



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL
ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Wendy Diane Castro Chinchilla

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL
ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WENDY DIANE CASTRO CHINCHILLA

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|----------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| VOCAL I | Ing. Angel Roberto Sic García |
| VOCAL II | Ing. Pablo Christian de León Rodríguez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez |
| VOCAL V | Br. Carlos Enrique Gómez Donis |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADORA | Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña |
| EXAMINADOR | Ing. Saulo Moisés Méndez Garza |
| EXAMINADOR | Ing. Alex Suntecún Castellanos |
| SECRETARIA | Inga. Lesbia Magalí Herrera López |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL
ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 03 de marzo de 2016.

Wendy Diane Castro Chinchilla

Guatemala, 9 de mayo de 2017

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Director, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Z. 12

Señor Director:

Por este medio le manifiesto que he asesorado el trabajo de graduación titulado: **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, desarrollado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial Wendy Diane Castro Chinchilla, que se identifica con el carnet 2012-12498, el cual considero que cumple con los requisitos para su aprobación.

En virtud de lo anteriormente expuesto, traslado el trabajo para su conocimiento y efectos.

Atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

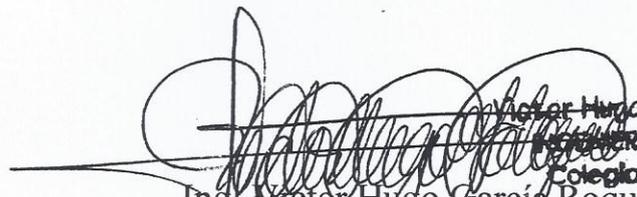
Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado No. 3071
Asesor de Trabajo de Graduación

cc archivo



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Wendy Diane Castro Chinchilla**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Victor Hugo Garcia Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2017.

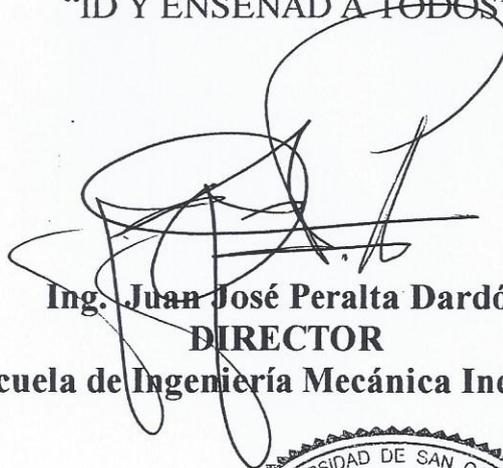
/mgp



REF.DIR.EMI.109.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Wendy Diane Castro Chinchilla**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.

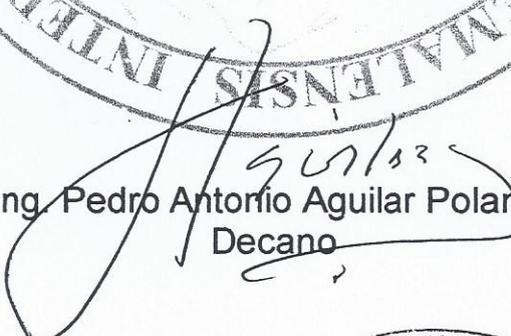


/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE LOS PEDIDOS DE MATERIALES EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Wendy Diane Castro Chinchilla**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, agosto de 2018



ACTO QUE DEDICO A:

- Mi madre** Dilma Chinchilla, por su cariño y apoyo incondicional.
- Mi hermana** Mishell Castro, por su amistad.
- Mi abuela** Trinidad Salguero, por su amor y por inculcarme buenos valores.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Facultad de Ingeniería | Por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para desarrollarme como profesional y haber sido mi segundo hogar durante mi carrera. |
| Mi asesor | Por haberme compartido sus conocimientos a lo largo del proyecto. |
| José Lemus | Por su paciencia e importante apoyo para el desarrollo de este trabajo de graduación. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN..... | XIII |
| OBJETIVOS..... | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| | |
| 1. GENERALIDADES DE LA FACULTAD..... | 1 |
| 1.1. Antecedentes históricos..... | 1 |
| 1.2. Decanos | 2 |
| 1.3. Misión | 2 |
| 1.4. Visión..... | 2 |
| 1.5. Ubicación..... | 3 |
| 1.6. Descripción del almacén..... | 3 |
| 1.6.1. Diagrama de planta del almacén | 4 |
| 1.6.2. Diagrama de planta del anexo del almacén..... | 5 |
| | |
| 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ALMACÉN | 7 |
| 2.1. Descripción de los procesos del almacén..... | 7 |
| 2.1.1. Procesos actuales para la requisición de materiales | 7 |
| 2.1.1.1. Procedimiento de requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles..... | 7 |
| 2.1.1.1.1. Descripción..... | 8 |

| | | | |
|------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | 2.1.1.1.2. | Objetivo..... | 9 |
| | 2.1.1.1.3. | Normas..... | 9 |
| | 2.1.1.1.4. | Diagrama de flujo..... | 9 |
| | 2.1.1.2. | Procedimiento de requisición de materiales de impresión | 11 |
| | 2.1.1.2.1. | Descripción | 11 |
| | 2.1.1.2.2. | Objetivo..... | 12 |
| | 2.1.1.2.3. | Norma | 12 |
| | 2.1.1.2.4. | Diagrama de flujo..... | 13 |
| | 2.1.1.3. | Procedimiento para requisición de materiales de mantenimiento y reparación de mobiliario y equipo..... | 14 |
| | 2.1.1.3.1. | Descripción | 14 |
| | 2.1.1.3.2. | Objetivo..... | 15 |
| | 2.1.1.3.3. | Normas..... | 15 |
| | 2.1.1.3.4. | Diagrama de flujo..... | 17 |
| 2.2. | | Diagrama de Ishikawa..... | 18 |
| 2.3. | | Diagrama Pareto | 18 |
| 2.4. | | Materiales disponibles en el almacén..... | 19 |
| 2.5. | | Funciones y responsabilidades de abastecimiento | 22 |
| 2.6. | | Sistema kárdex | 23 |
| 3. | | PROPUESTA DE MEJORA | 25 |
| 3.1. | | Métodos de pronósticos | 25 |
| | 3.1.1. | Gráfico de datos | 28 |
| | 3.1.2. | Análisis primario de datos | 29 |
| | 3.1.3. | Análisis secundario de datos..... | 29 |
| | 3.1.4. | Pronóstico de riesgo..... | 29 |
| 3.2. | | Métodos de almacenaje | 30 |

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------|----|
| 3.2.1. | Almacenaje en bloques | 30 |
| 3.2.2. | Almacenaje en estanterías | 31 |
| 3.2.2.1. | Estantería de <i>pallets</i> | 31 |
| 3.2.2.2. | Estantería de <i>pallets</i> móvil..... | 31 |
| 3.2.2.3. | Estantería de <i>pallets</i> dinámica..... | 32 |
| 3.2.3. | Identificación de estanterías | 32 |
| 3.3. | Distribución de la planta del almacén | 33 |
| 3.4. | Diseño de formato de entrada y salida de materiales..... | 33 |
| 3.5. | Análisis financiero..... | 34 |
| 3.6. | Capacitación de los nuevos métodos | 35 |
| 4. | IMPLEMENTACIÓN | 37 |
| 4.1. | Pronóstico de la demanda de materiales del almacén | 37 |
| 4.1.1. | Papel bond carta 80 gr | 37 |
| 4.1.2. | Papel bond oficina 80 gr | 41 |
| 4.1.3. | Bolígrafos color negro..... | 44 |
| 4.1.4. | Papel higiénico | 46 |
| 4.1.5. | Jabón en polvo | 51 |
| 4.1.6. | Papel mayordomo..... | 55 |
| 4.1.7. | Limpiadores de tela | 59 |
| 4.1.8. | Azúcar | 62 |
| 4.1.9. | Café | 65 |
| 4.1.10. | Agua pura | 69 |
| 4.2. | Métodos de almacenaje..... | 72 |
| 4.2.1. | Almacenaje en bloques | 73 |
| 4.2.2. | Almacenaje en estanterías | 73 |
| 4.2.2.1. | Identificación de estanterías | 74 |
| 4.2.2.2. | Capacitación de los nuevos métodos .. | 74 |

| | | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|
| | 4.2.2.2.1. | Periodos de capacitación | 75 |
| 5. | SEGUIMIENTO | | 77 |
| 5.1. | Ficha de proceso de compra | | 77 |
| | 5.1.1. | Indicadores del proceso | 78 |
| 5.2. | Propuesta de software para el control de entradas y salidas de material | | 82 |
| 5.3. | Capacitación de hojas de cálculo | | 87 |
| 5.4. | Requerimientos del almacén a los proveedores | | 89 |
| 6. | MEDIO AMBIENTE | | 91 |
| 6.1. | Material obsoleto | | 91 |
| 6.2. | Desecho de material | | 92 |
| 6.3. | Control de vida útil del material | | 93 |
| | CONCLUSIONES | | 95 |
| | RECOMENDACIONES | | 97 |
| | BIBLIOGRAFÍA | | 99 |
| | APÉNDICE | | 101 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Mapa del edificio S-8..... | 3 |
| 2. | Planta del almacén..... | 4 |
| 3. | Planta del anexo | 5 |
| 4. | Requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles | 10 |
| 5. | Requisición de materiales de impresión..... | 13 |
| 6. | Requisición de materiales de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo | 17 |
| 7. | Diagrama de Ishikawa..... | 18 |
| 8. | Diagrama Pareto | 18 |
| 9. | Resmas de papel bond carta 80 gr | 38 |
| 10. | Resmas de papel bond oficio 80 gr..... | 42 |
| 11. | Bolígrafos color negro | 45 |
| 12. | Rollos de papel higiénico | 47 |
| 13. | Bolsas de jabón en polvo | 52 |
| 14. | Rollos de papel mayordomo..... | 56 |
| 15. | Limpiadores de tela | 60 |
| 16. | Limpiadores de tela (por semestre)..... | 60 |
| 17. | Azúcar (lb)..... | 63 |
| 18. | Café (lb) | 66 |
| 19. | Agua pura..... | 70 |
| 20. | Estanterías móviles | 73 |
| 21. | Planta con estanterías móviles | 74 |

| | | |
|-----|----------------------------------------|----|
| 22. | Ficha de proceso | 77 |
| 23. | Formato de control de indicadores..... | 78 |
| 24. | Encuesta de satisfacción | 88 |
| 25. | Vida útil de materiales..... | 94 |

TABLAS

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. | Requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles..... | 8 |
| II. | Requisición de materiales de impresión | 11 |
| III. | Material de mantenimiento y reparación de mobiliario y equipo | 14 |
| IV. | Datos sobre papel bond carta 80 gr..... | 37 |
| V. | Promedio horizontal e índice de estacionalidad (22 datos) de papel bond carta 80 gr..... | 38 |
| VI. | Error acumulado de papel bond carta 80 gr..... | 39 |
| VII. | Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de papel bond carta 80 gr..... | 40 |
| VIII. | Pronósticos de papel bond carta 80 gr | 40 |
| IX. | Datos papel bond oficina 80 gr | 41 |
| X. | Promedio horizontal e índice estacional (22 datos) de papel bond oficina 80 gr | 42 |
| XI. | Error acumulado de papel bond oficina 80 gr | 43 |
| XII. | Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de papel bond oficina 80 gr | 43 |
| XIII. | Pronóstico de papel bond oficina 80 gr..... | 44 |
| XIV. | Datos de bolígrafos color negro..... | 44 |
| XV. | Pendientes y constantes de regresión de bolígrafos color negro | 45 |
| XVI. | Pronóstico de bolígrafos color negro | 46 |
| XVII. | Datos del papel higiénico..... | 47 |

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| XVIII. | Errores acumulados de papel higiénico | 48 |
| XIX. | Promedio móvil ponderado de papel higiénico..... | 48 |
| XX. | Error acumulado promedio móvil ponderado de papel higiénico..... | 49 |
| XXI. | Promedio móvil exponencial de papel higiénico..... | 50 |
| XXII. | Error acumulado promedio móvil exponencial de papel higiénico..... | 50 |
| XXIII. | Método de promedio móvil exponencial de papel higiénico | 51 |
| XXIV. | Pronóstico de papel higiénico | 51 |
| XXV. | Datos de jabón en polvo..... | 52 |
| XXVI. | Errores acumulados de jabón en polvo | 53 |
| XXVII. | Promedio móvil ponderado de jabón en polvo | 53 |
| XXVIII. | Error acumulado promedio móvil ponderado de jabón en polvo | 53 |
| XXIX. | Promedio móvil exponencial de jabón en polvo | 54 |
| XXX. | Error acumulado promedio móvil exponencial de jabón en polvo | 54 |
| XXXI. | Pronóstico de jabón en polvo | 55 |
| XXXII. | Datos de papel mayordomo | 55 |
| XXXIII. | Métodos básicos de regresión de papel mayordomo..... | 57 |
| XXXIV. | Datos transformados de papel mayordomo | 57 |
| XXXV. | Promedios horizontales e índices estacionales de papel mayordomo | 58 |
| XXXVI. | Errores acumulados de papel mayordomo..... | 58 |
| XXXVII. | Pronóstico de papel mayordomo..... | 59 |
| XXXVIII. | Datos de limpiadores de tela..... | 59 |
| XXXIX. | Promedio horizontal e índice estacional (22 grados) de limpiadores de tela | 61 |
| XL. | Promedio horizontal e índices estacionales (33 datos) de limpiadores de tela | 61 |
| XLI. | Pronósticos de limpiadores de tela | 62 |
| XLII. | Datos sobre libras de azúcar..... | 63 |
| XLIII. | Promedio horizontal e índices estacionales (22 datos) de azúcar | 64 |

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| XLIV. | Error acumulado de libras de azúcar | 64 |
| XLV. | Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de libras de azúcar | 65 |
| XLVI. | Pronóstico de libras de azúcar..... | 65 |
| XLVII. | Datos sobre libras de café | 66 |
| XLVIII. | Errores acumulados de libras de café..... | 67 |
| XLIX. | Promedio móvil ponderado de libras de café | 67 |
| L. | Error acumulado promedio móvil ponderado sobre libras de café..... | 68 |
| LI. | Promedio móvil exponencial sobre libras de café | 68 |
| LII. | Error acumulado de promedio móvil exponencial para libras de café... | 68 |
| LIII. | Pronósticos sobre libras de café | 69 |
| LIV. | Datos sobre garrafones de agua pura | 69 |
| LV. | Promedio horizontal e índice estacional (22 datos) de agua pura | 70 |
| LVI. | Error acumulado de agua pura | 71 |
| LVII. | Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de agua pura | 72 |
| LVIII. | Pronóstico de agua pura..... | 72 |
| LIX. | Plantilla del nivel de servicio | 81 |
| LX. | Plantilla nivel de servicio completo y a tiempo | 82 |
| LXI. | Plantilla de manejo de inventario | 83 |
| LXII. | Manejo de inventario parte I | 86 |
| LXIII. | Manejo de inventario parte I | 86 |
| LXIV. | Clasificación ABC | 92 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--------------------|
| cm | Centímetro |
| gr | Gramo |
| % | Porcentaje |
| “ | Pulgada |
| W | Watts |

GLOSARIO

| | |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Almacén | Instalaciones utilizadas en todo tipo de industria para el resguardo, protección y control de productos, generalmente en grandes cantidades. |
| Indicador | Punto de referencia que brinda información cuantitativa o cualitativa para señalar el desempeño, magnitud o evolución de una situación o ciencia. |
| Inventario | Bienes que comprenden materia prima, productos terminados o productos en proceso para la fabricación de otros bienes o venta de mercancía. |
| <i>Leadtime</i> | Se refiere al tiempo que le toma al proveedor entregar un pedido de material. |
| Planificación | Realizar proyecciones de las acciones futuras para aumentar las posibilidades de éxito en un proyecto. |
| Pronóstico causal | También llamado pronóstico extrínseco, por estar basado en información externa, es decir, toda aquella información del mercado, como estadísticas de la comunidad a evaluar y comportamiento del mercado objetivo. |

| | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pronóstico | Conjunto de técnicas aplicadas a datos históricos y estadísticos para predecir el comportamiento de ventas. |
| Proveedor | Persona individual o jurídica que abastece de productos a otra persona o empresa para la realización de sus actividades económicas. |
| Regresión | Es un modelo matemático utilizado para determinar la aproximación que tiene una variable dependiente de las variables independientes, tomando en cuenta factores aleatorios. |
| Series de tiempo | Es el pronóstico que se basa en el estudio de datos pasados, que contribuyen a la predicción aproximada del comportamiento en el futuro. |
| Stock de seguridad | Inventario utilizado para minimizar el riesgo de desabastecimiento causado por la imprecisión de entrega o calidad de los proveedores, incertidumbre de existencia y demanda. |

RESUMEN

Los pronósticos comprenden un tema bastante amplio, se pueden categorizar principalmente en causales, cualitativos y por series de tiempo. Los cualitativos y causales son relativamente más difíciles ya que en estos se toma en cuenta factores externos que afectan la demanda de los productos, por lo que es necesario obtener gran información. Usualmente se prefieren los pronósticos de serie de tiempo ya que son fáciles de calcular con la ayuda de hojas de cálculo y la información que se recopila es la historia de la demanda pasada; por lo tanto, son datos existentes y de fácil acceso.

Algo que debe tomarse en cuenta y que tienen en común las distintas categorías es que no son modelos precisos. Lo ideal es considerar el error de los métodos, mientras mayor información se tenga de la incerteza mejor serán los pronósticos.

El pronóstico es únicamente el inicio del camino por recorrer ya que con esta información más otros datos importantes a tomar en consideración se puede realizar una planificación del inventario. La información necesaria es el conteo del inventario existente y el tiempo que se espera que los proveedores abastezcan el requerimiento; esto hará posible una planificación de la cantidad exacta y necesita de material y en el tiempo preciso para hacer el pedido para evitar escasez de material, pero, al mismo tiempo, evitar que permanezca por grandes lapsos almacenado y sin movimiento. Adicional, se debe estar al tanto del listado de los materiales, la información de pedidos anticipados y del tamaño de lotes que ofrezca el proveedor.

OBJETIVOS

General

Pronosticar la demanda de los pedidos de materiales que realiza el personal docente y administrativo al área de almacén de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de los métodos de series de tiempo.

