

Facultad de Tecnología de la Industria

Propuesta de un plan de mejora en la planificación y control de los procesos de producción en la empresa AMEC en Managua, Nicaragua

Tesis Monográfica para optar al título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. María Fernanda
Juárez Ortega

Carnet: 2014-0841U

Br. María Ruth Mendoza
Porras

Carnet: 2014-0535I

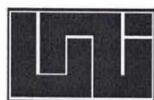
Br. Reyna Isabel Mena
Umaña

Carnet: 2015-0458U

Tutor:

Msc. Freddy Fernando
Boza Castro

15 de mayo de 2023
Managua, Nicaragua



Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
SECRETARÍA DE FACULTAD**

F-8 CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ESTUDIO.

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Industria hace constar que el Br:

JUÁREZ ORTEGA MARÍA FERNANDA

Carné: **2014-0841U** Turno: **Diurno**. Plan de estudios: **2015**, Carrera: **INGENIERÍA INDUSTRIAL** MODALIDAD: **SEMIPRESENCIAL SABATINA**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a su plan de estudio, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

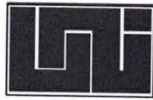
Se extiende la presente, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua a los dieciséis días del mes de febrero del año dos mil veintidós.

Atentamente,


Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad

WRV/JS

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653



Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
SECRETARÍA DE FACULTAD**

F-8 CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ESTUDIO.

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Industria hace constar que el Br:

MENDOZA PORRAS MARÍA RUTH

Carné: **2014-0535I** Turno: **Diurno**. Plan de estudios: **2015**, Carrera: **INGENIERÍA INDUSTRIAL** MODALIDAD: **SEMIPRESENCIAL SABATINA**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a su plan de estudio, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua a los quince días del mes de febrero del año dos mil veintidós.

Atentamente,


Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad

WRV/JS

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653



Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
SECRETARÍA DE FACULTAD**

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA.

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Industria hace constar que el Br:

MENA UMAÑA REYNA ISABEL

Carné: **2015-0458U** Turno: **Diurno** Plan de estudios: **2015**, Carrera de **Ingeniería Industrial**, Modalidad: **Semipresencial Sabatina**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a su plan de estudio, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua a los dieciocho días del mes de febrero del año dos mil veintidós.

Atentamente,


Ing. Wilmer Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad



WRV/Jeaninna

Managua, Nicaragua. Apdo. 5595 Tel: 22486879-22490942-22401653

Managua, 06 de mayo de 2022

Brs. María Fernanda Juárez Ortega
María Ruth Mendoza Porras
Reyna Isabel Mena Umaña

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico **Propuesta de un plan de mejora en la planificación y control de los procesos de producción en la empresa AMEC en Managua, Nicaragua**, para obtener el título de **Ingeniero Industrial** y que contará con el **MSc. Freddy Fernando Boza Castro** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,



MSc. Lester Antonio Artola Chavarria
Decano

C/c Archivo
LACH/art

Managua, 11 de mayo 2023

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde.
Decano FTI.
Su Despacho.

Estimado Decano Chavarría Valverde.

Reciba cordiales saludos y mis mejores deseos de éxito en el desempeño de sus funciones.

Por este medio le presento, la monografía titulada, **"Propuesta de un Plan de Mejora en la Planificación y Control de los procesos de producción en la empresa AMEC en Managua, Nicaragua.** De los **Br. María Fernanda Juárez Ortega, Br. María Ruth Mendoza Porras, Br. Reyna Isabel Mena Umaña.**

Le informo que la monografía ha sido leída por mi persona y considero llena todos los requisitos para que sea sometida al escrutinio por el jurado que usted considere pertinente.

Agradeciendo de antemano la atención brindada, saludos.

Atentamente



MSc. Freddy Fernando Boza Castro
Tutor



(505) 2240 1653 - (505) 2248 6879
(505) 2251 8271 - (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua



AEROBOMBAS DE MECATE

LUIS ROMÁN RIVERA Ruc: 001-210565-0043P

Bombas de mecate, Sumergibles, Hidroneumáticos, Prueba de bombeo, limpieza y perforación de pozos
Sistemas de riego, Tanques y Torres, Módulos húmedos Proyectos de agua y saneamiento llave en mano

Dir.: Rotonda Santo Domingo 200 mts al Sur entre Sinsa y PROFYSA Patio Interior.

Correo: aerobombas@yahoo.es web: www.aerobombas.org

Tel. 22525382

22706935

Cel. (☎): 86293519

Cel. (☎): 83903246

Managua Nicaragua, 8 de mayo del 2023

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde

Decano de la Facultad de Tecnología de la Industria
Su Despacho.

Estimado MSc. Chavarría Valverde

Por este medio yo, Luis Orlando Román Marchena con Cédula de Identidad No. 001-180989-0001H, otorgo la presente carta para hacer constar que he brindado apoyo a estudiantes con el interés de desarrollar la Tesis Monográfica Titulada "Propuesta de un Plan de Mejora en la Planificación y Control de los procesos de producción en la empresa AMEC en Managua, Nicaragua". Bajo dicho precepto doy fe que las bachilleres: María Fernanda Juárez Ortega, María Ruth Mendoza Porras y Reyna Isabel Mena Umaña, a la fecha han finalizado exitosamente el desarrollo de su tesis.

Sin más que agregar a la presente, Saludos.

Atentamente



Luis Orlando Román Marchena
Gerente Administrativo AMEC

Dedicatoria

A Dios, por darnos la oportunidad de vivir para poder hacer realidad esta meta, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestros caminos a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el período de estudio.

A nuestros familiares que nos instaron incansablemente con su motivación para que no desistiéramos de ver cumplido nuestros sueños a lo largo de nuestra carrera, ellos fueron fundamentales para cada una de nosotras.

A nosotras mismas por no darnos por vencidas en tantos instantes de debilidad que tuvimos, en tantos momentos que sentíamos que no podíamos más, pero que no desistimos de querer ver cumplido este objetivo que estuvo lleno de sacrificios, fortaleza, aprendizajes y momentos únicos en donde adquirimos gratas experiencias las cuales tendremos presente a lo largo de nuestras vidas.

A nuestros profesores que estuvieron en el trayecto de nuestra carrera aportando conocimientos fundamentales para la preparación de cada una de nosotras.

Finalmente, a la vida por regalarnos este triunfo y a todas las personas que creyeron en nosotras.

Agradecimientos

A Dios:

Por ayudarnos a no desfallecer aun en los peores momentos, por ser la guía espiritual, además de ser el responsable de darnos la vida y el entendimiento para poder realizar todas las etapas de este proyecto, agradecemos a nuestro padre celestial por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A cada maestro que hizo parte de este proceso integral de nuestra formación; sobre todo a nuestro tutor Msc. Freddy Fernando Boza Castro que siempre estuvo ahí apoyándonos en la elaboración de nuestra monografía, brindándonos tiempo y atención en cada inquietud en el transcurso de dicha elaboración.

Índice

Introducción	1
I. Antecedentes	2
II. Justificación	3
III. Objetivos	4
i. Objetivo General	4
ii. Objetivos Específicos	4
IV. Marco Teórico	5
i. Plan de Mejora	5
ii. Planificación y Control de la Producción	6
1. Factores generadores y calificadores de pedidos	8
2. Pronóstico	9
3. Patrones de Demanda	9
4. Métodos de Pronósticos	10
• Métodos Cualitativos	10
• Métodos Cuantitativos	11
• Métodos de series de tiempos	11
iii. Inventarios.	12
1. ¿Cuándo hacer los pedidos?	12
2. ¿Cuánto ordenar?	13
3. Presiones para mantener inventarios bajos (Stock mínimo).	13
4. Presiones para mantener inventarios altos (Stock máximo).	14
5. Punto de re-orden.	14
• Sistema de revisión continua.	15
6. Clasificación de inventarios por cantidad – valor.	16
iv. Almacén.	16
1. Almacén.	16
2. Almacenamiento.	16
3. Sistema de gestión del almacén.	16
4. Principios Básicos de Almacén.	17
5. Sigma XL	18

V.	Diseño Metodológico	19
i.	Muestra	19
VI.	Aspectos Generales	20
i.	Descripción de la empresa	20
ii.	Productos de la empresa	22
iii.	Descripción y análisis Clasificación ABC	22
1.	Clasificación ABC	22
iv.	Análisis XYZ	26
v.	Descripción del producto seleccionado	28
1.	Materia prima	30
2.	Mano de obra	30
3.	Proceso de producción del filtro Tulip	30
4.	Pronósticos de demanda	31
5.	Proyección de la demanda	31
6.	Lista de materiales (BOM)	33
•	Estructura del producto	33
7.	Sistema de Inventario	34
•	Modelo Lote Económico de Pedido. (EOQ)	34
•	Tiempo de Reaprovisionamiento:	34
•	Costo de mantenimiento basado en Inventario promedio	35
•	Las demandas de producto serán satisfechas:	35
•	Demanda Constante y conocida.	35
•	Modelo Lote Económico de pedido con existencias de reserva	35
•	Definición de Variables propias de la empresa	36
•	Demanda anual de producto (D)	37
•	Costo por poner una Orden (S)	37
•	Costo de mantenimiento (H)	37
•	Demanda diaria promedio (d)	38
•	El tiempo de reaprovisionamiento incluye dos sub tiempos:	38
•	Desviación Estándar de la Demanda Diaria Durante el Tiempo de Reaprovisionamiento (σ_{dL})	39
•	Nivel de servicio Z	39

•	Cálculo de la Cantidad Óptima de Pedido (Q) y del Punto de Reorden (R)	40
VII.	Propuesta de plan de mejora	42
i.	Implementación de un manual de procesos.	42
ii.	Orden y limpieza en bodega y área de trabajo	42
iii.	Gestión de pedido con los proveedores para la adquisición de materia prima.	43
iv.	Mantener un Stock Mínimo y Máximo para reducir tiempos de entregas y costos	43
1.	Stock de Seguridad	43
VIII.	Conclusiones	47
IX.	Recomendaciones	48
X.	Referencias	49
XI.	Anexos	50

Introducción

Un plan de mejora es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento, que se basa en la necesidad de revisar continuamente las fallas de los problemas, la reducción de costos oportunidad, la racionalización, y otros factores.

AMEC, se dedica a la elaboración de productos y servicios de saneamiento. Esta empresa lleva el control de sus ventas a través de un Kardex manual por medio de facturas. Esta información no es utilizada, ni analizada para determinar el tamaño de sus pedidos, el inventario de seguridad, el nivel de servicio, ni para realizar sus proyecciones de demanda.

Los pedidos que realiza la empresa a sus proveedores no están basados en un modelo de pronóstico, lo que ha provocado que se hagan pedidos demasiado grandes y se tengan excesos de inventario, lo cual, es costoso para la empresa ya que es dinero que está estancado y no genera ganancias, además de que éstos se pueden dañar con el tiempo; o pedidos demasiado pequeños provocando que no puedan suplir la demanda.

Esto afecta el orden de la fabricación de los pedidos, lo que genera un atraso para los trabajadores, no logrando cumplir con los pedidos de los clientes en su momento, perdiendo ventas y además ocasionando su insatisfacción.

I. Antecedentes

La empresa bajo el nombre legal AMEC Nicaragua, fue fundada el dos de febrero del año 1991 y está ubicada en la zona urbana de la ciudad de Managua de la rotonda Santo Domingo, 205 metros al sur. La mayoría de sus clientes son organizaciones sin fines de lucro, además de una minoría de empresas independientes y personas naturales.

La empresa dispone de registros de compras y ventas de sus productos, sin embargo, no utilizan esta información para retroalimentar sus procesos y establecer un modelo de pronóstico de la demanda. El cual por consecuencia ha traído un descontento con sus clientes debido al retraso de entrega en la fecha estipulada del producto.

Los actuales proveedores usualmente cumplen con las expectativas sobre el tiempo de entrega de la materia prima, sin embargo, los retrasos que se han presentado han sido por falta de planificación e inventario por parte de la empresa, esto genera un aumento de costos y tiempo, ya que muchas veces se desconoce la cantidad exacta de materia prima disponible y esto dificulta el material a comprar.

Los productos se almacenan en una bodega de aproximadamente 6 mts², la cual no satisface las necesidades dimensionales, para elaborar sus productos, estos no cuentan con una ubicación específica, por lo que, al elaborarlos se aumenta innecesariamente el recorrido y tiempo durante el desarrollo de este proceso.

