

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL CONTROL Y GESTIÓN DE
INVENTARIOS EN INDUSTRIAS ROMIL S.A.S.**

**MARIA ANDREA ALVAREZ RINCON
JUAN DAVID HENAO MORENO**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
DICIEMBRE 2019**

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL CONTROL Y GESTIÓN DE
INVENTARIOS EN INDUSTRIAS ROMIL S.A.S.**

**MARIA ANDREA ALVAREZ RINCON
JUAN DAVID HENAO MORENO**

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director proyecto
Ing. MEIR TANURA SAPORTAS**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
DICIEMBRE 2019**

Contenido

	pág.
GLOSARIO	10
RESUMEN	11
1 Introducción	12
1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema	13
1.2 La industria mobiliaria en Colombia	13
2 Objetivos	17
2.1 Objetivo general.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 Marco de Referencia	18
3.1 Marco Teórico.....	18
3.1.1 Cadenas de abastecimiento.....	18
3.1.2 Pronóstico de la demanda.....	19
3.1.3 Control del inventario	23
3.1.4 Plan maestro de producción (MPS).....	30
3.1.5 Lista estructurada de materiales (BOM).....	30
3.1.6 Planeación de requerimientos de materiales (MRP)	31
3.2 Antecedentes o Estudios Previos	31
3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto.....	32
4 Metodología	34
5 Resultados	42
5.1 Situación actual	42
5.2 Políticas de inventario.....	46
5.3 Validación de las políticas de inventario	48
5.4 Conclusiones	50
5.5 Recomendaciones	51
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	55

Lista de Figuras

Figura 1. Resultado del análisis del control y gestión de inventarios en Industrias Romil S.A.S, Fuente: Autores	15
Figura 2. Triángulo de estrategia logística, Fuente: Luis Hernando Garzón.	18
Figura 3. Métodos cuantitativos de pronóstico de demanda, Fuente: Autores.	20
Figura 4. Modelos de inventario para demanda aleatoria, Fuente: Autores.....	24

Lista de Tablas

Tabla 1. Fórmulas de validación políticas (s, Q) y demanda variable y lead time constante.	39
Tabla 2. Fórmulas de validación políticas (s, S) y Min-Max	39
Tabla 3. Fórmulas de validación política (R, S).....	40
Tabla 4. Cantidad y costo de inventario para mayo del 2019.	42

Lista de Gráficos

Gráfica 1. Ventas del año 2016 para empresas mobiliarias pymes en Colombia, Adaptación propia, Fuente: (Revista M&M, 2017).	13
Gráfica 2. Pareto por familia.	44
Gráfica 3. Pareto por costo de producto terminado.	44
Gráfica 4. Pareto del costo de materia prima.....	45
Gráfica 5. Pronósticos utilizados para producto terminado.....	47
Gráfica 6. Pronósticos utilizados para materia prima.....	47
Gráfica 7. Políticas para materia prima.....	48
Gráfica 8. Políticas para producto terminado.....	49
Gráfica 9. Cumplimiento de políticas para materia prima en diciembre 2019 y enero 2020.....	50
Gráfica 10. Cumplimiento de políticas para producto terminado en diciembre 2019 y enero 2020.....	50

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Pronóstico suavización exponencial simple.	21
Ecuación 2. Demanda suavizada exponencialmente.....	21
Ecuación 3. Tendencia suavizada exponencialmente.	21
Ecuación 4. Pronóstico de suavización exponencial doble.....	21
Ecuación 5. Pronóstico de proyección de tendencia.....	21
Ecuación 6. Valor estimado de la demanda al finalizar el periodo 1.....	22
Ecuación 7. Valor estimado de la demanda al finalizar el periodo n.....	22
Ecuación 8. Valor estimado de los periodos transcurridos diferentes a cero al final del periodo 1.....	22
Ecuación 9. Valor estimado de los periodos transcurridos diferentes a cero al final del periodo n.....	22
Ecuación 10. Pronóstico para el mes n.....	23
Ecuación 11. Desviación Absoluta Media.....	23
Ecuación 12. Error Cuadrático Medio.....	23
Ecuación 13. Error Porcentual Absoluto Medio.....	23
Ecuación 14. EOQ.....	25
Ecuación 15. EPQ.....	25
Ecuación 16. Desviación del tiempo de reposición o alistamiento.....	25
Ecuación 17. $G_z(k)$ para (s, Q)	25
Ecuación 18. Demanda estimada durante el tiempo de reposición.....	25
Ecuación 19. Punto de reorden (s, Q)	25
Ecuación 20. Costo de ordenar o alistar (s, Q)	25
Ecuación 21. Costo de mantener (s, Q)	26
Ecuación 22. $K(s, S)$	26
Ecuación 23. Punto de reorden (s, S)	26
Ecuación 24. Inventario máximo (s, S)	26
Ecuación 25. Punto de reorden min-max.....	26
Ecuación 26. Inventario máximo min-max.....	26
Ecuación 27. Intervalo de revisión (R, S)	27
Ecuación 28. Desviación del error del pronóstico por el tiempo e intervalo de revisión.....	27
Ecuación 29. Demanda pronosticada sobre el tiempo $R+L$	27
Ecuación 30. $G_z(k)$ para (R, S)	27
Ecuación 31. Valor máximo de inventario (R, S)	27
Ecuación 32. Costo de ordenar o alistar (R, S)	28
Ecuación 33. Costo de mantener (R, S)	28
Ecuación 34. Cantidad Q_p	28
Ecuación 35. Z	28
Ecuación 36. Punto de reorden (R, s, S)	28
Ecuación 37. S_o	29
Ecuación 38. $P_z(k)$	29
Ecuación 39. Rotación del inventario.....	29
Ecuación 40. Cobertura.....	30

Ecuación 41. Tamaño de lote.	30
Ecuación 42. Frecuencia de compras.....	30
Ecuación 43. Tasa de producción mensual.	36
Ecuación 44. Costo de oportunidad.	36
Ecuación 45. Costo de alistamiento.....	38
Ecuación 46. Costo anual de alistar.....	40
Ecuación 47. Costo anual de mantener.	40

Lista de Anexos

Anexo 1. Costos totales de logística.	55
Anexo 2. Utilidad máxima.	55
Anexo 3. Entrevista de acercamiento.	55
Anexo 4. Productos por familia.	56
Anexo 5. Entrevista a los jefes de área.	62
Anexo 6. Costo de mantener inventario materia prima y producto terminado.	62
Anexo 7. Costo de alistamiento por área.	63
Anexo 8. Entrevista sobre inventario de materia prima.	65
Anexo 9. Archivadores almacenados.	65
Anexo 10. Archivadores almacenados.	66
Anexo 11. Pedido cancelado de sillas evol almacenadas.	66
Anexo 12. Costos y cantidad de pedido cancelado de sillas evol almacenadas.	66
Anexo 13. Sillas de muestra almacenadas.	67
Anexo 14. Diagrama de Pareto del costo de producto terminado desde enero de 2018 a junio de 2019.	67
Anexo 15. Diagrama de Pareto del costo de materia prima desde enero de 2018 a junio de 2019.	68
Anexo 16. Productos descartados.	70
Anexo 17. Comportamiento de la demanda materia prima y producto terminado.	71
Anexo 18. Grafica de control I-MR para datos individuales.	82
Anexo 19. Comportamiento de la demanda comparación.	85
Anexo 20. Pronósticos de materia prima y producto terminado.	91
Anexo 21. Tiempo de entrega para materia prima por familia.	96
Anexo 22. Tiempo de producción.	97
Anexo 23. Costo de alistar y mantener producto terminado.	98
Anexo 24. Costo de ordenar materia prima.	99
Anexo 25. Costo de oportunidad y revisión.	100
Anexo 26. Políticas de inventario.	100
Anexo 27. Validación de las políticas.	105
Anexo 28. Valores de S con R=2.	110

GLOSARIO

Con el objetivo de facilitar la comprensión del documento se definen los siguientes conceptos:

SOLVER: Es una herramienta de Excel que permite dar solución y optimizar diferentes tipos de ecuaciones, considerando diferentes métodos matemáticos.

MINITAB: Es un Software diseñado para el estudio y análisis estadístico a un nivel básico y avanzado.

RESUMEN

El proyecto consistió en identificar la forma en la que Industrias Romil S.A.S podría mejorar su sistema de control y gestión de inventario, para ello se hizo uso de las políticas de inventario buscando la que mejor representará el comportamiento de sus productos. Para la realización de las políticas mencionadas, en primer lugar, se definió el alcance del proyecto al establecer los productos terminados y materias primas más representativos para la empresa, obteniendo 48 productos a estudiar.

En segundo lugar, se realizó un estudio del comportamiento de la demanda de los datos suministrados para los productos estudiados, evidenciando la variabilidad que se encontraba presente en los mismos, además este análisis permitió establecer el comportamiento que mejor los representaba.

En tercer lugar, se realizaron los pronósticos de demanda, para ello se desarrollaron aquellos enfocados en demanda variable teniendo en cuenta los resultados de la etapa anterior, no obstante, no se efectuaron distinciones acerca del uso de ciertos pronósticos asociados al comportamiento de la demanda, buscando asegurar como resultado los mejores pronósticos a usar para cada producto terminado y material.

En cuarto lugar, con base en los resultados de los pronósticos se realizaron las políticas de inventario en donde, se efectuaron aquellas establecidas para la demanda variable, una vez conseguido este resultado, se efectuó la validación de las políticas calculadas, con el fin de evidenciar cual se ajustaba mejor a cada producto y material teniendo en cuenta que para el primer de estos se tenía como factor de decisión la rotación y para el segundo los costos. Con esto, se logró determinar que la mejor política a usar para cada producto terminado era el método de revisión continua (S, Q) y para la materia prima el método de revisión periódica (R, S).