Específicos

1. Determinar el método más apropiado para pronosticar los pedidos de materiales al almacén, según el análisis del comportamiento de los datos de pedidos anteriores.
2. Analizar las técnicas utilizadas para almacenar los materiales para identificar las áreas de mejora que se podrían implementar en el almacén.
3. Proporcionar una herramienta para el manejo de materiales acorde a las necesidades del almacén que ayude al cumplimiento efectivo de sus funciones.
4. Proponer un método idóneo para que los usuarios establezcan y midan sus metas, de tal forma que se incremente la satisfacción de los servicios brindados al personal de la facultad.

INTRODUCCIÓN

Los pronósticos son utilizados por las empresas en la toma de decisiones en distintas áreas como ventas, finanzas, contabilidad, *marketing* y producción. De hecho, el éxito en una organización está estrechamente relacionado con la capacidad para prever el futuro y desarrollar estrategias apropiadas

Los pronósticos prestan a la organización estimaciones valiosas de la demanda del mercado. La cantidad de producción es, entonces, planeada y programada en conjunto o en un nivel global. Los inventarios existentes y las políticas de inventarios de seguridad también son evaluados. Son, entonces, estimados los planes para satisfacer los requerimientos de materiales y capacidad. Si los materiales pueden ser programadas para que lleguen cuando se requieren y existe suficiente capacidad en la planta o centro de trabajo, los pedidos son satisfechos y las actividades ejecutadas con éxito.

Para el cálculo de los pronósticos existen distintos métodos según la tendencia de los datos históricos en función del tiempo; se empieza por la tabulación de estos datos para luego ser graficados; con base en esto se realizan los análisis correspondientes para determinar las proyecciones de demanda futuras. Esto se puede realizar a corto, mediano y largo plazo, en esta ocasión se utilizó el corto plazo que consta de un periodo de 4 meses.

1. GENERALIDADES DE LA FACULTAD

La Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es un centro de estudios superiores que tiene el fin de promover el estudio de las ciencias económicas, orientado al conocimiento de la realidad nacional.

1.1. Antecedentes históricos

La Facultad de Ciencias Económicas fue fundada el 25 de mayo de 1937 mediante el Decreto Número. 1972 emitido por el presidente Jorge Ubico. Se iniciaron sus actividades académicas el 6 de agosto de ese mismo año, fecha en que se celebra su aniversario.

En 1949, se separan las carreras de Economía y de Auditoría y Contaduría Pública; se crean dos escuelas con planes de estudios diferentes. El 27 de enero de 1960, el Consejo Superior Universitario acordó aprobar los estudios de Administración de Negocios, actualmente Administración de Empresas. El plan de estudios de 1995, aún en vigencia, fue resultado del VII Seminario Académico de la Facultad, realizado del 3 al 24 de noviembre de 1992, aprobado por el Consejo Superior Universitario, en el punto cuarto del Acta Número. 31-94, del 10 de agosto de 1994.

1.2. Decanos

Los últimos decanos de la facultad han sido los licenciados Eduardo Velásquez, Rolando Secaida (en dos periodos consecutivos) y Luis Antonio Suárez Roldán (actual decano).

1.3. Misión

La misión de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es “preparar profesionales con alto nivel académico y formación integral, científica, técnica y social humanística, en las áreas de conocimiento de Economía, Contaduría Pública y Auditoría y Administración de Empresas y otras carreras afines, que les permite participar con eficiencia, eficacia y ética profesional en la actividad productiva, en el desarrollo social y económico sostenible del país, en coadyuvar a la unión e integración de Centroamérica e insertarse en el contexto internacional.”¹

1.4. Visión

La visión de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala es “liderar la formación de profesionales altamente calificados y propositivos en ciencias económicas a nivel nacional y centroamericano, que permita a sus egresados enfrentar los retos del futuro, en materia económica, social, ambiental y política, a través de la excelencia académica, la formación y actualización permanente de sus profesores, la investigación científica, la proyección social y una gestión moderna y efectiva.”²

¹ Facultad de Ciencias Económicas. USAC. *Manual de Organización Facultad de Ciencias Económicas*. 2 p.

² *Ibíd.*

1.5. Ubicación

La Facultad de Ciencias Económicas se encuentra ubicada en la Ciudad Universitaria de la zona 12. Utiliza los edificios S-3, S-6, S-8, S-9, S-10, S-11 y primer nivel de S-12 en horario vespertino. El área de almacén se encuentra en el edificio S-8. Este edificio es administrativo, adicionalmente, en este se encuentra el auditorium y los laboratorios de computación.

Figura 1. Mapa del edificio S-8



Fuente: Google Maps. <https://www.google.com.gt/maps/@14.6174183,-90.5116068,15z?hl=es-419>. Consulta: 12 de octubre de 2017.

1.6. Descripción del almacén

El almacén es un área en donde se tiene todo el material de oficina, mantenimiento y limpieza de la facultad. Cuenta con un anexo, en dónde se

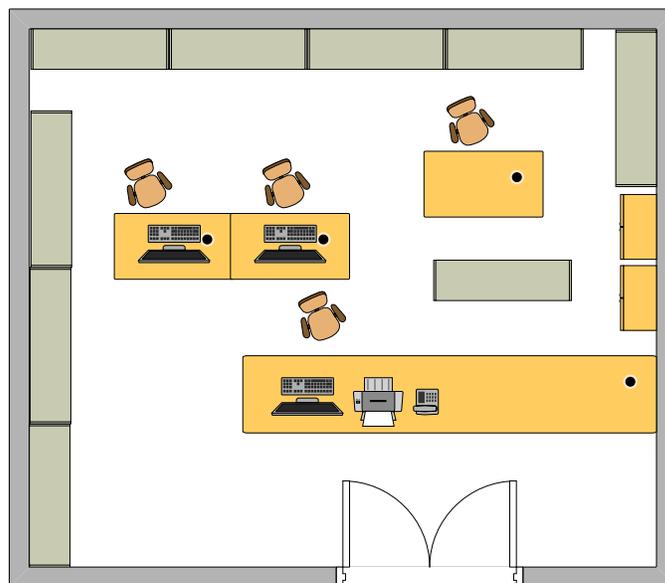
mantiene almacenada la mayoría de insumos y los materiales de mayor tamaño como botes de pintura y pliegos de papel.

Los distintos departamentos de la facultad hacen pedidos al almacén cada vez que se terminan sus insumos; es aquí donde se provee de material a todo el personal de la facultad para su debido funcionamiento.

Se cuenta con tres personas que administran y realizan las actividades del almacén. Las principales actividades del almacén son proveer de material a los docentes y personal administrativo de los insumos que necesiten, ya sea de oficina, limpieza, mantenimiento e incluso comestibles.

1.6.1. Diagrama de planta del almacén

Figura 2. Planta del almacén

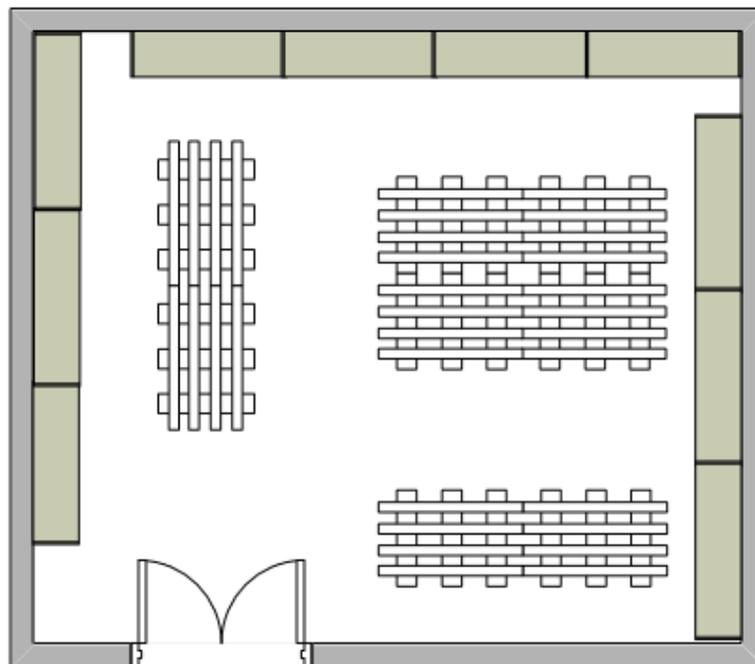


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

En esta parte se encuentra una mesa larga donde se empacan los pedidos y se colocan listos para entregar. Atrás, hay un par de escritorios del jefe de almacén junto con su asistente, quienes llenan los registros de compra mediante las tarjetas *kardex*. Alrededor, hay estanterías con cuadernillos de examen, talonarios, cuadernos de actas, cartuchos para impresora y material de instalaciones eléctricas.

1.6.2. Diagrama de planta del anexo del almacén

Figura 3. Planta del anexo



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

En el anexo del almacén se encuentra la mayor parte de material, donde está la variedad de insumos para a la facultad. En la parte media hay unos

pallets con pliegos de papel continuo para el área de reproducción; también, se encuentra el material de limpieza: escobas, cubetas, botes de basura, entre otros. Además, hay espacio para el azúcar y café; alrededor están las estanterías con el material de menor tamaño.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL ALMACÉN

2.1. Descripción de los procesos del almacén

El área de almacén se encargada de resguardar el material de la Facultad de Ciencias Económicas. También, es la unidad responsable de proveer de suministros a todo el personal. Por lo tanto, cumple con un proceso de requisición y repartición de materiales. Para pedir material se llenan formularios y con ello empiezan los procedimientos de requisición; luego, se prepara el pedido para ser entregado.

2.1.1. Procesos actuales para la requisición de materiales

Los procesos que se manejan actualmente los establece el departamento de planificación, indican los pasos para realizar un pedido y detalla quienes son los responsables de autorización. A continuación, se describe cada procedimiento con una explicación y diagramas.

2.1.1.1. Procedimiento de requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles

Se describen los pasos para solicitar al área de almacén, agregado a secretaría adjunta, materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles de oficina para el desarrollo de las actividades de la facultad.

2.1.1.1.1. Descripción

Tabla I. **Requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles**

| Requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Hoja No. 2 de 3 | | Vigencia: | |
| | | Autorizado por: | |
| | | Fecha de autorización: | |
| | | No. de formas | |
| Inicia: cualquier actividad | | Termina: cualquier actividad | |
| Unidad | Puesto responsable | Paso No. | Actividad |
| Cualquier unidad | Encargado de suministro | 1 | Llena la requisición de materiales. |
| | | 2 | Traslada el documento para autorización. |
| Jefatura o subjefatura | Jefe o subjefe de área común | 3 | Recibe la requisición. |
| | | 4 | Autoriza requisición. |
| Cualquier unidad | Encargado de Suministro | 5 | Recibe requisición autorizada. |
| | | 6 | Envía requisición autorizada a almacén adscrito a secretaría adjunta. |
| Almacén | Encargo de almacén | 7 | Recibe requisición. |
| | | 8 | Verifica existencias. |
| | | 9 | Si hay existencias, envía el pedido. |
| | | 10 | Si no hay existencias, informa a secretaría. |
| Secretaría | Secretaría | 11 | Elabora y autoriza la orden de compra. |
| | | 12 | Realiza el pedido. |
| Proveedor | Proveedor | 13 | Recibe la orden de compra. |
| | | 14 | Envía el pedido. |
| Almacén | Encargado de almacén | 15 | Recibe mercadería. |
| | | 16 | Envía los materiales. |
| Cualquier unidad | Encargado de suministro | 17 | Recibe materiales de mantenimiento solicitados. |

Fuente: Facultad de Ciencias Económicas. *Procedimiento PROS0001.2 p.*

2.1.1.1.2. Objetivo

Disponer de suministros, papelería y útiles para el adecuado mantenimiento de los edificios S-3, S-6, S-8, S-9, S-10 y S-11 y permitir el desarrollo de las actividades administrativas.

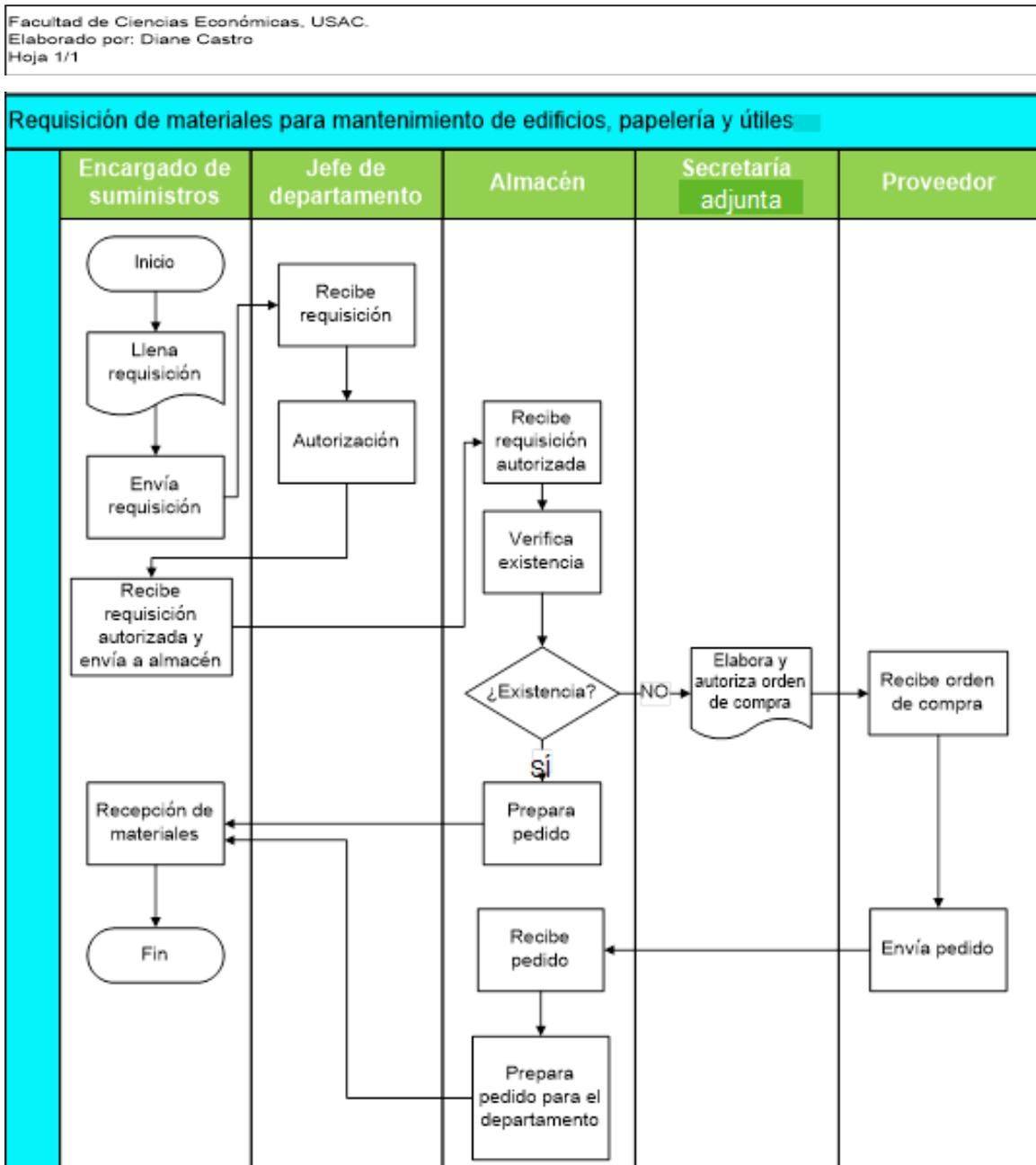
2.1.1.1.3. Normas

- La solicitud de materiales la elaborará el encargado de suministros una vez al mes y será autorizada por el jefe o subjefe del departamento y se enviará directamente al almacén adscrito a secretaría adjunta.
- La solicitud de materiales debe realizarse en el formulario FOS.0001 con nombre, firma y sello del encargado de suministros y del jefe o subjefe del departamento.
- El encargado de suministros será el responsable de controlar las existencias de materiales para el mantenimiento de las respectivas instalaciones y papelería y útiles de oficina.

2.1.1.1.4. Diagrama de flujo

A continuación, se muestra de forma gráfica el proceso de requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles, el cual inicia en el llenado de la requisición por el encargado de suministros y finaliza en la recepción de los materiales.

Figura 4. **Requisición de materiales para mantenimiento de edificios, papelería y útiles**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

2.1.1.2. Procedimiento de requisición de materiales de impresión

Consiste en una serie de pasos para solicitar al encargado de suministros, materiales de impresión como: papel bond, tinta, master y todo material necesario para el desarrollo de las actividades.

2.1.1.2.1. Descripción

Tabla II. Requisición de materiales de impresión

| Requisición de materiales de impresión | | | |
|-------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Hoja No. 2 de 4 | | Vigencia: | Autorizado por: |
| | | Fecha de autorización: | No. de formas |
| Inicia: unidad reproducción de materiales | | Termina: unidad reproducción de materiales | |
| Unidad | Puesto responsable | Paso No. | Actividad |
| Unidad reproducción de materiales | Encargado de impresiones | 1 | Solicita materiales de impresión al encargado de suministros. |
| Almacén | Encargado de suministro | 2 | Recibe la requisición, la traslada al jefe y subjefe del departamento. |
| Jefatura o Subjefatura | Jefe o subjefe del área común | 3 | Recibe requisición. |
| | | 4 | Si autoriza, manda al encargado de almacén. |
| | | 5 | Si no autoriza, regresa el encargado de suministro el pedido. |
| Almacén | Encargado de almacén | 6 | Recibe requisición de materiales. |
| | | 7 | Si hay existencias, envía el pedido. |
| | | 8 | Si no hay existencias, informa a secretaria. |
| Secretaría | Secretaría | 9 | Recibe requisición de materiales. |
| | | 10 | Si autoriza, realiza el pedido y lo envía al almacén. |
| | | 11 | Si no autoriza, devuelve el pedido al encargado de almacén. |

Continuación de la tabla II.

| | | | |
|---------|-------------------------|----|-------------------------------------------|
| Almacén | Encargado de almacén | 12 | Recibe e ingresa materiales de impresión. |
| | | 13 | Envía pedido al encargado de suministros. |
| Almacén | Encargado de suministro | 14 | Recibe mercadería. |
| | | 15 | Envía los materiales. |

Fuente: Facultad de Ciencias Económicas. *Procedimiento PROS0002*. 2 p.