Todo lo mencionado anteriormente genera un retraso de tiempo para la entrega de productos a los clientes, un bajo nivel de servicio, en ocasiones costos adicionales por exceso o escases de inventario que afecta a la empresa.

II. Justificación

El desarrollo de un plan de mejora en los procesos permitirá aclarar, en primera instancia, el método de pronóstico de demanda más eficiente y conveniente para la empresa, lo que traerá consigo beneficios multifuncionales como la buena planificación de la producción, mayor coordinación del equipo de trabajo, de las actividades que realizan y la minimización de riesgos de producción, permitiendo el control de la actividad productiva.

La gestión de inventarios propiciará la nivelación de estos hacia su punto óptimo, facilitando de esta manera la toma de mejores decisiones, además de reducir costos al no cargar con excesos o faltantes de mercancía y por lo tanto ofrecer un mejor servicio al cliente. Asimismo, el tener niveles óptimos de inventario podría ayudar a liberar flujo de efectivo en la empresa.

El control de inventarios permitirá determinar los niveles óptimos de este, facilitando a su vez el transporte de la mercancía dentro del mismo y el proceso de despacho de producto terminado. Teniendo pleno control de los inventarios se logrará vigilar la calidad de los productos, reconocer robos o mermas que puedan presentarse; controlar las entradas, las salidas y la localización del producto, liberar y optimizar el espacio en almacén y, por último, elevar el nivel de servicio al cliente.

III. Objetivos

i. Objetivo General

Proponer un plan de mejora en la planificación y control de los procesos de producción en la empresa AMEC en Managua, Nicaragua.

ii. Objetivos Específicos

1. Describir la situación actual de la empresa AMEC.
2. Identificar la variabilidad en las ventas de los productos mediante un análisis ABC.
3. Definir la cantidad optima de materiales correspondientes a los procesos de fabricación de los productos, mediante un plan de requerimientos de materiales que permita cubrir los cambios de demanda.
4. Proponer un plan de mejora que se adapte a los requerimientos y necesidades de la empresa, con el fin de obtener un mejor control y funcionamiento de los procesos productivos en la empresa.

IV. Marco Teórico

Una propuesta de plan de mejora en la empresa AMEC está enfocado en base al diagnóstico de la situación actual, considerando variables dentro de la planificación de los procesos de producción que permitan minimizar los costos y aumentar el nivel de servicio a los clientes mediante un plan de requerimientos de materiales de los productos, filtro tulip, bomba de mecate y lavamanos doble.

i. Plan de Mejora

Según Pedro, y otros el plan de mejora consiste en una “propuesta de actuaciones, resultante de un proceso previo de diagnóstico de una unidad, que recoge y formaliza los objetivos de mejora y las correspondientes actuaciones dirigidas a fortalecer los puntos fuertes y resolver los débiles, de manera priorizada y temporalizada” (2005, pág. 11).

Por otro lado, de conformidad a Aiteco Consultores S.L:

El plan de mejora no se centra en los problemas esporádicos de una organización. En su lugar, se dirige hacia los problemas crónicos. Son estos los responsables de un insuficiente rendimiento que se manifiesta en un nivel estable de resultados, aunque insatisfactorio.

A su vez, los planes de mejora pueden ser proactivos. Es decir, dirigirse a mejorar un área de gestión, un servicio o un proceso. En todo caso, su planificación y desarrollo requiere de acciones determinadas, de forma que aseguren el éxito (CONSULTORES, s.f.).

En este mismo sentido, Rivas Vera & Zamora Cárdenas, parafraseando a Pedro y otros (2005), consideran que:

Un plan de mejora tiene como principal virtud ser flexible porque facilita variaciones y adaptaciones según el entorno con el fin de hacer de la gestión del día a día un instrumento útil y eficaz para el logro de los objetivos fijados; y solo se logrará si son propuestas razonables para ser debatidas y consensuadas; deben guardar coherencia con la evaluación o diagnóstico realizado; deben ser operativas para que las acciones de mejora sean bien estructuradas con determinados recursos, así como responsables para llevar a cabo su ejecución. Además, debe establecerse un sistema de indicadores que sirvan para valorar el cumplimiento de las acciones programadas y su seguimiento,

las acciones que se formulan tienen que ser viables en el contexto en el que se plantean para poder cumplir los objetivos programados. Los planes de mejora también tienen algunos riesgos, tales como dar más peso al proceso que a los resultados deseados de la planificación estratégica o considerar los planes de mejora como un fin y no como un medio para mejorar la gestión, y algunas limitaciones que la organización debe asumir (Rivas Vera & Zamora Cárdenas, 2019).

La metodología a utilizar consiste en el análisis de las áreas a mejorar, definiendo los problemas a solucionar, y en función de estos estructurar un plan de acción, que esté formado por objetivos, actividades, responsables e indicadores de gestión que permita evaluar constantemente, este proceso debe ser alcanzable en un periodo determinado; el plan de mejora deberá seguir cuatro fases, desde análisis de las causas que provocan el problema, dar una propuesta y planificación del plan, implementarlo y realizarle el seguimiento hasta lograr la evaluación (Gitnux, 2022).

Los objetivos de mejora deben señalar metas que la organización se marca a corto y medio plazo que contribuirán a aumentar la calidad. Se debe especificar el inicio y duración de cada acción del plan de mejora. Se debe determinar al responsable que garantice el desarrollo del plan de mejora, así como su deber de informar los resultados. Se determinará los fondos necesarios a ser destinados al plan de mejora, para que a futuro no se perjudique las acciones de mejora por la limitación de los recursos disponibles. Al realizar un seguimiento anual a los planes de mejora, se debe hacer uso de indicadores de carácter cuantitativo y cualitativo los que medirán los objetivos y reflejarán el producto final de las acciones puestas en marcha, cabe resaltar que para una valoración global del plan se hará bajo un sistema de ponderación de los indicadores porque pueden ser distintos. Además de los recursos destinados para desarrollar las acciones del plan de mejora, también puede considerarse un recurso adicional los incentivos por el cumplimiento de los objetivos, todo dependerá a los resultados del seguimiento del plan de mejora. (AQU Catalunya, 2005).

ii. Planificación y Control de la Producción

Para Cruz Mori, Félix Cieza et al. (2016): “El planeamiento y control de la producción, es la actividad que permite coordinar y conducir todas las operaciones de un proceso

productivo, con el objetivo de cumplir con los compromisos asumidos, con los clientes de la empresa”.

Un Sistema de Planificación y Control de la Producción permite, cito:

... administrar eficientemente el abastecimiento de materiales y la coordinación con los proveedores, la programación y lanzamiento de la fabricación, el manejo del personal y la utilización de la capacidad instalada, el manejo y control de los inventarios de materias primas y productos terminados, y suministrar además la información necesaria para poder coordinar las necesidades de los clientes de la empresa. El Sistema de Planificación y Control de la Producción importa la realización de las siguientes tareas básicas:

- Planificar las necesidades de capacidad y prever la disponibilidad para seguir los cambios del mercado.
- Planificar que los materiales se reciban a tiempo y en la cantidad correcta que se necesita para la producción.
- Asegurar la utilización apropiada de los equipos y las instalaciones.
- Mantener inventarios apropiados de materia prima, productos en procesos y productos terminados.
- Controlar que la producción se realice dentro de los estándares de tiempo previsto y con la mejor eficiencia posible.
- Realizar el seguimiento al material, personal, pedidos de clientes, equipos y otros recursos de fábrica.
- Comunicarse con los clientes y proveedores para tratar sobre los aspectos específicos y las relaciones a largo plazo.
- Proporcionar información a otras áreas de la empresa sobre los aspectos económicos y financieros de las actividades de la fabricación (Cruz Mori, Félix Cieza, et al., 2016).

El sistema de la Planificación y Control de la Producción, permite gestionar adecuadamente los procesos de la organización, este sistema está integrado por subsistemas que interactúan de manera ordenada para conseguir el objetivo que es mejorar y optimizar la productividad de la organización.

Vollmann (2005) señaló que:

Son sistemas integrados cuya finalidad es administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, equipo y responder a los requerimientos de los clientes utilizando la capacidad de los proveedores, de las instalaciones internas y la de los propios clientes para cumplir la demanda del cliente (Vollmann, 2005).

1. Factores generadores y calificadores de pedidos

De acuerdo con Chapman (Chapman, 2006, pág. 7) para comenzar este análisis, primero debe reconocerse que existen varias dimensiones por medio de las cuales los clientes que forman parte del mercado pueden evaluar la conveniencia de adquirir cierto producto o servicio de un producto dado. Algunas de las más importantes dimensiones de la competencia incluyen:

1. Precio. Generalmente está relacionado con el costo del producto o servicio. Hay dos tipos principales de categorías de precio:
 - a. Precio estándar, como un precio de lista.
 - b. Precio a la medida, por lo general negociado.
2. Calidad.

Existen dos aspectos importantes a considerar.

- a. Calidad tangible, que incluye aquellos aspectos para los cuales pueden desarrollarse mediciones específicas, entre ellas mediciones de calidad estándar como conformidad, confiabilidad y durabilidad.
 - b. Calidad intangible, que incluye aquellos aspectos que pueden tener valor para el cliente, aunque sea difícil medirlos de manera específica; por ejemplo, reputación (marca), estética, receptividad y servicio al cliente.
3. Entrega. Nuevamente existen dos aspectos principales:
 - a. Velocidad: qué tan rápido puede ser entregado el producto o servicio.
 - b. Confiabilidad: una vez que se realiza una promesa de entrega, ¿se cumple?
4. Flexibilidad.

Dos cuestiones principales deben ser consideradas:

- a. Volumen: ¿el productor puede generar fácilmente un amplio rango de volúmenes de productos?
- b. Variedad: ¿el productor puede generar fácilmente un amplio rango de diseños y/o opciones de productos? (Chapman, 2006, pág. 7).

2. Pronóstico

Krajewski Ritzman, & Malhotra (2008, pág. 522) afirma qué: “Las cambiantes condiciones de los negocios como resultado de la competencia mundial, el rápido cambio tecnológico y las crecientes preocupaciones por el medio ambiente han ejercido presiones sobre la capacidad de una empresa para generar pronósticos precisos”.

Siguiendo el hilo, para este autor, cito:

... tales pronósticos son necesarios como un elemento auxiliar para determinar qué recursos se necesitan, programar los recursos ya existentes y adquirir recursos adicionales. Los pronósticos precisos permiten que las empresas utilicen de forma eficiente la capacidad de las máquinas, reduzcan los tiempos de producción y recorten los inventarios (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 522).

Según Johnston (2004), el pronóstico es una estimación de las ventas para cierto periodo de tiempo, el cual puede realizarse para todo el mercado o para una parte de éste. Los pronósticos son una pieza fundamental para el desempeño de toda empresa debido a que cada una de las áreas de la empresa tomará esta información para poder planificar y controlar sus actividades. Sirven como fuente de información para que la empresa pueda proyectar sus flujos de ingresos, planificar las compras y poder establecer las metas que deberá cumplir el área de ventas. Todo esto servirá para poder controlar el desempeño de la empresa a lo largo de todo el periodo proyectado.

3. Patrones de Demanda

Krajewski Ritzman, & Malhotra (2008) la observación repetida de la demanda de un producto o servicio forman un patrón que se conoce como serie de tiempo. Los cinco patrones básicos de la mayoría de las series de tiempo a la demanda son:

- **Horizontal:** La fluctuación de los datos en torno de una media constante.

- **De tendencia:** El incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
- **Estacional:** Un patrón repetible de incremento o decrementos de la demanda, dependiendo de la hora del día, la semana, el mes o la temporada.
- **Cíclico:** Una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda, los cuales se presentan en el transcurso de periodos más largos (años o decenios).
- **Aleatorio:** La variación imprevisible de la demanda (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, págs. 523-524).

4. Métodos de Pronósticos

Se dispone de varios métodos de pronóstico estandarizados. Estos se han dispuesto en tres grupos: cualitativos, de proyección histórica, y causales. Cada grupo difiere en términos de la precisión relativa en el pronóstico sobre el largo plazo y el corto plazo.