Palabras claves: Inventario, demanda, pronósticos de demanda, políticas de inventario, make to order.

1 Introducción

La necesidad de mantener inventarios en las empresas de diversos sectores se debe principalmente, a las variaciones aleatorias presentes en la demanda y el tiempo de reposición, además de los desfases existentes en la cantidad producida o comprada y la demanda real establecida por los clientes. Por lo que, se plantea la realización de un control y gestión de inventarios de tal manera que se mantenga un flujo de efectivo y un nivel de servicio al cliente que beneficie a las compañías.

El objetivo de este proyecto es proporcionar a la empresa Industrias Romil S.A.S. una propuesta que le permita mejorar su sistema actual de gestión y control de inventarios, permitiéndole cambiar sus procesos empíricos por unos que se ajusten en mayor medida a sus necesidades, buscando con ello mejorar el rendimiento de la organización.

Tomando como base el interés por parte de la empresa, por mejorar continuamente problemáticas como: el desconocimiento de las cantidades de cuanto y cuando pedir o producir, la disminución del flujo de caja, los retrasos en sus tiempos de producción y entrega y las problemáticas en su organización para el almacenamiento de productos y materiales, se evidencio una oportunidad de mejora en el área de inventarios. Con la que se espera que la empresa conozca las cantidades que debe mantener, buscando un aprovechamiento de sus recursos y disminuyendo las problemáticas presentadas.

Buscando establecer un control frente a las necesidades planteadas, se propone el estudio de diferentes políticas de inventario que se ajusten al funcionamiento actual de la empresa, la cual se basa en un sistema tipo make to order. Donde al no conocer las cantidades exactas de requerimientos por parte de los clientes, es necesario establecer la cantidad adecuada de inventarios de materia prima y producto en proceso a mantener, de tal forma que permita dar respuesta inmediata o disminuya los tiempos de entrega de dichas solicitudes, generando un impacto positivo en el nivel de servicio.

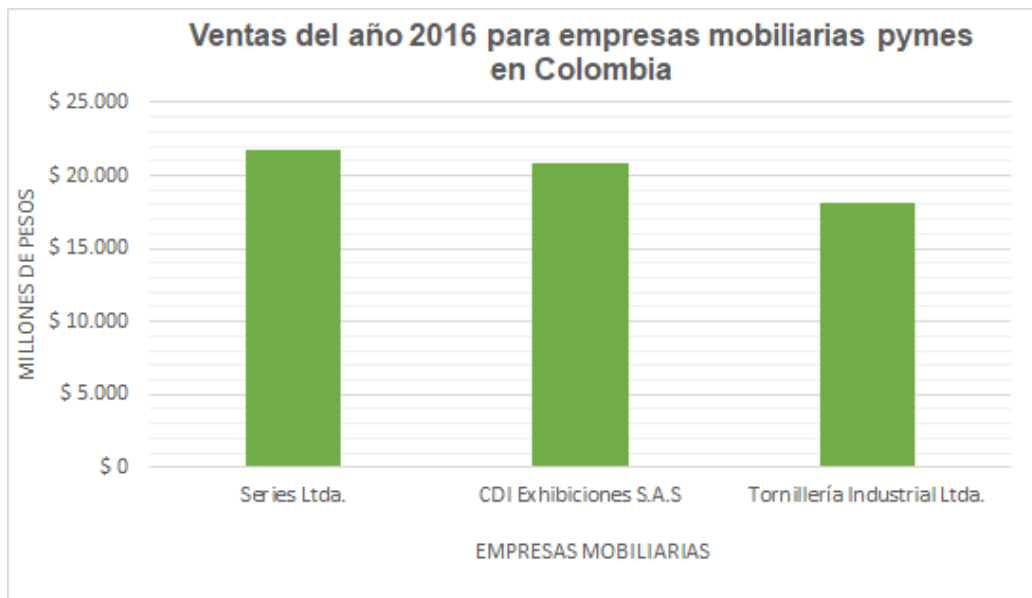
Es importante mencionar que el concepto de producto terminado al que se hace referencia en este proyecto se refiere a un producto al cual le hace falta el proceso de acabados finales.

1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema

1.2 La industria mobiliaria en Colombia

La industria mobiliaria en el país ha presentado un crecimiento en el transcurso de los últimos ocho años. Según Schneider (2018), “el valor de la producción de muebles en Colombia creció anualmente 3,1 por ciento en términos reales del 2011 al 2016, en promedio”. Lo anterior indica que esta industria se encuentra en constante crecimiento, convirtiéndose en una oportunidad de negocio cada vez más rentable, proyectando para el año 2019 un crecimiento del 2,1%.

De igual forma este sector cuenta con un alto grado de competitividad, en especial para las medianas y pequeñas empresas (pymes), que es el sector central para este proyecto, dado que representan el 75% de las compañías del mueble y la madera en Colombia (Revista M&M, 2017). Así, las más importantes en el sector, según sus ventas, para el año 2016 fueron:



Gráfica 1. Ventas del año 2016 para empresas mobiliarias pymes en Colombia, Adaptación propia, Fuente: (Revista M&M, 2017).

Con el fin de enfocar el contexto del actual proyecto, se investigó las empresas dedicadas al sector mobiliario, ubicadas específicamente en la ciudad de Santiago de Cali, entre las que encontramos a: Metálicas JEP S.A.S, Armodular, Intermodulares S.A.S y Cofimuebles, las cuales tienen las características de poder diseñar, manufacturar y comercializar muebles para oficinas, muebles para almacenamientos, divisiones, recepciones, entre otros. Empresas que en promedio han estado 24 años en este mercado, creciendo con el paso del tiempo y compitiendo entre ellas, logrando crear un abanico de posibilidades para que los clientes.

Gracias al crecimiento presentado y a la competitividad presente, se determinó que las empresas en este sector deben realizar un mejoramiento continuo, de tal forma que sean capaces de adaptarse a los cambios del mercado, satisfaciendo las necesidades de sus clientes y obteniendo rentabilidad. Específicamente, este trabajo se enfocará en la empresa Industrias Romil S.A.S. perteneciente al sector de industrias mobiliarias como una empresa mediana que, en la actualidad cuenta con 114 trabajadores y una facturación reservada por políticas de privacidad.

Industrias Romil S.A.S

Es una empresa familiar nacida el 25 de julio de 1994 en la ciudad de Santiago de Cali, fabricante y distribuidora de muebles para oficina a nivel nacional. Actualmente, cuenta productos ubicados en 11 familias, enfocadas en satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, entregando artículos reconocidos por su calidad, además de ofrecer servicios de reparación y mantenimiento, apuntando a tener una ventaja competitiva en el sector.

Actualmente, la empresa funciona bajo un proceso productivo tipo make to order, fabricando cada que llega un pedido por parte del cliente, lo que evidencia el sistema producción tipo pull que manejan, donde la orden del cliente es la que activa todo el sistema. De igual forma, Romil S.A.S. utiliza un sistema de producción por lotes, específicamente tipo taller, en el que cada trabajo sigue su propia trayectoria, con estaciones y maquinaria capacitadas para la realización de múltiples tareas.

A la fecha, la empresa se encuentra presentando algunos problemas relacionados con: retrasos en la entrega de productos, falta de materia prima al momento de producir y exceso de producto almacenado. Los que, se encuentran directamente relacionados con el control y gestión de inventarios, teniendo como causas las que se observan en la Figura 1, donde se evidencia como mayor causa el método de realización del control del inventario, puesto que son elaborados de forma empírica, sin tener alguna política o modelo formal a seguir. Esto genera consecuencias negativas para Romil, enfocadas principalmente en los inventarios de materia prima y producto terminado, por lo que, este proyecto se enfocará en el análisis de los productos más representativos pertenecientes a estas categorías.

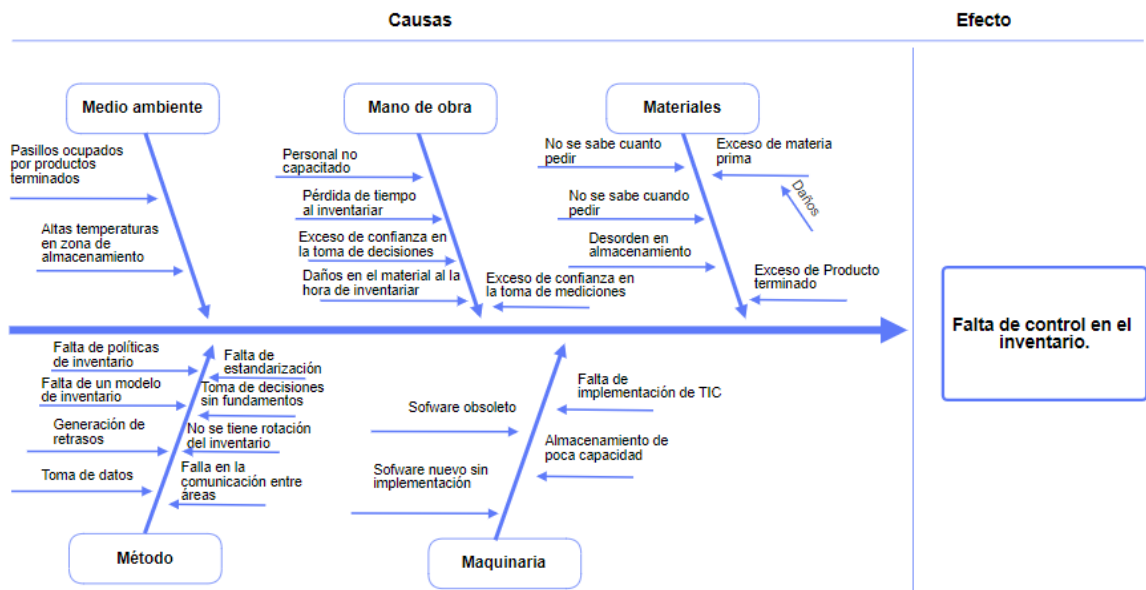


Figura 1. Resultado del análisis del control y gestión de inventarios en Industrias Romil S.A.S, Fuente: Autores

La importancia del control y gestión del inventario en las industrias

El área de inventarios es fundamental para las empresas, ya que según Vidal (2010) esta constituye el segundo sistema más importante, después del transporte. “Su mantenimiento y control puede representar junto con el sistema de almacenamiento entre un 15% y 30% de los costos totales de logística” (Vidal Holguin, 2010). Dentro de estos costos se encuentran los de inventario, de almacenamiento y de transporte.