2.1.1.2.2. Objetivo

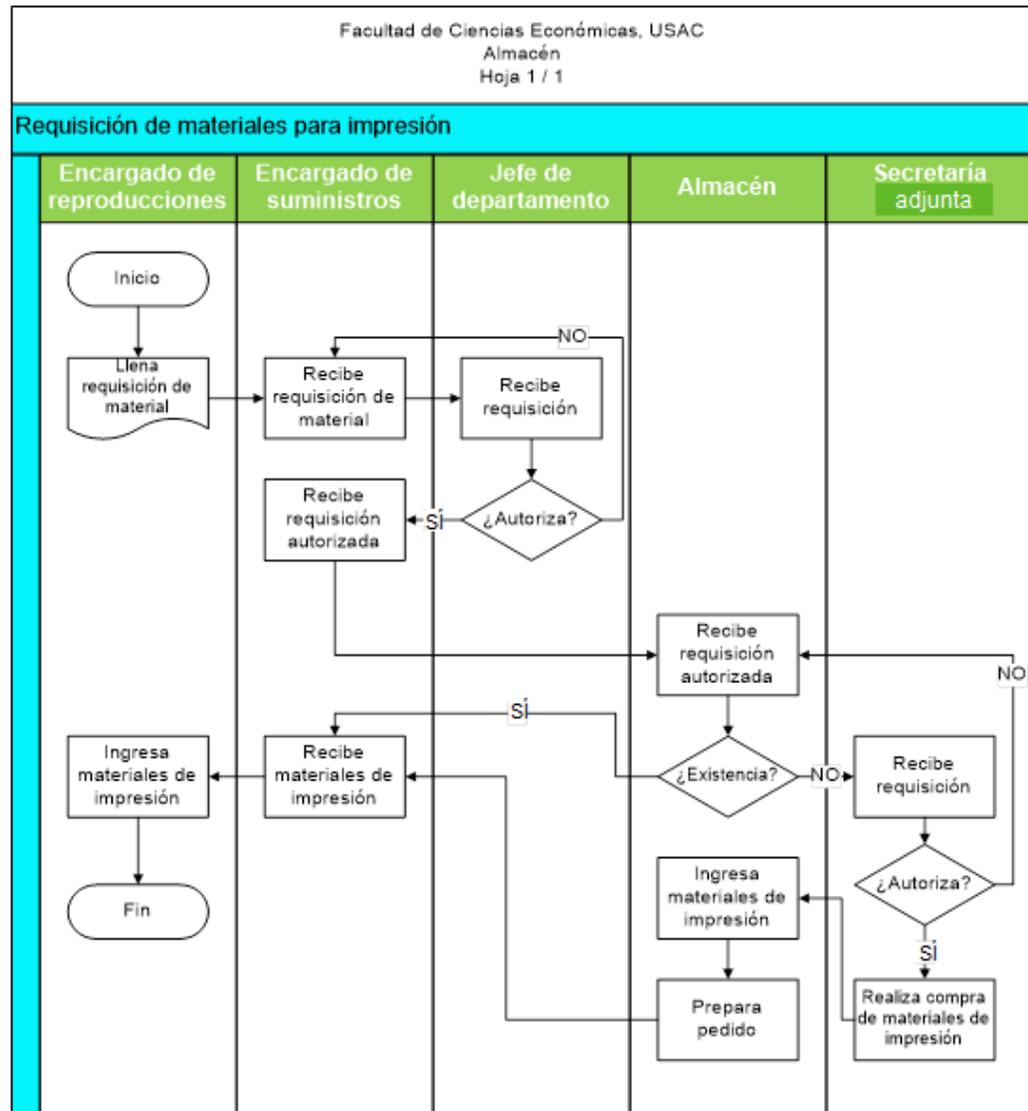
Manejar eficazmente y de forma oportuna la existencia de todos los materiales de impresión que utiliza el encargado de reproducciones de la facultad.

2.1.1.2.3. Norma

- La solicitud de requisición de materiales de impresión se elaborará una vez al mes por el encargado de suministros de cada departamento. El jefe o subjefe de cada departamento es el encargado de autorizar la requisición de materiales de impresión, consignado a firma y sello.
- El encargado de suministros de cada departamento será responsable del manejo y distribución de los materiales de impresión.

2.1.1.2.4. Diagrama de flujo

Figura 5. Requisición de materiales de impresión



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

2.1.1.3. Procedimiento para requisición de materiales de mantenimiento y reparación de mobiliario y equipo

Es el procedimiento para solicitar a secretaría adjunta el mantenimiento y reparación del mobiliario y equipo utilizado en el desarrollo de las actividades administrativas, docentes y estudiantiles.

2.1.1.3.1. Descripción

Tabla III. **Material de mantenimiento y reparación de mobiliario y equipo**

| Requisición de mantenimiento y reparación del mobiliario y equipo | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Hoja No. 2 de 4 | | Vigencia: | Autorizado por: |
| | | Fecha de autorización: | No. de formas |
| Inicia: cualquier unidad | | Termina: cualquier unidad | |
| Unidad | Puesto responsable | Paso No. | Actividad |
| Servicio de seguridad y mantenimiento | Vigilantes | 1 | Informa al jefe o subjefe del Área común, sobre la solicitud de reparación. |
| | | 2 | Elabora solicitud de mantenimiento (fos004-1) y traslada a Secretaría. |
| Jefatura o Sub-jefatura | Jefe o Subjefe del área común | 3 | Recibe informe y confirma vía telefónica solicitud a Secretaría. |
| Secretaría | Secretaría | 4 | Recibe solicitud, autoriza y traslada a jefe de mantenimiento. |
| Servicio de seguridad y mantenimiento | Jefe de mantenimiento | 5 | Revisa que la solicitud esté autorizada. |
| | | 6 | Si tiene el material necesario lo realiza. |
| | | 7 | Caso contrario, hace requisición a almacén adscrita a secretaría. |
| Almacén | Encargado de almacén | 8 | Verifica la existencia de material requerido. |
| | | 9 | Si tiene existencia, entrega el material. |
| | | 10 | Si no, envía solicitud de compra a tesorería. |

Continuación de la tabla III.

| | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tesorería | Encargado de tesorería | 11 | Recibe solicitud y realiza cotización. |
| | | 12 | Traslada cotización a secretaría. |
| Secretaría | Secretaría | 13 | Envía cotización y autoriza compra. |
| | | 14 | Traslada a tesorería la cotización debidamente autorizada para realizar la compra. |
| Tesorería | Encargado de tesorería | 15 | Realiza compra según cotización. |
| | | 16 | Traslada a al almacén adscrito a secretaría. |
| Almacén | Encargado de almacén | 17 | Recibe los materiales y los traslada al encargado de mantenimiento. |
| Servicio de seguridad y mantenimiento | Encargado de mantenimiento | 18 | Retira del almacén los materiales a utilizar. |
| | | 19 | Realiza reparación. |
| | | 20 | Entrega equipo reparado a vigilante. |
| Servicio de seguridad y mantenimiento | Vigilantes | 21 | Recibe y verifica reparación del equipo. |

Fuente: Facultad de Ciencias Económicas, *procedimiento PROS003*. 2 p.

2.1.1.3.2. Objetivo

Disponer de un *stock* de materiales y repuestos necesarios para brindar el mantenimiento y reparación del mobiliario y equipo, con la finalidad de alargar su vida útil y disponer del mismo en buenas condiciones.

2.1.1.3.3. Normas

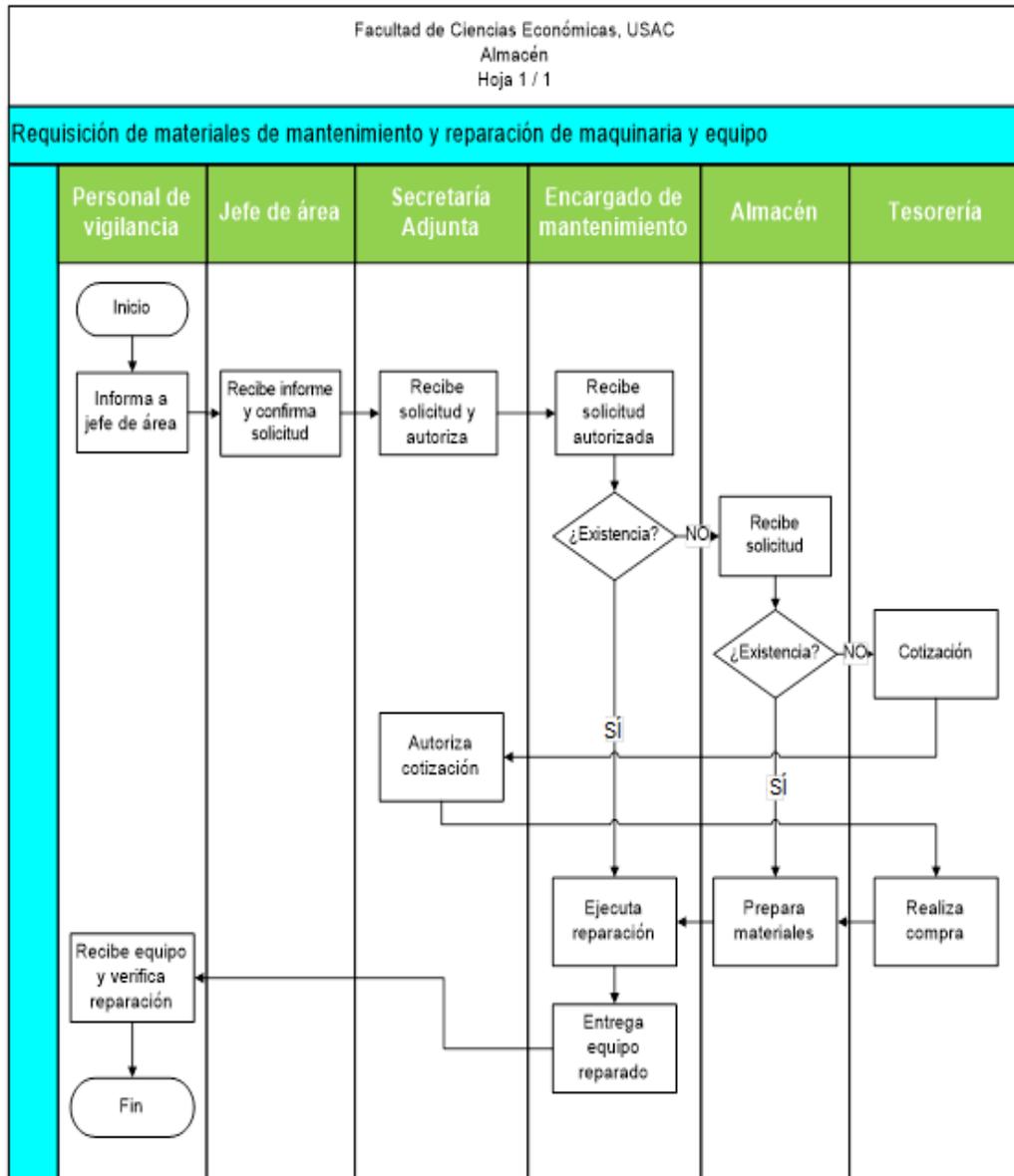
Para solicitar la reparación y mantenimiento de mobiliario y equipo se debe utilizar la forma solicitada de requisición (FOS0004-1); debe incluir visto bueno del jefe o subjefe del departamento respectivo.

El jefe de mantenimiento de la Facultad de Ciencias Económicas llevará el control de las solicitudes de reparación por medio de un archivo actualizado, realizadas por el encargado de mantenimiento; el cual permitirá darle seguimiento de forma periódica a las tareas asignadas y garantizar el mantenimiento preventivo del mobiliario y equipo.

El jefe de mantenimiento de la Facultad de Ciencias Económicas debe realizar pruebas y evaluaciones necesarias que garanticen la calidad del mantenimiento realizado.

2.1.1.3.4. Diagrama de flujo

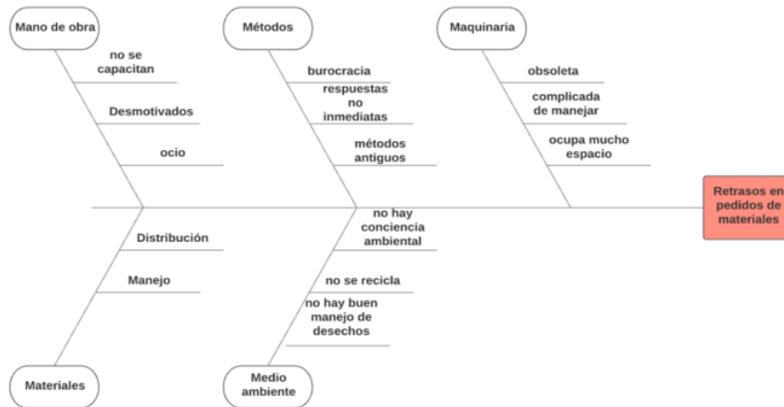
Figura 6. **Requisición de materiales de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

2.2. Diagrama de Ishikawa

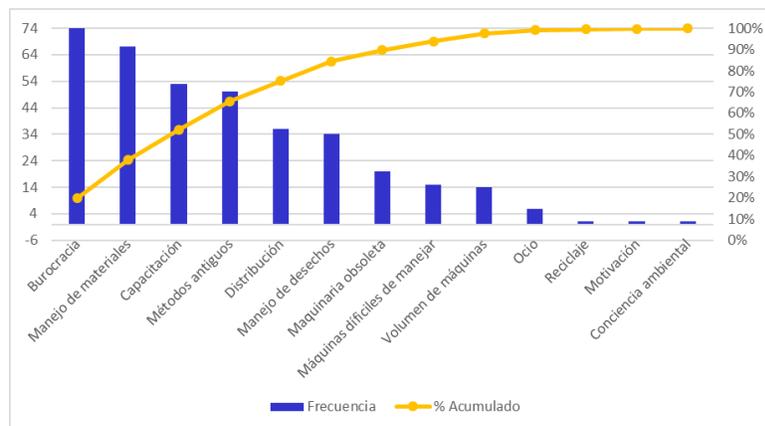
Figura 7. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart.

2.3. Diagrama Pareto

Figura 8. Diagrama Pareto



Fuente: elaboración propia.

2.4. Materiales disponibles en el almacén

Los materiales de oficina disponibles en el almacén son los siguientes:

- Tinta negra
- Tinta color
- Archivador carta
- Archivador oficio
- Bolígrafo punto fino negro
- Corrector
- Folder carta
- Folder oficio
- Sobre manila carta, oficio y doble oficio
- Organizadores
- Hojas amarillas con líneas
- *Tape de 2 “*
- *Masking tape*
- Cuenta fácil
- *Post it*
- Marcadores de pizarrón
- Papel bond carta y oficio de 75 gr
- CD
- Tinta para pizarrón
- Broche para archivo
- Clip de distintos tamaños
- Marcadores fluorescentes
- Lápiz de grafina
- Regla de 30 cm

- Goma
- Libros de actas
- Tijeras
- Bolígrafo negro, azul y rojo
- Borrador
- Engrapadora
- Pegamento en barra
- Almohadilla para sellos
- Tinta para sellos
- Papel continuo
- Grapas
- Tacos calendario
- Cuadernillos de contabilidad

Los materiales de mantenimiento disponibles en el almacén son los siguientes:

- Desinfectantes
- Cloro
- Cepillo sanitario
- Impermeabilizante
- Guantes
- Pala
- Cera
- Escoba
- Palos de trapeador
- Botas de hule
- Líquido de motor

- Trapeador en mecha
- Insecticida
- Lubricante
- Lija
- Jabón en polvo
- Jabón de platos
- Esponjas
- Cubetas
- Limpiadores de tela
- Artículos de PVC
- Bolsas de basura de distintos tamaños
- Ambiental
- Espátula de metal
- Teflón
- Ácido muriático
- Pinoleo
- Tornillos
- Tarugos

Los materiales de electricidad disponibles en el almacén son los siguientes:

- Tomacorriente
- Bombillas
- Tubos incandescentes de 40 W
- Placas de 1,2 y 3 agujeros
- *Switch*
- Alambre calibre núm. 8

- Extensión
- Adaptador
- Cinta de aislar
- Alambre paralelo

Otros materiales disponibles en el almacén son los siguientes:

- Papel higiénico normal y jumbo
- Papel mayordomo
- Servilletas
- Desechables: platos, tenedores, cucharas, vasos y cuchillos
- Alimentos: café, azúcar y agua pura

2.5. Funciones y responsabilidades de abastecimiento

La función del almacén no es únicamente abastecer a la facultad de materiales de papelería y útiles de oficina como se pensaría; además, brinda constantemente a cada unidad y departamento agua pura, café y azúcar, de hecho, son de los insumos con más rotación. Además, provee a los encargados de mantenimiento de suministros de limpieza y reparación de los edificios de la facultad.

Asimismo, el almacén tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones el material y embalaje y manipularlo adecuadamente.

2.6. Sistema kárdex

El sistema kárdex es un método de registro de las entradas y salidas de productos. Prácticamente el kárdex es un documento que sirve para llevar el control de inventarios de productos o materiales dentro de una compañía. También, con se conoce que las tarjetas kárdex se lleva el control de las existencias de saldos de cualquier producto.

Actualmente, el almacén utiliza esta modalidad para controlar los inventarios, sigue el método de las tarjetas kárdex para llevar registro de entradas y salidas de los insumos.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Métodos de pronósticos

En toda planificación, el punto de partida es conocer la demanda real o esperada del producto, el método que se utiliza para conocerla es el pronóstico de la demanda. En el caso del almacén, el pronóstico de los insumos para la facultad servirá para abastecer continuamente y sin interrupción a todo el personal, de tal forma que sus actividades no se vean afectadas por la escasez de los materiales

- **Pronósticos cualitativos**

Usualmente se realizan debido a que no existe información histórica que permita realizar cálculos para conocer la demanda; por ejemplo, en el caso que se trate de productos nuevos que se pretenden lanzar al mercado.

Este tipo de pronósticos son subjetivos y se realizan con base en la experiencia del analista, quien usualmente le agregará una valoración optimista o negativa de acuerdo a su expectativa de venta.