- **Métodos Cualitativos**

Los métodos cualitativos utilizan el juicio, la intuición, las encuestas o técnicas comparativas para generar estimados cuantitativos acerca del futuro. La información relacionada con los factores que afectan el pronóstico por lo general es no cuantitativa, intangible y subjetiva. La información histórica tal vez esté disponible o quizá no sea muy relevante para el pronóstico. La naturaleza no científica de los métodos los hace difíciles de estandarizar y de validar su precisión. Sin embargo, estos métodos pueden ser los únicos disponibles cuando se intenta predecir el éxito de nuevos productos, cambios en la política gubernamental o el impacto de una nueva tecnología. Son métodos más bien adecuados para pronósticos de mediano a largo plazo. (Rivas Vera & Zamora Cárdenas, 2019, pág. 291).

De acuerdo con Johnston (2004), existen diversos métodos cualitativos, estos métodos no se basan en cálculos científicos y es por ello que no suelen ser tan precisos como los métodos cuantitativos. Entre los métodos cualitativos tenemos:

- Métodos de las expectativas del usuario.
- Método de la opinión de las fuerzas de ventas.
- Método Delfos.

- **Métodos Cuantitativos**

Krajewski (2008) menciona que, es posible agrupar en dos categorías, los métodos causales y los métodos que se basan en datos históricos de ventas.

- **Métodos de series de tiempos**

Krajewski (2008), en lugar de emplear variables independientes para el pronóstico como en los modelos de regresión. Los métodos de serie de tiempo usan información histórica que sólo se refiere a la variable dependiente. Esto se basa en la suposición de que el patrón de la variable dependiente en el pasado habrá de continuar en el futuro. Los métodos basados en las ventas históricas consisten en el uso de métodos analíticos más complicados que los cualitativos, para lo cual se emplea la información histórica de las ventas para poder determinar las tendencias y las variaciones estacionales. Los pronósticos realizados mediante el uso de estos métodos se basan en que en el futuro se mantendrá la tendencia que se ha venido dando, con lo cual se obtienen pronósticos que son bastante precisos en el corto plazo.

Entre estos tenemos:

- a) Promedio móvil simple
- b) Promedio móvil ponderado
- c) Suavización exponencial
- d) Suavización exponencial ajustado a la tendencia
- e) Método estacional multiplicativo
- f) Series de tiempo con influencias estacionales y de tendencia (Chase)
- g) Métodos causales: Regresión Lineal

Krajewski (2008), los métodos causales se basan en determinar las causas que provocan las ventas y poder estimar éstas en base a la variación de dichas causas. Estos métodos utilizan la información histórica de las ventas para poder determinar las relaciones de causa efecto mediante el uso de modelos estadísticos. En la regresión lineal, se tiene una demanda dependiente que se relaciona con una variable independiente, mediante una ecuación lineal. La relación que se obtiene se representa mediante la siguiente ecuación:

$$Y = a + bX$$

Donde;

Y = variable dependiente

X = variable independiente

a = intersección de la recta con el eje Y

b = pendiente de la recta

Excel es un programa informático desarrollado por Microsoft y forma parte de Office que es una suite ofimática que incluye otros programas como Word y PowerPoint. Excel nos permite formatear, organizar y calcular datos en una hoja de cálculo. De esta manera, los analistas de datos y otros usuarios pueden hacer que la información sea más fácil de ver a medida que se agregan o modifican los datos.

Excel es una hoja de cálculo que nos permite manipular datos numéricos y de texto en tablas formadas por la unión de filas y columnas. Pero ¿qué es una hoja de cálculo? Una hoja de cálculo es lo que utilizaban los contadores para llevar registros, esto se utilizaba mucho antes de que aparecieran las computadoras.

En el presente estudio se utilizó la herramienta de Excel como herramienta de estímulo para la mejora del aprendizaje significativo. Se hizo uso de este instrumento, el cual ayudó a determinar el mejor modelo matemático para los diferentes productos.

iii. Inventarios.

Según (Ramos Menéndez & Flores Aliaga, 2013). Los inventarios hacen parte fundamental en el desarrollo interno de una organización cualquiera (sin importar su actividad económica, dimensión, etc.), puesto que gracias a su buen manejo podemos implementar una flexibilidad en las operaciones que realizamos en cuanto al control de la fabricación y comercialización de nuestras mercancías; por lo tanto, son tomados como una necesidad absoluta en la organización (Ramos Menéndez & Flores Aliaga, 2013).

La gestión de inventarios se relaciona con la planificación y el control de inventarios. La planificación de inventarios busca responder dos preguntas básicas:

1. ¿Cuándo hacer los pedidos?

Esta pregunta se relaciona con el concepto de momento de pedidos. Este es un sistema en el que todo material utilizado regularmente se reordena cuando su nivel de inventario baja de cierto nivel. El nivel usualmente es una función del plazo de entregas, la demanda diaria y las existencias de seguridad.

2. ¿Cuánto ordenar?

La cantidad que se pide es determinada por la cantidad económica a ordenar.

Por parte de (Krajewski, 2008), la administración de inventarios se refiere a la planificación y control de los inventarios para mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas de la forma más eficiente, importante para lograr el pleno potencial de toda cadena de valor. Para esto se requiere de información sobre las demandas esperadas, las cantidades de inventario disponibles y en proceso de pedido, entre otros. (Krajewski, 2008).

3. Presiones para mantener inventarios bajos (Stock mínimo).

(Krajewski, 2008). Los inventarios requieren de inversión por lo que demasiado inventario disponible reduce la rentabilidad y demasiado poco daña la confianza del cliente. La principal razón para tener inventarios bajos es que este representa una inversión monetaria. Esto se debe a que se incurre en los siguientes costos:

(Krajewski, 2008) Costo de capital: Es el costo de oportunidad de invertir en un activo en relación con el rendimiento esperado de los activos que tienen riesgo similar.

- Costos de almacenamiento y manejo: Cuando la empresa alquila espacio o cuando podría usar productivamente ese espacio.
- Impuestos, seguros y mermas: Se pagan más impuestos cuando los inventarios son altos y el costo de asegurar también aumenta. Las mermas pueden ser por robo de inventario, obsolescencia o deterioro.

¿Cuándo a una empresa le interesa mantener su nivel de inventarios bajo?

Cuando el tiempo de entrega por parte de tu proveedor es inmediato.

Cuando los costos de realizar un pedido son bajos, sin importar frecuencia o cantidad.

- Al identificar el artículo como de bajo movimiento y en ocasiones con alto costo.
- Cuando se tienen acuerdos de mucha confianza con los proveedores.
- Se especula que habrá decremento en los precios del bien.

4. Presiones para mantener inventarios altos (Stock máximo).

La cantidad máxima de un determinado artículo en inventario dependerá del costo que dicho artículo representa para la empresa y el tiempo que toma en venderlo a los clientes (Castro, 2014).

Los motivos para mantener inventarios altos son:

- Servicio al cliente: Se puede acelerar las entregas y mejorar en el reparto de mercancías. Los niveles altos de inventario reducen las posibilidades de que existan desabastos que representa una pérdida de una venta o pedidos aplazados donde usualmente los clientes reciben descuentos por no atenderlos en la fecha establecida.
- Costo de preparación: Este costo se incurre al ajustar una máquina para que produzca un artículo diferente al que se ha fabricado anteriormente. Esto involucra tanto el tiempo como mano de obra en hacer las modificaciones.
- Costo de transporte: Contar con inventario disponible permite realizar más embarques con cargas completas y ya no se tendrá que acelerar los embarques utilizando otros medios de transporte más costosos.
- Pagos a proveedores: Se puede reducir el total de los pagos a proveedores si se puede soportar niveles altos de inventario ante posibles alzas de precios, también se puede aprovechar los descuentos por cantidad.

Ciertas compañías consideran conveniente contar con un inventario grande en casos específicos como:

- El producto es de muy alta rotación o se tiene identificada una temporalidad definida.
- El costo de almacenamiento es bajo y el de transportarlo alto.
- El tiempo de surtido por parte del proveedor es largo.
- Se especula sobre incrementos en el precio de los productos y/o materiales.

5. Punto de re-orden.

El punto de reorden es un concepto importante no solo para la optimización del inventario, sino también para su automatización. Este es el nivel de inventario de un artículo que señala la necesidad de realizar una orden de reabastecimiento. El punto de reorden es la suma de la demanda de tiempo de entrega y las existencias de seguridad. El cálculo de un

punto de reorden optimizado generalmente incluye al tiempo de entrega, el pronóstico de la demanda y el nivel de servicio.

Existen varios métodos para calcular el punto de reorden, entre ellos tenemos:

- **Sistema de revisión continua.**

En este sistema se evalúa constantemente la cantidad que se tiene en el inventario para poder determinar si es necesario realizar un nuevo pedido. Cuando el nivel de inventario llega al punto de reorden (R) se realiza un pedido de una cantidad (Q) de dicho artículo. En este sistema la cantidad de artículo en los pedidos es fija, mientras que el tiempo transcurrido entre pedidos suele variar.

Para poder evaluar el nivel de inventario, se debe considerar el nivel disponible más las recepciones programadas y a ello quitarle las ordenes atrasadas.

$$\text{Posición inventario} = \text{inv. dispo} + \text{recepcionesprog.} - \text{ordenesatrasadas}$$

En vista que la cantidad a pedir es fija, esta suele ser el EOQ, una cantidad mínima de cambio de precio u otra que defina la empresa. En el caso de tener una demanda que se conoce con certeza, el punto de reorden será la demanda durante el tiempo de entrega. En el caso de que la demanda no sea conocida con certeza, se debe de añadir el stock de seguridad a la demanda durante el tiempo de entrega.

Para poder determinar el stock de seguridad, la empresa debe definir el nivel de servicio, es decir la probabilidad de no quedarse sin inventario durante el tiempo de entrega. Asumiendo que la demanda durante el tiempo de entrega se distribuye normal, se calcula el stock de seguridad como el producto de la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega y el valor Z del nivel de servicio.

$$S. S(\text{stockdeseguridad}) = Z \times \sigma L$$

Por último, tenemos que el punto de reorden se calcula de la siguiente manera:

$$R = dL + Z \times \sigma L$$

Donde,

R = Punto de reorden.

dL = Demanda en el tiempo de entrega.

Z = Nivel de servicio.

σ_L = Desviación estándar en el tiempo de entrega.

6. Clasificación de inventarios por cantidad – valor.

(Heizer & Render, 2001), afirma que, el análisis ABC sirve para clasificar los artículos del inventario en tres grupos en base a la representación de su volumen anual en unidades monetarias de un artículo en relación con los demás artículos. Lo que se busca con este sistema, es que la gerencia pueda enfocar su atención en aquellos productos que tengan una mayor representación monetaria para la empresa.

El análisis ABC nos permitirá desarrollar los lineamientos a seguir en cuanto al manejo de los inventarios y tener un seguimiento más detallado de aquellos artículos A.

iv. Almacén.

La gestión de almacén pone en práctica, los principios que se establecen en la gestión de stocks, optimizando los flujos físicos correspondientes al interior del almacén (direcciones físicas de almacenamiento, preparación de pedidos, etc.).

1. Almacén.

Según el autor Arbones (1990) “El almacén es un lugar especialmente estructurado y planificado para custodiar, proteger y controlar los bienes de activo fijo o variable de la empresa, antes de ser requeridos para la administración, la producción o la venta de artículos o mercancías”. (p.36).

2. Almacenamiento.

De acuerdo con el autor Casanovas (2003), el almacenamiento se realiza de forma primordial, a la máxima reducción de circulación interna, por lo cual a pesar de que sea viable establecer un recorrido largo de distribución que abastezca a todos los lugares de almacenamiento, será conveniente por razones de eficacia establecer una vía de menos longitud para el acceso a los materiales de alta rotación y a los que ya están preparados para la distribución y situar los de mayor peso, los de escasa rotación y los de reserva en las zonas adyacentes o zona más distantes.

3. Sistema de gestión del almacén.

Se entiende por tal, el sistema que determina los criterios para seleccionar el material que ha de salir del almacén para atender una petición concreta. La importancia de este sistema

radica en que incide directamente sobre el período de permanencia de los productos en el almacén.

Desde la perspectiva de las características de las mercancías, los flujos de entrada y salida del almacén de las mercancías son variadas, como, por ejemplo:

Last In – First Out (LIFO): La última mercancía que entra en almacén, es la primera que sale para expedición. Esta modalidad es frecuentemente utilizada en productos frescos.