El comportamiento de los costos mencionados anteriormente varía a medida que el número de instalaciones de la empresa aumenta, lo que se refleja en el costo del inventario, el cual adquiere mayor importancia (Anexo 1; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Sin embargo, en la situación a trabajar se cuenta con una sola instalación, evidenciando que el costo del inventario es el menor costo de logística en términos monetarios, no obstante, un indebido control en esta área puede conllevar a implicaciones monetarias en otras, lo que corrobora la necesidad de mejorarla, de tal forma que se logre aumentar la brecha que existe con los ingresos y los gastos, maximizando la utilidad (Anexo 2) (Heizer & Render, 2014).

Con el objetivo de conocer la importancia de la gestión y control de inventarios de materias primas y productos terminados en Industrias Romil S.A.S. se realizó una entrevista al coordinador de mejora y dos operarios de la empresa (Anexo 3). Ratificando con sus repuestas, que el inventario es de suma importancia para ellos, debido a problemas como los retrasos en los tiempos de entrega de pedidos, situación que sucede tanto con entes gubernamentales, que les genera multas o sanciones que afectan económicamente a la empresa, como con clientes actuales, disminuyendo directamente su satisfacción con el servicio. De igual forma, se

comentó que la falta de comunicación entre el área de inventario y las áreas de compras y producción genera demoras en los procesos, tal como se evidencia al momento de iniciar la producción de un pedido y no encontrar los recursos necesarios para su realización.

De igual modo, se señaló que tener inventario tanto de materia prima como de producto terminado es importante y más en este caso, en el que la naturaleza del sistema es make to order, donde predecir de una forma exacta la demanda es una tarea ardua, al tener que esperar a que se origine una compra por parte de un cliente para iniciar la producción y conocer las características con las que se desea el producto. Creando, antes de recibir la orden, un desconocimiento de lo requerido para producir, así como de los productos deseados, razón por la cual es necesario mantener almacenada una cantidad de materia prima y de producto terminado, que disminuya la brecha entre las cantidades que se mantengan y las que se necesiten, permitiendo satisfacer tanto las demandas de producción, como las del cliente.

Este tipo de sistema de producción es un factor imprescindible para tener en cuenta para el desarrollo del proyecto, puesto que entre el sistema objeto de estudio y uno con un comportamiento make to stock, la forma en cómo se controla y se gestionan los inventarios es diferente.

Formulación del problema

¿De qué manera Industrias Romil S.A.S podría mejorar su sistema actual de control y gestión de inventarios de materia prima y de producto terminado?

Justificación o importancia de la situación objeto de estudio

El ajuste en el sistema actual de control y gestión de inventarios de materia prima en Industrias Romil S.A.S., se debe realizar debido a que le está generando consecuencias asociadas con el desconocimiento de: el inventario de seguridad a mantener, las cantidades y momentos a ordenar y a producir, además de problemas como retrasos en la entrega del producto y una disminución en el flujo de caja. De no ser así, a la compañía se le dificultaría mejorar sus procesos, eliminar los tiempos muertos, satisfacer las necesidades de los clientes y controlar la cantidad tanto materia prima como de producto terminado.

Por ello, con este trabajo se busca realizar una propuesta de mejora en el área de gestión y control de inventarios de materia prima y producto terminado, que le permita a la empresa abandonar sus procedimientos empíricos y tomar medidas que le ayuden a solucionar sus problemas, además, promover su crecimiento, competitividad y rentabilidad.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Realizar una propuesta de mejora para el control y gestión de inventarios de materia prima y producto terminado en Industrias Romil S.A.S.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar la situación actual en el área de control y gestión de inventarios de materia prima y producto terminado, en la empresa Industrias Romil S.A.S.
- Determinar las políticas de inventario que mejor se adapten a las necesidades de la empresa Industrias Romil S.A.S.
- Validar una propuesta de mejora para el control y gestión de inventarios de materias primas y productos terminados en la empresa Industrias Romil S.A.S.

Entregables

- Informe de la situación actual de la empresa en el área de inventarios de materia prima y productos terminados.
- Modelo de inventario acorde a la empresa.
- Validación del modelo de inventario propuesto.

3 Marco de Referencia

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Cadenas de abastecimiento

La gestión del inventario se puede utilizar como una medición del desempeño de la cadena de abastecimiento, en donde se evalúan los activos comprometidos con el mismo, tomando como base el cálculo del porcentaje invertido en inventarios, la rotación de inventarios y el tiempo de suministro (Heizer & Render, 2014). Los que entre mayor valor representen, mayores impactos tendrán sobre la cadena de abastecimiento.

De igual forma, el nivel de servicio, entendido como la probabilidad de no tener faltantes, también se ve afectado por el inventario, dado que él abarca todas las políticas y modelos que buscan impedir que este tipo de situaciones se presenten, dando a conocer cuándo y cuánto pedir. Evitando la insatisfacción en el cliente y la posibilidad de perderlos, afectando la cadena de abastecimiento.

Otra de las formas en las que el inventario se relaciona con la cadena de abastecimiento, es por medio del triángulo de estrategia logística (Figura 2), que tiene como objetivo la mejora del servicio al cliente. Donde, el inventario constituye uno de sus ejes principales, cuyas estrategias para su manejo, consisten en: definición de lugares de almacenamiento de productos, determinación de los niveles de inventario de cada producto y definición de los métodos de administración de inventario.

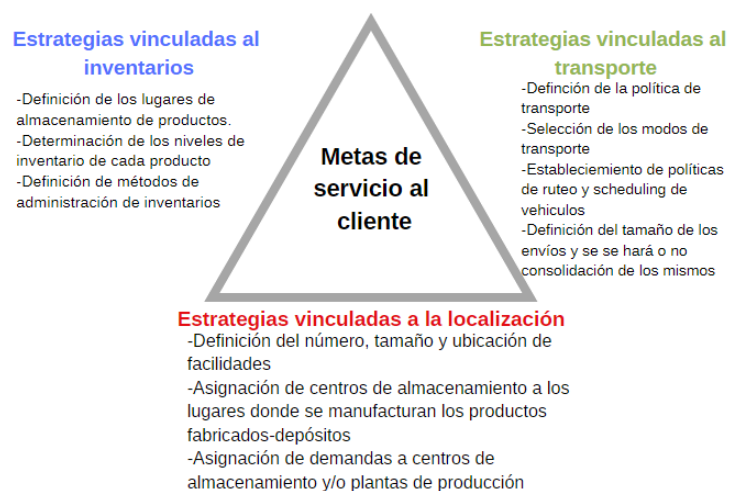


Figura 2. Triángulo de estrategia logística, Fuente: Luis Hernando Garzón.

En cuanto a la definición de lugares de almacenamiento, se debe tener en cuenta la regla de oro en almacenamiento, que consiste en tener un equilibrio entre el costo de manipulación de materiales y el costo del espacio. Dentro de la manipulación de materiales se encuentra la localización de inventario, en la que para reducir costos de almacenamiento se busca ubicar los productos por complementariedad, compatibilidad o mayor necesidad.

La primera busca que los ítems que se utilicen o se despachen juntos, se ubiquen cerca; la segunda plantea que los artículos se deben almacenar de acuerdo a sus características; y la tercera recomienda que los productos con alto nivel de demanda deben ubicarse de tal forma que los recorridos necesarios sean lo más cortos posibles (Garzon, 2018).

Además, se debe seleccionar el método de identificación a usar, si es por localización fija, donde a cada producto se le asigna un número de estantería o posición de almacenamiento específica; o aleatoria cuando los productos son ubicados en cualquier espacio que se encuentre disponible (Garzon, 2018). El primer método se recomienda cuando el costo de manipulación de materiales es mayor al costo de almacenamiento de estos y el segundo cuando es menor. Esta decisión, afecta la forma en la que se realiza el conteo del inventario, ya que en la localización fija se presenta menos probabilidad de error, haciendo que se tenga un inventario más preciso, a diferencia de la aleatoria donde la probabilidad de no encontrar un producto es mayor.

Respecto a la determinación de los niveles de inventario de cada producto y la definición de los métodos de administración de inventario, ambas se encuentran muy ligadas, dado que definir un método de control del inventario que se ajuste a los requerimientos de la organización, es lo que va a permitir que se determine la cantidad de inventario a mantener para cada producto, de tal manera que no se presenten ni excesos ni faltantes que afecten a la cadena de abastecimiento. Para la determinación de dichos modelos de inventario, se debe comenzar por conocer el comportamiento de la demanda con la que se trabajará, para ello se utilizan los pronósticos.