Algunas técnicas utilizadas son las encuestas a clientes potenciales, análisis del ciclo de vida del producto y la comparación del nuevo producto con uno similar ya existente. Algunas interrogantes que se pueden plantear para realizar un pronóstico cualitativo son las siguientes: ¿cuántos nuevos clientes se tienen o se espera tener?, ¿alguno de los clientes actuales tiene nuevos

usos para el producto?, ¿el cliente actual tiene planificado extenderse?, ¿los clientes tienen en sus planes ingresar a nuevos mercados?

Las anteriores son algunos ejemplos que se pueden abordar al momento de realizar un pronóstico cualitativo, es decir, bajo criterio, análisis y experiencia.

- Pronósticos cuantitativos:

En este tipo de pronósticos existen los llamados extrínsecos y los intrínsecos. Los primeros son aquellos en donde se toman en cuenta factores externos y forman parte del modelo causal de pronóstico, el cual se basa en el comportamiento de la relación entre variables; es decir, se supone que una variable líder influenciará en el comportamiento de otras variables predecibles. Los segundos son aquellos en donde los factores a tomar en cuenta son internos, forman parte de los modelos de series de tiempo, los cuales se basan en que únicamente existe la variable del tiempo y, por lo tanto, supone que los datos históricos muestran un patrón que será aproximadamente el mismo en el futuro.

En el caso del almacén se realizarán pronósticos cuantitativos de series de tiempo, ya que no se trata de venta de productos, no es necesario tomar en cuenta factores del comportamiento del mercado o ambiente externo.

A continuación, se describen los distintos métodos de pronósticos cuantitativos de series de tiempo con patrón aleatorio, cíclico y con tendencia.

- Último periodo: este método, como su nombre lo indica, toma el último periodo de la demanda real para la proyección del siguiente periodo, cuando pertenezca a una familia de curva estable.
- Promedio móvil simple: no es más que el promedio aritmético de los últimos periodos de la demanda real, pero desechando los datos más antiguos. Se le denomina móvil porque se desplaza en los periodos más recientes a medida que pasa el tiempo.
- Promedio móvil ponderado: básicamente se opera de la misma forma que el anterior, con la diferencia que se asigna una ponderación a cada dato del ciclo de demanda pasada, esta asignación no puede ser menor a 0, pero la suma de esta debe ser igual a 1. Mientras más reciente sea el dato, más alta será su ponderación, esto hace que los datos se suavicen y que, teóricamente, se acerquen a la demanda real.
- Promedio móvil ponderado exponencial: este método contiene las características similares a los anteriores, pero se considera que brinda una mejor confianza en los resultados. Se utiliza una variable alfa α , la cual ayuda a suavizar las fluctuaciones del pronóstico debidas a causas al azar y causas atribuibles al método. Se toma el pronóstico del periodo pasado y se asume que será igual al próximo, sumándole la variable alfa α y la tendencia que será la diferencia entre la demanda real y la demanda teórica.

Los métodos anteriores se aplican para familias estables de datos. A continuación, se explica la forma de realizar el pronóstico de familias cíclicas:

- Las familias de datos cíclicos: se dan cuando la demanda se encuentra muy ligada a estaciones del año, por lo que sigue un patrón estacional. La forma de operar es muy sencilla, se debe obtener el índice estacional del periodo, que no es más que dividir el promedio de datos horizontal entre el promedio de datos vertical. Luego, este índice es multiplicado por los datos del último periodo y de esta forma se obtiene el pronóstico deseado.
- Para las familias de datos combinados: se da en circunstancias parecidas al anterior, con la diferencia que al mismo tiempo también experimentan cierto crecimiento. La forma de trabajar este método es similar a las familias cíclicas, pero en este caso primero los datos deberán ser transformados a datos cíclicos lineales para obtener el índice de estacionalidad y de esta forma aplicar la fórmula del método combinado, que es el promedio vertical de datos transformados multiplicado por el índice de estacionalidad y todo esto sumado a la pendiente de datos originales por el número de periodo.

3.1.1. Gráfico de datos

Para el área de almacén se recopilan los datos de pedidos reales de periodos anteriores, con esta información se realiza una gráfica con el tiempo en el eje de las abscisas y las unidades de producto en el eje de las ordenadas.

Estos gráficos representan el primer paso para determinar el comportamiento que experimenta la demanda, se ajusta la escala todo lo que sea necesario para identificar el tipo de curva.

3.1.2. Análisis primario de datos

Es en esta parte del estudio en donde se determina la familia a la que pertenece la curva, por medio de la identificación del comportamiento y forma que han sufrido los datos a través del tiempo. En algunos casos es difícil fijar dicho comportamiento a simple inspección, por lo que es necesario cambiar la escala de la curva de tal manera que la misma sea catalogada en una familia de curvas.

3.1.3. Análisis secundario de datos

En este paso, con la información del análisis anterior, se toma una cantidad de periodos determinada de pedidos conocidos. Usualmente, se toman 3 periodos, a partir de esto se procede a congelar cierta cantidad de datos conocidos del último periodo. Esto se realiza con el fin de simular un pronóstico con el método elegido ya que con ello se calcula el error.

El error se calcula mediante la resta del pedido real con el pronóstico y luego se realiza la suma absoluta de todos los errores. Esto se efectúa con distintos métodos para comparar con cuál se obtuvo el menor error.

3.1.4. Pronóstico de riesgo

Se ejecutan las proyecciones de demanda de pedidos reales que no se conocen todavía para periodos de tiempo futuros. El procedimiento a seguir es igual a las evaluaciones anteriores, con la diferencia de que se obtiene el pronóstico del cual se basará la planificación de los pedidos a los proveedores.

3.2. Métodos de almacenaje

El almacenamiento surge a partir de la necesidad de resguardar todas aquellas materias primas, producto en proceso y producto terminado que en determinado momento utilizarán los usuarios y clientes de la organización. Para ello se incluye instalaciones, personas, equipo y métodos de almacenaje, que juntos harán que el almacenamiento sea efectivo para cada tipo de actividad dentro de la empresa o establecimiento.

A continuación, se describen algunos métodos básicos de almacenaje.

3.2.1. Almacenaje en bloques

Este sistema de almacenamiento se puede utilizar con materiales en *pallets* o sin ellos, de tal forma que se apilan los materiales o *pallets*, formando bloques sencillos de manipular, ya sea de forma manual o con maquinaria y sin la necesidad de utilizar estructuras.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta al momento de apilar, cuál es el peso máximo que resisten los materiales, debido a que si no se cuenta con un empaquetado lo suficientemente resistente o los materiales no soportan la estiba, pueden ocasionar daños. Usualmente, el fabricante coloca en el empaque la estiba recomendada.

Asimismo, este método puede llegar a ser poco eficiente para llevar el control o realizar recuento de materiales, obliga a que el sistema sea UEPS (último en entrar, primero en salir) y puede llegar a disminuir el espacio sino se apila lo suficiente.

3.2.2. Almacenaje en estanterías

El almacenaje en estanterías consiste en ubicar los materiales en estantes y estructuras en distinta forma de distribución. De tal forma que los estantes puedan albergar los materiales con o sin *pallets* y así pueda ser manipulado de forma manual o con maquinaria.

Las principales ventajas de este método son: el aprovechamiento de pasillos, mejor manipulación de los materiales y facilidad de cambios en la distribución del almacén. Sin embargo, para implementar este método es necesario el diseño técnico de las estructuras con base en las dimensiones de los materiales y a la disponibilidad de espacio, así como la disponibilidad de recursos para el mantenimiento de las estanterías.

3.2.2.1. Estantería de *pallets*

Adicional al almacenaje en bloques, los *pallets* son empleados en estanterías. De hecho, es una manera efectiva de aprovechar el espacio en un almacén. Se deben realizar las medidas necesarias para instalar las estanterías de tal forma que los *pallets* y materiales se apilen de la mejor manera, tomando en cuenta la resistencia y las dimensiones de las estanterías para que la colocación de los materiales sea uniforme, distribuida en volumen y peso.

3.2.2.2. Estantería de *pallets* móvil

Este sistema de estanterías se caracteriza por poseer bases móviles, es decir, los estantes tendrán movimiento por medio de una manivela o un motor. Por lo tanto, se requiere de un único pasillo para acceder a los *pallets* que se encuentren en dichos estantes. Esto permite que se mejore el aprovechamiento

del espacio en el almacén y que se reduzcan los largos recorridos dentro del mismo.

Cabe mencionar que este tipo de estanterías brinda una apariencia de orden dentro de las instalaciones y son muy fáciles de manejar.

3.2.2.3. Estantería de *pallets* dinámica

Este método se describe por tener un sistema de rodillos en los estantes, de manera que los *pallets* se desplacen a través de estos. Los materiales se colocan en fila en lo profundo de los estantes, haciendo de estos fácil de manejar. El sistema de rodillos debe contar con las medidas de seguridad correspondientes para evitar que el material sufra daños.

Como el método anterior, se reducen los recorridos y se aprovecha el espacio. Pero se debe considerar que su montaje es costoso y usualmente requiere de *pallets* especiales.

3.2.3. Identificación de estanterías

La identificación en los estantes empieza desde desembalar y realizar una inspección de los materiales para determinar si los mismos se encuentran completos y para verificar que se encuentren en óptimas condiciones, de ser así pasan a ser clasificados según su conveniencia y se almacenan en el lugar respectivo, se colocan etiquetas en los estantes según los materiales a colocar.

De encontrar anomalías en el producto o faltantes se devuelve el producto dañado y se programa una nueva entrega.

3.3. Distribución de la planta del almacén

La distribución de un almacén inicia desde las características del espacio físico. Se deben tomar en cuenta factores como la resistencia del suelo para soportar las cargas a manejar, el acoplamiento de las normas gubernamentales o de la empresa para almacenar materiales inflamables, el tipo de alumbrado que facilite la localización de materiales, que las tuberías queden preferiblemente en los pasillos para evitar la obstrucción y mejorar el acceso al equipo de mantenimiento.

En la planificación de una distribución de almacén debe existir, entre los objetivos, la facilidad de acceso a los materiales, el aprovechamiento del espacio, el resguardo de los materiales para evitar su deterioro, la facilidad de recuento, entre otros. Asimismo, las técnicas de almacenamiento, dependiendo del tipo de material y cantidades, ayudan a reducir los transportes, movimientos de personal y manipulación innecesaria.

3.4. Diseño de formato de entrada y salida de materiales

Para un mejor control y manejo de los materiales del almacén se propuso una plantilla básica en la cual se identificó a cada material con un código para llevar mejores controles en el futuro. Los campos de la plantilla son: código, nombre, meses a evaluar, pronóstico, *stock* de seguridad, inventario máximo, existencia, material en tránsito y total a pedir.

- ABC: es la clasificación de los materiales en tres categorías, basado en el principio de Pareto en que alrededor del 20 % de artículos en inventario representa el 80 % del valor total de ese inventario.

- A: para una clasificación A se toma en cuenta que el 75 % y 80 % del valor del almacén se encuentra en el 15 % y 20 % de materiales.
- B: para una clasificación B se toma en cuenta que el 15 % del valor total de inventario se encuentra en el 25 % de los materiales.
- C: para una clasificación C se toma en cuenta que el 5 % del valor del almacén se encuentra en el 60 % de los materiales.

3.5. Análisis financiero

Como otra posible opción de control de los recursos y actividades dentro de un almacén es considerable pensar en un análisis financiero, por medio de razones financieras. Esto puede ser posible si se logra el manejo de estados financieros de los recursos. Este es un análisis que proporcionaría a los colaboradores lograr controles económicos que faciliten la toma de decisiones y a tener una mejor administración.

Las razones financieras son una forma de recopilar datos y compara la evolución de una institución, tiene como objetivo regular el desempeño de un periodo a otro. Con ello es posible analizar cambios no previstos y detectar inconvenientes a tiempo. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las razones financieras detectan síntomas de la situación en una institución, para detectar el funcionamiento de la institución es necesario utilizar varias razones al mismo tiempo y a partir de ello formar una reflexión de la situación actual.

Las razones más conocidas son de liquidez, de actividad y de autonomía. Las más convenientes para este caso serían las razones de actividad, que mide

la rotación de inventarios, rotación anual de cobros y pagos, rotación de activos y de capital de trabajo.

Sin embargo, el análisis financiero se aplica esencialmente en proyectos dedicados a generar ingresos. Por lo tanto, este análisis no se toma en cuenta en la presente investigación.

3.6. Capacitación de los nuevos métodos

Se ha identificado la necesidad de capacitación de los nuevos métodos al personal de almacén, para que puedan iniciar con la implementación de los mismos. Primero, deberá ejecutarse un plan de capacitación, en donde se establezcan los temas a tratar durante el aprendizaje, el material de apoyo y el cronograma de actividades. Luego, se llevará a cabo las capacitaciones según el plan, realizando también una evaluación para validar lo aprendido por los colaboradores y una encuesta de satisfacción para identificar áreas de mejora.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Pronóstico de la demanda de materiales del almacén

Según los métodos mencionados anteriormente, se realizaron los pronósticos de los materiales con mayor rotación dentro del almacén. Los datos fueron tomados de tres periodos de 11 meses, debido a que en el mes de diciembre no se labora en el almacén.

4.1.1. Papel bond carta 80 gr

Los datos recopilados para tres periodos de los pedidos hechos al área de almacén son los siguientes:

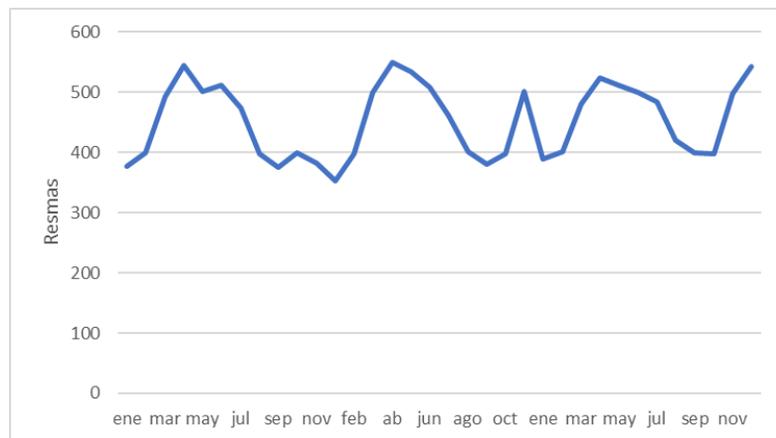
Tabla IV. Datos sobre papel bond carta 80 gr

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| Ene | 377 | ene | 353 | ene | 390 |
| Feb | 400 | feb | 397 | feb | 401 |
| Mar | 492 | mar | 499 | mar | 481 |
| Ab | 545 | ab | 550 | ab | 524 |
| May | 501 | may | 535 | may | 512 |
| Jun | 512 | jun | 508 | jun | 500 |
| Jul | 473 | jul | 462 | jul | 485 |
| Ago | 398 | ago | 402 | ago | 420 |
| Sep | 375 | sep | 380 | sep | 400 |
| Oct | 399 | oct | 398 | oct | 397 |
| Nov | 382 | nov | 502 | nov | 498 |

Fuente: elaboración propia.

El análisis primario muestra la tendencia de los datos, se observan ciclos dentro de la gráfica.

Figura 9. **Resmas de papel bond carta 80 gr**



Fuente: elaboración propia.

Luego, se realizó el análisis secundario para identificar el error acumulado.

Tabla V. **Promedio horizontal e índice de estacionalidad (22 datos) de papel bond carta 80 gr**

| Prom. Horizontal (22) | Índice (22) |
|-----------------------|----------------|
| 365 | 0,81606 |
| 398,5 | 0,89096 |
| 495,5 | 1,10783 |
| 547,5 | 1,22409 |
| 518 | 1,15813 |
| 510 | 1,14024 |
| 467,5 | 1,04522 |
| 400 | 0,89431 |

Continuación de la tabla V.

| | |
|-------|----------------|
| 377,5 | 0,84400 |
| 398,5 | 0,89096 |
| 442 | 0,98821 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (22 datos) = 447,27

El índice estacional se obtiene a partir de lo siguiente:

$$I = \text{promedio horizontal} / \text{promedio vertical} \quad (1)$$

Tabla VI. **Error acumulado de papel bond carta 80 gr**

| Mes | Pedido | Pronóstico | Error | E |
|------------|--------|------------|-------|--------|
| Agosto | 420 | 375,61 | 44,39 | 44,39 |
| septiembre | 400 | 337,60 | 62,40 | 106,79 |
| Octubre | 397 | 353,71 | 43,29 | 150,08 |
| Agosto | 498 | 492,13 | 5,87 | 155,95 |

Fuente: elaboración propia.

El pronóstico de prueba se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$P = I * V \quad (2)$$

Donde:

- P = pronóstico
- I = índice estacional del periodo
- V = último dato de pedido real

Tabla VII. **Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de papel bond carta 80 gr**

| Prom. Horizontal (33) | Índice (33) |
|-----------------------|-------------|
| 373 | 0,8297 |
| 399 | 0,8875 |
| 491 | 1,0905 |
| 540 | 1,1994 |
| 516 | 1,1468 |
| 507 | 1,1261 |
| 473 | 1,0520 |
| 407 | 0,9038 |
| 385 | 0,8557 |
| 398 | 0,8846 |
| 461 | 1,0238 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (33 datos) = 450

Para el año 2017 se pronostican en los primeros cuatro meses los pedidos según la tabla VIII.

Tabla VIII. **Pronósticos de papel bond carta 80 gr**

| Mes | pedido | Pronóstico |
|---------|--------|------------|
| Enero | 390 | 324 |
| febrero | 401 | 356 |
| marzo | 481 | 525 |
| Abril | 524 | 629 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Papel bond oficio 80 gr

Los datos recolectados para el pronóstico de las resmas de papel bond oficio son los siguientes.

