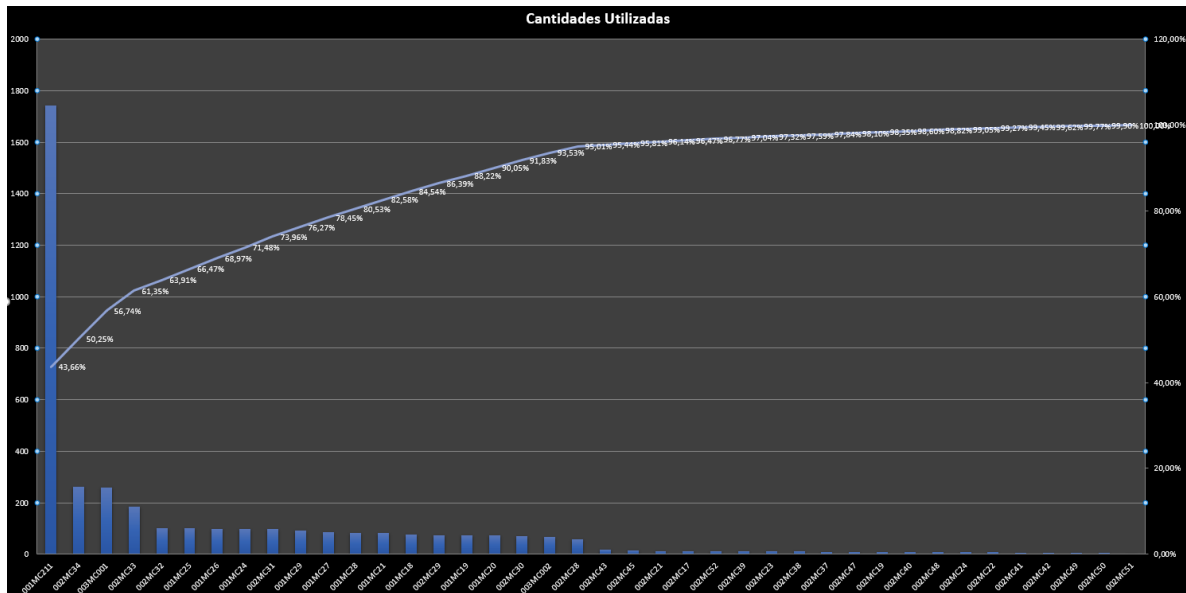


Figura 12 Segmentación de Inventario basado en cantidades utilizadas.

Tabla 1

Detalle SKU Cantidades Utilizadas.

Item	Utilización Unidades Anual	Porcentaje	Zona
001MC211	1742	43.66%	A
002MC34	263	50.25%	
003MC001	259	56.74%	
002MC33	184	61.35%	
002MC32	102	63.91%	
001MC25	102	66.47%	
001MC26	100	68.97%	
001MC24	100	71.48%	
002MC31	99	73.96%	

001MC29	92	76.27%	
001MC27	87	78.45%	
001MC28	83	80.53%	B
001MC21	82	82.58%	
001MC18	78	84.54%	
002MC29	74	86.39%	
001MC19	73	88.22%	
001MC20	73	90.05%	
002MC30	71	91.83%	
003MC002	68	93.53%	
002MC28	59	95.01%	
002MC43	17	95.44%	
002MC45	15	95.81%	
002MC21	13	96.14%	
002MC17	13	96.47%	
002MC52	12	96.77%	
002MC39	11	97.04%	
002MC23	11	97.32%	
002MC38	11	97.59%	
002MC37	10	97.84%	
002MC47	10	98.10%	
002MC19	10	98.35%	
002MC40	10	98.60%	
002MC48	9	98.82%	
002MC24	9	99.05%	
002MC22	9	99.27%	
002MC41	7	99.45%	
002MC42	7	99.62%	
002MC49	6	99.77%	
002MC50	5	99.90%	
002MC51	4	100.00%	

Por último, se levantó en base a la cantidad de inventario de compra por SKU, donde se determinó que 27 SKU ocupan el 80% de las cantidades de inversión.

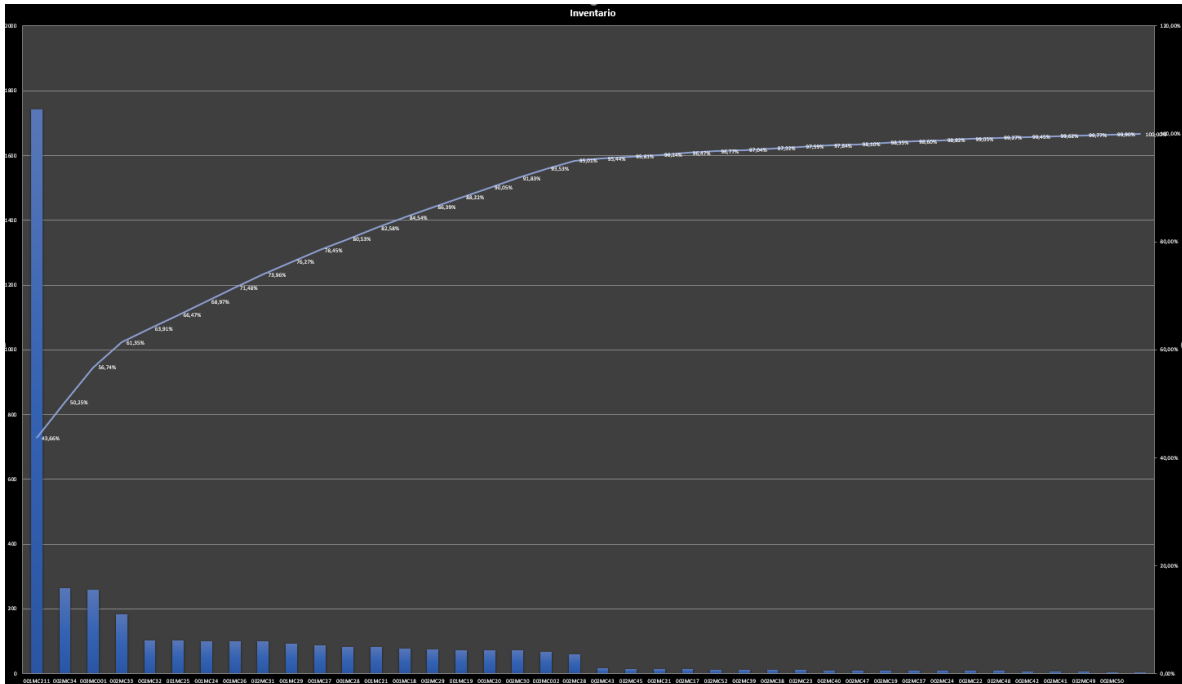


Figura 13. Segmentación de Inventario en cantidades de inversión.

Tabla 2

Detalle por SKU cantidades de inventario de compra.

Inventario			
Codigo	Inventario de compra	Porcentaje	Zona
001MC211	\$ 343.176,36	3,88%	A
001MC29	\$ 340.214,96	7,73%	
001MC27	\$ 338.696,96	11,56%	
001MC25	\$ 337.261,46	15,37%	
001MC28	\$ 335.578,46	19,16%	
001MC26	\$ 334.125,96	22,94%	
001MC24	\$ 332.375,96	26,70%	
003MC002	\$ 330.625,96	30,44%	
001MC20	\$ 328.891,96	34,16%	
001MC19	\$ 326.738,46	37,85%	
001MC18	\$ 324.584,96	41,52%	
001MC21	\$ 321.854,96	45,16%	
003MC001	\$ 318.574,96	48,76%	

002MC28	\$ 287.494,96	52,01%	
002MC17	\$ 285.607,55	55,24%	
002MC29	\$ 285.081,18	58,47%	
002MC19	\$ 280.332,60	61,64%	
002MC21	\$ 279.522,90	64,80%	
002MC43	\$ 277.943,92	67,94%	
002MC30	\$ 275.863,12	71,06%	
002MC31	\$ 266.736,78	74,07%	
002MC22	\$ 250.845,30	76,91%	
002MC32	\$ 249.387,84	79,73%	
002MC23	\$ 229.732,44	82,33%	
002MC24	\$ 227.505,82	84,90%	
002MC45	\$ 225.319,81	87,45%	
002MC33	\$ 221.647,81	89,95%	
002MC34	\$ 174.346,93	91,92%	
002MC47	\$ 89.860,81	92,94%	
002MC48	\$ 86.188,81	93,91%	
002MC37	\$ 81.782,41	94,84%	C
002MC49	\$ 75.999,21	95,70%	
002MC38	\$ 72.327,21	96,52%	
002MC50	\$ 65.257,62	97,25%	
002MC39	\$ 61.585,62	97,95%	
002MC51	\$ 53.102,09	98,55%	
002MC40	\$ 49.430,09	99,11%	
002MC52	\$ 39.147,09	99,55%	
002MC41	\$ 25.193,49	99,84%	
002MC42	\$ 14.396,27	100,00%	

Tabla 3

Comparación de los SKU del segmento A de las cantidades vendidas con las cantidades de inversión

Cantidades Vendidas		Inventario		
Codigo	Unidades	Codigo	Inventario	Zona

	Vendidas		(dólares)	
001MC211	1742	001MC211	343176,36	A
002MC34	263	001MC29	340214,96	
003MC001	259	001MC27	338696,96	
002MC33	184	001MC25	337261,46	
002MC32	102	001MC28	335578,46	
001MC25	102	001MC26	334125,96	
001MC24	100	001MC24	332375,96	
001MC26	100	003MC002	330625,96	
002MC31	99	001MC20	328891,96	
001MC29	92	001MC19	326738,46	
001MC27	87	001MC18	324584,96	
		001MC21	321854,96	
		003MC001	318574,96	
		002MC28	287494,96	
		002MC17	285607,55	
		002MC29	285081,18	
		002MC19	280332,6	
		002MC21	279522,9	
		002MC43	277943,92	
		002MC30	275863,12	
		002MC31	266736,78	
		002MC22	250845,3	
		002MC32	249387,84	

Una vez levantado los tres puntos, se determina cuántos SKU cumplen con el 80% de mínimo 2 puntos para que se encuentren dentro del segmento A, en caso de únicamente cumplir 1 punto dicho SKU será parte del segmento B y finalmente los SKU que estén fuera del 80% de los 3 puntos serán asignados al segmento C.

Basándonos en el principio mencionado anteriormente, se determinó lo siguiente:

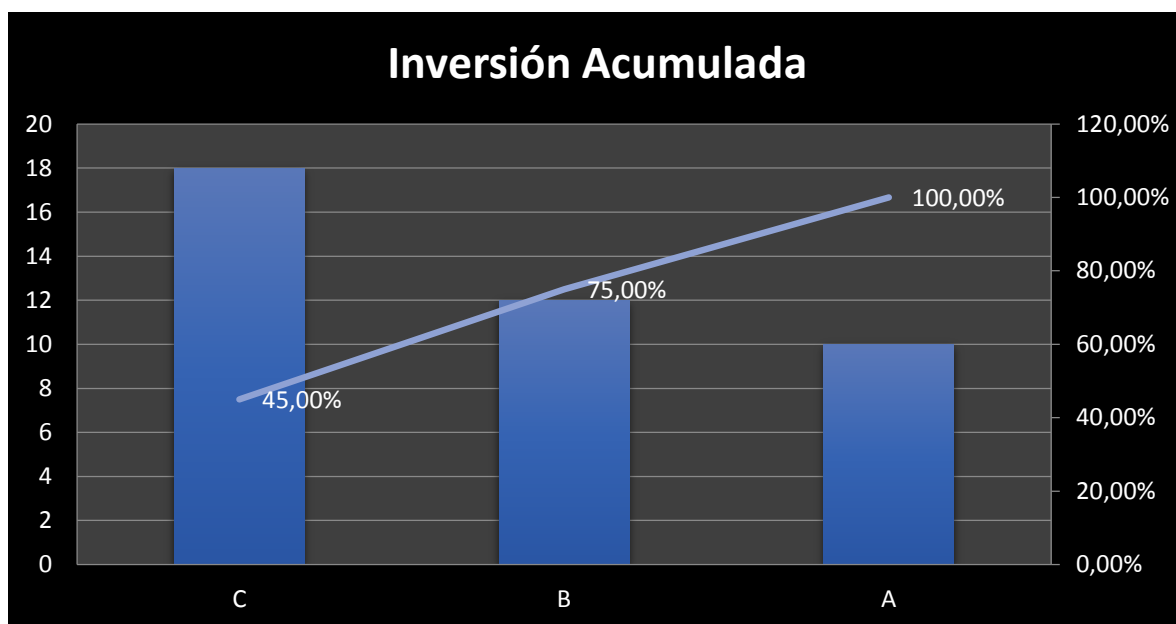


Figura 14. Segmentación de inventario

De la tabla 3, podemos inferir que de los 40 SKU únicamente 10 representan el costo que se encuentran en el segmento A, es decir, que o bien el costo de los SKU y la cantidad de unidades vendidas, o que el costo del SKU y los dólares vendidos, o que la cantidad y dólares vendidos del SKU se encuentra dentro del 80% del Pareto.

3.7 Análisis de datos SKU segmento A

Para el análisis de la segmentación A hemos tomado los SKU, tanto de las cantidades vendidas, como de las cantidades de inversión, con lo cual se ha realizado una comparación, como se aprecia en la **Tabla 4**, que son 6 ítems porque estos representan las mayores cantidades vendidas y utilizadas. A continuación, se muestran los ítems correspondientes al segmento A de las cantidades comparadas.

Tabla 4

SKU Segmento A

Cantidades Vendidas y utilizadas		
Ítem	Ventas	Zona
001MC211	1742	A
003MC001	259	
002MC33	184	
002MC32	102	
001MC25	102	
001MC26	100	

Para el análisis que se presenta a continuación, se ha tomado como datos la cantidad de Ítems consumidos con la proyección de compras; cabe aclarar que estos datos vienen desde la alta dirección, en este caso la gerencia tiene planeados los trabajos que se van a realizar y hacen un pronóstico de una forma empírica y no manejan ningún programa o herramienta que les facilite el pronóstico deseado.