3.1.2 Pronóstico de la demanda.

La gestión de la cadena de abastecimiento se logra inicialmente al comprender el comportamiento externo e interno de la organización, por medio de pronósticos de la demanda esperada por parte de los clientes o consumidores, posterior a esto, se planea y controla la producción, de tal forma que logre satisfacer dicha demanda. Esta planeación permite conocer los requerimientos inmediatos de materiales, en este caso entra la importancia del control y gestión de inventarios de tal manera que se eviten interrupciones en esta cadena (Sipper & Bulfin, 1998).

Para realizar un pronóstico adecuado de la demanda se debe observar si existe algún tipo de patrón en los datos históricos con los que se trabaja, es decir, si se comportan de manera uniforme, con tendencias, estacionales, erráticos o si presentan un comportamiento cíclico, de tal forma que se pueda seleccionar el método más adecuado para pronosticar. Según Heizer & Render (2014) se tienen métodos para pronosticar la demanda, como los cuantitativos (Figura 3). Los que se basan en formulaciones matemáticas y en información histórica, para dar una estimación del comportamiento futuro de la demanda. En este tipo de métodos se tienen dos grandes clasificaciones de modelos, los cuales son: series de tiempo y causales o asociativos.

Los modelos de serie de tiempo se basan principalmente en la observación y análisis de información histórica de la demanda, en un período determinado de tiempo para realizar la predicción. Esto se logra al hacer uso de métodos tales como: promedio móvil simple y ponderado, suavización exponencial, suavización exponencial ajustada a la tendencia, proyección de tendencia, entre otros. Por otro lado, los métodos causales o asociativos además de utilizar los datos históricos, se basan en la utilización de herramientas estadísticas que permitan relacionar la demanda con los factores o variables que la hagan fluctuar, en esta categoría se pueden encontrar técnicas como las de regresión y correlación (Heizer & Render, 2014).

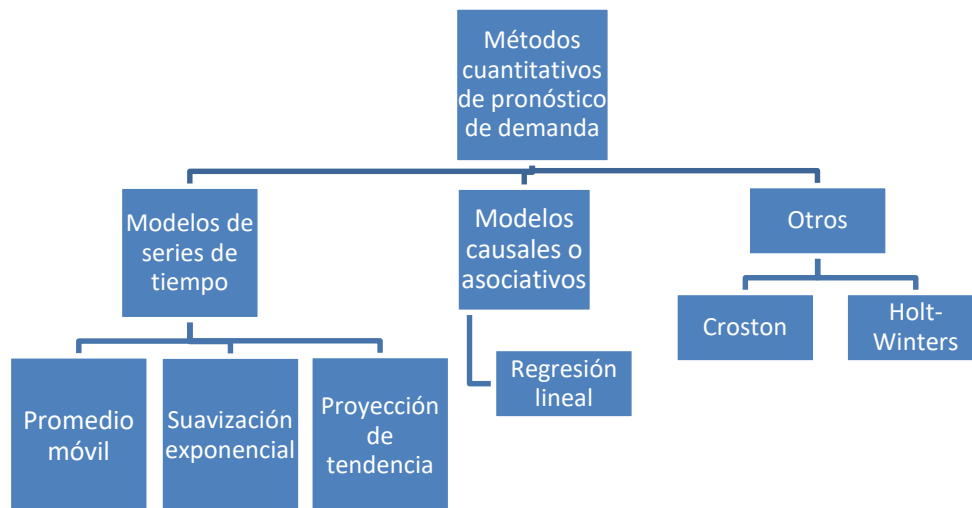


Figura 3. Métodos cuantitativos de pronóstico de demanda, Fuente: Autores.

Los métodos de promedio móvil son dos, los simples y los ponderados. La idea de esta metodología es promediar la demanda real de los períodos anteriores para poder estimar el comportamiento a futuro de esta. Lo que diferencia a estos dos métodos es que los promedios móviles simples se realizan dándole una misma importancia a los períodos anteriores, mientras que en el promedio móvil ponderado se puede decidir la prioridad o peso de un período en específico dando una ponderación, para que de esta forma se puedan estudiar demandas con tendencias o patrones.

En cuanto al método de suavización exponencial, en él se hace uso del método promedio móvil, pero en este caso se tiene en cuenta la diferencia generada por el pronóstico del período anterior con el dato real presenciado, con el objetivo de suavizar la diferencia entre estos. Dicha suavización se realiza con un valor alfa, el cual puede variar dependiendo de las necesidades del analista, para su cálculo se puede hacer uso de la herramienta Solver en Excel teniendo en cuenta que su valor debe estar entre 0 y 1. El pronóstico que solamente incluye el valor de alfa se conoce como suavización simple (Ecuación 1) (Heizer & Render, 2014).

$$\text{Pronóstico}_t = \text{Pronóstico}_{t-1} + \alpha(\text{Demanda}_{t-1} - \text{Pronóstico}_{t-1})$$

Ecuación 1. Pronóstico suavización exponencial simple.

A su vez, se puede realizar un ajuste de tendencia para casos en que se observe un comportamiento tendencial en los datos, esto haciendo uso de una constante que suavice la tendencia (β), generando que se adapte más a la realidad, esta se puede hallar haciendo uso de la herramienta Solver en Excel, teniendo en cuenta que debe estar entre 0 y 1, dicha modalidad de pronóstico se conoce como suavización exponencial doble. Donde, se presenta una suavización en la demanda (Ecuación 2), la tendencia (Ecuación 3) y al sumar estas ecuaciones se genera el pronóstico (Ecuación 4) (Heizer & Render, 2014).

$$DSE_t = \alpha \text{Demanda}_{t-1} + (1 - \alpha)(PSE_{t-1} + \text{Tendencia suavizada}_{t-1})$$

Ecuación 2. Demanda suavizada exponencialmente.

$$TSE_t = \beta(PSE_t - PSE_{t-1}) + (1 - \beta)TSE_{t-1}$$

Ecuación 3. Tendencia suavizada exponencialmente.

$$\text{Pronóstico}_t = PSE_t + TSE_t$$

Ecuación 4. Pronóstico de suavización exponencial doble.

A su vez, otra modalidad de pronóstico es la proyección de tendencia que se aplica sobre datos históricos de demanda que presenten tendencia, al ajustar una función (lineal, exponencial, cuadrática, etc.) al comportamiento presenciado. Al tener una función matemática que explique el comportamiento de los datos se realiza una proyección a futuro, generando una predicción, para ello se usa la Ecuación 5 (Heizer & Render, 2014).

$$\text{Pronóstico} = \text{Intercepto} + (\text{Pendiente} * \text{Mes})$$

Ecuación 5. Pronóstico de proyección de tendencia.

En este caso para el cálculo del intercepto y la pendiente se puede hacer uso de las funciones de Intersección. Eje y =pendiente y de la herramienta de Excel, teniendo en cuenta que la demanda es catalogada como el valor en Y y el número de periodos como en de X.

Además de los métodos de tiempo, se deben considerar los métodos de regresión y correlación, en los que se analiza la variación de la demanda por la influencia de otras variables. Este método se basa en el modelo matemático de regresión lineal, pero como ya se mencionó, no se estudia la influencia del tiempo en la demanda, sino factores adicionales, como: económicos, tecnológicos, sociales, entre otros.

Para casos específicos donde se presente un comportamiento errático en la demanda, acercarse a la realidad es prácticamente imposible. Por eso se debe hacer uso de métodos especializados, como el de Croston, para hacer un pronóstico adecuado. Dicho método se basa en la probabilidad para estimar la ocurrencia y tamaño de la demanda, donde solo se tiene en cuenta los períodos en los que se genera un cambio o una fluctuación en los datos históricos (Londoño, 2004).

Para el cálculo de este, se tiene en cuenta datos como la demanda, el número de periodos y tres contadores (n_0 , $n_{0(2)}$ y n_t), estos últimos encargados de detectar valores iguales a cero en la demanda, contabilizarlos y reemplazarlos respectivamente. El cálculo, comienza hallando los valores de Z, para el primero periodo con la Ecuación 6 y los periodos siguientes con la Ecuación 7, además, de los valores de N, para el primer periodo con la Ecuación 8 Ecuación 8 y los periodos siguientes con la Ecuación 9.

$$Z_1 = \frac{\sum n_0}{t}$$

Ecuación 6. Valor estimado de la demanda al finalizar el periodo 1.

$$Z_n = (\alpha * demanda_n) + (1 - \alpha) * (z_{n-1})$$

Ecuación 7. Valor estimado de la demanda al finalizar el periodo n.

$$N_1 = \frac{\sum n_{0(2)}}{t + 1}$$

Ecuación 8. Valor estimado de los periodos transcurridos diferentes a cero al final del periodo 1.

$$N_n = (\alpha * n_t) + (1 - \alpha) * (N_{n-1})$$

Ecuación 9. Valor estimado de los periodos transcurridos diferentes a cero al final del periodo n.

Donde, n_0 y $n_{0(2)}$ se refieren al contador para un tiempo establecido y t se toma como dicho tiempo establecido menos el número de ceros que aparecen en la demanda de ese periodo. De igual forma, el cálculo α se realiza con el uso de Excel como se mencionó. Para finalmente obtener el pronóstico con la Ecuación 10.

$$Pronóstico_n = \frac{Z_{n-1}}{N_{n-1}}$$

Ecuación 10. Pronóstico para el mes n.