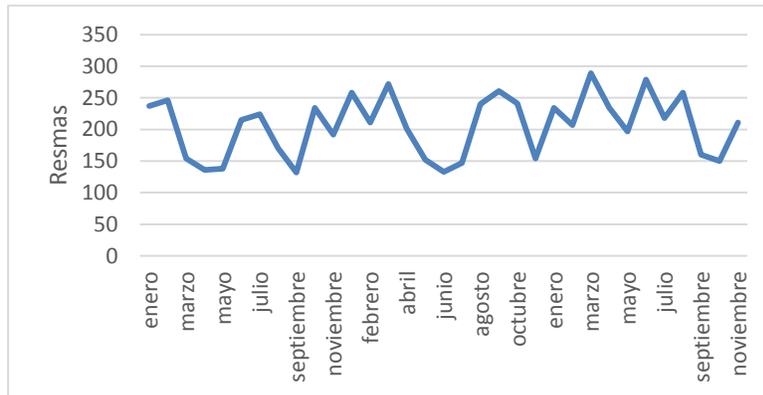
Tabla IX. Datos papel bond oficio 80 gr

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| ene | 237 | ene | 258 | ene | 234 |
| feb | 246 | feb | 211 | feb | 207 |
| mar | 154 | mar | 272 | mar | 289 |
| ab | 136 | ab | 201 | ab | 234 |
| may | 138 | may | 152 | may | 197 |
| jun | 215 | jun | 133 | jun | 279 |
| jul | 224 | jul | 147 | jul | 218 |
| ago | 170 | ago | 240 | ago | 258 |
| sep | 132 | sep | 261 | sep | 160 |
| oct | 234 | oct | 241 | oct | 150 |
| nov | 192 | nov | 154 | nov | 211 |

Fuente: elaboración propia.

En la gráfica anterior se observa una tendencia cíclica, al igual que el papel bond carta. Por lo que se procedió a realizar el promedio de datos horizontal y vertical de los primeros dos periodos, debido a que se han congelado los últimos 4 meses del tercer periodo para encontrar el error del pronóstico de prueba.

Figura 10. **Resmas de papel bond oficio 80 gr**



Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Promedio horizontal e índice estacional (22 datos) de papel bond oficio 80 gr**

| Prom. Horizontal (22) | Indice (22) |
|-----------------------|-------------|
| 247,5 | 1,252299908 |
| 228,5 | 1,156163753 |
| 213 | 1,077736891 |
| 168,5 | 0,852575897 |
| 145 | 0,733670653 |
| 174 | 0,880404784 |
| 185,5 | 0,938592456 |
| 205 | 1,03725851 |
| 196,5 | 0,99425023 |
| 237,5 | 1,201701932 |
| 173 | 0,875344986 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (22 datos) = 197,63

El índice estacional se obtiene a partir de la ecuación 1.

Tabla XI. **Error acumulado de papel bond oficio 80 gr**

| Mes | Pedido | Pronóstico | Error | E |
|------------|--------|------------|--------|-------|
| agosto | 258 | 267,61 | -9.61 | 9,61 |
| septiembre | 160 | 159,08 | 0.92 | 10,53 |
| octubre | 150 | 180,26 | -30.26 | 40,79 |
| agosto | 211 | 184,70 | 26.30 | 67,09 |

Fuente: elaboración propia.

Para encontrar el pronóstico es necesario utilizar los tres periodos completos y con ello obtener el índice estacional de todos los datos.

Tabla XII. **Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de papel bond oficio 80 gr**

| Prom. Horizontal (33) | Índice (33) |
|-----------------------|---------------|
| 243 | 1,1819 |
| 221 | 1,0765 |
| 238 | 1,1592 |
| 190 | 0,9257 |
| 162 | 0,7895 |
| 209 | 1,0165 |
| 196 | 0,9549 |
| 223 | 1,0830 |
| 184 | 0,8965 |
| 208 | 1,0133 |
| 186 | 0,9030 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (33 datos) = 205,60

Tabla XIII. **Pronóstico de papel bond oficio 80 gr**

| Mes | pedido | Pronóstico |
|---------|--------|------------|
| enero | 234 | 277 |
| febrero | 207 | 223 |
| marzo | 289 | 335 |
| abril | 234 | 217 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. **Bolígrafos color negro**

Se tomaron los datos de tres periodos para los pedidos de bolígrafos color negro.

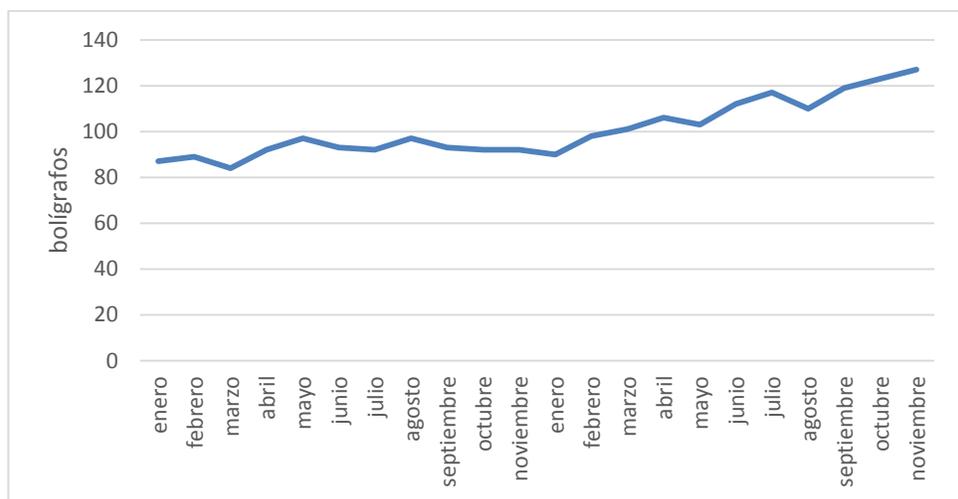
Tabla XIV. **Datos de bolígrafos color negro**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|------------|----|------------|----|------------|-----|
| enero | 56 | enero | 87 | enero | 90 |
| febrero | 58 | febrero | 89 | febrero | 98 |
| marzo | 61 | marzo | 84 | marzo | 101 |
| abril | 59 | abril | 92 | abril | 106 |
| mayo | 64 | mayo | 97 | mayo | 103 |
| junio | 60 | junio | 93 | junio | 112 |
| julio | 77 | julio | 92 | julio | 117 |
| agosto | 79 | agosto | 97 | agosto | 110 |
| septiembre | 83 | septiembre | 93 | septiembre | 119 |
| octubre | 96 | octubre | 92 | octubre | 123 |
| noviembre | 93 | noviembre | 92 | noviembre | 127 |

Fuente: elaboración propia.

El gráfico muestra una tendencia ascendente en los datos, por lo que se procedió a utilizar el método de regresión, aplicando modelos de línea recta, exponencial, logarítmica y potencial, de tal forma que se determinara el modelo ideal para estos datos.

Figura 11. **Bolígrafos color negro**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Pendientes y constantes de regresión de bolígrafos color negro**

| | A | B | R |
|-----|--------|--------|--------|
| EXP | 82,58 | 0,0166 | 0,8233 |
| LIN | 80,909 | 1,7154 | 0,8115 |
| LOG | 75,662 | 11,336 | 0,568 |
| POT | 78,206 | 0,1113 | 0,5939 |

Fuente: elaboración propia.

Se observa que el mejor modelo a utilizar es la ecuación exponencial, de la siguiente manera.

$$\text{Exponencial} = Ae^{bx} \quad (3)$$

Donde:

- A= intersección en el eje Y cuando X es 0
- e = número de Euler, aproximadamente 2,718
- b = pendiente de la curva
- R= coeficiente de correlación

Al aplicar el modelo al próximo periodo, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla XVI. **Pronóstico de bolígrafos color negro**

| Mes | Unidades | Paquetes |
|---------|----------|----------|
| enero | 145 | 12 |
| febrero | 147 | 13 |
| marzo | 150 | 12 |
| abril | 152 | 13 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Papel higiénico

Se tomaron los datos para los rollos de papel higiénico para su pronóstico.

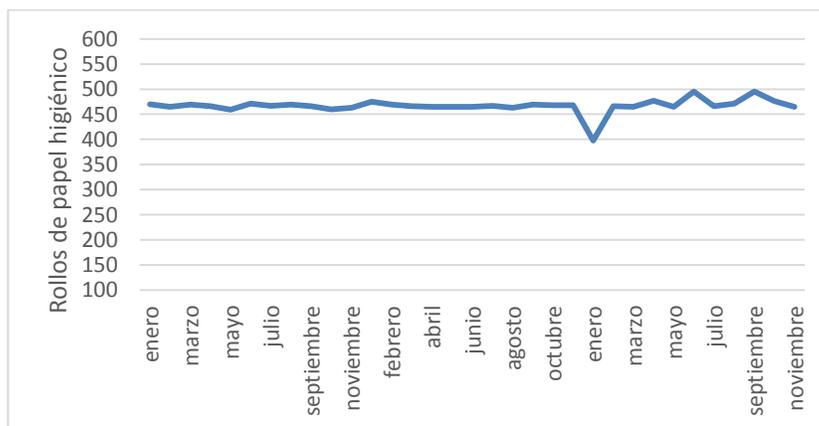
Tabla XVII. **Datos del papel higiénico**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| enero | 470 | enero | 465 | enero | 398 |
| febrero | 465 | febrero | 469 | febrero | 466 |
| marzo | 479 | marzo | 466 | marzo | 465 |
| abril | 466 | abril | 465 | abril | 521 |
| mayo | 459 | mayo | 465 | mayo | 465 |
| junio | 471 | junio | 465 | junio | 495 |
| julio | 467 | julio | 467 | julio | 466 |
| agosto | 469 | agosto | 463 | agosto | 532 |
| septiembre | 466 | septiembre | 469 | septiembre | 495 |
| octubre | 460 | octubre | 468 | octubre | 476 |
| noviembre | 463 | noviembre | 468 | noviembre | 465 |

Fuente: elaboración propia.

Los datos reflejan una tendencia estable a lo largo del tiempo, según la siguiente gráfica.

Figura 12. **Rollos de papel higiénico**



Fuente: elaboración propia.

Para obtener el error acumulado de cada método (último periodo, promedio aritmético, promedio móvil, promedio móvil ponderado y promedio móvil exponencial), y escoger el adecuado se han congelado los últimos cuatro meses del tercer periodo.

Tabla XVIII. **Errores acumulados de papel higiénico**

| último periodo | | promedio aritmético | | promedio móvil | |
|----------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|
| Pronóstico | Error | Pronóstico | Error | Pronóstico | Error |
| 466 | 5 | 465 | 6 | 476 | -5 |
| 532 | -37 | 465 | 30 | 474 | 21 |
| 495 | 1 | 466 | -19 | 481.75 | 5,75 |
| 476 | -1 | 467 | -2 | 477 | 12 |
| Suma abs. | 44 | | 57 | | 43 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Promedio móvil ponderado de papel higiénico**

| Promedio móvil ponderado | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------|------|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|---------|
| Mes | P1 | | | P2 | | | P3 | | | P4 | | |
| ago | 521 | 0,25 | 130,25 | 465 | 0,25 | 116,25 | 495 | 0,25 | 123,75 | 466 | 0,25 | 116,5 |
| sep | 465 | 0,5 | 232,5 | 495 | 0,5 | 247,5 | 466 | 0,5 | 233 | 532 | 0,5 | 266 |
| oct | 495 | 0,75 | 371,25 | 466 | 0,75 | 349,5 | 532 | 0,75 | 399 | 495 | 0,75 | 371,25 |
| nov | 466 | 2,5 | 1165 | 532 | 2,5 | 1330 | 495 | 2,5 | 1237,5 | 476 | 2,5 | 1190 |
| | Promedio | | 474,75 | | | 510,81 | | | 498,31 | | | 485,938 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Error acumulado promedio móvil ponderado de papel higiénico**

| Error | |
|---------------|-------|
| Pronóstico | Error |
| 475 | -4 |
| 511 | -16 |
| 498 | -22 |
| 486 | -21 |
| suma absoluta | 63 |

Fuente: elaboración propia.

Utilizando un α (alfa) de 0,5 y las siguientes fórmulas se obtuvo el pronóstico de prueba del método promedio móvil exponencial.

$$P_n = P_{n-1} + [(1 - \alpha) / \alpha] * T_{n-1} \quad (4)$$

$$T_n = \alpha (V_n - V_{n-1}) + (1 - \alpha) * T_{n-1} \quad (5)$$

$$T_{n-1} = V_n - V_{n-1} \quad (6)$$

Donde:

- P = pronóstico
- T = tendencia
- V = pedidos
- α = alfa

Tabla XXI. **Promedio móvil exponencial de papel higiénico**

| | |
|------------|-------|
| T7 | -29 |
| T8 | -12 |
| P8 | 475,5 |
| P9 | 463,5 |
| T9 | 6 |
| P10 | 469,5 |
| T10 | -6,5 |
| P11 | 463 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Error acumulado promedio móvil exponencial de papel higiénico**

| Promedio móvil exponencial | | |
|-----------------------------------|--------------|------------|
| Pronóstico | Error | E |
| 487 | -16 | -16 |
| 505 | -10 | -6 |
| 496 | -20 | 14 |
| 482 | -17 | 24 |

Fuente: elaboración propia.

Se pudo observar que el menor error acumulado pertenece al método promedio móvil exponencial, el cual fue utilizado para calcular el pronóstico de los primeros cuatro meses del año 2017.

Tabla XXIII. **Método de promedio móvil exponencial de papel higiénico**

| | |
|-----|--------|
| T11 | -8,75 |
| P12 | 454,25 |
| T12 | -9,75 |
| P13 | 444,5 |
| T13 | -9,75 |
| P14 | 434,75 |
| T4 | -20 |
| P15 | 414,75 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Pronóstico de papel higiénico**

| Mes | Pronóstico |
|---------|------------|
| enero | 454 |
| febrero | 465 |
| marzo | 461 |
| abril | 456 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Jabón en polvo

Los datos que se tomaron para las bolsas de jabón en polvo son los siguientes:

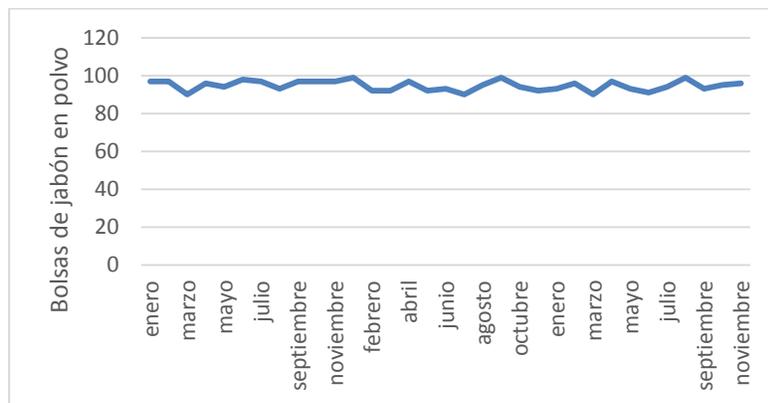
Tabla XXV. **Datos de jabón en polvo**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|------------|----|------------|----|------------|----|
| enero | 97 | enero | 99 | enero | 93 |
| febrero | 97 | febrero | 92 | febrero | 96 |
| marzo | 90 | marzo | 92 | marzo | 90 |
| abril | 96 | abril | 97 | abril | 97 |
| mayo | 94 | mayo | 92 | mayo | 93 |
| junio | 98 | junio | 93 | junio | 91 |
| julio | 97 | julio | 90 | julio | 94 |
| agosto | 93 | agosto | 95 | agosto | 99 |
| septiembre | 97 | septiembre | 99 | septiembre | 93 |
| octubre | 97 | octubre | 94 | octubre | 95 |
| noviembre | 97 | noviembre | 92 | noviembre | 96 |

Fuente: elaboración propia.

Según la gráfica de los datos de bolsas de jabón en polvo, se observó que se trata de una tendencia estable. Para lo cual se determinó el método ideal según la prueba del menor error acumulado de los métodos relacionados con las familias estables.

Figura 13. **Bolsas de jabón en polvo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Errores acumulados de jabón en polvo**

| último periodo | | promedio aritmético | | promedio móvil | |
|----------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|
| Pronóstico | Error | Pronóstico | Error | Pronóstico | Error |
| 94 | 5 | 95 | 4 | 93 | 6 |
| 99 | -6 | 95 | -2 | 93 | 1 |
| 93 | 1 | 94 | 2 | 94,25 | -0,75 |
| 95 | -1 | 94 | 2 | 95 | -2 |
| Suma abs. | 13 | | 10 | | 9 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Promedio móvil ponderado de jabón en polvo**

| Promedio móvil ponderado | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------|-----|-------|----|------|-------|----|------|--------|----|------|--------|
| Mes | P1 | | | P2 | | | P3 | | | P4 | | |
| ago | 97 | 0,3 | 24,25 | 93 | 0,25 | 23,25 | 91 | 0,25 | 22,75 | 94 | 0,25 | 23,5 |
| sep | 93 | 0,5 | 46,5 | 91 | 0,5 | 45,5 | 94 | 0,5 | 47 | 99 | 0,5 | 49,5 |
| oct | 91 | 0,8 | 68,25 | 94 | 0,75 | 70,5 | 99 | 0,75 | 74,25 | 93 | 0,75 | 69,75 |
| nov | 94 | 2,5 | 235 | 99 | 2,5 | 247,5 | 93 | 2,5 | 232,5 | 95 | 2,5 | 237,5 |
| | Promedio | | 93,5 | | | 96,69 | | | 94,125 | | | 95,063 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Error acumulado promedio móvil ponderado de jabón en polvo**

| Error acumulado | |
|-----------------|---------|
| Pronóstico | Error |
| 93,5 | 5,5 |
| 96,6875 | -3,6875 |
| 94,125 | 0,875 |
| 95,0625 | 0,9375 |
| suma absoluta | 11 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Promedio móvil exponencial de jabón en polvo**

| Promedio móvil exponencial | |
|----------------------------|-------|
| T7 | 3 |
| T8 | -12 |
| P8 | 92,75 |
| P9 | 80,75 |
| T9 | -9 |
| P10 | 71,75 |
| T10 | -3,5 |
| P11 | 68,25 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Error acumulado promedio móvil exponencial de jabón en polvo**

| Promedio móvil exponencial | | |
|----------------------------|-------|----|
| Pronóstico | Error | E |
| 93 | 6 | 6 |
| 81 | 12 | 18 |
| 72 | 23 | 41 |
| 68 | 28 | 69 |

Fuente: elaboración propia.