Tabla 5

Ítem 001MC211

001MC211-TOL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	50	150	-100
2	Julio	75	150	-75
3	Agosto	100	250	-150
4	Septiembre	25	5	20
5	Octubre	40	120	-80
6	Noviembre	15	100	-85
7	Diciembre	125	250	-125
8	Enero	145	400	-255
9	Febrero	145	990	-845
10	Marzo	50	200	-150
11	April	50	150	-100

12	Mayo	50	100	-50
			Total	-1995

CFE	-1995
MAD	169,58
MPE	-2,16
MAPE	2,30

Tabla 6
Ítem 003MC001

003MC001 - CIL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	16	35	-19
2	Julio	17	45	-28
3	Agosto	32	8	24
4	Septiembre	14	38	-24
5	Octubre	16	41	-25
6	Noviembre	7	29	-22
7	Diciembre	20	43	-23
8	Enero	21	68	-47
9	Febrero	21	78	-57
10	Marzo	16	39	-23
11	April	16	36	-20
12	Mayo	17	42	-25
			Total	-289

CFE	-289
------------	------

MAD	28,08
MPE	-1,56
MAPE	1,69

Tabla 7

Ítem 002M33

002MC33-TOL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	12	30	-18
2	Julio	17	38	-21
3	Agosto	20	4	16
4	Septiembre	6	28	-22
5	Octubre	9	27	-18
6	Noviembre	5	26	-21
7	Diciembre	11	34	-23
8	Enero	15	49	-34
9	Febrero	15	60	-45
10	Marzo	10	35	-25
11	April	11	32	-21
12	Mayo	16	5	11
Total				-221

CFE	-221
MAD	22,92
MPE	-1,91
MAPE	2,15

Tabla 8

Ítem 002MC32

002MC32-TOL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	5	16	-11
2	Julio	8	24	-16
3	Agosto	8	5	3
4	Septiembre	5	17	-12
5	Octubre	5	19	-14
6	Noviembre	1	7	-6
7	Diciembre	6	14	-8
8	Enero	8	5	3
9	Febrero	8	40	-32
10	Marzo	2	12	-10
11	April	2	17	-15
12	Mayo	9	5	4
Total				-114

CFE	-114
MAD	11,17
MPE	-2,67
MAPE	2,87

Tabla 9
Ítem 001MC25

001MC25- GL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	6	3	3
2	Julio	7	2	5
3	Agosto	8	4	4

4	Septiembre	3	3	0
5	Octubre	6	2	4
6	Noviembre	2	1	1
7	Diciembre	7	4	3
8	Enero	8	3	5
9	Febrero	8	6	2
10	Marzo	6	2	4
11	Abril	6	2	4
12	Mayo	6	3	3
Total				38

CFE	38
MAD	3,17
MPE	0,50
MAPE	0,50

Tabla 10
Ítem 002MC26

001MC26 - GL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	5	15	-10
2	Julio	6	20	-14
3	Agosto	9	30	-21
4	Septiembre	3	10	-7
5	Octubre	5	15	-10
6	Noviembre	2	9	-7
7	Diciembre	5	17	-12
8	Enero	8	36	-28
9	Febrero	8	40	-32
10	Marzo	5	15	-10

11	April	5	14	-9
12	Mayo	5	18	-13
			Total	-173

CFE	-173
MAD	14,42
MPE	-2,57
MAPE	2,57

Obtenidos los datos históricos, se procedió al análisis del error. Esto indica que está afectando cada mes, también sirve como métrica comparativa para evaluar la propuesta de mejora. También cabe aclarar que el error utilizado es del período entre junio a mayo del 2018

A continuación, se adjunta tablas de cálculo de error y error absoluto que servirán para obtener:

ME: Error Medio

MAD: Desviación absoluta media

MPE: Error medio porcentual

MAPE: Error medio porcentual absoluto

Tabla 11

Resumen de errores

001MC211		
Indicador	Original	Observaciones
CFE	-1995	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 170 unidades, considerando que el proceso de pronóstico es optimista
MAD	169,58	
MSE	-2,16	
MAPE	2,30	
003MC001		
Indicador	Original	Observaciones

CFE	-289	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 28 unidades, considerando que el proceso de pronóstico es optimista
MAD	28,08	
MSE	-1,56	
MAPE	1,69	
002MC33		
Indicador	Original	Observaciones
CFE	-221	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 22 unidades, considerando que el proceso de pronóstico es optimista
MAD	22,92	
MSE	-1,91	
MAPE	2,15	
002MC32		
Indicador	Original	Observaciones
CFE	-114	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 11 unidades, considerando que el proceso de pronóstico es optimista
MAD	11,17	
MSE	-2,67	
MAPE	2,87	
001MC25		
Indicador	Original	Observaciones
CFE	38	Durante el periodo se generó una acumulación de inventario promedio de 3 unidades, considerando que el proceso de pronóstico es pesimista
MAD	3,17	
MSE	0,50	
Señal de rastreo	0,50	
001MC26		
Indicador	Original	Observaciones
CFE	-173	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 14 unidades, considerando que el proceso de pronóstico es optimista
MAD	14,42	
MSE	-2,57	
MAPE	2,57	

CFE: El período analizado que correspondiente a 12 meses.

MAD: Este valor hace a las unidades promedio que resultan del error del pronóstico.

MPE: representa en porcentaje la frecuencia con la que se acumula o se desabastece el inventario, mostrando que las unidades en stock no serán suficientes para satisfacer la demanda, resultando en ruptura de stock.

MAPE: se refiere al indicador MAD en porcentaje, es decir, señala el nivel de desempeño del pronóstico con respecto de la demanda real.

Observaciones: Quiere decir que, en un periodo de tiempo en meses, el pronóstico de venta fue optimista, o pesimista, es decir, se produjo más de lo que se vendió o menos en un promedio.

3.8 Análisis Económico

Al desarrollar un análisis económico de los datos anteriores, la empresa incurrió en costos no programados al no tener un pronóstico correcto. La empresa generó cerca de \$143.115,72 en compras no programadas y producto faltante lo cual insidioso una multa del 50% por costo no programadas, por otro lado \$8956,8 la empresa generó por acumulación de materiales lo cual fue mucho menor que los gastos generados por falta de materiales, esto quiere decir que durante el periodo de 12 meses la empresa generó \$80.514,66 por costos de inventario

Tabla 12

Análisis económico de variación de inventario

ANÁLISIS ECONÓMICO DE VARIACIÓN DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD	RUPTURA DE STOCK		ACUMULACIÓN DE STOCK	
		CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD
		(UNIDADES)	(DÓLARES)	(UNIDADES)	(DÓLARES)
001MC211	1,7	170	289	0	0
003MC001	120	28	3360	0	0
002MC33	257,07	23	5912,61	0	0
002MC32	192,7	11	2119,7	0	0
001MC25	248,8	0	0	3	746,4
001MC26	17,5	14	245	0	0

TOTAL, MENSUAL	246	11926,31	3	746,4
TOTAL, ANUAL	2952	71557,86	36	8956,8

Adicionalmente, se determina el costo que genera el almacenamiento de inventario en bodega, el cual parte de la siguiente ecuación:

$$CA = \frac{Q}{2} * T * P * I$$

Ecuación 7

Donde se detallan los siguientes términos:

Q = Cantidad acumulada

T = Tiempo de almacenamiento

Por políticas de la empresa, se considera 1 mes para todos los productos.

P = Precio de la unidad

I = Tasa de almacenamiento (Villalva, 2009, p. 6).

Se toma en cuenta como el 15% del precio de la unidad (Colín, 2014, p. 276)

Tabla 13

Cálculo costo de almacenamiento.

\COSTO DE ALMACENAMIENTO					
DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD	TIEMPO DE ACUMULACIÓN	CANTIDAD	TASA DE ACUMULACIÓN	COSTO DE ACUMULACIÓN
	(DÓLARES)	(MESES)	(UNIDADES)	(DÓLARES)	(DÓLARES)
001MC211	\$1,70	0	0	\$0,26	0
003MC001	\$120	0	0	\$18,00	0
002MC33	\$257,07	0	0	\$38,56	0
002MC32	\$192,70	0	0	\$28,91	0
001MC25	\$248,80	1	6	\$37,32	\$111,96
001MC26	\$17,50	0	0	0	0
TOTAL MENSUAL			6	\$125,67	\$111,96
TOTAL ANUAL			72	1507,986	\$1.343,52

3.9 Definición del problema

Al analizar los costos por multas y los costos por falta o acumulación de stock llegamos a definir que \$80.514,66 es el costo que a la empresa le representa en un año. Esto nos quiere decir que se realizaron compras fuera de tiempo o compras no programadas lo cual provoca que en la bodega haga falta materia prima o insumos, generando retrasos o multas en los trabajos realizados.

3.9.1 ¿Qué es un problema?

Se ha identificado que hay una variación en los niveles de inventario en la planta de producción. También se pudo observar que existen compras de ciertos SKU's realizadas fuera del tiempo establecido.

Sin embargo, en la bodega de materia prima e insumos el inventario de ciertos SKU's continua elevado, por lo que se sigue haciendo un abastecimiento innecesario de los mismos.

A continuación, en la figura 14, podemos observar el porcentaje tanto de ruptura de stock y acumulación de stock de los 49 ítems previamente

segmentados.

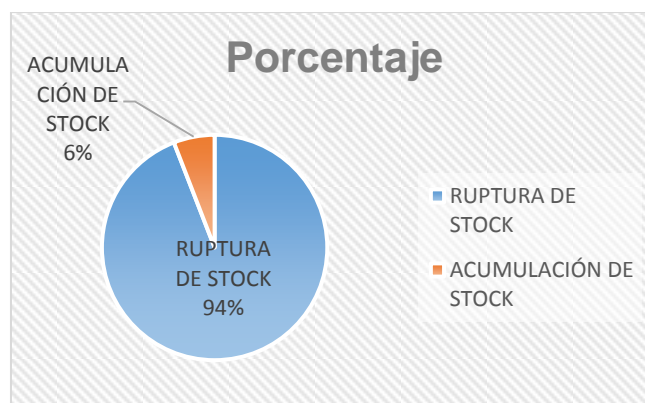


Figura 15 Porcentaje de Ruptura de stock y acumulación de stock

3.9.2 ¿Dónde se representa el problema?

El problema básicamente va enfocado al punto de abastecimiento, en este caso el área de compras es esta área la encargada de hacer todo el abastecimiento ya sea por conocimiento empírico o por un pronóstico simple de compra, evaluando los tres últimos meses de compra. Sin duda esto genera incertidumbre en los compradores por no saber cuál es la cantidad ideal o a qué momento se realiza la orden de compra.

3.9.3 ¿Cuándo se presenta el problema?

Este problema se viene dando desde finales del año 2016 y todo el 2017, observaron que el problema radicaba al momento de realizar la compra de los materiales o insumos.

Lo que establece la metodología de los “5 porqués”, se inicia a partir del problema definido, en este caso: La mala planificación de requisición de inventarios y el mal uso de espacio innecesario en la bodega de materiales.

3.9.4 ¿Cómo se representa el problema?

Este problema se representa con un costo específico, tanto por ruptura de stock como acumulación de stock, después del análisis, se puede obtener un

costo total de pérdida.

El procedimiento para poder obtener el costo total se hizo el análisis de dos formas diferentes.

Para el caso de desabastecimiento se realizó de la siguiente manera:

$$RS = \sum (\text{Cantidad no suministrada} \times \text{Coste Unitario en el almacén})$$

Para el caso del sobre inventario, se ocupó el siguiente cálculo, tomando en cuenta el costo de almacenamiento, sumado el costo de oportunidad. El porcentaje del costo de oportunidad se tomó de la tasa de interés activa efectiva del banco central en la categoría de producto corporativo del mes de octubre 2017, que fue del 7.13% (Banco Central del Ecuador, 2017)

$$\text{Costo de Sobre inventario} = \text{Costo de Almacenamiento} + \text{Costo de Oportunidad}$$

Para llegar al costo total de desabastecimiento como de sobre inventario es necesario analizar primero la cantidad de unidades por ítem tanto para el primer caso como para el segundo; adicionalmente, se pudo verificar el porcentaje de error obtenido con el método usado actualmente que, para este caso, fue el MAPE (Error porcentual absoluto medio). (Jiménez Criollo, 2018)

3.12 Resumen

A continuación, podemos observar el árbol del problema elaborado.

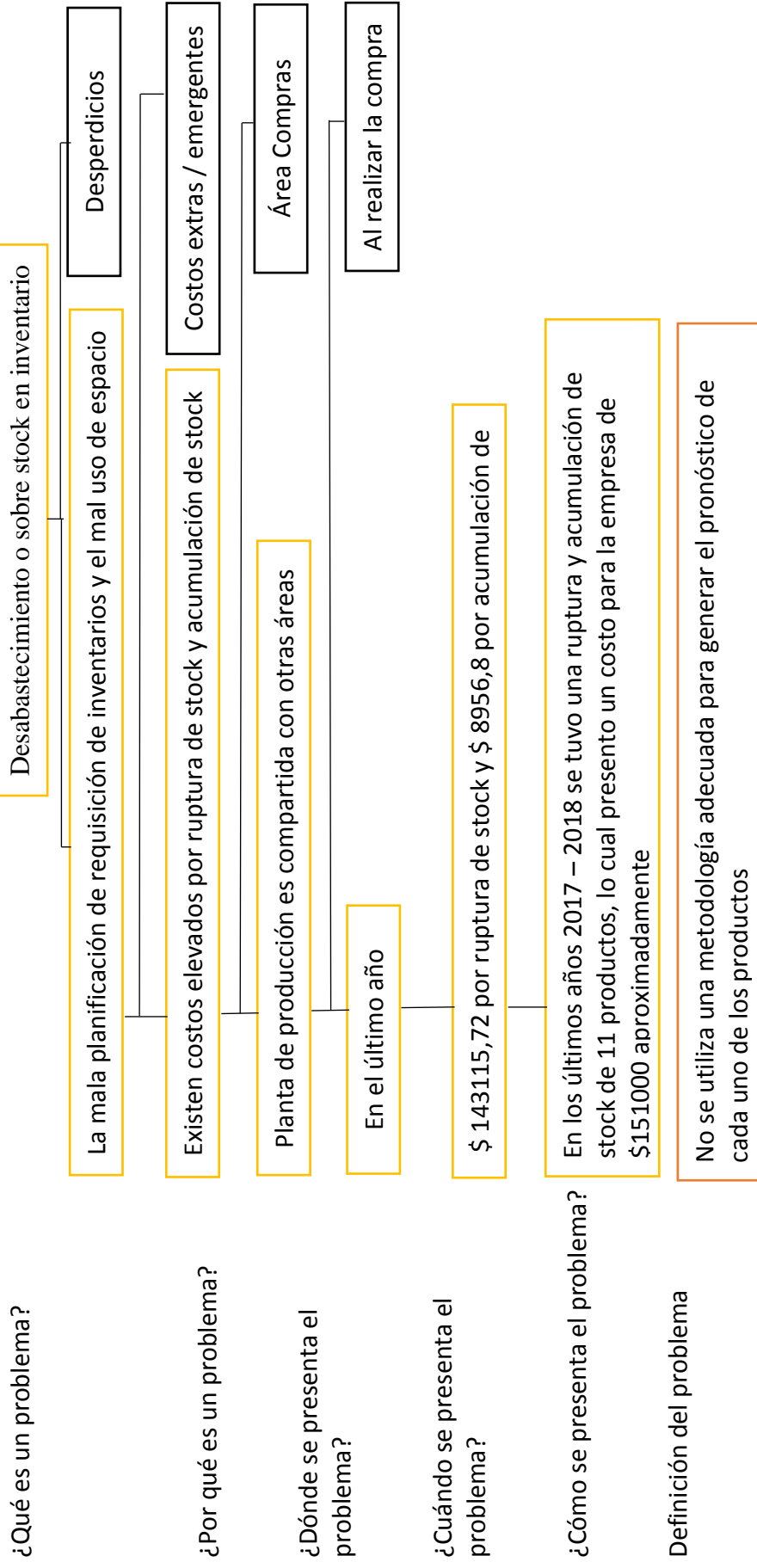


Figura 16 Arbol de definición de problemas

3.13 Análisis Causa Raíz

3.13.1 Lluvia de ideas

Una vez obtenido los resultados de los pronósticos de la situación actual de la empresa podemos concluir que uno de los principales problemas es mal manejo de un modelo de pronóstico, que conlleva a una mala planificación de requisición de materiales que provoca un alto costo en compras no programadas, para ello se propone un modelo de pronóstico, para mejorar la planificación en la requisición de materiales y así disminuir costos de almacenamiento.