First In – First Out (FIFO): La primera mercancía que entra en almacén, es la primera que es sacada de almacén. Es la modalidad más utilizada para evitar las obsolescencias.

4. Principios Básicos de Almacén.

Según el autor Arbones (1990), “todo almacén puede considerarse redituable para un negocio según el apoyo que preste a las funciones productoras de utilidades, producción y ventas.” (p.43)

De acuerdo con un estudio realizado por (Blandon & On Sang, 2014) Es importante hacer hincapié en que lo almacenado debe tener un movimiento rápido de entrada y salida, o sea una rápida rotación.

Todo manejo y almacenamiento de materiales y productos es algo que eleva el costo del producto final sin agregarle valor, razón por la cual se debe conservar el mínimo de existencias con el mínimo de riesgo de faltantes y al menor costo posible de operación. Al margen de que cualquier decisión de almacenaje que se adopte deberá estar enmarcada en el conjunto de actividades de la distribución integrada, se deben tener siempre en cuenta las siguientes reglas generales o principios de almacenaje:

1. El almacén no es un ente aislado, independiente del resto de las funciones de la empresa. En consecuencia, su planificación deberá ser acorde con las políticas generales de esta e insertarse en la planificación general para participar de sus objetivos empresariales.
2. La disposición del almacén deberá ser tal que exija los menores esfuerzos para su funcionamiento; para ello deberá minimizarse:
 - a. El **Espacio** empleado: utilizando al máximo el volumen de almacenamiento disponible.
 - b. El **Tráfico** interior: que depende de las distancias a recorrer y de la frecuencia con que se produzcan los movimientos.

- c. Los **Movimientos**: tendiendo al mejor aprovechamiento de los medios disponibles y a la utilización de cargas completas.
 - d. Los **Riesgos**: debe considerarse que las buenas condiciones ambientales y de seguridad incrementan notablemente la productividad del personal.
3. Por último, un almacén debe ser lo más flexible posible en cuanto a su estructura e implantación, de forma que pueda adaptarse a las necesidades de evolución en el tiempo.

5. Sigma XL

De acuerdo con SigmaXL (2012), se diseñó desde cero para ser una herramienta rentable, potente pero fácil de usar que permite a los usuarios medir, pronosticar, analizar, mejorar y controlar sus procesos de servicio, transaccionales y de fabricación.

SigmaXL es un complemento de análisis estadístico para Microsoft Excel que ayuda a analizar, medir y mejorar los procesos de fabricación, transacción y prestación de servicios. Las organizaciones pueden manipular datos especificando rangos para subconjuntos de categorías, transponiendo datos en filas o columnas y mucho más; todo en una plataforma unificada.

SigmaXL ofrece diversas plantillas gráficas que ayudan a las empresas a crear histogramas, gráficos de Pareto y gráficos de secuencias de ejecución. Las empresas pueden usar SigmaXL para formar a sus empleados en Lean Six Sigma según sus requisitos. Las agencias también pueden crear gráficos de puntos seleccionando los datos, variables y categorías requeridos.

SigmaXL permite a las organizaciones probar hipótesis basadas en porciones de datos específicas, así como usar diversas herramientas estadísticas, varianza igual, prueba de t de muestras emparejada y pruebas de tasa de Poisson, e incluso realizar un pronóstico de demanda o pronósticos simulados con la opción de Forecast entre otras, para analizar los datos.

En el presente estudio se utilizó el complemento SigmaXL como una herramienta de ayuda en el programa de Excel con el fin de encontrar el pronóstico más adecuado a la demanda actual de la empresa.

V. Diseño Metodológico

Considerando las características de la investigación realizada en este trabajo se reflexiona que es un estudio de caso, el cual se define a continuación:

Hernández et al. (2014) define que existen dos tipos de diseño metodológico: los experimentales y los no experimentales.

El diseño experimental requiere esencialmente la manipulación intencional de una acción para analizar los resultados. En cambio, el diseño no experimental puede definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables (Hernández et al., 2014).

Según estas definiciones, el presente estudio se considera un diseño no experimental.

Según Hernández et al., los diseños no experimentales se pueden clasificar por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos. En esto el diseño apropiado (con un enfoque no experimental) es el transversal o transaccional. Ya sea que su alcance inicial o final sea exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.

En este caso, el tipo de diseño no experimental que se utilizará como metodología es el transversal o transaccional; sin embargo, este diseño presenta diversos alcances. El diseño transaccional se divide en exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales. Hernández et al, explica que los diseños transaccionales exploratorios se tratan de una exploración inicial en un momento específico, por lo general se aplican a problemas de investigación nuevos o poco conocidos.

Los diseños transaccionales descriptivos recolectan datos sobre cada una de las categorías, conceptos, variables, contextos y reportan los datos que obtienen (Dzul, 2013). Según Hernández et al. indagan la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivos.

El diseño que se adapta a los objetivos de este estudio es el diseño no experimental transaccional descriptivo, debido a las características anteriormente explicadas.

i. Muestra

En este caso de estudio, la población que se define son los servicios que comercializa la empresa AMEC Nicaragua, donde la unidad de análisis es el conjunto de datos recopilados de las ventas de los últimos dos años.

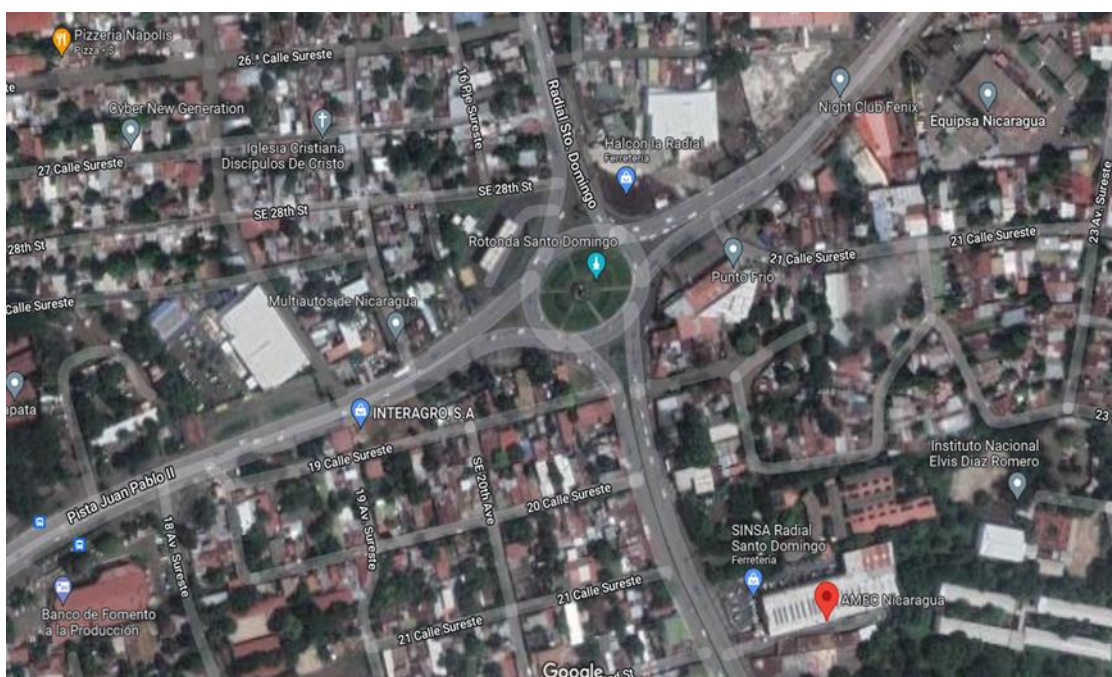
VI. Aspectos Generales

La empresa AMEC es una empresa que trabaja de manera empírica, la cual no posee sistemas, espacios, ni las suficientes condiciones. Tampoco tiene control de estadísticas o inventarios formales y de manera adecuada para la administración en la elaboración de los productos.

i. Descripción de la empresa

AMEC es una empresa que se encuentra ubicada en Radial Santo domingo, de la Rotonda Cristo Rey, 205 metros al sur, Managua y se dedica al servicio y producción de la tecnología sostenible, especialmente en proyectos de agua y saneamiento de llave en mano, fabricación de bombas de mecate, suministro e instalación de bombas sumergibles y bombas hidroneumáticas.

Ilustración 1: Ubicación de AMEC



Fuente: Googlemaps

Aero-bombas de Mecate (AMEC), fue fundada por el holandés Henk Hotslang en febrero del año 1991. Es una microempresa que actualmente cuenta con 7 colaboradores. Se dedicada a la fabricación de productos y servicios especializada en el diseño, montaje de estructuras para almacenamiento de agua, e instalación y mantenimiento de bombas

centrifugas, sumergibles y sistemas hidroneumáticos para la extracción de agua en pozos a nivel nacional.

Sus productos y servicios son demandados mayormente por organizaciones sin fines de lucro, esto le ha permitido mantenerse en el mercado hasta el momento.

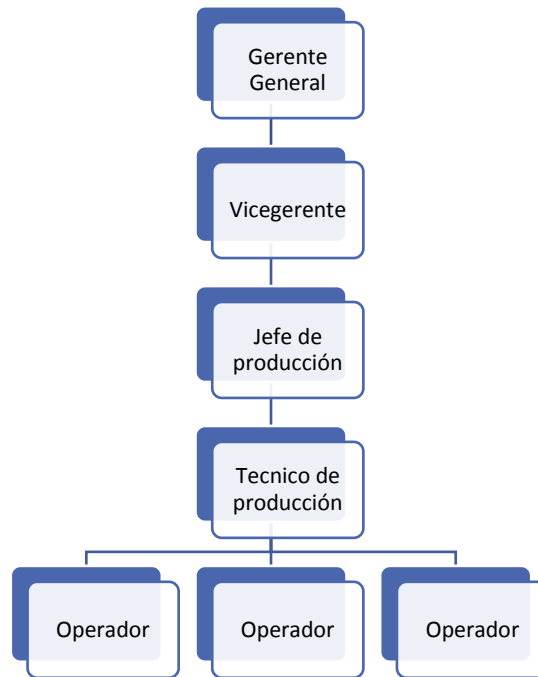
AMEC cuenta con el área meramente de producción: que está constituido por un (1) jefe de producción el cual se encarga del proceso de fabricación de los productos, trabajando junto con dos (2) operarios. A esto se le agrega, el jefe técnico de producción, que se encarga de realizar los cambios dentro del producto según la especificación o necesidad del cliente, con el apoyo de un (1) operario.

También cuenta con el área de administración, que se conforma por el Gerente General y el Vicegerente, ambos ejercen las funciones complementarias en la Administración (RRHH, Contabilidad, Compras, etc.)

El catálogo de la empresa consta de 15 productos que cumplen diferentes funciones. La comercialización de sus productos se adapta según la necesidad del cliente, lo que permite un crecimiento lento pero seguro.

Asimismo, cuenta con un área de bodega la cual es operada por los mismos trabajadores. En esta área solo se localiza la materia prima para la producción. Y por último el área de mantenimiento, siendo esta el área encargada de crear manualmente y prolongar la vida útil de las máquinas, para su buen funcionamiento y seguridad de los colaboradores y operarios de la empresa.

Ilustración 2: Organigrama de la empresa AMEC



ii. Productos de la empresa

Dentro de los productos que la empresa fabrica encontramos variedad en bombas de mecate, filtros y lavamanos, todos dedicados al saneamiento y obtención de agua.

iii. Descripción y análisis Clasificación ABC

Para determinar los productos con mayor demanda y la variabilidad que corresponde a cada uno de estos de la empresa AMEC, se realizó un análisis de la clasificación ABC.

1. Clasificación ABC

Para cada SKU se sumaron los últimos 23 períodos de ventas que comprenden de enero 2020 a noviembre 2021, y se aplicó el criterio de contribución al consumo en valor según Errasti et al., donde se dividieron las referencias según su contribución.

El criterio utilizado es el valor de inventario de cada referencia, calculado como su demanda anual multiplicada por su costo unitario. Después, se ordenan de mayor a menor y se agrupan según el porcentaje que representan respecto al total.