Según los errores encontrados, se determinó que el mejor método para trabajar es el promedio móvil, por lo que el pronóstico para el próximo periodo quedó de la siguiente manera.

Tabla XXXI. **Pronóstico de jabón en polvo**

| Mes | Pronóstico |
|---------|------------|
| enero | 95 |
| febrero | 95 |
| marzo | 94 |
| abril | 93 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.6. **Papel mayordomo**

Los datos recopilados de los pedidos del papel mayordomo se encuentran en la tabla XXXII.

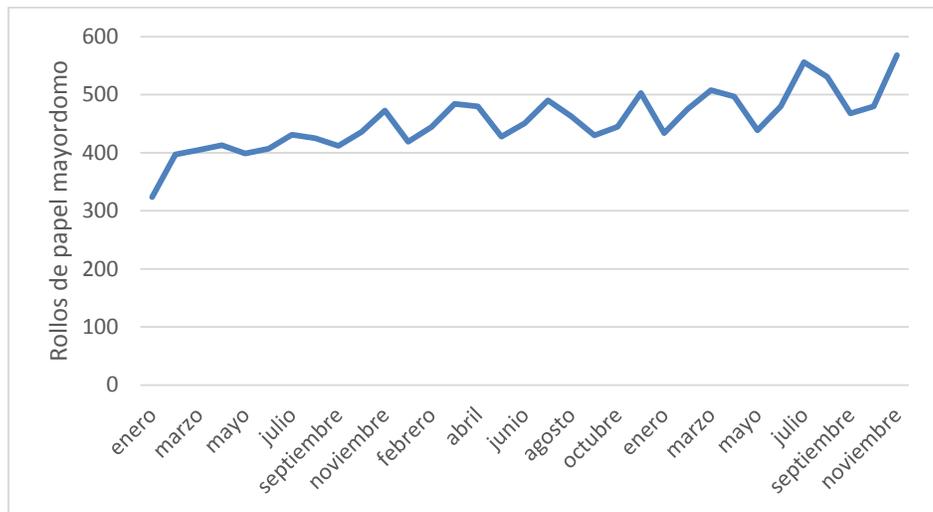
Tabla XXXII. **Datos de papel mayordomo**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| ene | 324 | ene | 419 | ene | 434 |
| feb | 397 | feb | 444 | feb | 475 |
| mar | 405 | mar | 484 | mar | 508 |
| ab | 413 | ab | 480 | ab | 497 |
| may | 399 | may | 428 | may | 439 |
| jun | 407 | jun | 451 | jun | 480 |
| jul | 431 | jul | 490 | jul | 556 |
| ago | 425 | ago | 463 | ago | 531 |
| sep | 412 | sep | 430 | sep | 468 |
| oct | 436 | oct | 445 | oct | 480 |
| nov | 473 | nov | 503 | nov | 568 |

Fuente: elaboración propia.

Los datos muestran una tendencia cíclica, pero al mismo tiempo ascendente, como se muestra a continuación.

Figura 14. **Rollos de papel mayordomo**



Fuente: elaboración propia.

En este caso, se procedió similarmente a los datos cíclicos, con la diferencia de que los datos se transformaron a una tendencia simulada, utilizando lo siguiente.

$$\text{Datos nuevos} = \text{datos originales} - B * T \quad (7)$$

Donde:

- B = pendiente de la curva
- T = número del mes a analizar

La pendiente de la curva se obtiene mediante los métodos de regresión ya que el método del coeficiente de correlación más cercano a 1 será el ideal para realizar los cálculos.

En este caso se eligió al método de regresión potencial.

Tabla XXXIII. **Métodos básicos de regresión de papel mayordomo**

| | a | b | r |
|-----|--------|--------|--------|
| lin | 2279,7 | 131,86 | 0,9233 |
| exp | 2304,3 | 0,0485 | 0,9171 |
| log | 2686,6 | 371,31 | 0,9186 |
| pot | 2689,7 | 0,1385 | 0,9363 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Datos transformados de papel mayordomo**

| Periodo nuevo 1 | | Periodo nuevo 2 | | Periodo nuevo 3 | |
|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| ene | 323,862 | ene | 417,338 | ene | 430,815 |
| feb | 396,723 | feb | 442,200 | feb | 471,676 |
| mar | 404,585 | mar | 482,061 | mar | 504,676 |
| ab | 412,446 | ab | 477,923 | ab | 493,676 |
| may | 398,308 | may | 425,784 | may | 435,538 |
| jun | 406,169 | jun | 448,646 | jun | 476,399 |
| jul | 430,031 | jul | 487,507 | jul | 552,261 |
| ago | 423,892 | ago | 460,369 | ago | 527,122 |
| sep | 410,754 | sep | 427,230 | sep | 463,984 |
| oct | 434,615 | oct | 442,092 | oct | 475,845 |
| nov | 471,477 | nov | 499,953 | nov | 563,707 |

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta información se obtuvo el promedio vertical y horizontal para 22 y 33 datos; luego, se calculó el índice estacional.

Tabla XXXV. **Promedios horizontales e índices estacionales de papel mayordomo**

| Prom. Horizontal (22) | índice (22) | Prom. Horizontal (33) | índice (33) |
|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 370,600 | 0,85607194 | 390,671 | 0,89029032 |
| 419,461 | 0,96894023 | 436,866 | 0,99556248 |
| 443,323 | 1,02405943 | 463,774 | 1,05688163 |
| 445,184 | 1,02835942 | 461,348 | 1,05135384 |
| 412,046 | 0,95181069 | 419,876 | 0,9568448 |
| 427,407 | 0,9872952 | 443,738 | 1,01122213 |
| 458,769 | 1,05973912 | 489,933 | 1,11649429 |
| 442,130 | 1,02130479 | 470,461 | 1,07212045 |
| 418,992 | 0,9678557 | 433,989 | 0,98900578 |
| 438,353 | 1,01258006 | 450,851 | 1,02743099 |
| 485,715 | 1,1219834 | 511,712 | 1,16612662 |

Fuente: elaboración propia.

- Promedio vertical (22 datos) =432,907
- Promedio vertical (33 datos) =438,813

Se ha procedido a calcular el error acumulado, congelando los últimos cuatro meses del tercer periodo.

Tabla XXXVI. **Errores acumulados de papel mayordomo**

| Mes | pedido | pronóstico | Error | E |
|-----|--------|------------|----------|-----------|
| ago | 531 | 443,58525 | 87,41475 | 87,41475 |
| sep | 468 | 420,49525 | 47,50475 | 134,9195 |
| oct | 480 | 439,90525 | 40,09475 | 175,01425 |
| nov | 568 | 487,31525 | 80,68475 | 255,699 |

Fuente: elaboración propia.

Se ha calculado el pronóstico de los rollos de papel mayordomo a partir de la ecuación $Y = 2689,7x^{0,1385}$.

Tabla XXXVII. **Pronóstico de papel mayordomo**

| Mes | Pronóstico |
|-----|------------|
| ene | 395 |
| feb | 437 |
| mar | 464 |
| abr | 420 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.7. Limpiadores de tela

Se han recopilado los datos de los pedidos de limpiadores de tela, obteniendo la siguiente tabla.

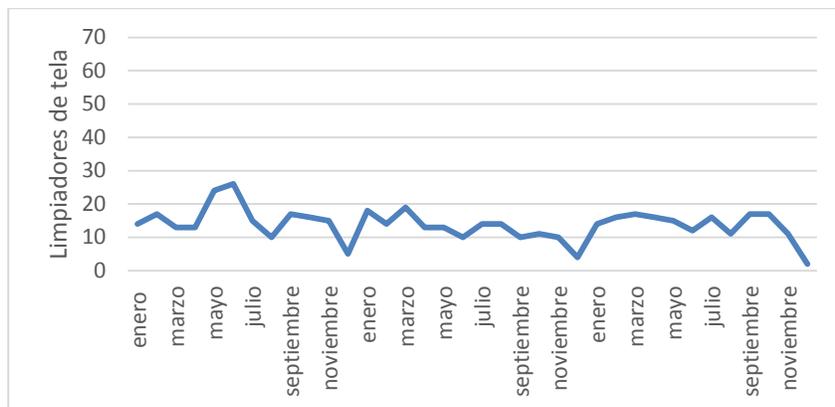
Tabla XXXVIII. **Datos de limpiadores de tela**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| ene | 14 | ene | 18 | ene | 14 |
| feb | 17 | feb | 14 | feb | 16 |
| mar | 13 | mar | 19 | mar | 17 |
| ab | 13 | ab | 13 | ab | 16 |
| may | 24 | may | 13 | may | 15 |
| jun | 26 | jun | 10 | jun | 12 |
| jul | 15 | jul | 14 | jul | 16 |
| ago | 10 | ago | 14 | ago | 11 |
| sep | 17 | sep | 10 | sep | 17 |
| oct | 16 | oct | 11 | oct | 17 |
| nov | 15 | nov | 10 | nov | 11 |

Fuente: elaboración propia.

A partir de estos datos se ha obtenido la siguiente gráfica.

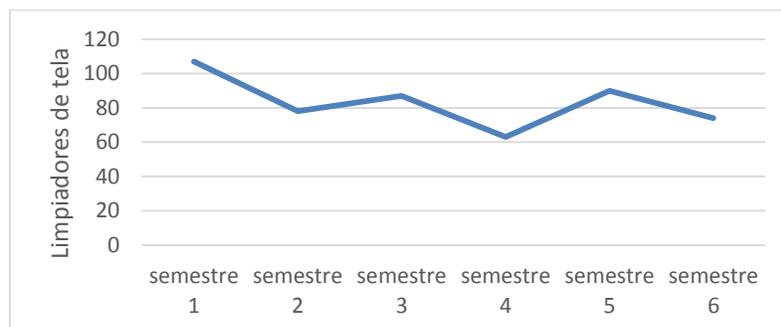
Figura 15. **Limpiadores de tela**



Fuente: elaboración propia.

Con la gráfica anterior no se observa una tendencia definida, por lo que se tomaron periodos más grandes de tiempo para suavizar la curva. En este caso se realizó el gráfico por semestres, lo que mostró una curva con tendencia cíclica.

Figura 16. **Limpiadores de tela (por semestre)**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Promedio horizontal e índice estacional (22 grados) de limpiadores de tela**

| Prom. Horizontal (22) | Índice (22) |
|-----------------------|---------------|
| 16,00 | 1,0798 |
| 15,50 | 1,0460 |
| 16,00 | 1,0798 |
| 13,00 | 0,8773 |
| 18,50 | 1,2485 |
| 18,00 | 1,2147 |
| 14,50 | 0,9785 |
| 12,00 | 0,8098 |
| 13,50 | 0,9110 |
| 13,50 | 0,9110 |
| 12,50 | 0,8436 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (22 datos) = 14,81

Conociendo el error acumulado, se procedió a calcular el pronóstico, para ello fue necesario los promedios horizontal y vertical de los tres periodos y los índices estacionales correspondientes.

Tabla XL. **Promedio horizontal e índices estacionales (33 datos) de limpiadores de tela**

| Prom. Horizontal (33) | Índice (33) |
|-----------------------|---------------|
| 15,33 | 1,0369 |
| 15,67 | 1,0594 |
| 16,33 | 1,1045 |
| 14,00 | 0,9467 |
| 17,33 | 1,1721 |
| 16,00 | 1,0820 |
| 15,00 | 1,0143 |

Continuación de la tabla XL.

| | |
|-------|--------|
| 11,67 | 0,7889 |
| 14,67 | 0,9918 |
| 14,67 | 0,9918 |
| 12,00 | 0,8115 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (33 datos) = 14,79

Tabla XLI. **Pronósticos de limpiadores de tela**

| Mes | pedido | Pronóstico |
|---------|--------|------------|
| enero | 14 | 15 |
| febrero | 16 | 17 |
| marzo | 17 | 19 |
| abril | 16 | 15 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.8. Azúcar

Los datos sobre las libras de azúcar que se piden al área de almacén se encuentran tabulados a continuación.

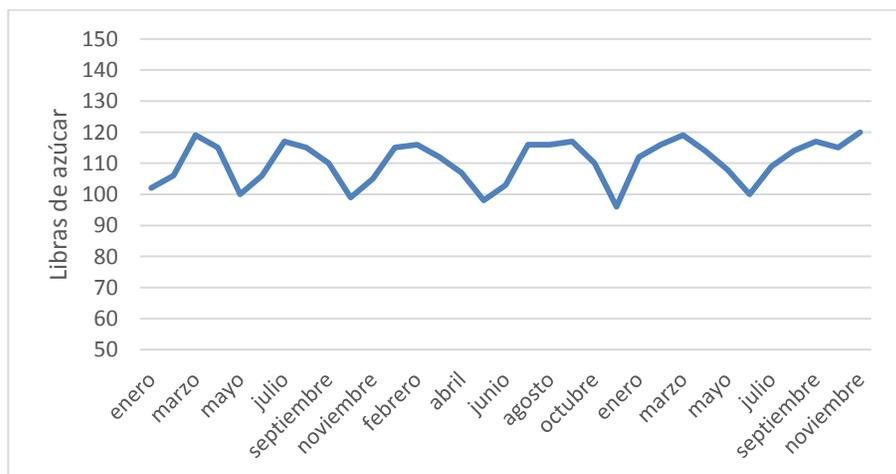
Tabla XLII. **Datos sobre libras de azúcar**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| ene | 102 | ene | 115 | ene | 112 |
| feb | 106 | feb | 116 | feb | 116 |
| mar | 119 | mar | 112 | mar | 119 |
| ab | 115 | ab | 107 | ab | 114 |
| may | 100 | may | 98 | may | 108 |
| jun | 106 | jun | 103 | jun | 100 |
| jul | 117 | jul | 116 | jul | 109 |
| ago | 115 | ago | 116 | ago | 114 |
| sep | 110 | sep | 117 | sep | 117 |
| oct | 99 | oct | 110 | oct | 115 |
| nov | 105 | nov | 96 | nov | 120 |

Fuente: elaboración propia.

La gráfica de los datos anteriores muestra una apariencia de pertenecer a la familia de curvas cíclicas.

Figura 17. **Azúcar (lb)**



Fuente: elaboración propia.

Al igual que el caso anterior, se obtuvieron los índices estacionales para proporcionar los pronósticos correspondientes a los primeros cuatro meses del cuarto periodo.

Tabla XLIII. **Promedio horizontal e índices estacionales (22 datos) de azúcar**

| Prom. Horizontal (22) | Índice (22) |
|-----------------------|-------------------|
| 108,50 | 0,99458333 |
| 111,00 | 1,0175 |
| 115,50 | 1,05875 |
| 111,00 | 1,0175 |
| 99,00 | 0,9075 |
| 104,50 | 0,95791667 |
| 116,50 | 1,06791667 |
| 115,50 | 1,05875 |
| 113,50 | 1,04041667 |
| 104,50 | 0,95791667 |
| 100,50 | 0,92125 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (22 datos) = 109,09

Tabla XLIV. **Error acumulado de libras de azúcar**

| Mes | Pedido | Pronóstico | Error | E |
|------------|--------|------------|-------|-------|
| agosto | 114 | 120,70 | -6,70 | 6,70 |
| septiembre | 117 | 121,73 | -4,73 | 11,43 |
| octubre | 115 | 110,16 | 4,84 | 16,27 |
| agosto | 120 | 110,55 | 9,45 | 25,72 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de libras de azúcar**

| Prom. Horizontal (33) | Índice (33) |
|-----------------------|---------------|
| 109,67 | 0,9931 |
| 112,67 | 1,0203 |
| 116,67 | 1,0565 |
| 112,00 | 1,0143 |
| 102,00 | 0,9237 |
| 103,00 | 0,9328 |
| 114,00 | 1,0324 |
| 115,00 | 1,0414 |
| 114,67 | 1,0384 |
| 108,00 | 0,9780 |
| 107,00 | 0,9690 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (33 datos) = 110,42

Tabla XLVI. **Pronóstico de libras de azúcar**

| Mes | pedido | Cálculo | Pronóstico |
|---------|--------|---------|------------|
| enero | 112 | 111,23 | 111 |
| febrero | 116 | 118,36 | 118 |
| marzo | 119 | 125,73 | 126 |
| abril | 114 | 115,63 | 116 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.9. **Café**

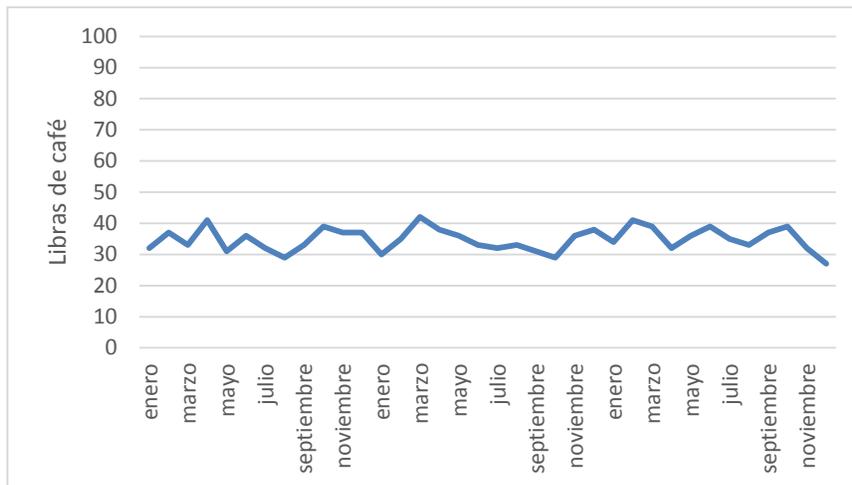
Los pedidos de libras de café se han registrado para tres periodos de la siguiente manera:

Tabla XLVII. Datos sobre libras de café

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|------------|----|------------|----|------------|----|
| enero | 32 | enero | 30 | enero | 34 |
| febrero | 37 | febrero | 35 | febrero | 41 |
| marzo | 33 | marzo | 42 | marzo | 39 |
| abril | 41 | abril | 38 | abril | 32 |
| mayo | 31 | mayo | 36 | mayo | 36 |
| junio | 36 | junio | 33 | junio | 39 |
| julio | 32 | julio | 32 | julio | 35 |
| agosto | 29 | agosto | 33 | agosto | 33 |
| septiembre | 33 | septiembre | 31 | septiembre | 37 |
| octubre | 39 | octubre | 29 | octubre | 39 |
| noviembre | 37 | noviembre | 36 | noviembre | 32 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Café (lb)**



Fuente: elaboración propia.