Se realizaron varias reuniones con el Gerente General de la empresa MACUSA INDUSTRIAL, con el motivo de reunir una lluvia de ideas para poder identificar la causa raíz del problema. En estas reuniones, se compartió la problemática con todo el personal de las áreas involucradas, con la finalidad que cada persona de las respectivas áreas entienda de manera clara y objetiva.

En las reuniones que se realizaron con el Gerente General que corresponde a los departamentos de Planificación de Producción, Compras y Abastecimiento, y Bodega. Se definieron las siguientes causas:

- Déficit en el control de inventario.
- No tienen sistemas de planeación a largo, corto y mediano plazo.
- La capacidad de producción se comparte para otros trabajos externos.
- No existe una coordinación de los recursos de la empresa.
- Falta de comunicación entre áreas
- Inexistencia en la requisición de materiales.
- No tienen una administración de la demanda.
- No tienen establecidas políticas de inventario.
- Manejo de inventario erróneo.
- Empleo de métodos empíricos para calcular la demanda que se necesita abastecer.

- Costos elevados en el almacenamiento de materiales.
- No se establece correctamente los planes de producción mensual.
- Retrasos en la llegada de materias primas.
- No utilizan métodos estadísticos para calcular los pronósticos.
- Retraso en tiempos de entrega de la producción.
- No existe un proceso de mejora continua constante.
- Ausencia de manual de procesos.
- Variabilidad de proveedores para un solo artículo.

3.13.2 Análisis causa efecto

De todas las posibles causas que se analizaron en las reuniones establecidas, se realizó un diagrama de Ishikawa, con el propósito de filtrar de mejor manera posible causas raíces entre sí.

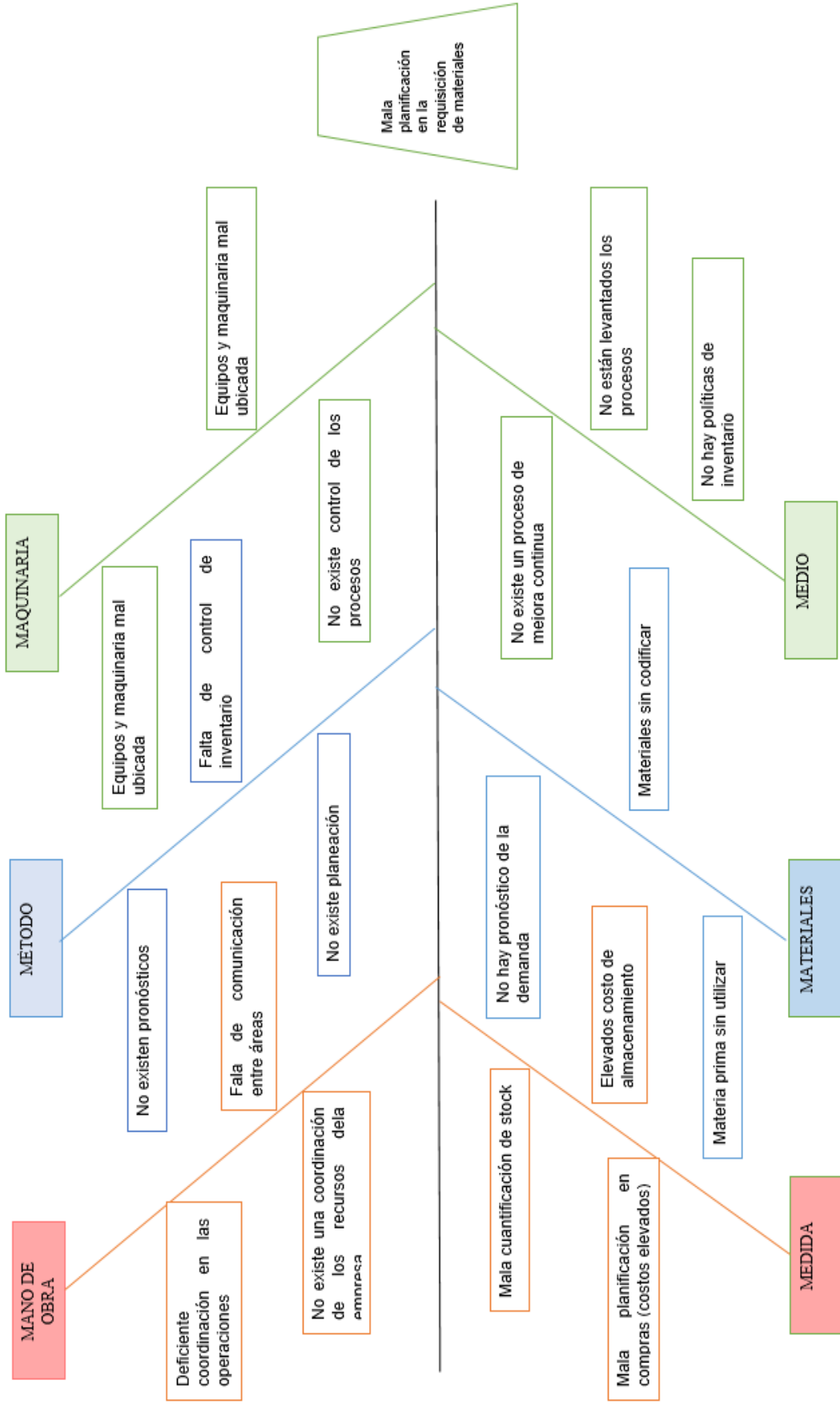


Figura 17 Diagrama de Ishikawa

Una vez realizado el diagrama de Ishikawa es importante analizar en donde se produce el problema, Para ello vamos a cuantificar en un histograma de frecuencia con ciertos parámetros a analizar. En la tabla 14 y en la figura18 podemos observar cuáles son las causas con más incidencia.

Tabla 14

Frecuencia

Clasificación	Frecuencia
Mano de Obra	4
Método	9
Maquina	4
Cálculos	3
Costos	2
Procesos	5
Sistema	3
Personas	5
Control	2

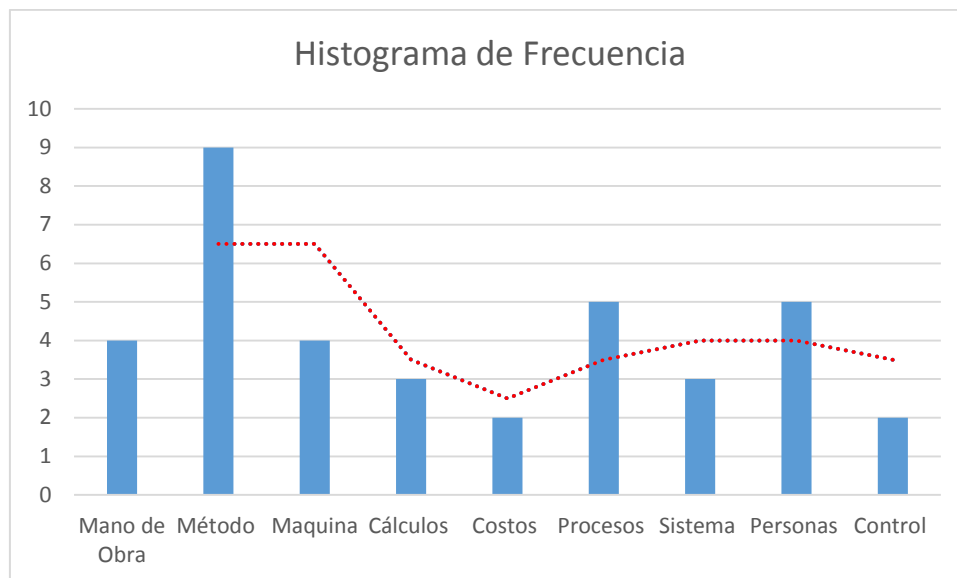


Figura 18. Histograma de Frecuencia

Se puede concluir, que nuestra causa raíz está enfocada, la mayor parte, al método, ya que no existe ninguna herramienta al momento de pronosticar el abastecimiento de los materiales. La falta de conocimiento en el pronóstico de la demanda y el conocimiento empírico utilizado, dan a conocer estos dos problemas mencionados: la mala planificación de requisición de inventarios y el mal uso de espacio en la bodega de materiales.

Con esto podemos concluir y plantear una solución para contrarrestar esta causa raíz; la propuesta de implementación de un modelo estadístico, para después hacer una comparación de los dos escenarios para identificar cual sería el ahorro generado.

4. CAPÍTULO IV PROPUESTA DE MEJORA.

4.1 Evaluación Promedio Móvil

Para este método se analizará en base a 12 períodos, en ambos casos se evaluará los errores: MAD, MSE Y MAPE esto con la finalidad de determinar el grado de error o desviación existente en este modelo de pronóstico.

Tabla 15

Promedio Móvil 001MC211

Promedio Móvil Ponderado						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	50					
2	75					
3	100					
4	25	83	-58	58,33	-2,33	2,33
5	40	58	-18	18,33	-0,46	0,46
6	15	45	-30	30,00	-2,00	2,00
7	125	25	100	100,00	0,80	0,80
8	362	74	288	287,83	0,80	0,80
9	800	225	575	574,83	0,72	0,72
10	50	542	-492	491,50	-9,83	9,83
11	50	352	-302	302,00	-6,04	6,04
12	50	175	-125	125,00	-2,50	2,50

CFE	-62,500
MAD	51,204
MPE	-0,712
MAPE	1,042

VALORES	
ULTIMO PERIODO	3
PENULTIMO	2
ANTEPENULTIMPO	1

Tabla 16

Promedio Móvil 003MC001

Promedio Móvil Ponderado						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	16					
2	17					
3	32					
4	14	24	-10	10,33	-0,74	0,74
5	16	21	-5	4,50	-0,28	0,28
6	7	18	-11	11,00	-1,57	1,57
7	20	11	9	8,83	0,44	0,44
8	39	15	24	24,00	0,62	0,62
9	49	27	22	21,67	0,44	0,44
10	16	41	-25	24,83	-1,55	1,55
11	16	31	-15	14,83	-0,93	0,93
12	17	22	-5	4,50	-0,26	0,26

CFE	-15,500
MAD	5,648
MPE	-0,243
MAPE	0,435

VALORES	
ULTIMO PERIODO	3
PENULTIMO	2
ANTEPENULTIMO	1

Tabla 17

Promedio Móvil 002MC33

Promedio Móvil Ponderado						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	12					
2	17					
3	20					

4	6	18	-12	11,67	-1,94	1,94
5	9	13	-4	3,50	-0,39	0,39
6	5	10	-5	4,83	-0,97	0,97
7	11	7	5	4,50	0,41	0,41
8	29	9	20	20,33	0,70	0,70
9	38	19	19	19,00	0,50	0,50
10	10	31	-21	20,50	-2,05	2,05
11	11	23	-12	11,50	-1,05	1,05
12	16	15	1	0,83	0,05	0,05

CFE	-7,333
MAD	4,926
MPE	-0,283
MAPE	0,577

VALORES	
ULTIMO PERIODO	3
PENULTIMO	2
ANTEPENULTIMO	1

Tabla 18

Promedio Móvil 002MC32

Promedio Móvil Ponderado						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error e_t	e_t/D_t	e_t /Y_t
1	5					
2	8					
3	15					
4	5	11	-6	6,00	-1,20	1,20
5	5	9	-4	3,83	-0,77	0,77
6	1	7	-6	5,67	-5,67	5,67
7	6	3	3	3,00	0,50	0,50
8	15	4	11	10,83	0,72	0,72
9	29	10	19	19,33	0,67	0,67
10	2	21	-19	18,50	-9,25	9,25
11	2	13	-11	11,17	-5,58	5,58
12	9	7	3	2,50	0,28	0,28

CFE	-2,500
MAD	3,537
MPE	-0.862
MAPE	1,279

VALORES	
ULTIMO PERIODO	3
PENULTIMO	2
ANTEPENULTIMPO	1

Tabla 19

Promedio Móvil 001MC25

Promedio Móvil Ponderado						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error e_t	e_t/D_t	e_t /Y_t
1	6					
2	7					
3	12					
4	3	9	-6	6,33	-2,11	2,11
5	6	7	-1	0,67	-0,11	0,11
6	2	6	-4	4,00	-2,00	2,00
7	7	4	4	3,50	0,50	0,50
8	15	5	10	9,83	0,66	0,66
9	26	10	16	15,83	0,61	0,61
10	6	19	-13	13,17	-2,19	2,19
11	6	14	-8	8,17	-1,36	1,36
12	6	9	-3	3,33	-0,56	0,56

CFE	-2,500
MAD	2,130
MPE	-0,279
MAPE	0,530

VALORES	
ULTIMO PERIODO	3
PENULTIMO	2
ANTEPENULTIMPO	1

Tabla 20

Promedio Móvil 001MC26

Promedio Móvil Ponderado						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5					
2	6					
3	9					
4	3	7	-4	4,33	-1,44	1,44
5	5	6	-1	0,50	-0,10	0,10
6	2	5	-3	3,00	-1,50	1,50
7	5	3	2	1,83	0,37	0,37
8	18	4	14	14,00	0,78	0,78
9	32	11	21	21,00	0,66	0,66
10	5	23	-18	17,83	-3,57	3,57
11	5	16	-11	11,17	-2,23	2,23
12	5	10	-5	4,50	-0,90	0,90

CFE	-4,500
MAD	2,241
MPE	-0,314
MAPE	0,562

VALORES	
ULTIMO PERIODO	3
PENULTIMO	2
ANTEPENULTIMO	1

4.2 Evaluación Suavizamiento Exponencial Simple

Para este análisis es método busca realizar una corrección a todos los datos históricos al suavizar, mediante la proyección estadística con el coeficiente denominado alfa. Este valor va desde 0,1 hasta 1 y mientras más cercano sea a cero es más exacto la proyección estadística, en cambio entre más cercano sea a uno, menos será exacto el pronóstico. Por esta razón se va hacer la proyección con valores alfa (0.5)

Tabla 21

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC211

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	50	50	0	0,00	0,00	0,00
2	75	50	25	25,00	0,33	0,33
3	100	63	38	37,50	0,38	0,38
4	25	81	-56	56,25	-2,25	2,25
5	40	53	-13	13,13	-0,33	0,33
6	15	47	-32	31,56	-2,10	2,10
7	125	31	94	94,22	0,75	0,75
8	145	78	67	67,11	0,46	0,46
9	145	111	34	33,55	0,23	0,23
10	50	128	-78	78,22	-1,56	1,56
11	50	89	-39	39,11	-0,78	0,78
12	50	70	-20	19,56	-0,39	0,39