Tabla 1: Clasificación ABC

Producto	Codigo (SKU)	Demanda 2020-2021	Costo	Total	Acumulado	Acumulado %	Clasificación
Filtro Tulip	FI-TU-1	22,332	\$51.75	\$1,155,681.00	\$1,155,681.00	36.55%	A
Lavamanos doble de tubo PVC	LA-DO-1	2,389	\$310.50	\$741,784.50	\$1,897,465.50	60.01%	A
Lava mano de tubo PVC	LA-MA-2	1,980	\$253.00	\$500,940.00	\$2,398,405.50	75.86%	A
Aerobomba	AE-BO-1	500	\$828.00	\$414,000.00	\$2,812,405.50	88.95%	B
Lavamos de metal	LA-ME-3	603	\$230.00	\$138,690.00	\$2,951,095.50	93.34%	B
Filtro kanchan	FI-KA-2	856	\$80.50	\$68,908.00	\$3,020,003.50	95.52%	C
Bomba de mecate para pozos excavados a mano	BO-ME-2	230	\$100.00	\$23,000.00	\$3,043,003.50	96.25%	C
Filtro miniwell	FI-MI-3	378	\$50.00	\$18,900.76	\$3,061,904.26	96.84%	C
Torre y tanque metálico	TO-TA-1	12	\$1,300.00	\$15,600.00	\$3,077,504.26	97.34%	C
Bomba de mecate manual	BO-ME-1	100	\$149.50	\$14,950.00	\$3,092,454.26	97.81%	C
Bomba con motor eléctrico	BO-MO-1	50	\$1,092.50	\$54,625.00	\$3,147,079.26	99.54%	C

Aerobomba torre	AE-TO-2	10	\$1,380.00	\$13,800.00	\$3,160,879.26	99.97%	C
Bomegas	BO-GA-2	5	\$167.00	\$835.00	\$3,161,714.26	100.00%	C
Bometran	BO-TR-3	0	\$250.00	\$0.00	\$3,161,714.26	100.00%	C
Bicibomba	BI-BO-1	0	\$322.00	\$0.00	\$3,161,714.26	100.00%	C

Según las normas del inventario ABC se dividen en; en la categoría A se ubicaron los productos cuyo valor en las ventas totales representa un 80%; en la categoría B se ubicaron las referencias que representan aproximadamente el 15% del valor del inventario; y en la categoría C las referencias que representan sólo el 5% del valor del inventario.

Tabla 2: Clasificación ABC

Producto	Código (SKU)	Demanda 2020-2021	Costo	Total	Acumulado	Acumulado %	Clasificación
Filtro Tulip	FI-TU-1	22,332	\$51.75	\$1,155,681.00	\$1,155,681.00	36.55%	A
Lavamanos doble de tubo PVC	LA-DO-1	2,389	\$310.50	\$741,784.50	\$1,897,465.50	60.01%	A
Lava mano de tubo PVC	LA-MA-2	1,980	\$253.00	\$500,940.00	\$2,398,405.50	75.86%	A
Aerobomba	AE-BO-1	500	\$828.00	\$414,000.00	\$2,812,405.50	88.95%	B
Lavamos de metal	LA-ME-3	603	\$230.00	\$138,690.00	\$2,951,095.50	93.34%	B
Filtro kanchan	FI-KA-2	856	\$80.50	\$68,908.00	\$3,020,003.50	95.52%	C
Bomba de mecate para pozos excavados a mano	BO-ME-2	230	\$100.00	\$23,000.00	\$3,043,003.50	96.25%	C
Filtro miniwell	FI-MI-3	378	\$50.00	\$18,900.76	\$3,061,904.26	96.84%	C
Torre y tanque metálico	TO-TA-1	12	\$1,300.00	\$15,600.00	\$3,077,504.26	97.34%	C
Bomba de mecate manual	BO-ME-1	100	\$149.50	\$14,950.00	\$3,092,454.26	97.81%	C

Bomba con motor eléctrico	BO-MO-1	50	\$1,092.50	\$54,625.00	\$3,147,079.26	99.54%	C
Aerobomba torre	AE-TO-2	10	\$1,380.00	\$13,800.00	\$3,160,879.26	99.97%	C
Bomegas	BO-GA-2	5	\$167.00	\$835.00	\$3,161,714.26	100.00%	C
Bometran	BO-TR-3	0	\$250.00	\$0.00	\$3,161,714.26	100.00%	C
Bicibomba	BI-BO-1	0	\$322.00	\$0.00	\$3,161,714.26	100.00%	C

Los resultados muestran que, de los quince (15) productos, tres (3) de ellos corresponden a la categoría A, dos (2) productos corresponden a la categoría B y diez (10) pertenecen a la categoría C.

A continuación, se detallan porcentualmente las categorías:

Tabla 3: Resumen de Categoría ABC

	Cantidad	Porcentaje	Participación Ventas
A	3	20%	75.86%
B	2	13%	17.48%
C	10	67%	6.66%
Total	15		100.00%

iv. Análisis XYZ

Posteriormente al análisis ABC, se calculó según a la demanda de los productos en un periodo de 23 meses.

El coeficiente de variabilidad (CV) es el resultado de la división entre el valor de la desviación estándar del consumo y el promedio de las ventas de los últimos 23 meses analizados. Donde si CV es ≤ 0.3 significa que el producto es de consumo regular; si CV está

entre $0.3 < CV < 0.6$ significa que el producto es de consumo intermitente y estacional y si $CV \geq 0.6$ el producto es de consumo irregular. (Gálvez, 2017).

Dentro de estos parámetros se evaluaron los 15 SKU, donde se obtuvo que dos (2) de los quince (15) productos presenta una demanda regular, el 40% de los productos son de consumo intermitente y/o estacional y pertenecen a la categoría Y. En la categoría Z, entran el resto de los productos, los cuales representan un 47%, lo que significa que casi la mitad de los productos de la empresa tienen una demanda irregular.

Tabla 4: Análisis XYZ

Producto	Clasificación	Promedio	Desv Estándar	CoV	XYZ	ABC/XYZ
Filtro Tulip	A	971	448.67345	46.21%	Y	AY
Lavamanos doble de tubo PVC	A	104	25.322349	24.28%	X	AX
Lava mano de tubo PVC	A	86	18.253052	21.20%	X	AX
Aerobomba	B	22	8.4057199	38.67%	Y	BY
Lavamos de metal	B	26	9.3515022	35.67%	Y	BY
Filtro kanchan	C	37	13.069592	35.12%	Y	CY
Bomba de mecate para pozos excavados a mano	C	10	5.4188224	54.19%	Y	CY
Filtro miniwell	C	16	7.6385749	46.48%	Y	CY
Torre y tanque metálico	C	1	1.038774	199.10%	Z	CZ
Bomba de mecate manual	C	4	4.0295352	92.68%	Z	CZ

Bomba con motor eléctrico	C	2	1.4534628	63.95%	Z	CZ
Aerobomba torre	C	0	0.6623709	152.35%	Z	CZ
Bomegas	C	0	0.4217412	194.00%	Z	CZ
Bometran	C	0	0	0.00%	-	-
Bicibomba	C	0	0	0.00%	-	-

En la siguiente tabla se explica porcentualmente la representación de AX, AY, BY, CY, AZ, BZ y CZ de los 15 productos analizados por el método ABC/XYZ.

Tabla 5: Resumen Análisis XYZ

	X	Y	Z
A	13%	7%	0%
B	0%	13%	0.0%
C	0%	20%	46.67%
	13%	40%	46.67%

v. Descripción del producto seleccionado

La pieza que se escogió para el estudio es el filtro tulip ya que representa la mayor participación en la empresa.

Para la elaboración de este filtro tulip no existe una planificación de producción ni un plan de requerimiento de materiales, mucho menos una orden de producción, lo que se hace es informar directamente al operario que hoy se producirá una determinada pieza, el cual inicia su jornada de trabajo, la cantidad a producir es informada hasta casi la fecha de entrega.

El filtro tulip es filtro de agua que consta de dos cubos. El balde superior se llena con agua, que se filtra a través del filtro de velas Tulip hacia el cubo inferior. El agua del cubo inferior es segura para su consumo inmediato.

Ilustración 3: Producto Filtro Tulip



Fuente: Fotografía tomada por investigadores

La materia prima utilizada para su fabricación, esta pieza es un ensamble de tres partes es por eso que se reflejan tres materias primas diferentes; el filtro tulip, los baldes y el grifo.

Las ventas de la empresa en la actualidad están planificadas empíricamente, como sabemos la empresa produce, almacena y vende sus productos de manera autónoma, sin embargo, por no contar con una planificación y control de la producción, no sabe qué cantidad se va a vender un determinado mes, como se observa en la tabla N°.6 el comportamiento de las ventas ha variado de un año a otro, en el año 2020 se observan puntos altos de ventas en los meses junio y noviembre, mientras que a los del año 2021, los meses con puntos más altos son febrero y julio.

Tabla 6: Venta de Producto Filtro Tulip años 2020 - 2021

Producto	Ene 20	Feb 20	Mar 20	Abr 20	May 20	Jun 20	Jul 20	Ago 20	Sep 20	Oct 20	Nov 20	Dic 20
Filtro Tulip	400	532	750	533	480	1115	491	770	862	675	1460	1100
	Ene 21	Feb 21	Mar 21	Abr 21	May 21	Jun 21	Jul 21	Ago 21	Sep 21	Oct 21	Nov 21	
	830	2100	1270	1450	890	1100	1780	630	880	1519	715	

Cabe mencionar que los pedidos son atendidos por orden de llegada, y se priorizan por el grado de importancia que tenga el cliente ya sea por el volumen de su compra o su

frecuencia de compra, teniendo en consideración que esta es una empresa intermitente, con varios productos en su cartera.

1. Materia prima

La materia prima que la empresa emplea en su proceso de producción es distinta de acuerdo con el producto que se va a fabricar en ese determinado momento. En la tabla N°.7, se observa la materia prima del producto seleccionado para el estudio.

Tabla 7: Materia prima del filtro tulip

Producto	Materia Prima	Cantidad
Filtro Tulip	Filtro	1
	Balde	2
	Grifo	1

Para la compra de la materia prima no se hace un pedido basado en una planificación determinada, esta simplemente es pedida de acuerdo con el criterio del jefe de producción respecto a la experiencia en la que se mueve este mercado. Como no existe data de demanda ni planificación de producción, no se puede realizar una planificación de materiales, por lo que la fábrica no tiene un tiempo específico de abastecimiento, ocasionando de esta manera que no se lleve un control de inventario permanente.

2. Mano de obra

El grupo de trabajo está conformado por cinco (5) trabajadores de manera permanente y en temporada alta pueden llegar a requerir dos (2) trabajadores más, los cuales harían un total de siete (7) trabajadores. Entre los operarios se encuentra el jefe de planta, el cual ejecuta también otras labores por lo que no siempre se posiciona dentro de la planta en su jornada de su horario laboral.

Los trabajadores llevan a cabo sus actividades durante 6 días a la semana, en turnos diarios desde las 8:00 de la mañana hasta las 5:00 de la tarde, contando con una hora de refrigerio desde las 13:00 horas a 14:00 horas, sumando un total de 8 horas laboradas.

3. Proceso de producción del filtro Tulip

En la producción se utilizan tres materias primas, ya que su estructura consta de dos partes, la primera son los baldes que se colocan en la parte superior e inferior que se unen al

colocar el filtro en medio de estos, la segunda parte es el grifo que se coloca en el balde inferior de la estructura.

Todos los procesos en general no empiezan con una orden de producción sino más bien un aviso del jefe de planta el cual informa a todos los operarios que el día de hoy se fabricará y se les indica las medidas que se trabajarán, comenzando así la jornada del día. La supervisión es solamente visual por lo tanto es considerado deficiente ya que tampoco hay registros de ningún dato durante todo el proceso.

4. Pronósticos de demanda

Los pronósticos proporcionan los fundamentos necesarios para la realización planeación de presupuestos, control de costos. El Marketing inclusive depende del pronóstico de venta, para planear productos nuevos, compensar el personal de ventas y tomar otras decisiones claves. El Personal de producción y operaciones para tomar decisiones periódicas relacionadas a: selección de los procesos, planeación de capacidad, distribución de instalaciones, políticas de producción, programación e inventario.

Los datos de demanda de puertas principales fueron obtenidos de los registros de las ventas realizadas a los clientes; las ventas son registradas en el momento en que se establece un compromiso empresa – cliente.