Se espera seleccionar el método de pronóstico de la demanda que más se aproxime a la realidad, esta selección se realiza haciendo uso de métodos como: la desviación absoluta media (MAD) (Ecuación 11), el error cuadrático medio (ECM) (Ecuación 12), el error porcentual absoluto medio (MAPE) (Ecuación 13), entre otros (Heizer & Render, 2014). En general estos métodos miden la diferencia entre el pronóstico y la demanda percibida, además de tener en cuenta la variabilidad que puede haber entre estos dos.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Demanda\ real_t - Demanda\ pronosticada_t|}{n}$$

Ecuación 11. Desviación Absoluta Media.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (Demanda\ real - Demanda\ pronosticada)^2}{n}$$

Ecuación 12. Error Cuadrático Medio.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n 100 |Demanda\ real_i - Pronóstico_i| / Real_i}{n}$$

Ecuación 13. Error Porcentual Absoluto Medio.

3.1.3 Control del inventario

El control de inventario se encuentra delimitado por políticas y modelos de mejora. Las políticas permiten dar respuesta a tres grandes interrogantes: ¿Qué se debe ordenar? ¿Cuándo se debe ordenar? y ¿Cuánto se debe ordenar? A partir de revisiones periódicas o continuas que mantienen actualizada la información del sistema (Sipper & Bulfin, 1998).

Respecto a las revisiones periódicas, estas definen cada cuanto se revisará el inventario, lo que implica tener una mayor cantidad de este, ya que debe mantenerse mientras llega el momento de realizar la revisión y el tiempo que tarde en llegar el pedido. La revisión continua, por su parte, es la que se realiza cada que se ejecuta una transacción, por lo que la cantidad de inventario necesaria es menor, debido a que solo necesita mantenerse durante el tiempo que tarde en llegar el pedido.

En cuanto a la selección del modelo de inventario, se deben tener en cuenta datos como los tiempos de entrega de los proveedores y el comportamiento de la demanda. Estos se determinan por medio de un estudio previo de dichas variables y los pronósticos detallados en el punto anterior. Para este proyecto se abordarán los modelos de demanda aleatoria.

Los modelos para control de inventarios con demanda aleatoria (Figura 4), según Vidal (2010), se pueden clasificar en: sistema continuo (s, Q), sistema continuo (s, S), sistema periódico (R, s) y sistema (R, s, S). Todos funcionan teniendo en cuenta un inventario efectivo, que se calcula con el inventario físico que se encuentra en almacenamiento, más los pedidos pendientes por llegar y menos las requisiciones pendientes por entregar. Además, estos modelos se basan en las políticas de revisiones continuas y periódicas, explicadas anteriormente.

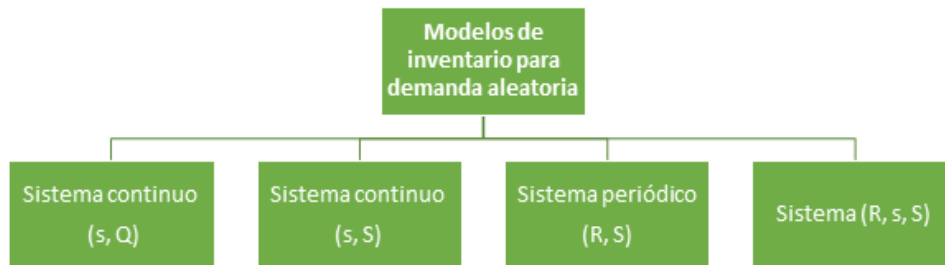


Figura 4. Modelos de inventario para demanda aleatoria, Fuente: Autores.

En cuanto al sistema continuo (s, Q), su funcionamiento se da por medio de la revisión continua, donde tan pronto el inventario efectivo llegue al nivel de reorden (s), se emite un pedido por una cantidad (Q). En este sistema se debe tener cuenta que, al ordenar requerimientos elevados de pedido, la cantidad (Q) puede ser tomada como múltiplos de la misma, de tal forma que no se presenten problemas asociados a que el inventario efectivo no llegue al punto de reorden (Vidal, 2010).

La forma de calcular este modelo de inventario, según Vidal (2010), comienza hallando el Q del EOQ (Ecuación 14), si se trata de materias primas o productos que sean comprados y el EPQ (Ecuación 15) para el caso de productos terminados o fabricados.

$$Q = EOQ = \sqrt{\frac{2 * \text{Costo de ordenar} * \text{Demanda promedio anual}}{\text{Costo de mantener}}}$$

Ecuación 14. EOQ.

$$Q = EPQ = \sqrt{\frac{2 * \text{Costo de ordenar} * \text{Demanda promedio anual}}{\text{Costo de mantener} * \left(1 - \frac{\text{Demanda promedio mensual}}{\text{Tasa de producción}}\right)}}$$

Ecuación 15. EPQ.

Posteriormente, se toma la desviación estándar de los errores de pronóstico y se calcula la desviación del tiempo de reposición o tiempo de alistamiento (Ecuación 16), el primer término si se trata de materia prima y el segundo si se habla de producto terminado. Además, para el cálculo del factor de seguridad (k), se halla $G_z(k)$ mediante la Ecuación 17 y ese resultado es buscado en la tabla de funciones de la distribución normal unitaria ubicada en el apéndice A de Vidal (2010).

$$\sigma_L = \sigma_{ECM} \sqrt{\text{Tiempo de entrega o producción}}$$

Ecuación 16. Desviación del tiempo de reposición o alistamiento.

$$G_z(k) = \frac{Q}{\sigma_L} (1 - \text{Nivel de servicio})$$

Ecuación 17. $G_z(k)$ para (s , Q).

Seguidamente, se halla la demanda estimada durante el tiempo de reposición (\hat{x}_L) mediante la Ecuación 18. Con ello, se calcula el punto de reorden (s) usando la Ecuación 19. Por último, se calculan los costos de ordenar o alistar con la Ecuación 20 y de mantener con la Ecuación 21.

$$\hat{x}_L = \text{Demanda promedio mensual} * \text{tiempo de entrega o producción}$$

Ecuación 18. Demanda estimada durante el tiempo de reposición.

$$s = \hat{x}_L + (k * \sigma_L)$$

Ecuación 19. Punto de reorden (s , Q).

$$= \frac{\text{Costo de ordenar o alistar por producto} * \text{Demanda promedio anual}}{Q}$$

Ecuación 20. Costo de ordenar o alistar (s , Q).

$$\text{Costo de mantener} = \left(\frac{Q}{2} + (k * \sigma_L) \right) * \text{Costo de mantener por producto}$$

Ecuación 21. Costo de mantener (s, Q).

Otro de los sistemas continuos es el (s, S), en el que, al llegar el inventario efectivo al nivel de reorden (s), se emite un pedido por una cantidad tal que logre llevar el inventario a su punto máximo (S) (Vidal, 2010). Con este sistema se recomienda ser muy cuidadoso con la cantidad a pedir, puesto que esta puede cambiar para cada pedido.

Para el cálculo de este sistema de inventario, según Vidal (2010), se efectúan en primer lugar las fórmulas de la Ecuación 14 o Ecuación 15 dependiendo si se trata de producto terminado o materia prima respectivamente, tal como se mencionó. Además, se hace uso de la Ecuación 16, con estos cálculos se realiza la Ecuación 22. Una vez hallado este dato, se prosigue al cálculo del punto de reorden (s) usando la Ecuación 23. Para finalmente, hallar el inventario máximo (S) con la Ecuación 24.

$$k = \sqrt{2 * \ln\left(\frac{\text{Demanda anual promedio} * \text{Costo de faltantes}}{\sqrt{2\pi} * Q * \text{Costo de mantener} * \sigma_L}\right)}$$

Ecuación 22. K (s, S).

$$s = (\text{Demanda mensual promedio} * \text{tiempo de entrega o producción}) + (k * \sigma_L)$$

Ecuación 23. Punto de reorden (s, S).

$$S = s + Q$$

Ecuación 24. Inventario máximo (s, S).

Dentro del sistema (s, S) se encuentra el min-max, este se usa para los casos donde la demanda es errática ya que se adapta mejor a dicho comportamiento. Para el cálculo de este, se halla Q usando la Ecuación 14 o Ecuación 15 dependiendo del producto o material que se tenga. De allí, se hace uso de la Ecuación 16 y Ecuación 18, mencionadas anteriormente, con estos resultados se prosigue a calcular el punto de reorden (Ecuación 25) y el inventario máximo (Ecuación 26) usando como valor de u la mitad de las ventas diarias.

$$s = \hat{x}_L + k * \sigma_L + u$$

Ecuación 25. Punto de reorden min-max.

$$S = s + Q - u$$

Ecuación 26. Inventario máximo min-max.

Respecto a los sistemas de revisión periódica está el (R, S), donde cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo y se ordena la cantidad necesaria para volver a obtener el máximo inventario. Este sistema tiene como ventaja la posibilidad de ajustar el nivel máximo de inventario (S) a la demanda que se tenga en el momento. Es recomendable usar este método en situaciones donde el costo de ordenar el inventario sea mayor que el costo de mantener, ya que, al tratarse de revisiones periódicas, la cantidad de inventario de seguridad que se encuentre en almacenamiento deberá ser mayor (Vidal, 2010).