CFE	19,556
MAD	41,267
MPE	-0,439
MAPE	0,798

Tabla 22

Suavizamiento Exponencial Simple 003MC001

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	16	16	0	0,00	0,00	0,00
2	17	16	1	1,00	0,06	0,06
3	32	17	16	15,50	0,48	0,48

4	14	24	-10	10,25	-0,73	0,73
5	16	19	-3	3,13	-0,20	0,20
6	7	18	-11	10,56	-1,51	1,51
7	20	12	8	7,72	0,39	0,39
8	21	16	5	4,86	0,23	0,23
9	21	19	2	2,43	0,12	0,12
10	16	20	-4	3,79	-0,24	0,24
11	16	18	-2	1,89	-0,12	0,12
12	17	17	0	0,05	0,00	0,00

CFE	1,946
MAD	5,098
MPE	-0,126
MAPE	0,339

Tabla 23

Suavizamiento Exponencial Simple 002MC33

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	12	12	0	0,00	0,00	0,00
2	17	12	5	5,00	0,29	0,29
3	20	15	6	5,50	0,28	0,28
4	6	17	-11	11,25	-1,88	1,88
5	9	12	-3	2,63	-0,29	0,29
6	5	10	-5	5,31	-1,06	1,06
7	11	8	3	3,34	0,30	0,30
8	15	9	6	5,67	0,38	0,38
9	15	12	3	2,84	0,19	0,19
10	10	14	-4	3,58	-0,36	0,36
11	11	12	-1	0,79	-0,07	0,07
12	16	11	5	4,60	0,29	0,29

CFE	3,396
MAD	4,210
MPE	-0,161
MAPE	0,449

Tabla 24

Suavizamiento Exponencial Simple 002MC32

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5	5	0	0,00	0,00	0,00
2	8	5	3	3,00	0,38	0,38
3	8	7	2	1,50	0,19	0,19
4	5	7	-2	2,25	-0,45	0,45
5	5	6	-1	1,13	-0,23	0,23
6	1	6	-5	4,56	-4,56	4,56
7	6	3	3	2,72	0,45	0,45
8	8	5	3	3,36	0,42	0,42
9	8	6	2	1,68	0,21	0,21
10	2	7	-5	5,16	-2,58	2,58
11	2	5	-3	2,58	-1,29	1,29
12	9	3	6	5,71	0,63	0,63

CFE	2,290
MAD	2,804
MPE	-0,569
MAPE	0,949

Tabla 25

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC25

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	6	6	0	0,00	0,00	0,00
2	7	6	1	1,00	0,14	0,14
3	8	7	2	1,50	0,19	0,19
4	3	7	-4	4,25	-1,42	1,42
5	6	5	1	0,88	0,15	0,15
6	2	6	-4	3,56	-1,78	1,78
7	7	4	3	3,22	0,46	0,46
8	8	5	3	2,61	0,33	0,33
9	8	7	1	1,30	0,16	0,16
10	6	7	-1	1,35	-0,22	0,22
11	6	7	-1	0,67	-0,11	0,11
12	6	6	0	0,34	-0,06	0,06

CFE	0,337
MAD	1,723
MPE	-0,180
MAPE	0,418

Tabla 26

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC26

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5	5	0	0,00	0,00	0,00
2	6	5	1	1,00	0,17	0,17
3	9	6	4	3,50	0,39	0,39
4	3	7	-4	4,25	-1,42	1,42
5	5	5	0	0,13	-0,03	0,03
6	2	5	-3	3,06	-1,53	1,53
7	5	4	1	1,47	0,29	0,29
8	8	4	4	3,73	0,47	0,47
9	8	6	2	1,87	0,23	0,23
10	5	7	-2	2,07	-0,41	0,41
11	5	6	-1	1,03	-0,21	0,21
12	5	6	-1	0,52	-0,10	0,10

CFE	0,517
MAD	1,885
MPE	-0,179
MAPE	0,437

4.3 Evaluación Suavizamiento Exponencial Simple

Para este análisis es método busca realizar una corrección a todos los datos históricos al suavizar, mediante la proyección estadística con el coeficiente denominado alfa. Este valor va desde 0,1 hasta 1 y mientras más cercano sea a cero es más exacto la proyección estadística, en cambio entre más cercano sea a uno, menos será exacto el pronóstico. Por esta razón se va hacer la proyección con valores alfa (0.9)

Tabla 27

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC211

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	50	50	0	0,00	0,00	0,00
2	75	50	25	25,00	0,33	0,33
3	100	73	28	27,50	0,28	0,28
4	25	97	-72	72,25	-2,89	2,89
5	40	32	8	7,78	0,19	0,19
6	15	39	-24	24,22	-1,61	1,61
7	125	17	108	107,58	0,86	0,86
8	145	114	31	30,76	0,21	0,21
9	145	142	3	3,08	0,02	0,02
10	50	145	-95	94,69	-1,89	1,89
11	50	59	-9	9,47	-0,19	0,19
12	50	51	-1	0,95	-0,02	0,02

CFE	0,105
MAD	33,606
MPE	-0,393
MAPE	0,709

Tabla 28

Suavizamiento Exponencial Simple 003MC001

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	16	16	0	0,00	0,00	0,00
2	17	16	1	1,00	0,06	0,06
3	32	17	15	15,10	0,47	0,47
4	14	30	-16	16,49	-1,18	1,18
5	16	16	0	0,35	0,02	0,02
6	7	16	-9	8,96	-1,28	1,28
7	20	8	12	12,10	0,61	0,61
8	21	19	2	2,21	0,11	0,11
9	21	21	0	0,22	0,01	0,01
10	16	21	-5	4,98	-0,31	0,31
11	16	16	0	0,50	-0,03	0,03
12	17	16	1	0,95	0,06	0,06

CFE	1,006
MAD	5,239
MPE	-0,123
MAPE	0,344

Tabla 29

Suavizamiento Exponencial Simple 002MC33

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	12	12	0	0,00	0,00	0,00
2	17	12	5	5,00	0,29	0,29
3	20	17	4	3,50	0,18	0,18
4	6	20	-14	13,65	-2,28	2,28
5	9	7	2	1,64	0,18	0,18
6	5	9	-4	3,84	-0,77	0,77
7	11	5	6	5,62	0,51	0,51
8	15	10	5	4,56	0,30	0,30
9	15	15	0	0,46	0,03	0,03
10	10	15	-5	4,95	-0,50	0,50
11	11	10	1	0,50	0,05	0,05
12	16	11	5	5,05	0,32	0,32

CFE	3,883
MAD	4,064
MPE	-0,140
MAPE	0,450

Tabla 30

Suavizamiento Exponencial Simple 002MC32

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5	5	0	0,00	0,00	0,00
2	8	5	3	3,00	0,38	0,38
3	8	8	0	0,30	0,04	0,04
4	5	8	-3	2,97	-0,59	0,59
5	5	5	0	0,30	-0,06	0,06
6	1	5	-4	4,03	-4,03	4,03
7	6	1	5	4,60	0,77	0,77
8	8	6	2	2,46	0,31	0,31
9	8	8	0	0,25	0,03	0,03
10	2	8	-6	5,98	-2,99	2,99
11	2	3	-1	0,60	-0,30	0,30
12	9	2	7	6,94	0,77	0,77

CFE	3,673
MAD	2,618
MPE	-0,473
MAPE	0,855

Tabla 31

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC25

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	6	6	0	0,00	0,00	0,00
2	7	6	1	1,00	0,14	0,14
3	8	7	1	1,10	0,14	0,14
4	3	8	-5	4,89	-1,63	1,63
5	6	3	3	2,51	0,42	0,42
6	2	6	-4	3,75	-1,87	1,87
7	7	2	5	4,63	0,66	0,66
8	8	7	1	1,46	0,18	0,18
9	8	8	0	0,15	0,02	0,02
10	6	8	-2	1,99	-0,33	0,33
11	6	6	0	0,20	-0,03	0,03
12	6	6	0	0,02	0,00	0,00

CFE	0,002
MAD	1,807
MPE	-0,193
MAPE	0,453

Tabla 32

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC26

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5	5	0	0,00	0,00	0,00
2	6	5	1	1,00	0,17	0,17
3	9	6	3	3,10	0,34	0,34
4	3	9	-6	5,69	-1,90	1,90
5	5	4	1	1,43	0,29	0,29
6	2	5	-3	2,86	-1,43	1,43
7	5	2	3	2,71	0,54	0,54
8	8	5	3	3,27	0,41	0,41
9	8	8	0	0,33	0,04	0,04
10	5	8	-3	2,97	-0,59	0,59
11	5	5	0	0,30	-0,06	0,06
12	5	5	0	0,03	-0,01	0,01

CFE	0,003
MAD	1,974
MPE	-0,183
MAPE	0,481

4.4 Análisis de Error:

Una vez analizado y determinado cada uno de los pronósticos, por los diferentes métodos aplicados, procedimos analizar ME, MAD, MPE, MAPE para poder determinar cuál pronóstico lograra reducir la acumulación de inventario en los periodos de mayo a junio del 2018.

A continuación, se presenta una tabla resumen en donde se indica la comparación del pronóstico original con el método propuesto.

Tabla 33

Comparación del pronóstico original con el propuesto

001MC211				
	Modelo Actual	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing (1)	Single Exponential Smoothing (2)
CFE	-1995	-62,500	19,556	0,105
MAD	169,58	51,204	41,267	33,606
MPE	-2,16	-0,712	-0,439	-0,393
MAPE	2,3	1,042	0,798	0,709
003MC001				
	Modelo Actual	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing (1)	Single Exponential Smoothing (2)
CFE	-289	-15,500	1,946	1,006
MAD	28,08	5,648	5,098	5,239
MPE	-1,56	-0,243	-0,126	-0,123
MAPE	1,69	0,435	0,339	0,344

002MC33				
	Modelo Actual	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing (1)	Single Exponential Smoothing (2)
CFE	-221	-7,333	3,396	3,883
MAD	22,92	4,926	4,210	4,064
MPE	-1,91	-0,283	-0,161	-0,140
MAPE	2,15	0,577	0,449	0,450
002MC32				
	Modelo Actual	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing (1)	Single Exponential Smoothing (2)
CFE	-114	-2,500	2,290	3,673
MAD	11,17	3,537	2,804	2,618
MPE	-2,67	-0,862	-0,569	-0,473
MAPE	2,87	1,279	0,949	0,855
001MC25				
	Modelo Actual	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing (1)	Single Exponential Smoothing (2)
CFE	38	-2,500	0,337	0,002
MAD	3,17	2,130	1,723	1,807
MPE	0,5	-0,279	-0,180	-0,193
MAPE	0,5	0,530	0,418	0,453
001MC26				
	Modelo Actual	Weighted Moving Average	Single Exponential Smoothing	Single Exponential Smoothing

			(1)	(2)
CFE	-173	-4,500	0,517	0,003
MAD	14,42	2,241	1,885	1,974
MPE	-2,57	-0,314	-0,179	-0,183
MAPE	2,57	0,562	0,437	0,481

Como se puede observar en la tabla 33, los diferentes métodos analizados que en su mayoría se acopla para pronóstico de ventas es el de Suavizamiento Exponencial Simple y Regresión Lineal.

Una vez se realizaron las comparaciones de los niveles de error, de los distintos métodos, se expone cuál de ellos se escogió y por qué se escogió el modelo para cada uno de los ítems.

Tabla 34

Métodos Escogidos

Descripción	Metodo Escogido	Observaciones
001MC211	Suavización Exponencial Simple 2	Para este ítem se determina que este modelo escogido es el que menos acumula inventario y es el más exacto
003MC001	Suavización Exponencial Simple 2	Para este ítem se determina que este modelo escogido es el que menos acumula inventario y es el más exacto
002MC33	Suavización Exponencial Simple 2	Para este ítem se determina que este modelo escogido es el que menos acumula inventario y es el más exacto
002MC32	Suavización Exponencial Simple 2	Para este ítem se determina que este modelo escogido es el que menos acumula inventario y es el más exacto
001MC25	Suavización Exponencial Simple 2	Para este ítem se determina que este modelo escogido es el que menos acumula inventario y es el

		más exacto
001MC26	Suavización Exponencial Simple 1	Para este ítem se determina que este modelo escogido es el que menos acumula inventario y es el más exacto

4.5 Comparación propuesta de mejora versus método original:

Tabla 35

Ítem 003MC001

001MC211-TOL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	50	150	-100
2	Julio	75	150	-75
3	Agosto	100	250	-150
4	Septiembre	25	5	20
5	Octubre	40	120	-80
6	Noviembre	15	100	-85
7	Diciembre	125	250	-125
8	Enero	145	400	-255
9	Febrero	145	990	-845
10	Marzo	50	200	-150
11	April	50	150	-100
12	Mayo	50	100	-50
Total				-1995

CFE	-1995
MAD	169,58
MPE	-2,16
MAPE	2,30

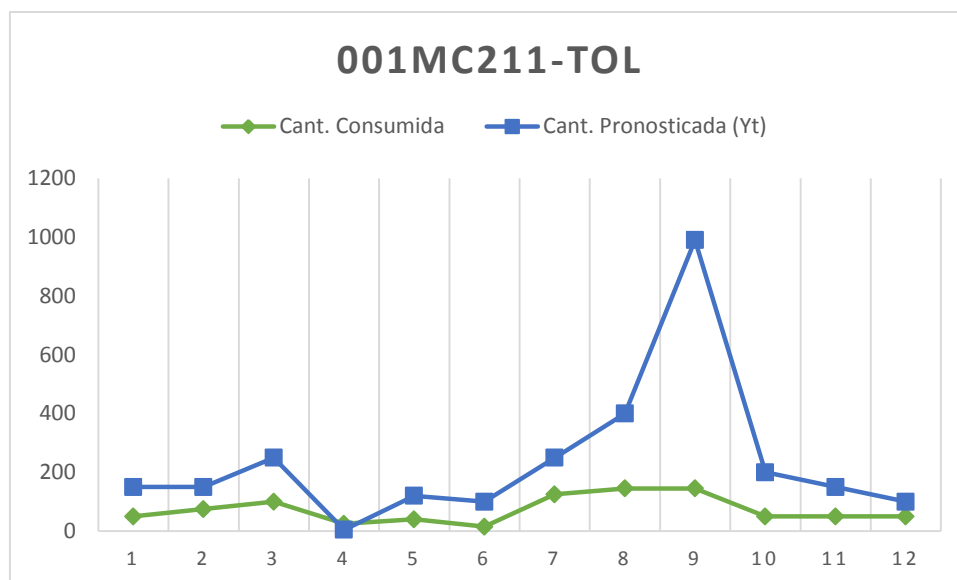


Figura 19. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada

Tabla 36

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC211

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	50	50	0	0,00	0,00	0,00
2	75	50	25	25,00	0,33	0,33
3	100	73	28	27,50	0,28	0,28
4	25	97	-72	72,25	-2,89	2,89
5	40	32	8	7,78	0,19	0,19
6	15	39	-24	24,22	-1,61	1,61
7	125	17	108	107,58	0,86	0,86
8	145	114	31	30,76	0,21	0,21