Estos datos no muestran variaciones representativas, de tal forma que se han clasificado dentro de las familias estables, siguiendo los siguientes métodos.

Tabla XLVIII. **Errores acumulados de libras de café**

| último periodo | | promedio aritmético | | promedio móvil | |
|----------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|
| Pronóstico | Error | Pronóstico | Error | Pronóstico | Error |
| 38 | -5 | 35 | -2 | 36 | -3 |
| 36 | 1 | 35 | 2 | 36 | 1 |
| 33 | 1 | 35 | 6 | 36 | -3 |
| 32 | -1 | 35 | -3 | 36 | 4 |
| Suma abs. | 8 | | 9 | | 11 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Promedio móvil ponderado de libras de café**

| Promedio móvil ponderado | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|------|------|----|------|--------|----|------|--------|----|------|--------|
| Mes | P1 | | | P2 | | | P3 | | | P4 | | |
| agosto | 32 | 0,25 | 8 | 36 | 0,25 | 9 | 39 | 0,25 | 9,75 | 35 | 0,25 | 8,75 |
| septiembre | 36 | 0,5 | 18 | 39 | 0,5 | 19,5 | 35 | 0,5 | 17,5 | 33 | 0,5 | 16,5 |
| octubre | 39 | 0,75 | 29,3 | 35 | 0,75 | 26,25 | 33 | 0,75 | 24,75 | 37 | 0,75 | 27,75 |
| noviembre | 35 | 2,5 | 87,5 | 33 | 2,5 | 82,5 | 37 | 2,5 | 92,5 | 39 | 2,5 | 97,5 |
| | Pro-medio | | 35,7 | | | 34,313 | | | 36,125 | | | 37,625 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Error acumulado promedio móvil ponderado sobre libras de café**

| Pronóstico | Error |
|------------|-------|
| 36 | -3 |
| 34 | 3 |
| 36 | 3 |
| 38 | -6 |
| suma abs. | 15 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Promedio móvil exponencial sobre libras de café**

| | |
|-----|--------|
| T7 | -4 |
| T8 | -15,5 |
| P8 | 36,5 |
| P9 | 21 |
| T9 | -5,75 |
| P10 | 15,25 |
| T10 | -1,875 |
| P11 | 13,375 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Error acumulado de promedio móvil exponencial para libras de café**

| Promedio móvil exponencial | | |
|----------------------------|-------|----|
| Pronóstico | Error | E |
| 36 | -3 | 3 |
| 21 | 16 | 19 |
| 15 | 24 | 43 |
| 13 | 19 | 62 |

Fuente: elaboración propia.

En este caso el mejor método es el último periodo ya que ha obtenido el menor error acumulado.

Tabla LIII. **Pronósticos sobre libras de café**

| Mes | Pronóstico |
|---------|------------|
| enero | 35 |
| febrero | 33 |
| marzo | 37 |
| abril | 39 |

Fuente: elaboración propia.

4.1.10. Agua pura

Los pedidos de garrafones de agua pura se han registrado para tres periodos de la siguiente manera:

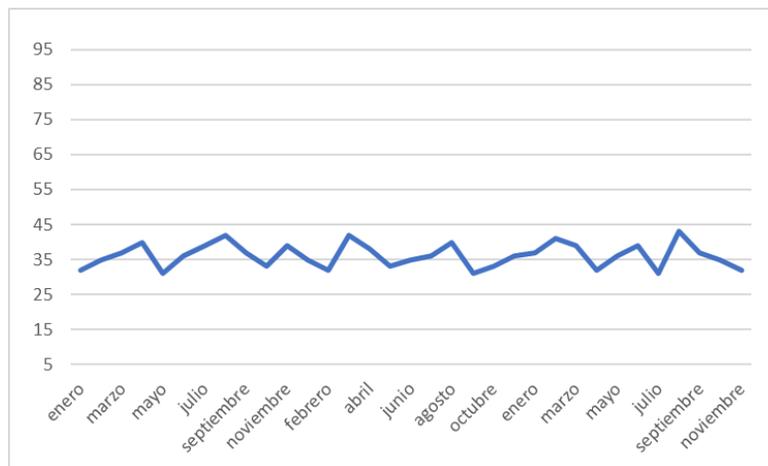
Tabla LIV. **Datos sobre garrafones de agua pura**

| Periodo 1 | | Periodo 2 | | Periodo 3 | |
|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| ene | 32 | ene | 35 | ene | 37 |
| feb | 35 | feb | 32 | feb | 41 |
| mar | 37 | mar | 42 | mar | 39 |
| ab | 40 | ab | 38 | ab | 32 |
| may | 31 | may | 33 | may | 36 |
| jun | 36 | jun | 35 | jun | 39 |
| jul | 39 | jul | 36 | jul | 31 |
| ago | 42 | ago | 40 | ago | 43 |
| sep | 37 | sep | 31 | sep | 37 |
| oct | 33 | oct | 33 | oct | 35 |
| nov | 39 | nov | 36 | nov | 32 |

Fuente: elaboración propia.

La gráfica de los datos de garrafones de agua pura muestra una apariencia de pertenecer a la familia de curvas cíclicas.

Figura 19. **Agua pura**



Fuente: elaboración propia.

Se procedió a realizar el promedio de datos horizontal y vertical de los primeros periodos.

Tabla LV. **Promedio horizontal e índice estacional (22 datos) de agua pura**

| Prom. Horizontal (22) | Índice (22) |
|-----------------------|---------------|
| 33,50 | 0,9306 |
| 33,50 | 0,9306 |
| 39,50 | 1,0972 |
| 39,00 | 1,0833 |
| 32,00 | 0,8889 |
| 35,50 | 0,9861 |
| 37,50 | 1,0417 |
| 41.00 | 1,1389 |

Continuación de la tabla LV.

| | |
|-------|---------------|
| 34,00 | 0,9444 |
| 33,00 | 0,9167 |
| 37,50 | 1,0417 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (22 datos) = 36

Tabla LVI. **Error acumulado de agua pura**

| Mes | Pedido | Error | E |
|------------|--------|-------|-------|
| agosto | 43 | -5,97 | 5,97 |
| septiembre | 37 | 2,06 | 8,03 |
| octubre | 35 | 2,92 | 10,4 |
| agosto | 32 | -1,33 | 12,28 |

Fuente: elaboración propia.

Ahora es necesario incluir los tres periodos completos para obtener el índice estacional de todos los datos.

Tabla LVII. **Promedio horizontal e índice estacional (33 datos) de agua pura**

| Prom. Horizontal (33) | Índice (33) |
|-----------------------|-------------|
| 34,67 | 0,9581 |
| 36,00 | 0,9950 |
| 39,33 | 1,0871 |
| 36,67 | 1,0134 |
| 33,33 | 0,9213 |
| 36,67 | 1,0134 |
| 35,33 | 0,9765 |
| 41,67 | 1,1516 |
| 35,00 | 0,9673 |
| 33,67 | 0,9305 |
| 35,67 | 0,9858 |

Fuente: elaboración propia.

Promedio vertical (33 datos): 36,181

Tabla LVIII. **Pronóstico de agua pura**

| Mes | pedido | Pronóstico |
|---------|--------|------------|
| enero | 37 | 35 |
| febrero | 41 | 41 |
| marzo | 39 | 42 |
| abril | 32 | 32 |

Fuente: elaboración propia.

4.2. **Métodos de almacenaje**

En el área de almacén se pudo apreciar almacenaje de tipo estantería y en bloques. Sin embargo, las estanterías se encontraban desordenadas. La

idea es implementar un método que haga de los materiales más fácil su acceso, mantenimiento y control.

4.2.1. Almacenaje en bloques

En el medio del almacén se encuentran ubicados materiales apilados en bloques, los cuales en su mayoría son resmas de papel, pliegos de papel de distintos tipos y otros materiales pesados.

4.2.2. Almacenaje en estanterías

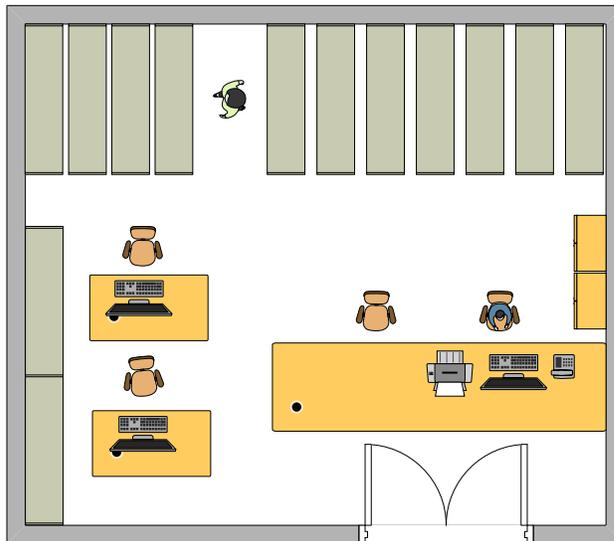
Se ha propuesto un sistema de estanterías móviles para los materiales livianos, en las cuales estarán debidamente identificados; asimismo, se podrá optimizar el espacio, teniendo únicamente un pasillo.

Figura 20. **Estanterías móviles**



Fuente: *Estanterías móviles*. <http://www.raw-edges.com/airbnb/>. Consulta: 19 de febrero de 2017.

Figura 21. **Planta con estanterías móviles**



Fuente: elaboración propia.

4.2.2.1. Identificación de estanterías

Los materiales que se coloquen en las estanterías deberán estar ordenados e identificados de manera que su acceso sea cómodo. La identificación de las estanterías se debe realizar según los códigos establecidos para los materiales que se reflejan más adelante en los formatos de planificación de pedidos.

4.2.2.2. Capacitación de los nuevos métodos

En esta etapa se procede a trasladar a los involucrados la información necesaria para el manejo de las nuevas herramientas de planificación y control de sus actividades.

Los temas por tratar son los pronósticos, métodos de almacenamiento, uso y manejo de la plantilla para el manejo de inventario y los indicadores. Más adelante se especifica a detalle cómo se lleva a cabo dicha capacitación.

Asimismo, los participantes pueden evaluar el desempeño del facilitador, mediante una encuesta para identificar su satisfacción por la capacitación.

4.2.2.2.1. Periodos de capacitación

La capacitación de estos métodos se puede llevar a cabo en 2 semanas, con 1 hora diaria de charlas y actividades didácticas que fomenten el interés y retentiva de la información hacia los participantes.

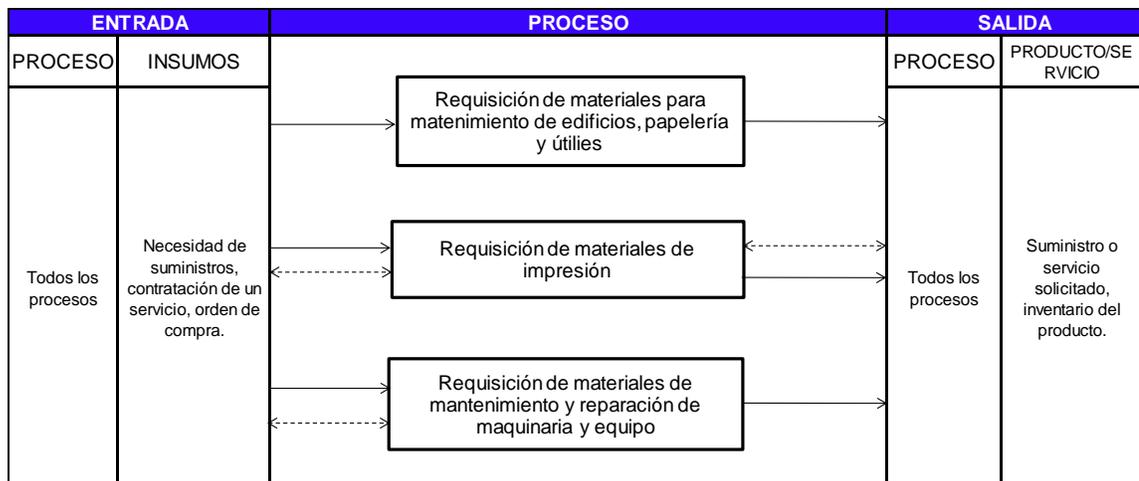
5. SEGUIMIENTO

5.1. Ficha de proceso de compra

Una ficha de proceso es un documento que muestra gráfica y descriptivamente la manera en que otros procesos y suministros afectan al proceso evaluado; asimismo, muestra los procesos de salida y productos entregados. En este documento expone el orden e interacción de los procesos. Adicionalmente, pueden llegar a establecerse los indicadores, su forma de medición, metas y periodicidad de control.

La ficha de proceso del almacén se presenta a continuación

Figura 22. **Ficha de proceso**



Continuación de la figura 22.

| OBJETIVOS DE CALIDAD | RECURSOS NECESARIOS | MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO | PROCESOS DE APOYO |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|
| Cumplir con los requerimientos de pedidos en el tiempo acordado por el cliente. | Recurso humano: Encargado de suministros, jefe de departamento, Secretaría Adjunta, proveedor, Encargado de reproducciones, personal de vigilancia, Encargado de mantenimiento, Tesorero. | Nivel de servicio, rotación del inventario, entre otros. | Todos los procesos |

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Indicadores del proceso

Adicionalmente a la ficha anterior, un formato para el control de indicadores fue creado como parte del seguimiento al cumplimiento de los pedidos a tiempo.

Figura 23. **Formato de control de indicadores**

Área: _____
 Alcance: _____
 Objetivo: _____

| Mes | Indicador | Forma de medición | Periodicidad | Meta |
|---------|-------------------|--------------------------------------|--------------|------|
| | Nivel de servicio | Total de entregas / total de pedidos | mesual | 1 |
| Enero | | | | |
| Febrero | | | | |
| Marzo | | | | |

Continuación de la figura 23.

| | | | | |
|------------|--|--|--|--|
| Mayo | | | | |
| Junio | | | | |
| Julio | | | | |
| Agosto | | | | |
| Septiembre | | | | |
| Octubre | | | | |
| Noviembre | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Los indicadores deben ser cuantificables, consistentes y comparables. Son de gran ayuda para la identificación de ineficiencias y reducción de costos, también cabe mencionar su atribución al mejoramiento del servicio.

Algunos indicadores aplicables para el almacén son:

- Nivel de servicio o *fill rate*: este indicador muestra el total de pedidos entregados entre la cantidad de pedidos realizados. Debe estar segmentado por el tipo de producto, tipo de cliente, canal y forma de medición.
 - Nivel de servicio por unidad: mide la cantidad ordenada que el inventario es capaz de satisfacer.
 - La forma de medición es la siguiente: unidades despachadas/ unidades pedidas.
 - Nivel de servicio por referencia: mide la capacidad del almacén de satisfacer el número de referencias pedidas.

- Su forma de medición: referencias despachadas/referencias completas solicitadas.
 - Nivel de servicio por orden: mide la capacidad del almacén de satisfacer las órdenes solicitadas.
 - Su forma de medición: órdenes despachadas/órdenes completas solicitadas.
- Rotación del *stock*: en este caso muestra la proporción los pedidos y las existencias promedio.
 - Forma de medición: pedidos totales/ existencia media.
- Cobertura de *stock*: indica la proporción entre el inventario final y los pedidos promedio del último periodo, muestra la cantidad de veces que durará el inventario.
 - Forma de medición: inventario final/pedidos promedio.
- Antigüedad del *stock*: mide el nivel de productos no disponibles para su entrega debido a obsoletos, deterioros, devoluciones en mal estado o vencimientos.
 - Forma de medición: (unidades obsoletas + unidades vencidas + unidades dañadas) / pedidos promedio.
- Valor económico del inventario: mide el porcentaje del costo del inventario físico dentro del material del almacén.

Tabla LX. **Plantilla nivel de servicio completo y a tiempo**

| Pedidos por mes | | | | | |
|-------------------|---------|----------|--------------|------------|-----------------|
| Código | Pedidos | Entregas | % de entrega | Completas | Entregas tiempo |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | % | % |
| | | | | Porcentaje | |
| El valor del OTIF | | | | | |

Fuente: GALVEZ MARTÍNEZ, Tomás. *Taller administración y control de inventarios*. 45 p.

5.2. Propuesta de software para el control de entradas y salidas de material

La plantilla se compone de los siguientes campos:

- Código: se le asignó un código único a cada material del almacén.
- Nombre: es el nombre de cada material.
- Meses a evaluar: se colocó una casilla por cada mes de historia a evaluar.
- Pronóstico: se debe colocar el pronóstico de los materiales.

- SS: *stock* de seguridad, es el inventario mínimo a almacenar para evitar el riesgo a un desabastecimiento de los materiales. Cada empresa tiene sus propias políticas para calcularlo según las reglas de negocio que manejen. En este caso, se tomó la desviación estándar de los meses evaluados por 1,64, ya que este valor brinda el 95 % de certeza.
- Max: inventario que toma en cuenta el pronóstico, el *stock* de seguridad y el tiempo de espera de los pedidos a los proveedores.
- Existencias: es el material existente en el almacén.
- Tránsito: son los artículos que ya se pidieron al proveedor, pero no se encuentran físicamente en el almacén.
- Pedir: campo donde se coloca la cantidad de artículos a pedir.
- Status: puede ser PEDIR o NO PEDIR, según el resultado de la planificación; PEDIR es cuando haya desabastecimiento y NO PEDIR cuando haya sobreabastecimiento de material.