El cálculo de este modelo, según Vidal (2010), se inicia con R que indica el intervalo de tiempo en el que se va a realizar la revisión (Ecuación 27). Posteriormente, se halla la desviación estándar de los errores del pronóstico sobre el tiempo de reposición más el intervalo de revisión (Ecuación 28). A continuación, se encuentra la demanda pronosticada sobre el tiempo de reposición y alistamiento (Ecuación 29), de allí se calcula el factor de seguridad (k), mediante su búsqueda en la tabla de distribución normal unitaria ubicada en el apéndice A de Vidal (2010), utilizando el valor de $G_z(k)$ (Ecuación 30). Con los valores encontrados, se calcula el inventario máximo (Ecuación 31) y los costos de ordenar o alistar (Ecuación 32) y mantener (Ecuación 33).

$$R = \sqrt{\frac{2 * (\text{Costo de ordenar} + \text{Costo de revisión})}{\text{Demanda promedio anual} * \text{Costo de manter}}}$$

Ecuación 27. Intervalo de revisión (R, S).

$$\sigma_{R+L} = \sigma_{ECM} * \sqrt{R + \text{Tiempo de reposición o alistamiento}}$$

Ecuación 28. Desviación del error del pronóstico por el tiempo e intervalo de revisión.

$$\hat{x}_{R+L} = \text{Demanda promedio mensual} * (R + \text{Tiempo de reposición o alistamiento})$$

Ecuación 29. Demanda pronosticada sobre el tiempo R+L.

$$G_z(k) = \frac{\text{Demanda promedio anual} * R}{\sigma_{R+L}} * (1 - \text{Nivel de servicio})$$

Ecuación 30. G z(k) para (R, S).

$$S = \hat{x}_{R+L} + (k * \sigma_{R+L})$$

Ecuación 31. Valor máximo de inventario (R, S).

$$\begin{aligned} & \text{Costo de ordenar o alistar} \\ & = \frac{\text{Costo de ordenar o alistar por producto} + \text{Costo de revisar}}{R} \end{aligned}$$

Ecuación 32. Costo de ordenar o alistar (R, S).

$$\begin{aligned} & \text{Costo de mantener} \\ & = \left(\frac{\text{Demanda promedio anual} * R}{2} + (k * \sigma_{R+L}) \right) \\ & * \text{Costo de mantener por producto} \end{aligned}$$

Ecuación 33. Costo de mantener (R, S).

Por último, Vidal (2010) plantea el sistema (R, s, S) que constituye una mezcla de los anteriores, en el que se revisa el inventario efectivo cada R unidades de tiempo y si este se encuentra por debajo del punto de reorden (s), se ordena una cantidad que nivele el inventario hasta su máximo (S). La elección de alguno de los sistemas de control de inventario depende de lo que se considere más conveniente para la organización tratada, teniendo en cuenta el costo de ordenar y mantener que posea.

Para el cálculo de esta política se usa la Ecuación 28 planteada anteriormente, con el resultado de la misma, se encuentra el Q_p usando la Ecuación 34 junto con el cálculo del tiempo de revisión establecido anteriormente. A su vez, se calcula Z usando Ecuación 35 y con ella el punto de reorden (s_p) usando la Ecuación 36 y cálculos mencionados previamente.

$$\begin{aligned} Q_p = & 1,3 * (\text{Demanda anual promedio} * R)^{0,494} * \left(\frac{\text{Costo de ordenar o alistar}}{\text{Costo de mantener}} \right)^{0,506} \\ & * \left(1 + \frac{(\sigma_{R+L})^2}{(\text{Demanda anual promedio} * R)^2} \right)^{0,116} \end{aligned}$$

Ecuación 34. Cantidad Q_p .

$$Z = \sqrt{\frac{Q_p * \text{Costo de oportunidad}}{\sigma_{R+L} * \text{Costo de faltantes}}}$$

Ecuación 35. Z.

$$s_p = 0,973 * \hat{x}_{R+L} + \sigma_{R+L} * \left(\frac{0,183}{Z} + 1,063 - 2,192 * z \right)$$

Ecuación 36. Punto de reorden (R, s, S).

Con dichos cálculos, se efectúa la división del Q_p sobre la demanda anual promedio por el tiempo de revisión, si el resultado arroja un valor superior a 1,5 se toma s_p como punto de reorden definitivo y el inventario máximo como la suma entre s_p y el Q_p . En caso contrario, se realizan los cálculos evidenciados en Ecuación 37 Y Ecuación 38.

$$S_0 = \hat{x}_{R+L} + k * \sigma_{R+L}$$

Ecuación 37. So.

$$p_z(k) = \frac{\text{Costo de oportunidad}}{\text{Costo de faltantes} + \text{Costo de oportunidad}}$$

Ecuación 38. Pz(k).

Para el cálculo del punto de reorden, este caso, se evalúa el valor mínimo entre el S_0 y el s_p , escogiendo el menor valor entre ellos. Caso similar sucede para la elección del inventario máximo, en donde se escoge el menor valor entre la suma del s_p con el Q_p y el S_0 .

De igual forma, Heizer & Render (2014) plantean modelos probabilísticos para situaciones de: demanda variable con tiempo de entrega constante, demanda constante con tiempo de entrega variable y demanda variable con tiempo de entrega variable. En estos modelos para los casos variables se usa la desviación estándar y el valor promedio, de tal forma que se pueda calcular el punto de reorden necesario, para poder cumplir con cierto nivel de servicio dado, entendiéndose este último como la probabilidad de no tener faltantes.

3.1.3.1 Indicadores de inventario

Después, de realizar los cálculos pertinentes para el modelo de inventario, se puede medir cómo este influye en la empresa, por medio del uso de indicadores, tal como lo plantea Peña (2018), en los que se encuentran:

- La rotación del inventario, este indicador permite medir la cantidad de veces que el inventario se ha renovado en el almacenamiento, el que entre mayor sea, menor costo de almacenamiento implica, para su cálculo se usa la Ecuación 39.

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Demanda anual}}{\text{Promedio del inventario final}}$$

Ecuación 39. Rotación del inventario.

- La cobertura, se calcula para conocer el % de demanda cubierto o satisfecho por el inventario promedio, se halla por medio de la Ecuación 40.

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Promedio del inventario final}}{\text{Demanda anual}}$$

Ecuación 40. Cobertura.

- Tamaño de lote, permite conocer la cantidad de inventario que está siendo pedida, su valor (Ecuación 41) es equivalente al Q o cantidad a pedir establecido anteriormente.

$$\text{Tamaño de lote} = Q$$

Ecuación 41. Tamaño de lote.

- Frecuencia de compra, evidencia la cantidad de veces que se están realizando compras, para encontrar su valor se usa la Ecuación 42.

$$\text{Frecuencia de compras} = \frac{\text{Número de pedidos}}{18}$$

Ecuación 42. Frecuencia de compras.

3.1.4 Plan maestro de producción (MPS)

En un proceso de manufactura es fundamental poseer la información de un plan de producción, puesto que es una guía con la que se espera tener una orientación de que tanto producir. El MPS define que debe hacerse y en qué momento, se tiende a confundir este término con un pronóstico, pero el objetivo de este no es generar estimaciones ni predicciones, es el de definir lo que se realizará teniendo en cuenta el tiempo y otros factores como la capacidad de producción, cantidad de productos terminados y restricciones específicas de la planta como el espacio físico.

3.1.5 Lista estructurada de materiales (BOM)

Normalmente, para las organizaciones manufactureras se tiene que el producto final presenta una demanda independiente, la cual se puede pronosticar haciendo uso de los métodos de pronóstico de demanda previamente mencionados. Esto se da debido a que muchos de estos productos están compuestos por subensambles o piezas, donde los componentes se caracterizan por tener una demanda dependiente, ya que en el momento de recibir un pedido o de conocer la demanda para el producto final, es posible saber qué cantidad de subensambles o piezas se requieren.

Las listas estructuradas de materiales permiten conocer en detalle que componentes tiene un producto y la dependencia que existe entre ellos para una correcta fabricación, con estas listas se puede estimar costos del producto final más fácilmente o facilitar la labor de los operarios en el área de producción o de ensamblaje (Heizer & Render, 2014).

3.1.6 Planeación de requerimientos de materiales (MRP)

El MPR es un sistema que permite planear los requerimientos de componentes o materiales con demanda dependiente, teniendo en cuenta la cantidad y el momento en el que sean requeridos para la fabricación de un producto en específico. Tiene como objetivo disponer de materiales para satisfacer la producción y a su vez no incurrir en excesos de inventario o en la creación de nuevos gastos (Dziak, 2019). Según Heizer & Render (2014) la cantidad de componentes requeridos para la producción se denomina tamaño de lote, este valor se puede determinar haciendo uso de diversas técnicas como: lote por lote, cantidad de pedido económico (EOQ) y cantidad de pedido periódico (POQ).

La técnica de lote por lote supone una producción exacta a lo que se requiere, sin mantener un inventario de seguridad o la consideración de otro posible pedido. La técnica de cantidad de pedido económico se basa en el método del EOQ, por lo que es utilizado principalmente al poseer demandas independientes y relativamente constantes. Finalmente, se tiene la técnica de cantidad de pedido periódica (POQ), la cual considera satisfacer la demanda de un período de tiempo que es definido por el administrador, el intervalo del POQ es explicado por la división del EOQ entre la demanda promedio del intervalo establecido, por consiguiente, la cantidad a ordenar se modifica en cada período (Heizer & Render, 2014).

3.2 Antecedentes o Estudios Previos

En Industrias Romil S.A.S. se han producido esfuerzos por mejorar el área de inventarios, con acciones de implementación de softwares tales como: Zeros y CG1. El primero es el que se usa en la actualidad y permite consultar la cantidad de inventario que se tiene, no obstante, la falta de políticas en el área y los problemas de flujo de información no permiten tener actualizados los datos en tiempo real en el sistema. Por otro lado, el segundo software aún requiere de ajustes, para lo que este proyecto aportaría información importante.