9	145	142	3	3,08	0,02	0,02
10	50	145	-95	94,69	-1,89	1,89
11	50	59	-9	9,47	-0,19	0,19
12	50	51	-1	0,95	-0,02	0,02

CFE	0,105
MAD	33,606
MPE	-0,393
MAPE	0,709

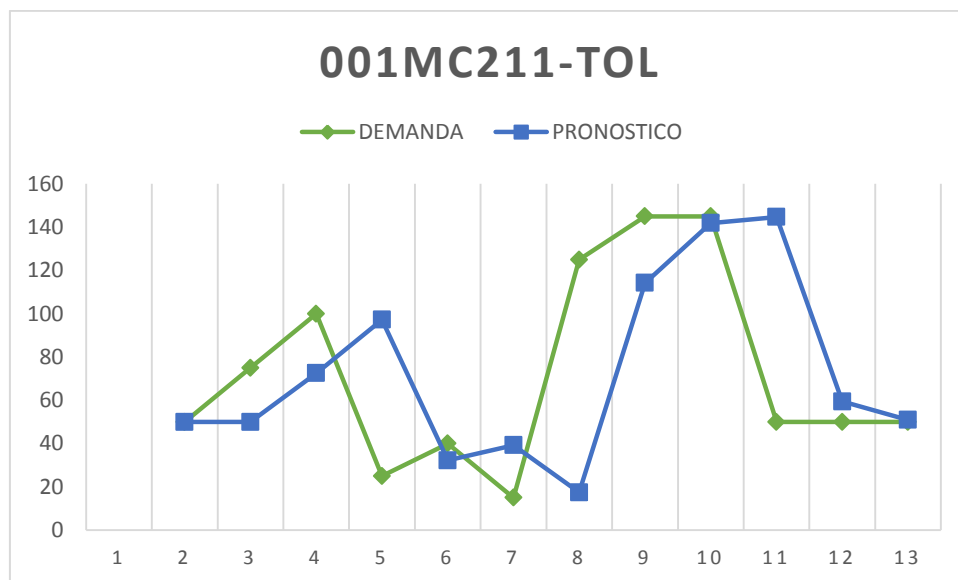


Figura 20. Comparación demanda vs pronóstico

Tabla 37

Ítem 003MC001

003MC001 - CIL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	16	35	-19
2	Julio	17	45	-28
3	Agosto	32	8	24
4	Septiembre	14	38	-24
5	Octubre	16	41	-25
6	Noviembre	7	29	-22
7	Diciembre	20	43	-23
8	Enero	21	68	-47
9	Febrero	21	78	-57
10	Marzo	16	39	-23
11	April	16	36	-20
12	Mayo	17	42	-25
Total				-289

CFE	-289
MAD	28,08
MPE	-1,56
MAPE	1,69

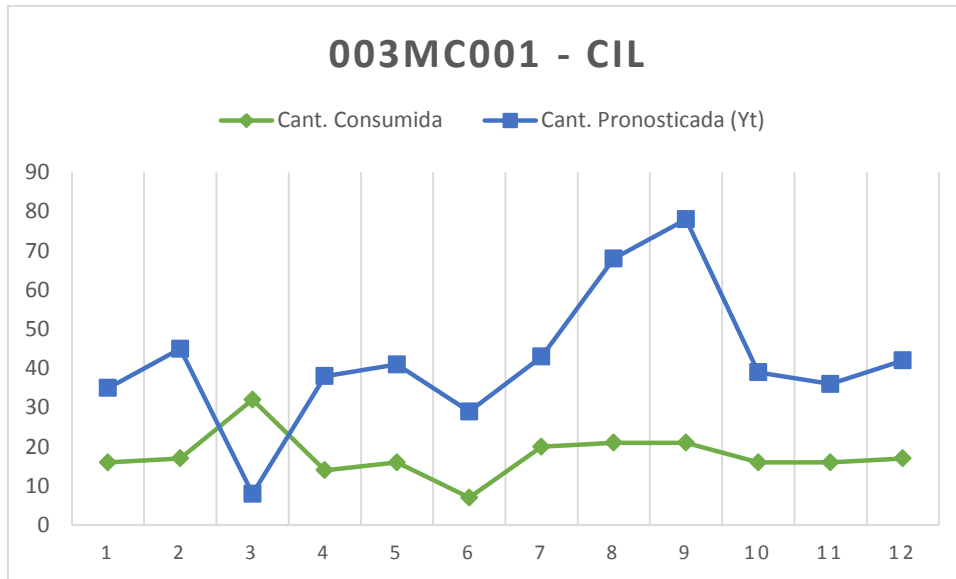


Figura 21. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada

Tabla 38

Suavizamiento Exponencial Simple 003MC001

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	16	16	0	0,00	0,00	0,00
2	17	16	1	1,00	0,06	0,06
3	32	17	15	15,10	0,47	0,47
4	14	30	-16	16,49	-1,18	1,18
5	16	16	0	0,35	0,02	0,02
6	7	16	-9	8,96	-1,28	1,28
7	20	8	12	12,10	0,61	0,61
8	21	19	2	2,21	0,11	0,11
9	21	21	0	0,22	0,01	0,01
10	16	21	-5	4,98	-0,31	0,31
11	16	16	0	0,50	-0,03	0,03
12	17	16	1	0,95	0,06	0,06

CFE	1,006
MAD	5,239
MPE	-0,123
MAPE	0,344

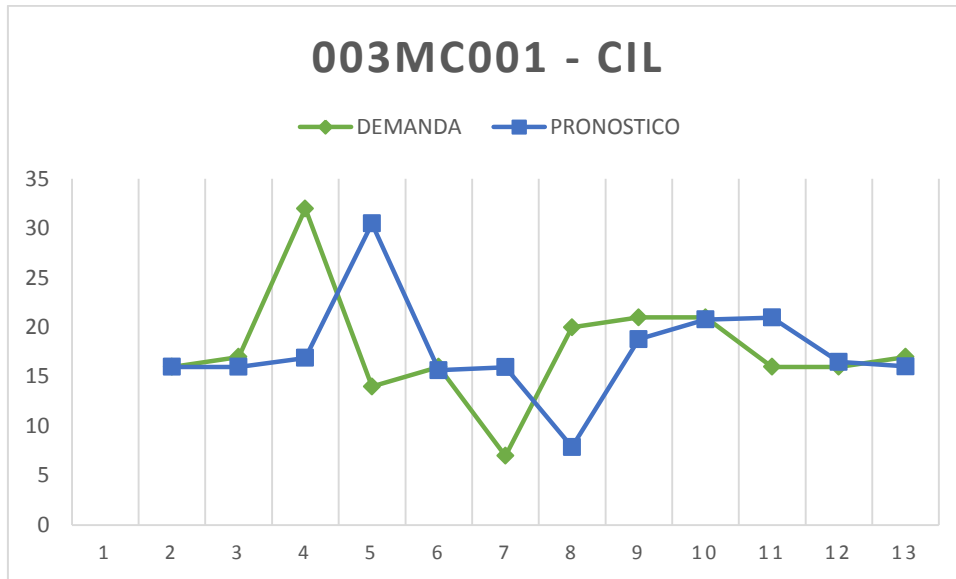


Figura 22. Comparación demanda vs pronóstico

Tabla 39

Ítem 002M33

002MC33-TOL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	12	30	-18
2	Julio	17	38	-21
3	Agosto	20	4	16
4	Septiembre	6	28	-22
5	Octubre	9	27	-18
6	Noviembre	5	26	-21
7	Diciembre	11	34	-23
8	Enero	15	49	-34
9	Febrero	15	60	-45
10	Marzo	10	35	-25
11	April	11	32	-21
12	Mayo	16	5	11
			Total	-221

CFE	-221
MAD	22,92
MPE	-1,91
MAPE	2,15

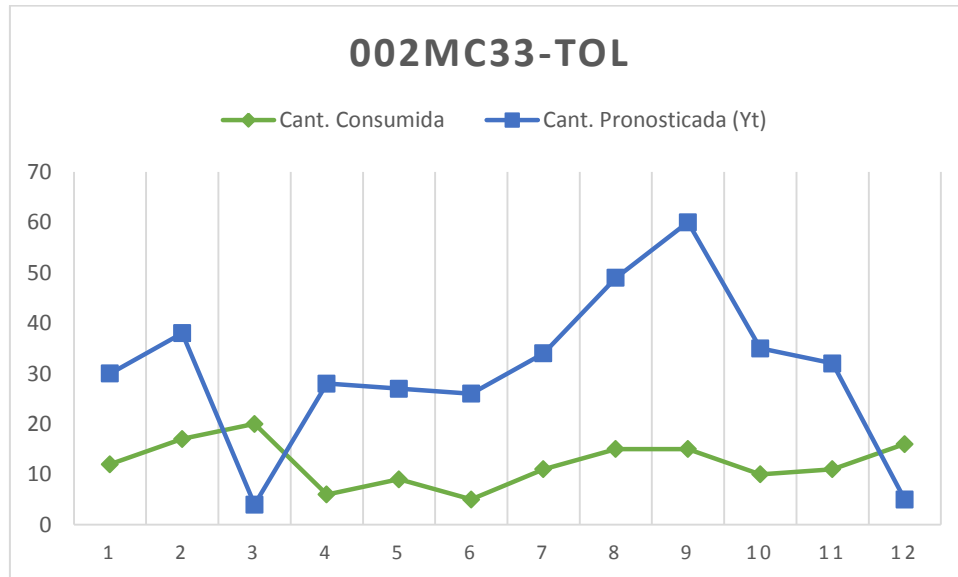


Figura 23. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada

Tabla 40

Suavizamiento Exponencial Simple 002MC33

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	12	12	0	0,00	0,00	0,00
2	17	12	5	5,00	0,29	0,29
3	20	17	4	3,50	0,18	0,18
4	6	20	-14	13,65	-2,28	2,28
5	9	7	2	1,64	0,18	0,18
6	5	9	-4	3,84	-0,77	0,77
7	11	5	6	5,62	0,51	0,51
8	15	10	5	4,56	0,30	0,30
9	15	15	0	0,46	0,03	0,03

10	10	15	-5	4,95	-0,50	0,50
11	11	10	1	0,50	0,05	0,05
12	16	11	5	5,05	0,32	0,32

CFE	3,883
MAD	4,064
MPE	-0,140
MAPE	0,450

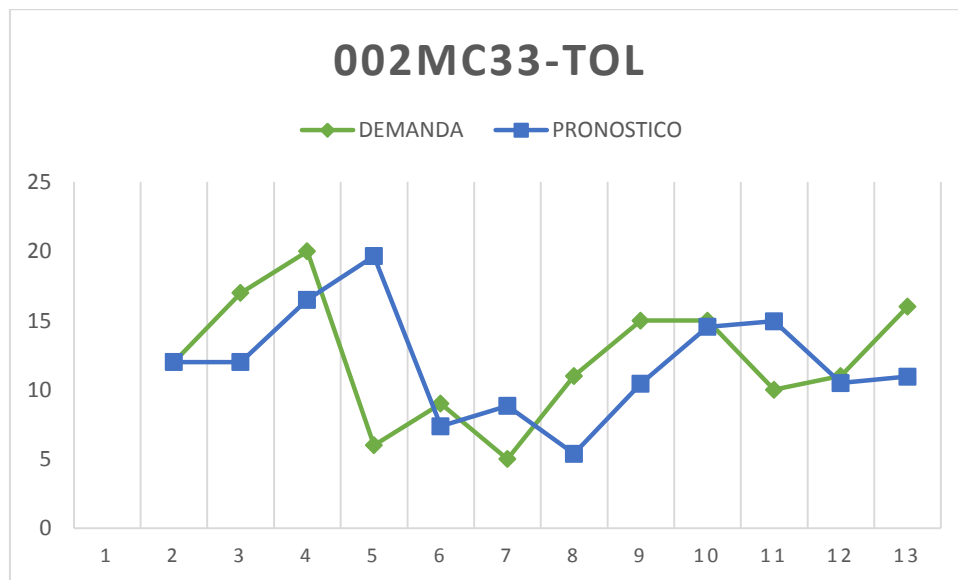


Figura 24. Comparación demanda vs pronóstico

Tabla 41

Ítem 002MC32

		002MC32-TOL		
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	5	16	-11
2	Julio	8	24	-16
3	Agosto	8	5	3
4	Septiembre	5	17	-12

5	Octubre	5	19	-14
6	Noviembre	1	7	-6
7	Diciembre	6	14	-8
8	Enero	8	5	3
9	Febrero	8	40	-32
10	Marzo	2	12	-10
11	Abril	2	17	-15
12	Mayo	9	5	4
			Total	-114

CFE	-114
MAD	11,17
MPE	-2,67
MAPE	2,87

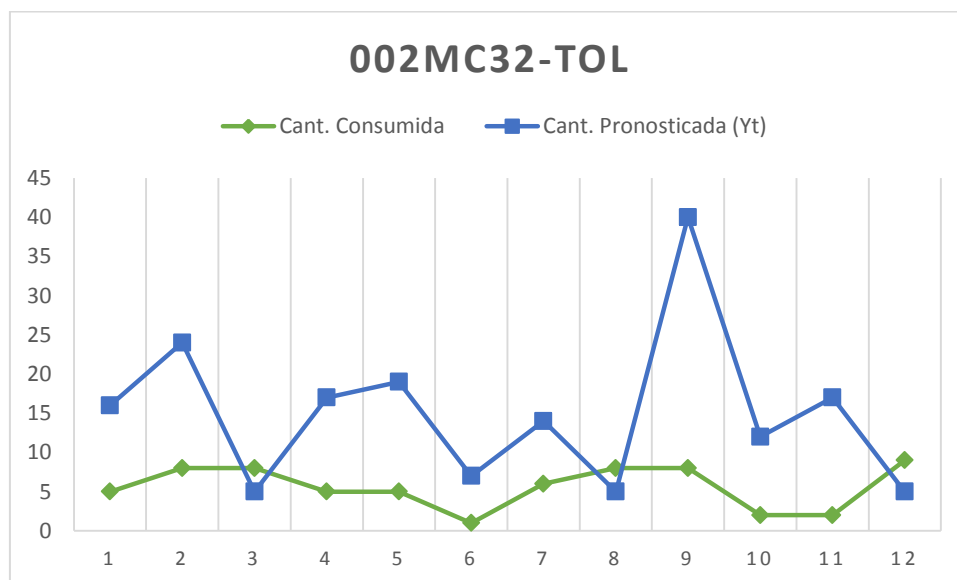


Figura 25. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada

Tabla 42

Suavizamiento Exponencial Simple 002MC32

Suavizamiento Exponencial Simple						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5	5	0	0,00	0,00	0,00
2	8	5	3	3,00	0,38	0,38
3	8	8	0	0,30	0,04	0,04
4	5	8	-3	2,97	-0,59	0,59
5	5	5	0	0,30	-0,06	0,06
6	1	5	-4	4,03	-4,03	4,03
7	6	1	5	4,60	0,77	0,77
8	8	6	2	2,46	0,31	0,31
9	8	8	0	0,25	0,03	0,03
10	2	8	-6	5,98	-2,99	2,99
11	2	3	-1	0,60	-0,30	0,30
12	9	2	7	6,94	0,77	0,77