Tabla LXI. **Plantilla de manejo de inventario**

| Código | Nombre | mes 1 | mes 2 | mes 3 | mes 4 | mes 5 | mes 6 | mes 7 | mes 8 | mes 9 |
|------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| folderO-02 | Folder oficio | | | | | | | | | |
| sobreM-02 | Sobre manila oficio | | | | | | | | | |
| hojasAL-01 | Hojas amarillas con líneas | | | | | | | | | |
| tintaC-02 | Tinta color | | | | | | | | | |
| archivadorO-02 | Archivador oficio | | | | | | | | | |
| archivadorC-01 | Archivador carta | | | | | | | | | |
| correctorC-01 | Corrector | | | | | | | | | |
| organizadores-01 | Organizadores | | | | | | | | | |
| sobreM-03 | Sobre manila doble oficio | | | | | | | | | |
| folderC-01 | Folder carta | | | | | | | | | |

Los materiales analizados en este trabajo de graduación se incluyeron en la plantilla de la siguiente forma:

Tabla LXII. Manejo de inventario parte I

| Código | Nombre | ene-16 | feb-16 | mar-16 | abr-16 | may-16 | jun-16 | jul-16 | ago-16 |
|-----------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| papelJ-01 | Papel higiénico normal | 398 | 466 | 465 | 521 | 465 | 495 | 466 | 532 |
| papelM-01 | Papel mayordomo | 434 | 475 | 508 | 497 | 439 | 480 | 556 | 531 |
| papel75-01 | Papel bond carta de 80 g | 390 | 401 | 481 | 524 | 512 | 500 | 485 | 420 |
| papel75-02 | Papel bond oficio de 80 g | 234 | 207 | 289 | 234 | 197 | 279 | 218 | 258 |
| azúcarA-01 | Azúcar | 112 | 116 | 119 | 114 | 108 | 100 | 109 | 114 |
| bolígrafoN-01 | Bolígrafo negro | 90 | 98 | 101 | 106 | 103 | 112 | 117 | 110 |
| jabónP-01 | Jabón en polvo | 93 | 96 | 90 | 97 | 93 | 91 | 94 | 99 |
| caféC-01 | Café | 34 | 41 | 39 | 32 | 36 | 39 | 35 | 33 |
| limpiadoresT-01 | Limpiadores de tela | 14 | 16 | 17 | 16 | 15 | 12 | 16 | 11 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. Manejo de inventario parte I

| Código | Nombre | sep-16 | oct-16 | nov-16 | PRONOSTICO | SS | MAX | EXISTENCIAS | TRÁNSITO | PEDIR | STATUS |
|-----------------|----------------------------|--------|--------|--------|------------|--------|-----|-------------|----------|-------|--------|
| papelJ-01 | Papel higiénico normal | 495 | 476 | 465 | 454 | 70,779 | 752 | 124 | 0 | 628 | PEDIR |
| papelM-01 | Papel mayordomo | 468 | 480 | 568 | 395 | 87,058 | 680 | 60 | 0 | 620 | PEDIR |
| papel75-01 | Papel bond carta de 80 gr | 400 | 397 | 498 | 324 | 106,23 | 592 | 90 | 10 | 492 | PEDIR |
| papel75-02 | Papel bond oficio de 80 gr | 160 | 150 | 211 | 277 | 87,943 | 503 | 50 | 10 | 443 | PEDIR |
| azúcarA-01 | Azúcar | 117 | 115 | 120 | 111 | 11,435 | 178 | 56 | 0 | 122 | PEDIR |
| bolígrafoN-01 | Bolígrafo negro | 119 | 123 | 127 | 145 | 22,632 | 240 | 112 | 0 | 128 | PEDIR |
| jabónP-01 | Jabón en polvo | 93 | 95 | 96 | 95 | 5,2984 | 148 | 56 | 0 | 92 | PEDIR |
| caféC-01 | Café | 37 | 39 | 32 | 35 | 6,29 | 59 | 47 | 0 | 12 | PEDIR |
| limpiadoresT-01 | Limpiadores de tela | 17 | 17 | 11 | 15 | 4,7405 | 27 | 0 | 0 | 27 | PEDIR |

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, en todos los materiales analizados existe un desabastecimiento para el próximo mes de enero de 2017, por lo que es necesario pedir la cantidad descrita.

La plantilla se debe actualizar cada cierto tiempo para mantener un inventario controlado.

5.3. Capacitación de hojas de cálculo

Los temas a impartir al área de almacén para que realicen sus actividades de una forma más eficiente son:

- **Pronósticos:** primero, se da una introducción para explicar sobre los pronósticos y sus tipos. De tal forma que los involucrados obtendrán una mayor comprensión sobre el uso de las hojas de Excel para realicen sus pronósticos.
- **Métodos de almacenamiento:** este tema es importante para la labor diaria de los miembros del almacén. Se dará una explicación sobre los distintos métodos que existen para almacenar los materiales que se manejan dentro del departamento y la forma de mantener un mejor control.
- **Plantilla para el manejo de inventario:** se les proporciona una plantilla para que lleven el apropiado manejo de materiales para entregar pedidos a tiempo. Por lo tanto, se dará una capacitación de cómo utilizarla.
- **Indicadores:** es importante que los participantes sepan sobre este tema, se ha colocado parte de la capacitación y tiene como objetivo que sepan cuales pueden aplicar en sus puestos de trabajo.

La encuesta de satisfacción mencionada en el cronograma de actividades es para determinar si los temas impartidos fueron transmitidos de una manera adecuada, mediante la opinión de los participantes.

Figura 24. Encuesta de satisfacción

CURSO RECIBIDO: _____ Fecha: _____

NOMBRE DEL FACILITADOR: _____

Instrucciones: Marque con una X la opción que describa su opinión respecto a la capacitación recibida.

| Pregunta | Excelente | Bueno | Regular | Debe Mejorar | Deficiente |
|---------------------------------------------------|-----------|-------|---------|--------------|------------|
| Habilidad de comunicación | | | | | |
| Dominio del tema | | | | | |
| Uso de apoyo audiovisual o material de apoyo | | | | | |
| Puntualidad del facilitador | | | | | |
| Imagen personal del facilitador | | | | | |
| Aplicación de lo aprendido a su puesto de trabajo | | | | | |

| Comentarios |
|-------------|
| |

Fuente: elaboración propia.

- Habilidad de comunicación: el facilitador deberá tener habilidades para transmitir los conocimientos de una manera que sea comprendida por todos los involucrados; podrá utilizar material, dinámicas y juegos para cumplir su objetivo.

- Dominio del tema: es indispensable que el facilitador conozca el tema, esto es lo más importante para una capacitación; obviamente, sin el dominio del tema, los involucrados no aprenderán, la información sería confusa y se tendrían más incertidumbres.
- Uso de material audiovisual o de apoyo: el facilitador podrá utilizar infinidad de materiales o equipo audiovisual como apoyo en la transmisión de sus mensajes, es una forma dinámica para que los temas se entiendan de una manera más fácil.
- Puntualidad: el tiempo de los colaboradores es valioso para el desempeño de sus labores, por lo que es importante que el facilitador se presente a la hora indicada; la capacitación deberá durar el tiempo pactado.
- Imagen personal: un buen facilitador debe cuidar su imagen personal, esto de cierto modo ayuda a la credibilidad del expositor y atención del involucrado.
- Aplicación de lo aprendido en su puesto de trabajo: los temas a impartir deben acoplarse a las labores diarias que se llevan a cabo por los colaboradores.

5.4. Requerimientos del almacén a los proveedores

Un requerimiento a proveedores para abastecer el almacén debe constar de la fecha del pedido, la descripción de los materiales con su respectiva cantidad, el nombre del proveedor al cual se le realiza el pedido, entre otros.

Posterior a un requerimiento, la función de recepción de materiales es muy importante; esto puede lograrse con una programación de entrega de los artículos que se debe trasladar al proveedor. Adicionalmente, es importante preparar el espacio suficiente para la llegada del material.

Asimismo, se debe llevar a cabo una inspección del material, donde se comprueba que se encuentre en buen estado y que el pedido coincida con las especificaciones solicitadas. Luego se realiza la pronta ubicación en el espacio definido para ese material según se el sistema PEPS.

6. MEDIO AMBIENTE

6.1. Material obsoleto

De la plantilla de manejo de material se obtiene la clasificación ABC de los materiales, de la cual se determinan aquellos artículos de baja rotación y obsoletos.

En este caso, los materiales denominados obsoletos son aquellos que tienen más de un año sin que se haya realizado un pedido. Estos artículos ocupan un espacio dentro del almacén que se está desaprovechando; se debe determinar un plan para tratar estos materiales.

Según la clasificación ABC, se denominó que los artículos categorizados C son aquellos que no es necesario mantener en el almacén por su bajo movimiento.

Los de la plantilla se describen a continuación:

- Total: se suman de forma horizontal las cantidades de utilización de cada material.
- Acumulado: es la suma acumulada de los materiales.
- Porcentaje: son los porcentajes de los valores de la suma acumulada.

- Porcentaje acumulado: es la suma acumulada de los porcentajes.
- ABC: clasificación de los materiales según el porcentaje acumulado.

Tabla LXIV. **Clasificación ABC**

| Código | Nombre | TOTAL | ACUMULADO | % | % ACUMULADO | ABC |
|-----------------|----------------------------|-------|-----------|------|-------------|-----|
| papelJ-01 | Papel higiénico normal | 5244 | 5244 | 3 % | 3 % | A |
| papelM-01 | Papel mayordomo | 5436 | 10680 | 7 % | 10 % | A |
| papel75-01 | Papel bond carta de 80 gr | 5008 | 15688 | 10 % | 20 % | A |
| papel75-02 | Papel bond oficio de 80 gr | 2437 | 18125 | 12 % | 32 % | A |
| azúcarA-01 | Azúcar | 1244 | 19369 | 12 % | 44 % | A |
| bolígrafoN-01 | Bolígrafo negro | 1206 | 20575 | 13 % | 58 % | A |
| jabónP-01 | Jabón en polvo | 1037 | 21612 | 14 % | 72 % | A |
| caféC-01 | Café | 397 | 22009 | 14 % | 86 % | B |
| limpiadoresT-01 | Limpiadores de tela | 162 | 22171 | 14 % | 100 % | C |

Fuente: elaboración propia.

6.2. Desecho de material

La mayor parte del material de desecho en el almacén es todo aquello que se ha utilizado para empacar o embalar los artículos que almacenan. Actualmente, no se realiza una clasificación para el desecho de este material, por lo que representa un área de mejora a tomar en cuenta.

Generalmente, el material de empaque que se desecha es poliestireno expandido (*duroport*), cartón y plástico. Los posibles y distintos destinos para estos materiales son los siguientes:

- Poliestireno expandido (*duroport*): una de las alternativas es el reciclaje, en este caso se puede recuperar hasta el 50 % del material. Otra opción es la reutilización, se puede utilizar este material en construcción o rellenar nuevamente embalaje de productos.
- Cartón: las cajas de cartón pueden tener diversos usos como almacenar objetos. El resto de cartón se puede dar a empresas dedicadas a su reciclaje.
- Plásticos: este material es muy delicado al momento de ser desechado, ya que fácilmente se puede convertir en basura que contamina el agua y daña el medio ambiente.

6.3. Control de vida útil del material

Se puede llevar el control de la vida útil de los materiales para saber cuáles se deben desechar y cuáles moverse pronto. Para lo cual se ha realizado la siguiente plantilla.

Figura 25. **Vida útil de materiales**

| NO. | CÓDIGO | NOMBRE | FECHA DE INGRESO | FECHA DE SALIDA | TIEMPO EN ALMACÉN | TIEMPO MAX | CONTROL |
|-----|-----------------|------------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------|---------|
| 1 | papelJ-01 | Papel higiénico jumbo | | | | | |
| 2 | papelM-01 | Papel mayordomo | | | | | |
| 3 | papel75-01 | Papel oficio 75 gramos | | | | | |
| 4 | papel75-02 | Papel carta 75 gramos | | | | | |
| 5 | azúcarA-01 | Azúcar | | | | | |
| 6 | bolígrafoN-01 | Bolígrafo | | | | | |
| 7 | jabónP-01 | Jabón en polvo | | | | | |
| 8 | caféC-01 | Café instantáneo | | | | | |
| 9 | limpiadoresT-01 | Limpiadores de tela | | | | | |
| 10 | Agua pura A-01 | Agua pura | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

- Se coloca la fecha en que ingresó el material al almacén.
- La fecha de salida indica el día que se entregó el material a quien realizó un pedido.
- El tiempo en almacén es el tiempo que el material lleva desde que ingresó.
- Tiempo max es el tiempo máximo que el material debería permanecer en el almacén.
- En el campo control se establece una alerta para indicar los materiales que siguen dentro de su vida útil y cuales ya sobrepasaron ese límite.

CONCLUSIONES

1. Fue realizada una toma minuciosa de datos históricos de pedidos, de todo tipo de materiales, del almacén de la Facultad de Ciencias Económicas de los últimos 3 años, periodo que sirvió para el análisis del pronóstico de los materiales con más ocasiones de pedido. Con base en el comportamiento de dicha información, se determinaron los pronósticos para los 4 meses del año siguiente. Este fue el primer paso para la planificación del inventario.
2. Según los gráficos obtenidos de los datos históricos, se determinó que cada material pertenecía a distintas familias de tendencia. Para cada tipo de tendencia se calculó de forma específica el pronóstico, en lo cual no fue necesario tomar en consideración factores externos del comportamiento del mercado, debido a que los pedidos que realiza el personal pocas veces se hacen según el precio, marca, gustos personales o cualquier otro factor que afectaría una decisión de compra.
3. Las áreas de mejora para el adecuado almacenamiento de los materiales empiezan por la identificación de los materiales, la distribución de forma uniforme según su volumen y rotación, hasta su control.
4. Se han diseñado herramientas sencillas para los usuarios, en donde pueden actualizar las veces que sean necesarias los datos de los pedidos para obtener pronósticos, cantidad necesaria de materiales a pedir e identificar aquellos artículos con poca rotación. Por lo tanto, las

herramientas buscan el mejor control del inventario en el almacén y de una forma que sea sencilla de manejar para los usuarios.

5. Adicional a las herramientas antes mencionadas, fue posible crear una ficha en donde los usuarios establezcan sus objetivos y lograr medirlos cada cierto tiempo. Para medir estos objetivos, también, se aplicó el diseño de una plantilla, con fórmulas ya establecidas para el cálculo de indicadores. Lo anterior se identificó como una oportunidad de mejorar continuamente el servicio que se le brinda al personal de la facultad.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que los colaboradores del área de almacén sean capacitados eventualmente sobre los sistemas de control y manejo de materiales de la actualidad. Usualmente se llevan registros con métodos antiguos, que se quedan como simplemente un registro y no una forma de llevar el control de los materiales.
2. Para que las plantillas logren su objetivo, deberán actualizarse diariamente. De esta forma se obtendrán datos exactos de los pedidos hacia los proveedores.
3. Tomar en cuenta el *leadtime* de llegada de los productos y el tamaño de los paquetes y lotes que ofrecen los proveedores para acoplarlo a la planificación de inventario.
4. Mantener una administración eficaz del inventario físico, empezando por su rotulación y asignándoles un código en específico. De esta forma se puede controlar de mejor manera el inventario, incluso prevenir posibles robos de los materiales.
5. Los materiales de empaque de los artículos del almacén se pueden aprovechar y encontrarles otros usos o brindarlos a empresas o personas dedicadas al reciclaje de cartones y plásticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARÉVALO MENESES, A. *Fundamentos de gerencia y control de la producción*. [En línea]. <http://www.academia.edu/3481009/Fundamentos_de_Gerencia_y_Control_de_la_Produccion>. [Consulta: 14 de septiembre de 2016].
2. BARRIOS HERRERA, Brenda Lorena. *Logística y control de la cadena de suministros, herramientas e insumos y plan de contingencia para la Empresa Idominum, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2012. 131 p.
3. CALDERÓN DE LEÓN, Sigrid Alitza. *Control de inventario con base en un historial de compras y nivel de espacio para la empresa de elaboración de productos plásticos ICP, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2012. 181 p.
4. CHACÓN COC, Sara Noemi. *Implementación de un nuevo sistema de almacenamiento de paquetería, mensajería y correo en el área de P.O.BOX, con la finalidad de lograr una mayor optimización de los procesos y recursos.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2012. 128 p.

5. CHAPMANT, Stephen. *Planificación y control de la producción*. España: Pearson Education, 2006. 271 p.
6. CHASE, Richard; JACOBS, Robert; ALQUILANO, Nicholas. *Administración de operaciones*. 12 ed. México: McGraw-Hill, 2009. 130 p.
7. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Dirección de la producción*. 6^a. ed. España: Prentice-Hall, 2001. 301 p.
8. HERNANDEZ CASTEJON, Nestor Omar. *Manual de control de la producción*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería, 1993. 140 p.
9. MONZÓN MALDONADO, Jorge Luis. *Mejoramiento de los procesos del departamento de almacenes y propuesta para la implementación de un nuevo almacén en el Hospital General Roosevelt*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2012. 141 p.
10. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. Guatemala: Dapal, 2014. 209 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Fórmulas aplicadas en hoja de cálculo para la plantilla de manejo de materiales

- Código: código asignado.
- Nombre: nombre del artículo.
- Enero a noviembre de 2016: conteo de los pedidos de cada mes.
- Pronóstico: pronóstico para el mes siguiente. (de los cálculos de pronósticos de cada material).
- SS Stock de seguridad : =DESVEST.M(ene-2016;feb-2016...)*1.64
 - Ejemplo: =DESVEST.M(C2:M2)*2
- MAX: =REDONDEAR((PRONOSTICO*0.5)+PRONÓSTICO+SS;0)
 - Ejemplo: =REDONDEAR((N2*0.5)+N2+O2;0)
- Existencias: conteo del material existente en almacén.
- Tránsito: cantidad de artículos en tránsito.
- Pedir: =(MAX-(Existencias+Transito))
 - Ejemplo: =(P2-(Q2+R2))
- Status: =SI(S2<0;"NO PEDIR";"PEDIR")

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Fórmulas aplicadas en hoja de cálculo para la plantilla de Clasificación ABC

- Código: código asignado.
- Nombre: nombre del artículo.

Continuación del apéndice 2.

- Enero a noviembre de 2016: conteo de los pedidos de cada mes.
- Total: =SUMA(ene-2016;feb-2016...)
 - Ejemplo: =SUMA(C2:M2)
- Acumulado: =(Total+Acumulado)
- %:=(Acumulado/total acumulado)
- % Acumulado: =(%+ % Acumulado)
- ABC: clasificación ABC

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Fórmula para el control de vida útil**

- =SI(Tiempo en bodega>Tiempo max;"PRODUCTO FUERA DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL"; "PRODUCTO DENTRO DE SU VIDA ÚTIL")
 - Ejemplo:
=SI(F4>G4;"PRODUCTO FUERA DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL";
"PRODUCTO DENTRO DE SU VIDA ÚTIL")

Fuente: elaboración propia.