Por otra parte, debido a la gran importancia e impacto que tienen los inventarios sobre los procesos en las empresas, se han realizado varios estudios en torno a su control, en industrias manufactureras, comercializadoras y de servicios. Buscando encontrar el balance ideal entre la cantidad mínima y máxima a mantener, de tal manera que no afecten el funcionamiento de la cadena de abastecimiento de la organización. Cabe aclarar, que cada empresa es única y por tal motivo antes de proponer el uso de un pronóstico, un modelo o una política de inventario, se debe realizar una identificación del contexto de la organización.

Entre los estudios realizados, se encuentra el trabajo de grado “Mejoramiento en el cumplimiento de entregas de la unidad de negocio de hogar de la empresa XYZ” desarrollada por Estévez & Molina (2012), que presenta una propuesta para la elección de los modelos de inventario de demanda aleatoria. Planteando la

aplicación del modelo de revisión continua (s, Q) para el control del inventario de los ítems clase A, lo cual se considera pertinente, ya que estos son los que más valor tienen para la organización, por lo que se les debe hacer un control más frecuente.

Por otro lado, para los ítems clase B y C, que requieren de un menor control, se utiliza un sistema (R, s, S) permitiendo establecer un nivel mínimo y máximo de inventario, realizando revisiones cada cierto tiempo y ajustando su demanda a las variaciones presentes en el mercado.

Adicionalmente, en dicho proyecto se presenta la problemática de demoras en los tiempos de entrega al cliente, en donde al finalizar el estudio se realiza una comparación de la situación previa a la implementación del modelo con los resultados obtenidos por el mismo, evidenciando mejoras en el área.

De igual forma, se propone el análisis del trabajo de grado “Técnicas y políticas del control de inventarios aplicados a una empresa comercializadora” desarrollado por Aparicio & Hincapié (2016), en el que se evidencia el problema del tiempo muerto en producción debido al conteo manual del inventario. Para lo que se propone como medida de solución el uso de un conteo cíclico, que trae beneficios como: reducción de tiempos de conteo, evitar paradas de la producción, mejorar la precisión de datos en la empresa, entre otros.

3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Teniendo en cuenta el contexto y la situación actual de Industrias Romil S.A.S., se espera poder identificar sus productos más representativos, plantear una política de inventario adecuada y a su vez poder adaptar tanto los modelos de pronósticos como de inventarios, que fueron mencionados anteriormente, a las condiciones de la empresa.

Con este proyecto se busca contribuir al funcionamiento de la empresa por medio de una propuesta de control y gestión de inventarios de materia prima y producto terminado, que incorpore los conceptos previamente adquiridos y la bibliografía estudiada. Siempre en búsqueda del mejoramiento tanto de los procesos como del nivel de servicio, además de permitir un mayor aprovechamiento monetario tanto en la compra de materiales, como en el mantenimiento del inventario.

En caso de la no realización de este proyecto, se esperaría que la empresa siga presentando problemas de paradas en el área de producción por falta de materiales, generando a su vez, insatisfacción en el servicio al cliente, al presentar retrasos en los tiempos de entrega propuestos. A su vez, la empresa continuaría evidenciando una disminución en su flujo de caja, al no conocer los productos terminados que deben mantener y su cantidad, dependiendo de su rotación o representatividad en costos.

Con la realización de este proyecto no solo se contribuye a una empresa en específico, también puede servir como guía para empresas manufactureras pertenecientes al sector mobiliario, que presenten características similares a las de Industrias Romil S.A.S. y estén en la búsqueda de realizar mejoras o adaptaciones en sus sistemas de control y gestión de inventarios, de materias primas y productos terminados.

4 Metodología

1. Identificación de la situación actual en el área de inventarios de materia prima y producto terminado de la empresa Industrias Romil S.A.S.

Se realizaron varias visitas a la empresa Industrias Romil S.A.S, que tuvieron como objetivos el acercamiento a los procesos y formas de trabajar en la misma, así como la recolección de la información. Los datos solicitados, fueron la ficha técnica de cada producto, la demanda de estos y sus respectivos costos, entregando la segunda de estas por 18 meses, desde enero del 2018 hasta junio del 2019, intervalo de tiempo con el que se decidió trabajar.

Inicialmente, se tomó la información de la demanda y con ella se elaboró un Pareto, usando la herramienta Excel, donde se estudiaron las ventas por familias de productos (la clasificación de productos por familias se presenta en el Anexo 4) para conocer las familias de productos con las que se trabajaría, aquellas pertenecientes al 80% en el diagrama Pareto. Con ellas, se realizó otro Pareto usando el costo de cada producto, con el fin de conocer los más significativos para el desarrollo del proyecto.

Se prosiguió a examinar las fichas técnicas de cada producto, para conocer las materias primas que los componen junto con su cantidad, de esta forma al multiplicar la cantidad de materia prima por la demanda de los productos terminados, se obtuvo la demanda para la materia prima. Igualmente, con el costo de cada materia prima se elaboró nuevamente un Pareto, para establecer las materias primas a trabajar.

Al tener seleccionados los productos y materias primas con los que se desarrolló el proyecto, se analizó el comportamiento de la demanda de estos, para lo que se calculó el coeficiente de variación, dividiendo la desviación estándar de la demanda sobre el promedio de esta, para cada producto y material. Donde, si este resultado arrojaba un valor mayor a 1, se tenía un comportamiento errático y en caso contrario, se continuaba a realizar un análisis de su gráfica de demanda, con el fin de determinar su comportamiento.

Dentro del estudio de comportamiento, se descartó tanto el comportamiento cíclico o estacional como el horizontal o uniforme, el primero no se consideró ya que, al no tener datos de al menos dos años, no se conocía con precisión si los meses se comportaban de una misma forma año tras año.

En cuanto al segundo patrón, este no se trató debido a que la demanda de los productos varía significativamente mes a mes y por tal motivo no se consideró pertinente tratarla como uniforme.

2. Determinación del modelo de inventario que mejor se adapte a las necesidades de la empresa Industrias Romil S.A.S.

Una vez hallado el comportamiento de la demanda para los productos terminados y la materia prima, se encontró que en los productos terminados primaba el comportamiento errático, el que se caracteriza por su aleatoriedad en los datos, resultando en un mayor grado de dificultad para la realización de las predicciones. Por ello, se tomó la decisión de hacer un estudio de datos atípicos para todos los productos y materiales, con el fin de evitar que este comportamiento afectara el cálculo de los pronósticos.

Dicho estudio de datos atípicos se realizó haciendo uso del programa Minitab en la prueba I-MR para datos individuales, con el fin de eliminar aquellos datos que no se encontraran dentro de los límites de la gráfica de control, establecidos a una distancia de 3 desviaciones estándar por encima y por debajo de la línea de control (promedio de los datos), para cada producto y material. Al tener eliminados los datos atípicos, se volvió a realizar el estudio del comportamiento de la demanda mencionado.

Posteriormente, se realizaron los pronósticos de demanda, donde para el promedio móvil simple y ponderado se tomaron promedios de demandas de 2,3,4 y 5 meses, usando las fórmulas establecidas en el marco teórico. Además, para el promedio móvil ponderado, Croston, la suavización exponencial simple y doble, se hizo uso de la herramienta Solver en Excel, con el objetivo de hallar el alfa (α) o beta (β) correspondiente para cada caso, que cumpliera con las características de estar entre 0 y 1, minimizando el error MAD o ECM. Mediante la comparación de estos errores, se encontró el mejor pronóstico a usar para cada producto y material.

Continuando con el estudio y con el fin de obtener los datos necesarios para calcular las políticas de inventario, se le preguntó a la empresa valores como los tiempos de entrega, alistamiento, tasa de producción y los costos de mantener, ordenar, alistar, oportunidad, faltantes y revisión. Descubriendo que no se contaba con dichos valores calculados previamente, por ello para el cálculo de estos se realizó lo siguiente:

Para la obtención del tiempo de entrega de la materia prima se le preguntó al jefe de compras, quien manifestó que las materias primas estaban divididas en 12 familias principales, esto debido al proveedor que las distribuye, las que comparten un mismo tiempo de entrega, el que se muestra más adelante.

En cuanto al tiempo de producción de los productos terminados, por medio de entrevistas a los jefes de cada área (Anexo 5) **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se establecieron las celdas de producción por las que pasaba cada producto. Posteriormente, se indagó el tiempo que se demoraban en fabricar cada uno, para finalmente sumar dichos tiempos y determinar el tiempo de producción Anexo 22.

En el cálculo de dichos tiempos de producción, se tuvieron en cuenta los descansos realizados por los trabajadores durante la jornada laboral. Por ello, se sumó el tiempo de producción con 90, tiempo establecido en minutos, que tiene en cuenta el descanso de hora y media diario evidenciado en la empresa.

En cuanto a la tasa de producción, este valor fue calculado tomando como base el tiempo de producción del producto terminado, haciendo uso de la Ecuación 43:

$$Tasa\ de\ producción\ mensual = \frac{1}{Tiempo\ de\ producción\ de\ PT} * 60 * 9 * 21$$

Ecuación 43. Tasa de producción mensual.

En ella, se ejecutó la multiplicación de 60, 9 y 21, el primer dato con el fin de pasar los minutos, unidad en la que se encuentra el tiempo de producción, a horas, el segundo dato con el objetivo de pasar el cálculo a días, al multiplicar por las horas laborales diarias de la empresa y el último dato, se tomó para pasar el cálculo a meses, multiplicando por los 21 días mensuales de trabajo. Es importante resaltar, que este cálculo debe ser mayor a la demanda promedio del producto, de tal forma que se pueda asegurar que la empresa se encuentra en la capacidad de satisfacer su demanda actual, además de poder realizar cálculos futuros como el del EPQ.