Para poder realizar un mejor análisis del comportamiento de la demanda de la empresa, es necesario agrupar las ventas efectuadas por mes y analizar el comportamiento que han tenido a través del tiempo.

5. Proyección de la demanda

Desde el inicio de esta investigación se recolectó data logrando tener registros del año 2020 y 2021 de los filtros tulip (producto terminado). En la tabla N°.6 que ya antecede se muestran los registros de los años mencionados de la demanda real de la empresa AMEC.

Para realizar el pronóstico, primero se analizó empíricamente la data de 23 meses, se observó que la serie tenía altas y bajas constantes por lo que se pudo concluir que la serie podría ser estacional, por lo tanto, procedimos a realizar un análisis más detallado con el fin de observar mucho mejor si es que existe verdaderamente una estacionalidad. Una comparación entre los dos años de datos recolectados.

Una vez analizada la data se prosiguió a realizar el pronóstico de demanda, para un periodo de 12 meses, haciendo uso del programa de Excel y el complemento SigmaXL.

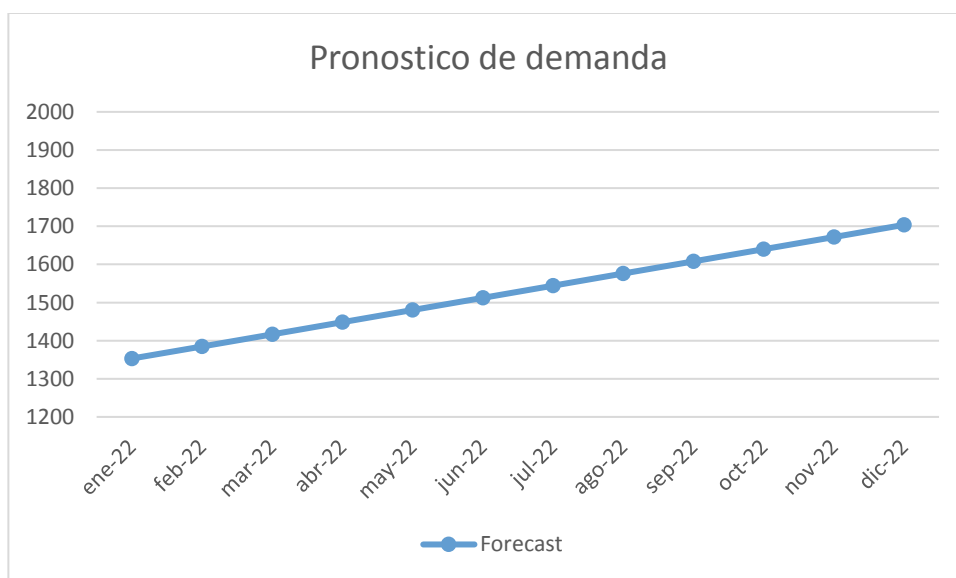
Ya descartados todos los métodos de pronósticos, se prosiguió a realizar el pronóstico de demanda del producto terminado, para un periodo de 12 meses, con una regresión lineal el cual nos permite encontrar la recta que mejor se ajusta a un conjunto de datos dados.

Se muestra en la siguiente tabla No. 8, la demanda proyectada en un periodo de enero a diciembre del 2022, y en el siguiente gráfico se visualiza su comportamiento que es un gráfico de líneas.

Tabla 8: Proyección de demanda

Period	Forecast
24	1353
25	1385
26	1417
27	1449
28	1481
29	1512
30	1544
31	1576
32	1608
33	1640
34	1672
35	1704

Ilustración 4: Pronóstico de demanda

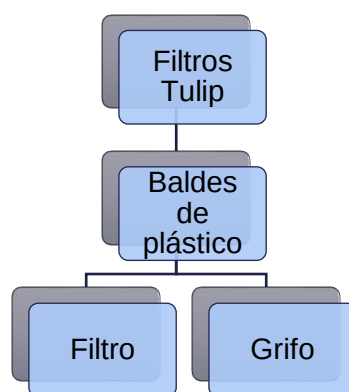


Cabe recalcar que los datos recolectados en la empresa de los años 2020 y 2021 fueron proporcionados debido a que, durante ese tiempo, la empresa tuvo un incremento de demanda a causa de la crisis sanitaria que se presentaba en esos años.

Es importante mencionar el punto anterior, ya que eso influye en los resultados obtenidos, se podría decir que los datos no son 100% confiables y posiblemente estos resultados no podrán tener validez, ya que en un futuro los datos obtenidos tendrán una variación.

6. Lista de materiales (BOM)

Ilustración 5: Lista de materiales



- **Estructura del producto**

Se describe de manera completa como es la elaboración del producto, la materia prima utilizada y los insumos requeridos, para su fabricación. Así como también la secuencia en que son elaborados.

Es necesario saber los datos mostrados a continuación para realizar con éxito el cálculo en la planificación de requerimiento de materiales:

Se utiliza una unidad filtrante por cada producto terminado (filtro tulip). Si el proveedor de la empresa AMEC se encuentra fuera del país, el plazo de entrega de materiales a dicha empresa varía entre 2 a 3 semanas.

De los baldes se utilizan dos por cada producto terminado. La empresa cuenta con dos proveedores que se ubican en el mercado oriental, quienes cumplen con un plazo de entrega máximo de un día.

Para el grifo del producto, se cuentan con tres proveedores, que son ferreterías comerciales y el plazo de entrega varia, pero la mayoría de las ocasiones es de un día.

7. Sistema de Inventario

El modelo EOQ con un sistema de punto fijo de reorden, por las siguientes razones:

El modelo EOQ, determina la cantidad óptima de productos a pedir generando el menor costo en inventario. Este sistema ayudaría a la empresa a bajar el valor del inventario, permitiendo tener más liquidez.

El sistema de punto fijo de reorden es aconsejable porque permite una mayor vigilancia y la eliminación de posibles desabastecimientos.

El siguiente paso es examinar la viabilidad de su implantación.

- **Modelo Lote Económico de Pedido. (EOQ)**

Esencialmente el modelo EOQ, busca determinar dos datos: La cantidad económica de pedido Q y el punto de reorden R.

El método requiere el cumplimiento de algunas suposiciones:

- El tiempo de reaprovisionamiento es constante
- El precio de cada unidad de producto es constante e independiente del nivel de inventario y del tamaño del pedido, es decir no hay descuentos por volúmenes grandes de compra.
- El costo de mantenimiento del producto está basado en el inventario promedio.
- Los costos de preparación y colocación de una orden son constantes.
- Todas las demandas de productos serán satisfechas.

A continuación, se procederá a verificar cada uno de los requerimientos para las condiciones que se manejan en la empresa.

- **Tiempo de Reaprovisionamiento:**

Este requisito se puede garantizar gracias a que la compañía fabrica sus propios productos siendo este factor una ventaja que permite que los plazos de fabricación sean casi cumplidos.

Además, en la compra de materia prima la empresa tiene proveedores con quienes ha trabajado han demostrado cumplimiento en los tiempos de entrega, si el material se pide en el tiempo estipulado.

- **Costo de mantenimiento basado en Inventario promedio**

Para el cálculo se considera la tasa de corte y el inventario promedio existente para el producto terminado. El inventario promedio se calculó en un promedio mensual.

- **Las demandas de producto serán satisfechas:**

La producción del producto terminado depende únicamente de la empresa, y siendo su capacidad de producción ocupada menos del 50%, se puede garantizar que los pedidos serán cubiertos en su totalidad.

- **Demanda Constante y Conocida.**

Para probar este requerimiento es necesario remitirse a los datos de la demanda. Un buen indicador para determinar que la demanda es constante es el coeficiente de variación (CV) como lo sugiere el autor Wayne L. Winston en su libro “investigación de Operaciones” del año 1999.

El criterio para decidir si un conjunto de datos proviene de una demanda constante es cuando el $CV < 0,20$. El coeficiente de variación se calculó usando Sigma XL, lo cual indica que es de 0.22.

Como se puede apreciar el coeficiente de variación es menor que 0.20, por lo cual no se puede concluir que provienen de una demanda constante.

El no cumplimiento de requerimiento de demanda constante no permite que se pueda aplicar el modelo EOQ clásico o determinista.

Se hace necesario aplicar la variación del modelo llamado enfoque probabilístico. Este enfoque sugiere que, dado que no se conoce con certeza la demanda.

- **Modelo Lote Económico de pedido con existencias de reserva**

Antes de definir las fórmulas es importante recalcar que este modelo, agrega una cantidad de unidades extras al punto de reorden para evitar el desabastecimiento por causa de la demanda variable. Es decir que se maneja una probabilidad de quedar sin existencias mientras se transcurre el tiempo de reabastecimiento.

En consenso con el gerente de la empresa se acordó un nivel de confianza del 95%.

Fórmulas:

Solamente se usan dos fórmulas, la de Cantidad económica de pedido Q y la del punto de re orden R.

Ecuación 1: Fórmula para calcular cantidad económica

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Fuente: Administración de inventarios

Dónde:

Q= Cantidad económica de Pedido.

D= Demanda Anual del producto.

S= Costo por poner una orden.

H= Costo anual de mantenimiento de una unidad de producto.

y,

Ecuación 2: Fórmula para calcular punto de reorden

$$R = \bar{d}.L + z.\sigma_{dL}$$

Fuente: Administración de inventarios

Dónde:

R= Punto de reorden en unidades

d. = Demanda diaria promedio

L= Tiempo de Reaprovisionamiento en días. (Lead Time)

z= Numero de desviaciones estándar para una probabilidad especifica de servicio.

dL = Desviación estándar de la demanda diaria durante el tiempo de entrega.

(Chase, Jacobs y Alquilano, 2004)

- **Definición de Variables propias de la empresa**

Para obtener las variables que se relacionan con las ecuaciones a aplicar en este método se analizaron y se calcularon los costos relacionados con cada producto con el encargado de las compras en esta empresa.

- **Demanda anual de producto (D)**

Se calculó las demandas del producto para los próximos 12 meses de operación de la empresa.

- **Costo por poner una Orden (S)**

Este costo se compone de tres rubros básicamente:

- El porcentaje de tiempo que el gerente invierte ya que él es quien realiza las compras dedicada a la adquisición de materias primas.
- El gasto mensual de llamadas a teléfonos fijos y celulares ya que por medio de estas se coordinan los pedidos o compras de la materia prima.
- Los viáticos de viajes a compras y traslado de materia prima.

El porcentaje dedicado a compras por el gerente es del 20%. Este valor se tradujo a dólares para el cálculo.

En la tabla siguiente No. 9 se representan los costos anuales en que incurre la empresa al realizar los pedidos.

Tabla 9: Costos anuales de los pedidos

CONCEPTO	VALOR
Porcentaje de tiempo en solicitud de pedido	3600
Gasto en llamadas telefónicas	480
Viáticos de viajes	960
TOTAL ANUAL	5040

El número de pedidos al año es de 320 aproximadamente, y al efectuar el cálculo se encuentra que el costo por emitir una orden es de USD\$ 15.75

- **Costo de mantenimiento (H)**

Se calcula en base al costo de oportunidad por tener unidades extras de cada producto. Para esto se va a usar la tasa de corte de la empresa (%Tc), la cual es del 30% anual. Se usa la siguiente fórmula para calcular el costo de mantenimiento:

$$H = P * \%Tc$$

Dónde:

P: Costo de producción unitaria.

%Tc: Tasa de Corte anual

A continuación, se presenta el ejemplo de cálculo para el filtro Tulip

Datos:

$$P = 27.1 \text{ US/ Unidad}$$

$$\%Tc = 0.30$$

$$H = 27.1 * 0.30 = 8.13 \text{ US/Unidad}$$

Tabla 10: Costo de mantenimiento del filtro tulip

CONCEPTO	VALOR
2 envases 18 lts (Baldes)	16
Mano de Obra	2.5
Grifos	0.63
Calcomanias	0.1
Filtro	7.87
TOTAL DE COSTOS UNIDAD	27.1

- **Demanda diaria promedio (d)**

Se calcula dividiendo la demanda pronosticada para el siguiente año entre los días laborables de la empresa. Los cuales se componen de 260 días que resulta del producto de 52 semanas por cinco días laborables.