CFE	3,673
MAD	2,618
MPE	-0,473
MAPE	0,855

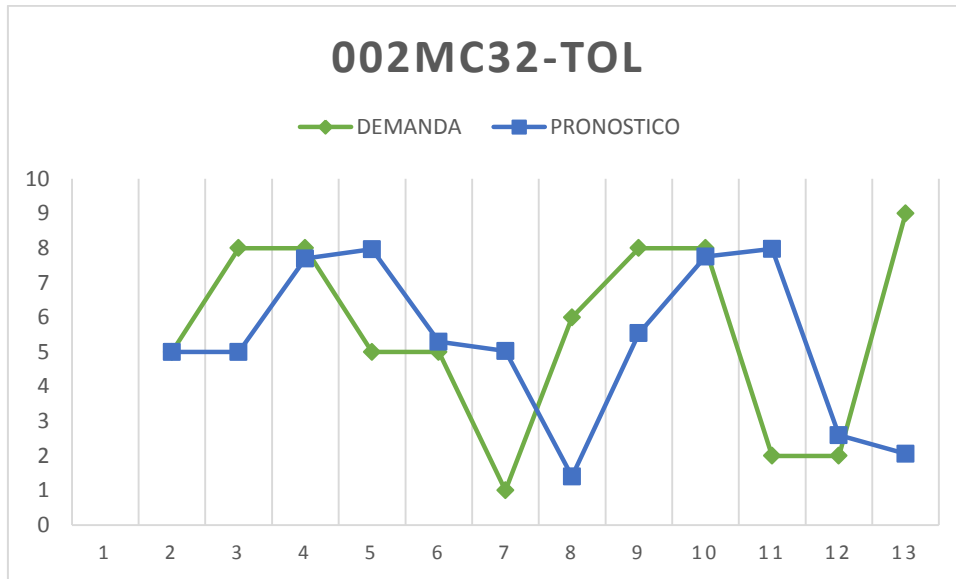


Figura 26. Comparación demanda vs pronóstico

Tabla 43

Ítem 001MC25

001MC25- GL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	6	3	3
2	Julio	7	2	5
3	Agosto	8	4	4
4	Septiembre	3	3	0
5	Octubre	6	2	4
6	Noviembre	2	1	1
7	Diciembre	7	4	3
8	Enero	8	3	5
9	Febrero	8	6	2
10	Marzo	6	2	4
11	April	6	2	4
12	Mayo	6	3	3
Total				38

CFE	38
MAD	3,17
MPE	0,50
MAPE	0,50

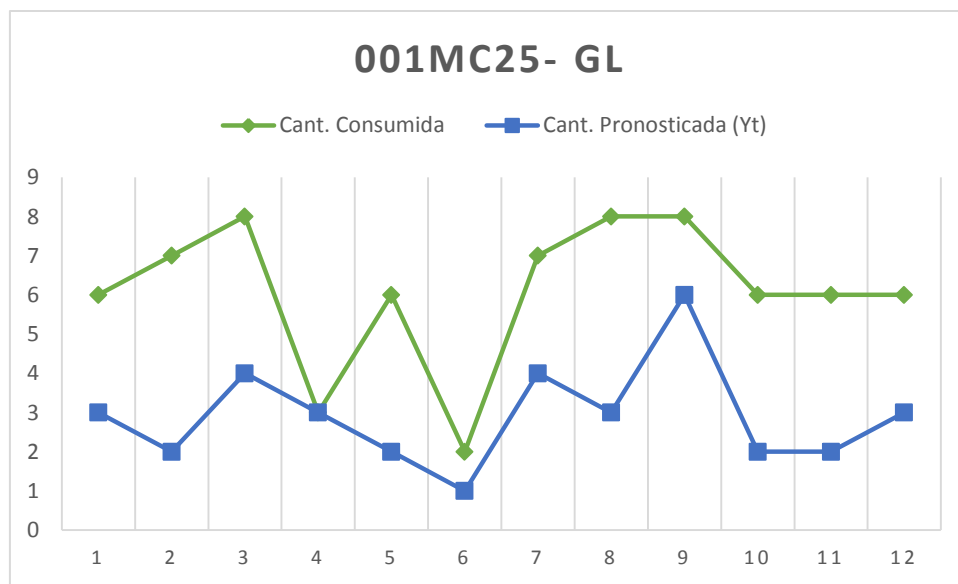


Figura 27. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada

Tabla 44

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC25

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	6	6	0	0,00	0,00	0,00
2	7	6	1	1,00	0,14	0,14
3	8	7	1	1,10	0,14	0,14
4	3	8	-5	4,89	-1,63	1,63
5	6	3	3	2,51	0,42	0,42
6	2	6	-4	3,75	-1,87	1,87

7	7	2	5	4,63	0,66	0,66
8	8	7	1	1,46	0,18	0,18
9	8	8	0	0,15	0,02	0,02
10	6	8	-2	1,99	-0,33	0,33
11	6	6	0	0,20	-0,03	0,03
12	6	6	0	0,02	0,00	0,00

CFE	0,002
MAD	1,807
MPE	-0,193
MAPE	0,453

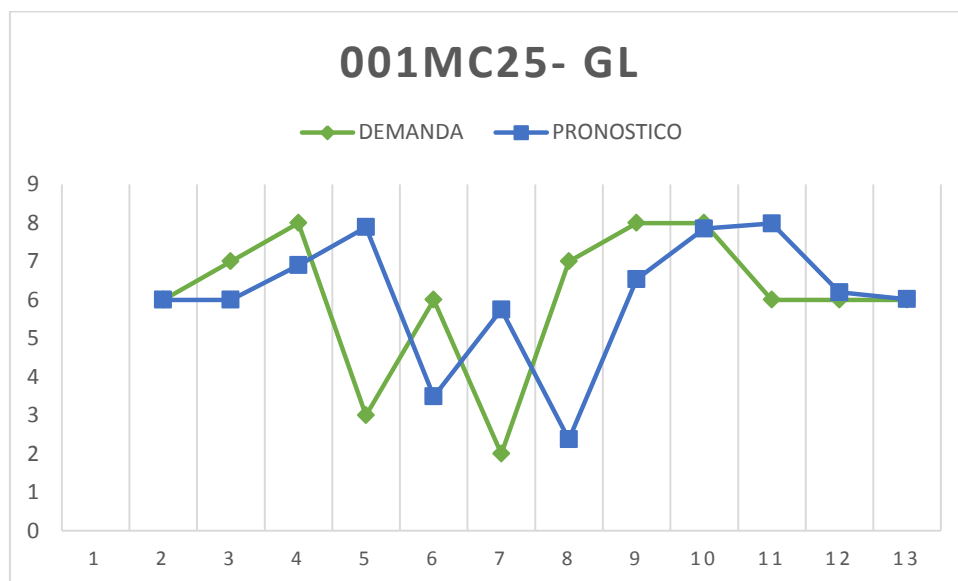


Figura 28. Comparación demanda vs pronóstico

Tabla 45

Ítem 002MC26

001MC26 - GL				
N°	Mes	Cant. Consumida	Cant. Pronosticada (Yt)	et
1	Junio	5	15	-10
2	Julio	6	20	-14
3	Agosto	9	30	-21
4	Septiembre	3	10	-7
5	Octubre	5	15	-10
6	Noviembre	2	9	-7
7	Diciembre	5	17	-12
8	Enero	8	36	-28
9	Febrero	8	40	-32
10	Marzo	5	15	-10
11	April	5	14	-9
12	Mayo	5	18	-13
Total				-173

CFE	-173
MAD	14,42
MPE	-2,57
MAPE	2,57

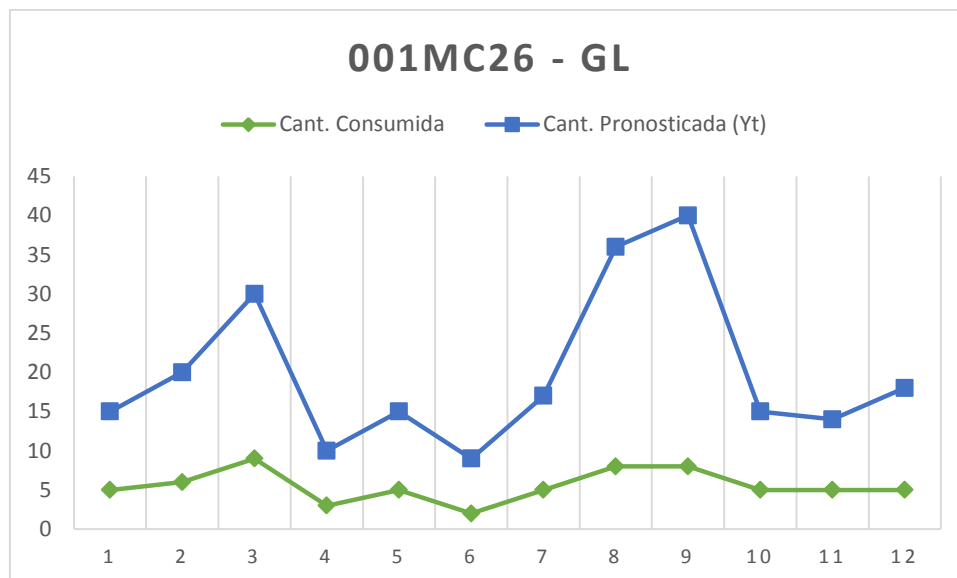


Figura 29. Comparación cantidad consumida, Cantidad pronosticada

Tabla 46

Suavizamiento Exponencial Simple 001MC26

SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING						
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	Error e_t	Error $ e_t $	e_t/D_t	$ e_t /Y_t$
1	5	5	0	0,00	0,00	0,00
2	6	5	1	1,00	0,17	0,17
3	9	6	4	3,50	0,39	0,39
4	3	7	-4	4,25	-1,42	1,42
5	5	5	0	0,13	-0,03	0,03
6	2	5	-3	3,06	-1,53	1,53
7	5	4	1	1,47	0,29	0,29
8	8	4	4	3,73	0,47	0,47
9	8	6	2	1,87	0,23	0,23
10	5	7	-2	2,07	-0,41	0,41
11	5	6	-1	1,03	-0,21	0,21
12	5	6	-1	0,52	-0,10	0,10

CFE	0,517
MAD	1,885
MPE	-0,179
MAPE	0,437

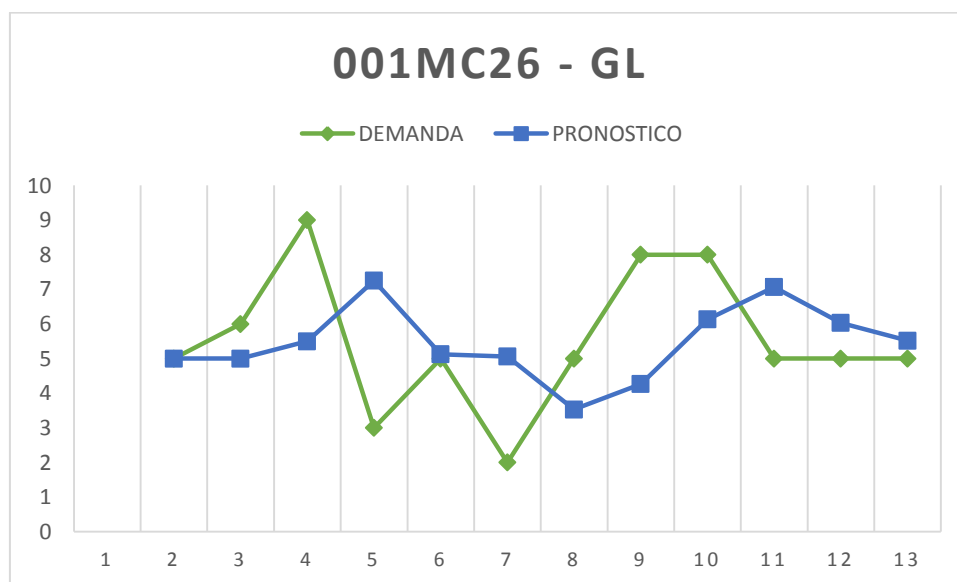


Figura 30. Comparación demanda vs pronóstico

A continuación, se expone una tabla comparativa entre el método original y el método propuesto. De esta forma, podemos demostrar las mejoras en cantidades y dólares, para cada uno de los ítems.

Tabla 47

Análisis económico de variación de inventario método original

ANÁLISIS ECONÓMICO DE VARIACIÓN DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD	RUPTURA DE STOCK		ACUMULACIÓN DE STOCK	
		CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD
		(UNIDADES)	(DÓLARES)	(UNIDADES)	(DÓLARES)
001MC211	1,7	170	289	0	0
003MC001	120	28	3360	0	0
002MC33	257,07	23	5912,61	0	0
002MC32	192,7	11	2119,7	0	0

001MC25	248,8	0	0	3	746,4
001MC26	17,5	14	245	0	0
TOTAL MENSUAL		246	11926,31	3	746,4
TOTAL ANUAL		2952	71557,86	36	8956,8

Tabla 48

Análisis económico de variación de inventario propuesto de mejora

ANÁLISIS ECONÓMICO DE VARIACIÓN DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD	RUPTURA DE STOCK		ACUMULACIÓN DE STOCK	
		CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD
		(UNIDADES)	(DÓLARES)	(UNIDADES)	(DÓLARES)
001MC211	1,7	33	56,1	0	0
003MC001	120	5	600	0	0
002MC33	257,07	4	1028,28	0	0
002MC32	192,7	3	578,1	0	0
001MC25	248,8	2	497,6	0	0
001MC26	17,5	2	35	0	0
TOTAL MENSUAL		49	2795,08	0	0
TOTAL ANUAL		588	33540,96	0	0

4.6 Resumen valorizado de las propuestas de mejora

Una vez que analizamos caso por caso cómo impacta la mejora propuesta, procederemos a calcular cuánto en total se ahorraría y ganaría, al aplicar las metodologías de pronósticos definidas.

Tabla 49

Tabla propuesta de mejora

	Método Original		Propuesta de mejora		Indicadores		
	Cantidad	Dólares	Cantidad	Dólares	Cantidad	Dólares	% de mejora
Acumulación de Inventario	36	\$ 8.952,00	0	\$ -	36	\$ 8.952,00	100%
Ruptura de Stocks	2952	\$ 80.514,66	2136	\$ 33.540,96	588	\$ 46.973,7	57%

Como podemos observar en la tabla de cálculos, en acumulación de inventario se logró una mejora, que representa 8.952 dólares.

Por otro lado, en ruptura de stocks se puede apreciar una mejora considerable lo que representa que, en este caso, que el método utilizado es mucho mejor que el de la empresa y representa 33.540,96 dólares en ahorro, utilizando nuestra propuesta de mejora.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para el presente trabajo de titulación podemos concluir mediante un levantamiento de procesos, la elaboración de lluvia de ideas se llegó a saber cómo funciona y trabaja la empresa, cuál es el principal proceso que realizan; qué herramientas ocupan; cuál es su metodología de trabajo, también como controla y maneja el proceso, en este caso, el proceso de abastecimiento

Mediante una clasificación ABC de los materiales llegamos a concluir que el 80% de los materiales que generan un costo de \$81,000 de permanecer en inventario también son los que más se utilizan, esto debido a una mala planificación de la demanda, provocando un desabastecimiento o un sobre abastecimiento de las mismas. Esto se debe a que utilizan un método empírico para la planificación de la demanda que no está acorde a las necesidades de la demanda de cada uno de los materiales.

Mediante el análisis de los modelos llegamos a la conclusión que el método de Suavización Exponencial Simple llegó a tener un menor error, esto se pudo saber porque se hizo una comparación del método actual con el método propuesto y se pudo observar claramente como hubo una reducción de costos en la planificación de abastecimiento.

En los 6 artículos analizados se pudo concluir que ningún artículo es igual al modelo actual, es por eso que mediante la implementación de este modelo el ahorro sería considerable al momento de planificar pronóstico de abastecimiento.

Los porcentajes de ahorro fueron un total de 157% en costos, haciendo una comparación con la situación actual de la empresa, el 57% sería por desabastecimiento y el 100% sería por exceso de inventario. Gracias a la propuesta de mejora se demostró que mediante una buena planificación de la demanda hubiese afectado en \$46,000 en beneficio de la empresa. Se pudo

concluir que la mala planificación para realizar los trabajos mensuales provoca un desabastecimiento y un exceso de inventario que provoca una mala utilización de espacio en bodega.

Analizando el MAD y el MAPE se pudo observar una reducción de error en los artículos analizados.

Haciendo el uso de los diferentes modelos de pronósticos se pudo observar la importancia de manejar un modelo de pronóstico de la demanda, para tener claro cuál es la cantidad que se debe abastecer para que no exista desabastecimiento ni exceso de inventario.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda hacer un análisis más profundo para todos los artículos ya que en este trabajo de titulación solo nos enfocamos en los artículos de mayor utilización y que generan un costo alto de inventario.

También se debería implementar el uso de herramientas que manejen el pronóstico de la demanda; como la utilización de diferentes Software llamados Gretl y Forecast Pro.

Para tener un mejor pronóstico se recomienda manejar una data histórica de 36 meses de con la finalidad de hacer un seguimiento más profundo a los materiales y así tener una mejor exactitud y precisión al manejar los pronósticos

También se recomienda incorporar al modelo de pronósticos para los materiales de seguridad industrial o EPP equipos de protección personal utilizados en el desarrollo del proceso de soldadura GMAW-MIG, e incorporar al árbol de materiales y productos que iniciaría el modelo.

REFERENCIAS

- Anaya Tejer, J. J. (2011). *Logística Integral: La Gestión Operativa de la Empresa*. Madrid, España: ESIC EDITORIAL.
- APICS. (2016). *Basics of Supply Chain Management*. Chicago: APICS CPIM
- APICS. (2016). *Detailed Scheduling and Planning*. Chicago: APICS CPIM
- APICS. (2016). *Master Planning of Resources*. Chicago: APICS CPIM
- Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano, N. (2014). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017 de <http://site.ebrary.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/laureatemhe/reader.action?docID=10758105>
- Gúzman, J. D. (2017). *PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR UN MRP EN LA EMPRESA LIZANO TORRES*. Quito, Pichincha, Ecuador: UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Dirección de la Producción y de Operaciones*. Madrid: PEARSON.
- Hiller, F. S., Hillier, M. S., & Lieberman, G. J. (2002). *Métodos cuantitativos para administración: un enfoque de modelos y casos de estudio, con hoja de cálculo*. Mexico: McGraw-Hill.
- Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. Santa Clara: Mc Graw Hill.
- Perez, R. A., Mosquera, S. A., & Bravo, J. J. (2012). *Aplicación de modelos de pronósticos en productos de consumo masivo*. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*: BSAA, 117-125.
- Poler, J. M., & Garcia-Sabater, J. P. (2014). *Capacity and material requirement planning modelling by comparing deterministic and fuzzy models*. *International Journal of Production Research* , 1-2.
- Pyndick, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2001). *Econometría: modelos y pronósticos*. McGraw-Hill.
- Heizer, J., Render B. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. Recuperado el 21 de diciembre de 2017, de <https://www-biblionline->

pearson-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/Pages/BookRead.aspx

Ries, E. (2012). El Método Lean Startup: Editorial DESUTO.

Salazar, B. (2016). PROMEDIO MÓVIL. Recuperado el 03 de Mayo del 2018 de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-elingenerio-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/promedio%C3%B3vil/>

Salazar, B. (2016). SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE. Recuperado el 15 de Abril de 2018 de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-elingenerio-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3nexponencial-simple/>

W.C. BENTON, J. (2010). MATERIALS REQUIREMENTS PLANNING. Columbus, Ohio, Estados Unidos de Norte America.

Zuñiga Moncada, H. I. (2015). TRABAJO DE TITULACION " EL CAMBIO DE LA MATRIZ PRODUCTIVA Y SU INCIDENCIA". Recuperado el 9 de NOVIEMBRE de 2017, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9399/1/ZU%C3%91IGA%20MONCADA%20HELEN%20INDIRA%20monograf%C3%ADa.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 Caracterización del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para proceso de soldadura.

Caracterización del Proceso de Soldadura		Código: CA104MC
		Versión: 1
		Emisión: 1
PROCESO: De soldadura OBJETIVO: Se realizará la caracterización del Servicio de Soldadura GMAW – MIG en el proceso de Soldadura		
ENTRADAS PROVEEDOR Dismetal Ipac Castek Ivan Bohman Provein Maquinaria Enriquez Disme		Proceso Proceso de Soldadura Regular amperage Regular gases CO2 Biselado Regular Soldadura Automático / Manual Soldadura por dentro y por fuera de las planchas
ENTRADAS Diseño del producto Planificar producción Personal Calificado Materias primas Herramientas Orden de Pedido		SALIDAS Producto soldado Chatarra
RECURSO HUMANO Operador 1 Operador 2		CLIENTE Consumidor Final
RECURSO FÍSICO Disponibilidad de inventarios en Orden de pedido		
SEGUIMIENTO Y CONTROL		
REQUISITOS LEGALES Orden de pedido		
RELACIÓN MATEMÁTICA Directa Lineal Directa Lineal		FRECUENCIA DE REPORTE Esto se realizará cada vez que haya un pedido de materiales a proveedores
ANÁLISIS Cada mes Cada semana		OBJETIVO Controlar toda la materia prima que ingresa y deschar todos los materiales defectuosos


Formato # 1. Caracterización del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para proceso de soldadura. Fuente el Autor.

Anexo 2 Caracterización del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura de Capela de Acero Inoxidable

Caracterización de Elaboración de Clapleta		Código: CA101MC Versión: 1 Emisión: 1
PROCESO: Elaboración de Clapeta de Acero Inoxidable	Proceso	
OBJETIVO: Se realizará la caracterización del Servicio Soldadura MIG en el proceso de elaboración de un ducto	Seleccionar materiales Ingresar el materiales	
ENTRADAS	ENTRADAS	SALIDAS
Dismetal Ipac Castek Ivan Bohman Provein Maquinaria Enríquez Disme	Diseño del producto Planificación producción Personal Calificado Materias primas Herramientas Orden de Pedido	Ducto armado Chatarra
Cortar laminas con plasma para plaquetas Elaborar dibujo en AutoCad Ingresar el dibujo al pantógrafo Cortar con el pantógrafo Valorar piezas Biselado Montar eje GUIN Soldadura eje GUIN Soldar Plaquetas Soldar Angulos Limpieza Fondo Anticorrosivo		
RECURSO HUMANO	RECURSO FÍSICO	REQUISITOS LEGALES
Operador 1 Operador 2	Disponibilidad de inventarios en Orden de pedido Excel Word Dibujo AutoCad	
SEGUIMIENTO Y CONTROL		
NOMBRE	RELACIÓN MATEMÁTICA	FRECUENCIA DE REPORTE
Control de materia prima Porcentaje de productos defectuosos	Directa Lineal Directa Lineal	Este se realizará cada vez que haya un pedido de materiales a proveedores
		OBJETIVO
		Controlar toda la materia prima que ingresa y deschatar todos los materiales defectuosos

Formato # 2. Caracterización del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura de Capela de Acero Inoxidable.

Anexo 4 Caracterización del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura de Ducto Redondo

		Caracterización Ducto Redondo		Código: DROTMA
				Versión: 1
				Emisión: 1
PROCESO: Elaboración de ducto redondo				
OBJETIVO: Se realizará la caracterización del Servicio Soldadura MIG en el proceso de elaboración de un Ducto				
ENTRADAS		PROCESO		
PROVEEDOR	Dismetal	Selecionar materiales		
	Ipac	Ingresar el materiales		
	Castek	Corte de laminas y brida con plasma		
	Ivan Bohman	Enrolado Ducto		
	Provein	Enrolado Brida		
	Maquinaria Enriquez	Soldar laminas		
	Disme	Corte del Ducto a 10 - 15 - 20 Grados		
		Soldadura brida a ducto		
		Biselado		
		Soldar y unir		
		Limpieza		
		Fondo metálico		
		Control de calidad visual		
		Despacho		
RECURSO HUMANO		DOCUMENTACIÓN REQUISITOS LEGALES		
	Operador 1	Orden de pedido		
	Operador 2	Excel		
		Word		
SEGUIMIENTO Y CONTROL				
NOMBRE	RELACIÓN MATEMÁTICA	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE	OBJETIVO
Control de materia prima	Directa lineal	Cada mes	Esto se realizará cada vez que haya un pedido de materiales a proveedores	Controlar toda la materia prima que ingresa y deschar todos los materiales defectuosos
Porcentaje de productos defectuosos	Directa lineal	Cada semana		






Formato # 4. Caracterización del Proceso de Soldadura GMAW-MIG para manufactura de Ducto Redondo

Anexo 5 Cursograma del proceso de soldadura GMAW-MIG para manufactura de Clapeta Acero Inoxidable.



Proceso	Elaboración de Clapeta de Acero Inoxidable
Responsable:	Iván Rivadeneira

Objetivo:	Determinar tiempos del proceso de Clapeta de acero inoxidable
Entradas:	Diseño de producto, Planificación de producción, Personal Calificado, Materias primas y herramientas, Orden de pedido
Proveedores:	Dismetal, Ipac, Castek, Ivan Bohman, Provein, Maquinaria Enriquez, Disme
Salidas:	Clapeta Armada, Chatarra
Clientes:	Consumidor Final
Indicadores:	Control de Materia Prima, Porcentaje de productos defectuosos
Recursos:	Soldadura SMAW - MIG, Electrodo, Planchas 2220 X 2440 mm, Martillos, Equipo EPP

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos estimado)	Distancia metros	SIMBOLO					
									
1	Seleccionar materiales	1:00:00		X					
2	Esperar al proveedor	72:00:00							X
3	Ingresar el material	1:00:00					X		
4	Cortar laminas con plasma para plaquetas	3:00:00		X					
5	Elaborar dibujo en AutoCad	2:00:00		X					
6	Ingresar dibujo al pantógrafo	0:05:00		X					
7	Cortado con el pantógrafo	6:00:00		X					
8	Valorar piezas	0:25:00					X		
9	Proceso de soldadura	0:10:00		X					
10	Biselado	0:15:00		X					
11	Montar eje GUIN	3:00:00		X					
12	Soldadura eje GUIN	3:00:00		X					
13	Soldar Plaquetas	2:00:00		X					
14	Soldar Angulos	1:00:00		X					
15	Limpieza	1:00:00		X					
16	Fondo Anticorrosivo	1:00:00		X					
	TOTAL	96:55:00							






Anexo 6 Cursograma del proceso de soldadura GMAW-MIG para

manufactura de ducto redondo.



Proceso	Elaboración de Ducto Cuadrado
Responsable:	Iván Rivadeneira

Objetivo:	Determinar tiempos del proceso de ducto cuadrado
Entradas:	Diseño de producto, Planificación de producción, Personal Calificado, Materias primas y herramientas, Orden de pedido
Proveedores:	Dismetal, Ipac, Castek, Ivan Bohman, Provein, Maquinaria Enriquez, Disme
Salidas:	Ducto Armado, Chatarra
Clientes:	Consumidor Final
Indicadores:	Control de Materia Prima, Porcentaje de productos defectuosos
Recursos:	Soldadura SMAW - MIG, Electrodos, Planchas 2220 X 2440 mm, Martillos, Equipo EPP

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos estimado)	Distancia metros	SIMBOLO					
									
1	Seleccionar materiales	1:00:00		X					
2	Esperar al proveedor	72:00:00							X
3	Ingresar el material	1:00:00					X		
4	Cortar lamina con plasma	3:00:00		X					
5	Cortar Bidas con plasma	2:00:00		X					
6	Proceso de soldadura	0:10:00					X		
7	Soldado de laminas	2:25:00		X					
8	Cortar ducto	0:45:00		X					
9	Soldadura de bridas a ducto	1:00:00		X					
10	Biselado	2:00:00		X					
11	Soldar y Unir	3:00:00		X					
12	Limpieza	1:00:00		X					
13	Fondo Metalico	1:00:00		X					
	TOTAL	88:20:00							






Anexo 7 Cursograma del proceso de soldadura GMAW-MIG para manufactura ducto redondo Lista Codificada de Materiales Secundarios y

de Seguridad Industrial Utilizados en la empresa MACUSA INDUSTRIAL



Proceso	Elaboración de Ducto Redondo
Responsable:	Iván Rivadeneira

Objetivo:	Determinar tiempos del proceso de ducto redondo
Entradas:	Diseño de producto, Planificación de producción, Personal Calificado, Materias primas y herramientas, Orden de pedido
Proveedores:	Dismetal, Ipac, Castek, Ivan Bohman, Provein, Maquinaria Enriquez, Disme
Salidas:	Ducto Armado, Chatarra
Clientes:	Consumidor final
Indicadores:	Control de Materia Prima, Porcentaje de productos defectuosos
Recursos:	Soldadura SMAW - MIG, Electrodo, Planchas 2220 X 2440 mm, Martillos, Equipo EPP

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos estimado)	Distancia metros	SIMBOLO					
									
1	Seleccionar materiales	1:00:00		X					
2		72:00:00						X	
3	Ingresar el material	1:00:00				X			
4	Cortar lamina con plasma	3:00:00		X					
5	Cortar Bidas con plasma	2:00:00		X					
6	Enrolado	1:00:00		X					
7	Proceso de soldadura	0:10:00					X		
8	Soldado de laminas	2:25:00		X					
9	Cortar ducto	0:45:00		X					
10	Soldadura de bridas a ducto	1:00:00		X					
11	Biselado	2:00:00		X					
12	Soldar y Unir	3:00:00		X					
13	Limpieza	1:00:00		X					
14	Fondo Metalico	1:00:00		X					
	TOTAL	89:20:00							