Como ejemplo se presenta la demanda diaria de los filtros Tulip

La demanda pronosticada total por lo que se observó en la tabla No. 10 es de un total de 18,341 unidades en el año.

$$\text{Total} = 18,341 / 260 = 70$$

La división de este valor entre 260 días resulta una demanda diaria de 70 filtros Tulip.

- **El tiempo de reaprovisionamiento incluye dos sub tiempos:**

El primer subtiempo es el tiempo de recolección de la materia prima y el segundo es el de elaboración del producto terminado.

Cada producto dependiendo de su procedencia tiene un tiempo de entrega o recolección, al cual se le suma el tiempo de procesamiento que en promedio para todos los productos es igual como se muestra en la tabla No. 11.

Tabla 11: Tiempo de reaprovisionamiento

PRODUCTO	Tiempo de Adquisición	Tiempo de Proceso	L (Días)
Filtro	15	1	16
Baldes	1	1	2
Grifos	1	1	2

- **Desviación Estándar de la Demanda Diaria Durante el Tiempo de Reaprovisionamiento (σ_{dL})**

Este valor, se obtiene de los consumos diarios reales de los productos durante dos meses.

El cálculo de las desviaciones se hizo mediante el uso del programa Excel, el cual usa la siguiente fórmula:

Ecuación 3: Fórmula para el cálculo de la desviación

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Fuente: Administración de inventarios

En la tabla No. 12 se muestran los valores calculados.

Tabla 12: Desviación de la demanda de los productos

Producto	σ_{dL}
Filtro	50.6
Grifo	50.4
Balde	99.6

- **Nivel de servicio Z**

El nivel de servicio fue acordado con el gerente, quien estimo que un nivel del 95% es apropiado. Para este nivel de servicio el valor de Z es de 1,645.

El nivel de servicio se fijó teniendo en cuenta la capacidad de respuesta que se tiene ante un desabastecimiento.

Después de haber definido las variables de entrada incluidas en las ecuaciones de la cantidad Óptima de Pedido y el Punto de Reorden, se procede a evaluarlas para cada uno de los productos.

- **Cálculo de la Cantidad Óptima de Pedido (Q) y del Punto de Reorden (R)**

A continuación, se presenta el cálculo efectuado para el producto Filtro Tulip.

Datos:

D = 18,341 Unidades

S = 15.75 USD

H = 8.13 USD/Año

d= 70 unidades/día.

L = 2 días

s dL = 50.6 Libras

Z (0,95) = 1,645

La cantidad óptima de pedido se calcula mediante la fórmula:

Ecuación 4: Fórmula de cantidad óptima de pedido

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Fuente: Administración de inventarios

Aplicando la fórmula se tiene lo siguiente:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 18341 \cdot 15.75}{8.13}} = 266.57 \approx 267 \text{ Unidades}$$

El punto de Reorden se calcula mediante la fórmula:

Ecuación 5: Fórmula para el punto de reorden

$$R = \bar{d}L + z \cdot \sigma_{dL}$$

Fuente: Administración de inventarios

Al evaluar la fórmula de R se tiene lo siguiente:

$$R = (70 * 2) (1.64 * 50.6) = 222.98 \approx 223 \text{ Unidades}$$

De acuerdo a los cálculos anteriores la Cantidad Óptima de pedido para Filtros es de 266.57, y se debe emitir ese pedido cuando el nivel del inventario llegue a 223 Unidades.

Una vez observada la situación en el interior de la empresa podemos concluir, que no existe ningún tipo de control, mucho menos se registra la producción ni los pedidos que realizan los clientes. Los datos facilitados por la empresa, se realizó debido al evento extraordinario de incremento de demanda. Sin embargo, es necesario, debido a que “Lo que no se puede definir no se puede medir, lo que no se puede medir no se puede mejorar, lo que no se puede mejorar se puede deteriorar”.

La medición tiene ciertos propósitos y dentro de los que se consideran más resaltantes es el de agregar valor al proceso de toma de decisiones, ya que estos se van a basar en el análisis del cumplimiento de planes y resultados mediante datos reales.

VII. Propuesta de plan de mejora

Para que la empresa pueda realizar mejoras de manera adecuada y ordenada se procede a recomendar algunos puntos en los cuales se considera que se necesita trabajar en pro de un mejor funcionamiento.

i. Implementación de un manual de procesos.

Para mejorar los procesos es necesario conocerlos, el manual de procedimientos es un documento que contiene información sobre cómo se deben hacer las cosas en una organización, esto permite el flujo correcto del trabajo ya que contiene las reglas y pautas que indican cómo deben ejecutarse ciertos procesos. Estos manuales nos ayudan a guiar y administrar operaciones, estrategias y flujos de trabajo hacia resultados óptimos, así como mantener estándares de calidad y eficiencia al momento de desarrollar las actividades.

Desde el punto de vista organizacional, es importante que el personal tenga clara y definidas las funciones que desarrollan a lo largo de la jornada laboral, más que todo cuando se hacen subcontrataciones, la empresa recurre a esta alternativa cuando llegan pedidos grandes y les hace falta mano de obra para lograr cumplir a tiempo con las entregas, por lo general es personal sin experiencia y desconoce de los procesos que lleva a cabo la empresa y no se le atribuye ninguna capacitación al ingresar a trabajar, con la implementación de este manual se podría evitar retrasos, ya que al momento de haber dudas o inconvenientes se podrá recurrir a este manual sin retrasar a los demás trabajadores.

ii. Orden y limpieza en bodega y área de trabajo

Dentro de la bodega no existe un orden que ayude a llevar un control del material guardado, también existe problema de espacio, en el área de trabajo siempre tienen mercadería que no cabe en la bodega y cierto desorden en la recepción de pedidos, derivado del mal manejo de las solicitudes de los pedidos y la descoordinación entre las órdenes y un flujo de proceso que no está claramente establecido.

Para mejorar esto se sugiere la utilización de repisas para categorizar las cosas, dependiendo del uso que se les da, ordenando de manera que lo más utilizado pueda quedar a mano, y lo que menos se utilice en la parte menos visible, es recomendable también poner las cosas más pesadas en la parte baja de las repisas y las de menos pesos en la parte alta, también se pueden utilizar contenedores para las piezas más pequeñas, se pueden categorizar cosas por tamaño y peso para poder encontrarlos fácilmente.

Cabe resaltar que la propuesta para el área de bodega no se basa meramente en un método preestablecido de distribución. La propuesta se basa más que todo en generar valor al proceso de almacenado mediante la implementación de estanterías idóneas para el salvaguardado del producto, su ubicación o posicionamiento en el mueble o estante y la señalización del almacén para saber dónde está ubicado cada tipo de material.

iii. Gestión de pedido con los proveedores para la adquisición de materia prima.

La empresa cuenta con tres proveedores principales en los cuales se cotizan distintos materiales, estos varían en la diferencia de precios, tiempos de entrega y disponibilidad de materiales, en la empresa no se establecen acuerdos de carácter formal con los proveedores, todas las ordenes de compras son de carácter verbal ya que la necesidad de compra obedece a la necesidad de los clientes, debido a que la empresa trabaja bajo órdenes de pedidos.

Para mejorar la gestión de compra de materiales se recomienda tener un acuerdo de compra formal por mes, basado en los históricos de demanda que le permita a la empresa prevenir problemas de escasez de materiales, retrasos por parte de los proveedores, evitar costos extras que incurren al comprar a último momento y cubrir con las necesidades mensuales de pedidos.

Se debe destacar la importancia de implementar, gestionar y mejorar continuamente la eficacia de los procesos. Ya que de esta manera se logrará alcanzar los resultados planificados.

iv. Mantener un Stock Mínimo y Máximo para reducir tiempos de entregas y costos

El stock mínimo que se debe de mantener en bodega es de filtrantes, cubos, grifos, esto nos permitirá tener holgura en las órdenes y poder evitar los costos extras por mantenimiento de materiales en bodega.

1. Stock de Seguridad

En una empresa pueden presentarse diversas situaciones que afectan el flujo normal de trabajo, es posible que los proveedores retrasen la entrega de pedidos o se equivoquen de productos, que ocurran problemas respecto de la calidad, que las máquinas se descompongan, etcétera.

AMEC no posee un inventario de seguridad definido en caso de que alguno de estos imprevistos suceda, su forma de trabajo para mantener lotes de productos se maneja de manera empírica.

A continuación, se detalla un plan de mejora que consta de pequeñas acciones que contribuyan a optimizar los procesos que lleva a cabo AMEC en su día a día, con el fin de mejorar la eficiencia, llevar un control adecuado de la materia prima y garantizar una gestión efectiva de los pedidos, estas acciones contribuirán a alcanzar resultados planificados, reducir costos y brindar un mejor servicio a los clientes.

Tabla 13: Plan de mejora

Mejora	Objetivo	Acciones a tomar	Responsable
Implementación de un manual de procesos	Establecer reglas para la ejecución de los procesos y mejorar el flujo de trabajo.	1. Identificar los procesos clave de la organización. 2. Documentar los procedimientos paso a paso en un manual de procesos. 3. Revisar y validar el manual con los responsables de cada proceso. 4. Capacitar al personal en el uso y aplicación del manual.	Jefe de Producción

Orden y limpieza en bodega y área de trabajo	Mejorar la organización, eficiencia y productividad en la bodega y área de trabajo.	1. Establecer un diseño de almacenamiento eficiente con repisas y contenedores. 2. Categorizar los materiales por uso, tamaño y peso. 3. Colocar los elementos más utilizados y pesados en lugares accesibles. 4. Implementar un sistema de señalización claro para identificar la ubicación de los materiales.	Técnico de Producción
Gestión de pedido con los proveedores	Mejorar la eficiencia en la adquisición de materia prima y evitar costos extras que incurren por comprar a último momento.	1. Analizar y evaluar a los proveedores en términos de precios, tiempos de entrega y disponibilidad de materiales. 2. Establecer acuerdos de compra formales con los proveedores seleccionados. 3. Implementar un sistema de seguimiento y control de las órdenes de compra.	Gerente
Mantener un Stock Mínimo y Máximo	Optimizar la gestión del inventario y reducir tiempos de entrega y costos.	1. Guiarse de la demanda histórica para determinar la cantidad de productos que se debe de priorizar. 2. Establecer procedimientos para monitorear y reponer el inventario en función de los niveles establecidos.	Vice Gerente

		3. Implementar un sistema de seguimiento y control del inventario. 4. Realizar análisis periódicos para ajustar los niveles de stock según la demanda.	
--	--	--	--

VIII. Conclusiones

1. Se realizó un diagnóstico para conocer la gestión de stocks actual de la empresa, el cual permitió identificar que la planificación de las compras se realiza de manera empírica, sin ningún calculo numérico, generando productos almacenados por periodos largos o en su defecto no teniendo la cantidad necesaria para cubrir la demanda. Por otro lado, se encontró que el área de almacén no contaba con ningún registro físico digital de sus salidas e ingresos.
2. Se realizó la clasificación del inventario según el Modelo ABC, el cual permitió identificar cuáles eran los productos más importantes para la empresa según la inversión que estos representen. Es así que se identificaron los productos de Clase A, los cuales están representados por 3 productos Filtro Tulip, Lavamanos doble de tubo PVC, Lava mano de tubo PVC. Estos productos son los que tienen mayor demanda y en los cuales se debe procurar tener la cantidad óptima para no perder ventas. Asimismo, mediante la clasificación XYZ se determinó de manera más específica el producto con mayor demanda e ingreso de la empresa. De esta manera, el administrador tendrá la capacidad de tomar decisiones más eficientes con respecto a las compras.
3. El pronóstico de demanda que se logra adaptar mejor a la demanda es el método de regresión lineal, debido a la fluctuación de datos de la demanda en los últimos años presentados por la empresa tienden a tener mucha estacionalidad, ya que la información registrada se llevó a cabo en un tiempo de auge para la empresa.
4. El Modelo de lote óptimo de pedido permitirá reducir los costos, ya que el modelo de lote óptimo de pedido ayudará a generar el mínimo coste de aprovisionamiento. En consecuencia, mediante este modelo la empresa dejará de lado todos sus cálculos empíricos y podrá planificar de manera eficiente las unidades a comprar, lo cual les permitirá mantener un nivel óptimo de inventarios para poder así reducir costos y poder cumplir siempre con su demanda.
5. Tomando en cuenta todos los factores mencionados anteriormente se propuso un plan de mejora adaptado a los requerimientos y necesidades específicas de AMEC contemplando diversas estrategias y acciones que faciliten un mejor control y funcionamiento de los procesos productivos.

IX. Recomendaciones

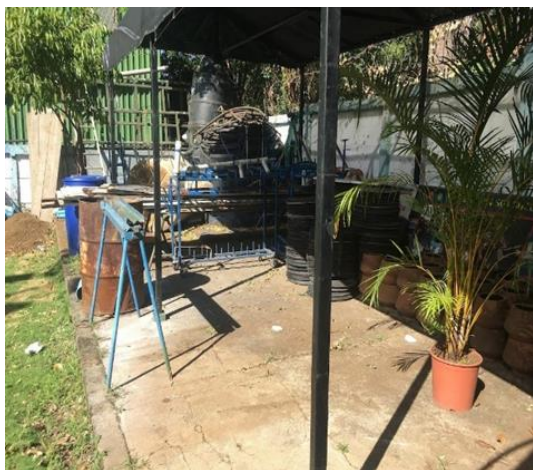
1. Analizar el histórico de ventas para identificar patrones estacionales, tendencias y posibles fluctuaciones en el mercado o factores externos como cambios en las preferencias del cliente.
2. La empresa debe utilizar la información de la clasificación ABC, para realizar alianzas estratégicas con los proveedores de los productos tipo A. Dichas alianzas proporcionaran estabilidad en precios y disponibilidad constante de materia prima.
3. Realizar un análisis detallado de cada etapa, desde el momento que se hace el pedido de materiales hasta la etapa de producción, identificando inefficiencias o problemas recurrentes que puedan estar ocasionando retrasos en los tiempos de entrega de productos terminados.
4. Evitar almacenar materiales en el área de trabajo ya que esto dificulta el movimiento y reduce espacio.
5. Designar o contratar a un responsable o jefe de bodega que lleve un control adecuado del área, esto con el objetivo de garantizar que los productos estén adecuadamente almacenados, catalogados y disponibles cuando se necesiten, lo cual permitirá minimizar los riesgos de pérdidas y daños de en bodega y la falta o escasez de materiales.
6. Trabajar en conjunto y mantener una buena comunicación entre los departamentos de producción, compras y finanzas, es fundamental que estén alineados en términos de objetivos y estrategias, para asegurar una ejecución efectiva y resultados positivos dentro de la planificación.
7. Evaluar el impacto de las mejoras que se pueden observar mediante la aplicación de un correcto sistema de gestión de inventarios es importante realizar un seguimiento y evaluar el impacto de las mejoras implementadas y así trabajar en pro del bienestar de la empresa.

X. Referencias

- Arbones Malisani, E. A. (1990). *Logística Empresarial*. Barcelona: MARCOMBO .
- Ballou, H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. . México: Pearson Educación
- CONSULTORES, A. (s.f.). *AITECO CONSULTORES*. Recuperado el 25 de Enero de 2023, de <https://www.aiteco.com/calidad/plan-de-mejora/>
- Cruz Mori, M., Felix Cieza, J., Ocadio Moreno, J., & Puicón Muñoz, M. (2016). *Planeación y control en la producción*. Lima: Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Argentina". Recuperado el Febrero 10 de 2023, de <https://www.monografias.com/trabajos109/planeacion-y-control-produccion/planeacion-y-control-produccion>
- Gitnux. (7 de Diciembre de 2022). *Gitnux*. Recuperado el 25 de Enero de 2023, de Gitnux Blog: <https://blog.gitnux.com/es/proceso-de-mejora-continua/>
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (Séptima ed.). México: Pearson Educación.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: MCGRAW/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V.
- Índice. (10 de Enero de 2023). Obtenido de Universidad Rafael Belloso Chacín: http://virtual.urbe.edu/librotexto/658_5_ARB_1/indice.pdf
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2011). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros* . México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones* (Octava ed.). México: Pearson Educación.
- Pedró, F., Abad, F., Arboix, E., Chaves, M., Gimeno, S., Gómez, J. M., . . . Vilardell, I. (Marzo de 2005). *Aqu Catalunya*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2022, de https://www.aqu.cat/doc/doc_40159984_1.pdf
- Ramos Menéndez, K. V., & Flores Aliaga, E. M. (2013). *ANÁLISIS Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PRONÓSTICOS, GESTIÓN DE INVENTARIOS Y ALMACENES EN UNA COMERCIALIZADORA DE VIDRIOS Y ALUMINIOS*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rivas Vera, C. G., & Zamora Cárdenas, H. (2019). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL PROCESO DE TRANSPORTE DE INVERSIONES ZAMCAR S.A.C*. Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Vollmann, E. T. (2005). *Planeación y control de la producción. Administración de la cadena de suministros*. (Quinta ed.). México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO.

XI. Anexos

Anexo 1: Imagen área de trabajo corte bomba de mecate



Anexo 2: Imagen área ubicación producto terminado bomba de mecate



Anexo 3: Imagen de lava mano doble a base de tubos PVC terminado



Anexo 4: Imagen materia prima para baldes para filtro tulip



Anexo 5: Área de trabajo y ubicación materia prima



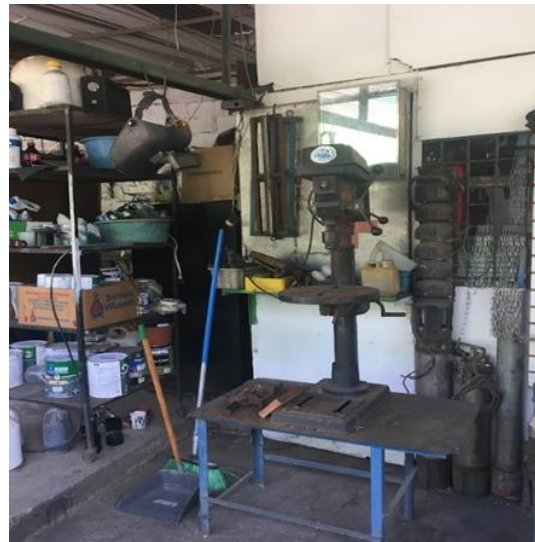
Anexo 6: Imagen de lava mano de balde terminado



Anexo 7: Área de trabajo y máquinas de corte y perforación



Anexo 8: Máquina de corte para la elaboración de bomba de mecate



Anexo 9: Operario cortando tubos PVC



Anexo 10: Baldes para filtro tulip



Anexo 11: Imagen de filtro empacada materia prima



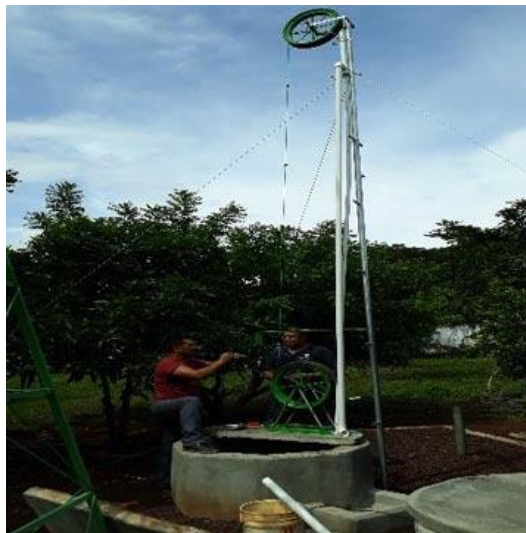
Anexo 12: Imagen de grifo materia prima



Anexo 13: Filtro Tulip producto terminado



Anexo 14: Instalación Bomba de mecate producto terminado



Anexo 15: Lava mano doble a base de tubos PVC terminado



Anexo 16: Elaboración de bomba de mecate



Anexo 17: Materia prima de la bomba de mecate



Anexo 18: Aero bomba



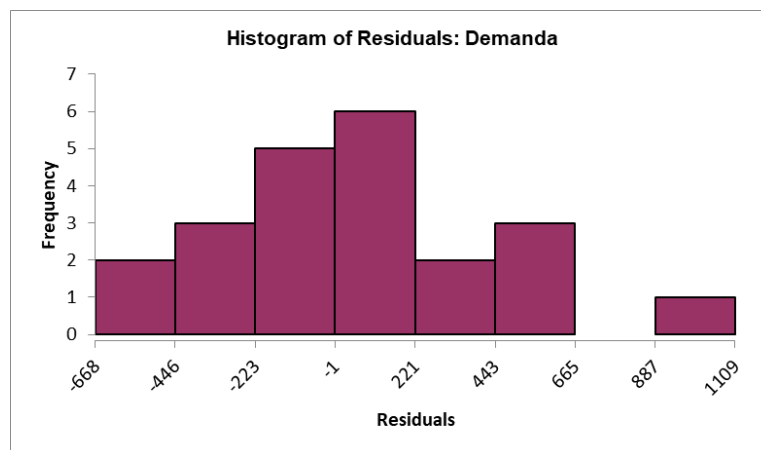
Anexo 19: Bomba de mecate instalada



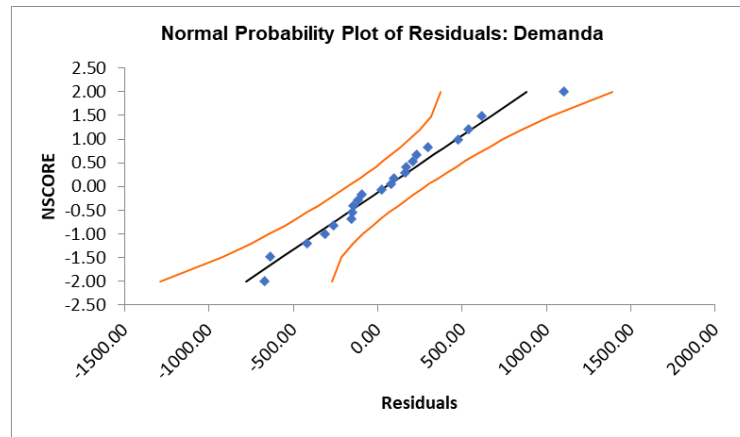
Anexo 20: Tabla de residuos futuros de demanda

Tiempo	Demanda	Forecast	Residuals
1	400		
2	532	431.87	100.1299
3	750	513.808	236.1924
4	533	624.421	-91.42147
5	480	633.428	-153.4283
6	1115	634.594	480.4055
7	491	746.605	-255.6048
8	770	741.913	28.08708
9	862	777.3	84.70004
10	675	818.602	-143.6023
11	1460	836.072	623.9284
12	1100	924.859	175.1411
13	830	971.385	-141.3849
14	2100	992.325	1107.675
15	1270	1103.77	166.2272
16	1450	1146.8	303.2012
17	890	1197.76	-307.7641
18	1100	1211.37	-111.373
19	1780	1237	543.0049
20	630	1297.76	-667.7576
21	880	1295.83	-415.8327
22	1519	1307.63	211.3659
23	715	1349.25	-634.2544

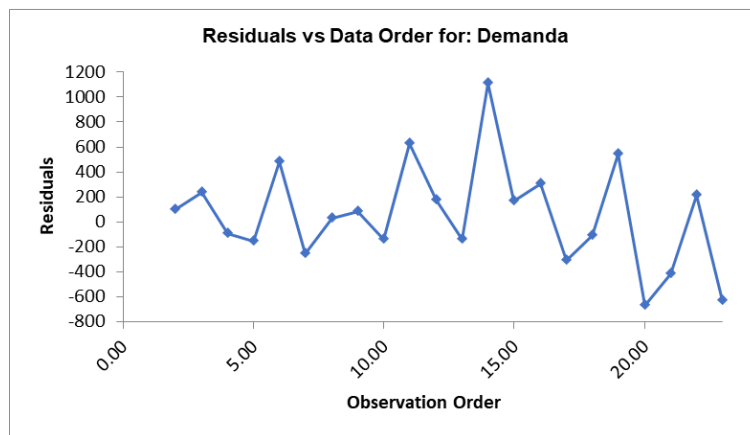
Anexo 21: Gráfico de Residuos de la demanda



Anexo 22: Gráfico de probabilidad normal de residuos de demanda



Anexo 23: Gráfico de residuos vs pedido de datos de demanda



Anexo 24: Gráfico de residuos frente al valor previsto de demanda