Anexo 8 Lista Codificada de Materiales Secundarios y de Seguridad

Industrial Utilizados en la empresa MACUSA INDUSTRIAL

ITEM / CODIGO	LISTADO DE MATERIALES SECUNDARIOS Y PRECIOS	UNIDADES	PRECIO \$
001MC17	ACEITE PENETRANTE STARRET M1 300ML	UN	4.75
001MC18	ALAMBRE MIG 0,9 INDURA	RLL	35.00
001MC19	ALAMBRE MIG 0,9 MEGA	RLL	29.50
001MC20	ALAMBRE MIG 1,2 MEGA	RLL	29.50
001MC21	ALAMBRE TUBULAR MEGA	RLL	40.00
001MC22	AMARRA CABLE 3,6 X 250	UN	0.15
001MC23	ATOMIX ALUMINIO WESCO	GL	24.25
001MC24	ANTICORROSIVO BLANCO BRILLANTE	GL	17.50
001MC25	ANTICORROSIVO BLANCO MATE	GL	16.50
001MC26	ANTICORROSIVO GRIS BRILLANTE	GL	17.50
001MC27	ANTICORROSIVO GRIS MATE	GL	16.50
001MC28	ANTICORROSIVO NEGRO BRILLANTE	GL	17.50
001MC29	ANTICORROSIVO NEGRO MATE	GL	16.50
001MC30	BARRA ROSCADA ½"	CM	0.06
001MC31	BARRA ROSCADA ¼"	CM	0.04
001MC32	BARRA ROSCADA ¾"	CM	0.10
001MC33	BARRA ROSCADA 3/8"	CM	0.04
001MC34	BARRA ROSCADA 5/8"	CM	0.08
001MC35	BROCA HSS KEX GERMANY 11,75	UN	4.50
001MC36	BROCA HSS-R 1/8"	UN	0.90
001MC37	BROCA HSS-R 10mm	UN	3.00
001MC38	BROCA HSS-R 14mm	UN	6.90
001MC39	BROCA HSS-R 3/8"	UN	2.50
001MC40	BROCA HSS-R 5/16"	UN	2.00
001MC41	BROCA HSS-R 5/32"	UN	1.30
001MC42	BROCA HSS-R 5mm	UN	1.10
001MC43	BROCA HSS-R 8mm	UN	2.40
001MC44	BROCHA LISA 1"	UN	1.50
001MC45	BROCHA LISA 2"	UN	2.10

001MC46	BROCHA LISA 3"	UN	3.50
001MC47	BROCHA LISA 4"	UN	4.50
001MC48	BRUJITA LOCTITE 3GR	UN	2.15
001MC49	BRUJITA LOCTITE 5GR	UN	4.25
001MC50	CANDADO GLOBE RELIEVE DORADO 30MM	UN	2.25
001MC51	CEMENTO DE CONTACTO ¼"	UN	1.40
001MC52	CEMENTO DE CONTACTO 1LT	UN	4.25
001MC53	CEPILLO DE ACERO	UN	2.50
001MC54	CHISPEROS	UN	3.75
001MC55	CHOMPAS DE SOLDADOR NEGRAS	UN	32.50
001MC56	CINTA AUTOFUNDENTE	UN	14.50
001MC57	CINTA DE EMBALAJE TRANSPARENTE	UN	2.25
001MC58	DELANTAL DE SOLDADOR	UN	6.00
001MC59	DESOXIDANTE RODT OFF WURTH	UN	8.25
001MC60	DISCO DE CORTE 1/32X4,1/2" TALIN	UN	1.70
001MC61	DISCO DE CORTE 1/16X7" TALIN	UN	2.35
001MC62	DISCO DE CORTE 14"X1/8 TAILIN	UN	7.00
001MC63	DISCO DE CORTE 14"X3/32 TAILIN	UN	6.75
001MC64	DISCO DE CORTE ABRACOL 4,1/2" A/INOX	UN	1.40
001MC65	DISCO DE CORTE ABRACOL 7" A/INOX	UN	1.60
001MC66	DISCO DE CORTE METABO 4,1/2" A/INOX	UN	2.80
001MC67	DISCO DE PULIR ¼X7" TALIN	UN	2.80
001MC68	DISCO DE PULIR ABRACOL 4"X1,1/4 DT	UN	1.70
001MC69	DISCO DE PULIR WURTH 7"	UN	3.00
001MC70	DISCO FLAP 4"	UN	5.50
001MC71	DISCO FLAP 7"	UN	10.50
001MC72	ELECTRODOS DE ARCAIR 3/16"	UN	0.75
001MC73	ELECTRODOS DE ARCAIR ¼"	UN	0.85
001MC74	ELECTRODOS DE ARCAIR 3/8"	UN	2.30
001MC75	ELECTRODOS 6011-1/8 INDURA	KG	3.50
001MC76	ELECTRODOS 6011-1/8 WESTARCO	KG	3.30
001MC77	ELECTRODOS 6011-5/32 MEGA	KG	3.60
001MC78	ELECTRODOS 6013-1/8 INDURA	KG	3.90
001MC79	ELECTRODOS 7018-1/8 MEGA	KG	3.00

001MC80	ELECTRODOS 7018-1/8 INDURA	KG	3.50
001MC81	ELECTRODOS 7018-5/32 MEGA	KG	3.00
001MC82	ELECTRODOS DE ALUMINIO 1/8"	UN	1.00
001MC83	ELECTRODOS DE HIERRO FUNDIDO ESAB	UN	3.00
001MC84	ELECTRODOS OK 68,81(AWS E 312-17)3/32" ESAB	UN	0.80
001MC85	ELECTRODOS OK 68,81(AWS E 312-17)1/8" ESAB	UN	1.25
001MC86	ELECTRODOS OK 68,84(AWS E 312-17)5/32" ESAB	UN	1.60
001MC87	ELECTRODOS PROWAR 316L-16-3/32	UN	0.90
001MC88	ENCHUFE CAUCHO COOPER P/GALLINA 50 A S80	UN	9.00
001MC89	ENCHUFE COOPER POLARIZADO TRES PATAS 2867	UN	3.00
001MC90	EPOXY STEEL 4 MIN	UN	3.50
001MC91	ESPATULA 4" CENTURI	UN	1.00
001MC92	ESPATULAS 1" M/GOMA OVEJA	UN	1.50
001MC93	ESPATULAS 2" FAMASTIL	UN	0.75
001MC94	ESPATULAS 2" M/GOMA OVEJA	UN	1.60
001MC95	ESPATULAS 3" FAMASTIL	UN	0.80
001MC96	FAJA DE ESPALDA	UN	10.00
001MC97	FILTRO REGULADOR ¼ NPT PORTEN	UN	35.00
001MC98	FILTROS MASCARILLA 2097	UN	8.00
001MC99	FLEXOMETRO CHALIMA 5MT	UN	2.25
001MC100	FOCO AHORRADOR SILVANA	UN	2.70
001MC101	FOCOS 12X1	UN	0.75
001MC102	FOCOS 12X2	UN	0.75
001MC103	FOCOS 24X1	UN	0.75
001MC104	FOCOS 24X2	UN	0.75
001MC105	GAFAS BL10 NEGRA	UN	5.80
001MC106	GAFAS BL10 TRANSPARENTE	UN	5.80
001MC107	GAFAS NEGRAS MEDOP	UN	7.50
001MC108	GAFAS NEGRAS NEMESIS	UN	8.50
001MC109	GAFAS TRANSPARENTE JACKSON	UN	3.50
001MC110	GAFAS TRANSPARENTE NEMESIS	UN	8.50
001MC111	GEL ANTIADERENTE PARA MIG	UN	15.00

001MC112	GEL DECAPANTE A/INOX.	UN	8.50
001MC113	GRASA PROQUINSA LITIO NUREX BLUE	UN	4.00
001MC114	GRASA SINTETICA ALTA TEMPERATURA	UN	16.50
001MC115	GRATA DE COPA TRENZADO DE COPA 3X5/8"	UN	8.50
001MC116	GUAÍPE	UN	0.25
001MC117	GUANTES DE LATEX NEGRO	UN	0.40
001MC118	GUANTES DE NAPA	UN	4.40
001MC119	GUANTES DOBLE PIEL AZUL	UN	6.00
001MC120	GUANTES DOBLE PIEL NEGRO	UN	5.50
001MC121	GUANTES NITRILO VERDES	UN	5.50
001MC122	GUANTES PUG-510	UN	0.90
001MC123	JUEGO DE EXAGONALES 2001-709SB	JG	9.25
001MC124	JUEGO DE EXAGONALES 2002-709SB	JG	12.40
001MC125	JUEGO DE TUBOS MULTIUSO ½"- 23 PIEZAS	UN	280.00
001MC126	LIJA DE AGUA 120	UN	0.50
001MC127	LIJA DE AGUA 150	UN	0.40
001MC128	LIJA DE AGUA 180	UN	0.40
001MC129	LIJA DE AGUA 240	UN	0.40
001MC130	LIJA DE AGUA 320	UN	0.35
001MC131	LIJA DE AGUA 360	UN	0.40
001MC132	LIJA DE AGUA 500	UN	0.45
001MC133	LIJA DE HIERRO 36	UN	0.75
001MC134	LIJA DE HIERRO 60	UN	0.70
001MC135	LIJA DE HIERRO 80	UN	0.70
001MC136	LIJA REDONDA	UN	1.25
001MC137	LLAVE ELITE NUM. 12	UN	1.25
001MC138	LLAVE ELITE NUM. 7	UN	0.70
001MC139	LLAVE HANSA NUM. 15	UN	1.50
001MC140	LLAVE HANSA NUM. 16	UN	1.75
001MC141	LLAVE HANSA NUM. 18	UN	2.35
001MC142	LLAVE HANSA NUM. 21	UN	3.50
001MC143	LLAVE HANSA NUM. 26	UN	4.15
001MC144	LLAVE HANSA NUM. 9	UN	0.80
001MC145	LOCTITE	UN	3.30

001MC146	MANGAS DE SOLDADOR	UN	5.50
001MC147	MASCARA DE SOLDADOR INDURA	UN	6.50
001MC148	MASCARA FACIAL JEM AMARILLA	UN	11.50
001MC149	MASCARILLA SILICONA 6200	UN	16.75
001MC150	MASILLA PLASTICA MUSTANG	UN	9.00
001MC151	MASKING 1"	UN	1.50
001MC152	MASKING 2"	UN	2.50
001MC153	MONOGAFA GP1	UN	4.00
001MC154	NEPLOS DE AIRE	UN	5.00
001MC155	NYLON 100mm	CM	1.50
001MC156	NYLON 16mm	CM	0.10
001MC157	NYLON 200mm	CM	4.30
001MC158	NYLON 20mm	CM	0.10
001MC159	NYLON 25mm	CM	0.15
001MC160	NYLON 30mm	CM	0.20
001MC161	NYLON 35mm	CM	0.20
001MC162	NYLON 40mm	CM	0.35
001MC163	NYLON 50mm	CM	0.50
001MC164	NYLON 55mm	CM	0.50
001MC165	NYLON 60mm	CM	0.60
001MC166	NYLON 65mm	CM	0.60
001MC167	NYLON 70mm	CM	0.70
001MC168	NYLON 80mm	CM	0.80
001MC169	PERMATEX	UN	2.00
001MC170	PIEDRA ESMERIL RT1 200X20X31,75MM A60 R5V4A	UN	11.50
001MC171	PIEDRA ESMERIL RT1 200X20X31,75MM A80 P5V4A	UN	21.50
001MC172	PIEDRAS DE CHISPERO	UN	0.35
001MC173	PIEDRAS P/BURIL	UN	2.75
001MC174	PINZA MASA INDUWAR 300AMP	UN	5.00
001MC175	PINZA MASA INDUWAR 500AMP	UN	10.00
001MC176	PINZA PORTAELECTRODOS INDUWAR 300AMP	UN	15.50
001MC177	PINZA PORTAELECTRODOS INDUWAR 500AMP	UN	18.60
001MC178	PLAYO DE PRESION HANSA 10"	UN	3.35

001MC179	PLAYO HANSA 8"	UN	2.60
001MC180	PORTATIZA WIPO	UN	3.00
001MC181	PROTECTOR AUDITIVO	UN	2.00
001MC182	RESPIRADOR FFP2 CONICA	UN	3.25
001MC183	RESPIRADOR DESECHABLE 8210	UN	1.70
001MC184	SIERRA D/FINO STARRET 12"	UN	1.50
001MC185	SILICON DE CARTUCHO GRIS	UN	5.00
001MC186	SILICON DE CARTUCHO K-92QUILOSA	UN	4.00
001MC187	SILICON GASKET RED 1,5 ONZ ABRO	UN	2.60
001MC188	SILICON GASKET RED 3 ONZ ABRO	UN	3.00
001MC189	SILICON GREY999 1,5 ONZ	UN	2.80
001MC190	SILICON GREY999 3 ONZ	UN	3.25
001MC191	SINTETICO AZUL BASE UNIDAS	GL	20.50
001MC192	SINTETICO BLANCO COLORLUX	GL	21.00
001MC193	SINTETICO NEGRO COLORLUX	GL	18.50
001MC194	SINTETICO ROJO F5RK UNIDAS	GL	22.50
001MC195	SINTETICO ROJO FERRIT	GL	24.00
001MC196	SPRAY ALUMINIO	UN	2.75
001MC197	SPRAY AMARILLO TAXI	UN	2.60
001MC198	SPRAY AZUL ESPAÑOL	UN	2.60
001MC199	SPRAY BLANCO BRILL.	UN	2.60
001MC200	SPRAY BLANCO MATE	UN	2.60
001MC201	SPRAY NEGRO BRILL.	UN	2.60
001MC202	SPRAY NEGRO MATE	UN	2.60
001MC203	SPRAY PLATA CROMADO	UN	4.00
001MC204	SPRAY ROJO FERRARI	UN	2.60
001MC205	SPRAY TOMATE FLOURECENTE	UN	3.75
001MC206	SPRAY VERDE FLOURECENTE	UN	3.75
001MC207	TAIPE	UN	0.60
001MC208	TEFLON AMARILLO	UN	0.75
001MC209	TEFLON ROJO	UN	0.35
001MC210	TERMINAL GRANDE	UN	4.25
001MC211	THINNER	LT	1.70
001MC212	TIZA INDUSTRIAL	UN	0.40

001MC213	TOMACORRIENTE AEREO POLARIZADO COOPER 4887	UN	3.50
001MC214	TOMACORRIENTE COOPER EMPO P/GALLINA	UN	4.50
001MC215	TOMACORRIENTE COOPER SOBRE P/GALLINA	UN	6.75
001MC216	TRAJE DE SEGURIDAD 3M 4510	UN	13.00
001MC217	TRAJE DE SEGURIDAD A40	UN	10.50
001MC218	TRAJE DE SEGURIDAD A70	UN	16.50
001MC219	VARILLA A/INOX TIG 308L-1/16	UN	1.25
001MC220	VARILLA A/INOX TIG 316L-3/32	UN	2.00
001MC221	VARILLA ALUMINIO TIG 1/8"	UN	1.25
001MC222	VARILLA ALUMINIO TIG 3/32"	UN	1.00
001MC223	VIDRIO TRANSPARENTE	UN	0.30
001MC224	VIDRIOS NEGRO NUM. 11	UN	1.00
001MC225	VIDRIOS NEGRO NUM. 12	UN	1.20
001MC226	VISOR FACIAL VERDE	UN	6.75