Respecto al nivel de servicio, según datos que poseía la empresa sobre faltantes, este se encontraba determinado en un 80%, presentándose casos en los que era superado y otros donde no lo era. Por lo anterior, al plantearle a la gerencia dicho valor, se tomó la decisión de aumentarlo a un 95% debido a que el porcentaje previo además de considerarse muy bajo, se presentaban casos en donde este era superado y por tal motivo, la gerencia deseaba poner un estándar más alto, con el fin de presentar mejoras, asumiendo nuevos retos.

Para determinar el costo de mantener el inventario almacenado, tanto para materia prima como para producto terminado, se solicitaron los siguientes datos: costo de los servicios mensuales, valor del inventario, costo de los seguros sobre los activos, costo de arrendamiento, valor de leasing sobre la bodega y el valor del costo de oportunidad. Este último dato, la empresa no lo tenía calculado por lo que se prosiguió a hallarlo, para esto se solicitó el estado de resultados, buscando tener acceso al valor de las ventas y a la utilidad después de impuestos, con estos dos valores se utilizó la Ecuación 44.

$$Costo\ de\ oportunidad = \frac{Utilidad\ después\ de\ impuestos}{Ventas}$$

Ecuación 44. Costo de oportunidad.

Dicho costo de oportunidad en porcentaje, se multiplico por el costo del inventario de materia prima y por el de producto terminado, obteniendo el costo de capital para cada inventario. Al poseer este dato se prosiguió a sumarlo, con los costos de

servicios, seguros, leasing y arrendamiento, mencionados anteriormente, para este resultado dividirlo con el costo del inventario promedio en cada caso. Obteniendo de esta forma el costo total de mantener inventarios, que para materia prima equivale al 11,9% del valor del inventario y para producto terminado el 16,02% (Anexo 6; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Para finalizar, se calculó el costo de mantener cada producto y material, multiplicando dicho porcentaje por el valor del artículo.

En cuanto al costo de ordenar, calculado para la materia prima, se obtuvo teniendo en cuenta el valor de los fletes y el costo de los procesos administrativos necesarios para pedir los materiales. Este primer dato se obtuvo al preguntarle al jefe de compras, el cual informo que para el transporte de telas se tenía un valor de \$2.000 y para productos inyectados, el transporte se realizaba por medio del empleado del área de bodega, quien recoge cada sábado los productos, por lo que, al tener en cuenta el tiempo que dedica a la tarea, se obtuvo que, para este tipo de productos el transporte era de \$13.272 cada sábado. Respecto, a las otras familias de materia prima se dio como respuesta que el transporte lo asumía el proveedor.

Sin embargo, por motivos de aplicaciones futuras, si el costo de transporte equivalía a cero podría generar fallos en las políticas de inventario, por lo que se cotizo un flete de transporte en un camión con una capacidad de 3 toneladas que circulara en la ciudad de Cali, el cual fue valorado en \$27.500. Con el fin de determinar la cantidad de material que sería posible transportar en cada viaje del camión, se tuvieron en cuenta las presentaciones comerciales de los productos, esto se realizó para cada familia de materia prima y se determinó el costo del flete por familia.

Por otra parte, para calcular el costo de los procesos administrativos de ordenar la materia prima, se tuvo en cuenta el salario del jefe de compras dado que el 100% de sus actividades van enfocadas a pedir mercancía. También se determinó para otro empleado con tareas relacionadas a la compra de materiales, cuánto tiempo se dedicaba en tareas como el pago a proveedores y cuanto representaba ese tiempo en costo para la empresa, al multiplicarlo por el salario del empleado encargado de dicha tarea, ambos valores se dividieron por la cantidad promedio de materia prima pedida en un mes dando un valor de \$5.690 por material. Finalmente, se sumaron los costos de los procesos operativos y de los fletes para obtener el costo de ordenar materia prima para cada familia.

Para la obtención del costo de alistamiento de los productos terminados, se hallaron los tiempos de alistamiento para materiales, maquinaria y procesos administrativos previos a la producción, tales como: realización de cotizaciones, recepción de pedidos o creación de órdenes de producción. De igual forma, se determinó quien tenía a cargo cada tarea, con estos datos se estableció cuanto tiempo dedicaba cada empleado al proceso de alistamiento y teniendo en cuenta el valor de sus salarios, se identificó cuanto le costaba este proceso a la empresa por medio de la Ecuación 45.

$$\begin{aligned} \text{Costo de alistamiento}_i & \\ &= \text{tiempo dedicado al alistamiento por parte del empleado}_i \\ & * \text{salario del empleado}_i \end{aligned}$$

Ecuación 45. Costo de alistamiento.

Donde, la variable *tiempo dedicado al alistamiento por parte del empleado* se encuentra en minutos. Este costo de alistamiento se determinó para cada área y al dividirlo por la cantidad promedio mensual de productos que eran procesados en las mismas, se obtuvo el costo mensual unitario de alistamiento para cada área. El que se evidencia en el Anexo 7 **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Con el fin de establecer el costo de alistamiento para cada producto terminado, se tomó en cuenta el costo de alistamiento de las áreas productivas donde este sufría alguna transformación, de esta forma al sumarlas con los costos administrativos se obtuvo el costo por producto específico Anexo 23.

Para el costo de faltantes se realizó una resta entre el precio y el costo de cada uno de los productos y materiales, dando como resultado el costo de faltantes por producto. Con esto se buscó hallar la cantidad de faltantes, para ello se tuvo en cuenta el nivel de servicio trabajado del 95% evidenciando un 5% de probabilidad de faltantes, porcentaje que fue multiplicado por la demanda mensual de cada uno y este resultado a su vez, fue multiplicado por el costo de faltantes por producto y material previamente establecido, obteniendo el costo de faltantes mensual.

En cuanto al costo de revisión, para la materia prima y el producto terminado se tomaron datos del tiempo de revisión, el número de personas dedicadas a la tarea y sus respectivos salarios. Con dichos datos se realizó el cálculo, por medio de una multiplicación entre ellos.

Una vez, se contó con estos datos se procedió al cálculo de las políticas de inventario siguiendo las fórmulas planteadas en el marco teórico, en las que se tomó en lugar de un periodo anual un tiempo de 18 meses, debido a los datos entregados por la empresa.

3. Validación de una propuesta de mejora para el control y gestión de inventarios de materias primas y productos terminados en la empresa Industrias Romil S.A.S.

Después, de calculadas las políticas de inventario para cada materia prima y producto terminado, con el objetivo de conocer cual se ajustaba más a cada uno, se realizó una validación usando la herramienta de Excel, en donde se planteó un modelo y se validó usando las 5 políticas de inventario, establecidas en el marco teórico, para los 18 meses trabajados.

Para esta validación se tuvieron en cuenta los movimientos del inventario (entradas y salidas), haciendo uso del comportamiento de la demanda histórica (salida de producto del inventario) y el tiempo de entrega de cada producto, para calcular el momento de llegada (entradas de producto al inventario). Para que el modelo funcionara adecuadamente, se tuvieron en cuenta los siguientes datos mensuales: inventario inicial, demanda, llegada de pedidos, inventario final y para el caso de la política (R, S), también se consideró en que meses se debía revisar el inventario de acuerdo con el R (intervalo de revisión) establecido para cada producto, las fórmulas se muestran en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3. Cabe aclarar, que el inventario final es la resta del inventario inicial con la demanda, sumado a la cantidad de pedidos que llegan para ese periodo, y este inventario final se tomara como el inventario inicial del periodo siguiente.

Tabla 1. Fórmulas de validación políticas (s, Q) y demanda variable y lead time constante.

Validación políticas (s, Q) y Política probabilística de demanda variable y lead time constante	
Datos	Calculo
Inventario inicial (I_{i_n})	$I_{i_{n-1}}$
Demanda	Registro histórico
Llegada de pedido en el mes n	Si ($I_{f_n} < \text{punto de reorden}$) \rightarrow (# mes n + lead time) Si ($I_{f_n} > \text{punto de reorden}$) \rightarrow 0
Llegada de pedido	Si (llegada de pedido en el mes $n = \text{mes } n$) \rightarrow Q Si (llegada de pedido en el mes $n \neq \text{mes } n$) \rightarrow 0
Inventario final (I_{f_n})	$I_{i_n} - \text{demanda} + \text{llegada de pedido}$

Tabla 2. Fórmulas de validación políticas (s, S) y Min-Max

Validación políticas (s, S) y Min-Max	
Datos	Calculo
Inventario inicial (I_{i_n})	$I_{i_{n-1}}$
Demanda	Registro histórico
Llegada de pedido en el mes n	Si ($I_{f_n} < \text{punto de reorden}$) \rightarrow (# mes n + lead time) Si ($I_{f_n} > \text{punto de reorden}$) \rightarrow 0
Llegada de pedido	Si (llegada de pedido en el mes $n = \text{mes } n$) \rightarrow (Punto de reorden - I_{i_n}) Si (llegada de pedido en el mes $n \neq \text{mes } n$) \rightarrow 0
Inventario final (I_{f_n})	$I_{i_n} - \text{Demanda} + \text{llegada de pedido}$

Tabla 3. Fórmulas de validación política (R, S).

Validación política (R, S)	
Datos	Calculo
Inventario inicial (I_{i_n})	$I_{i_{n-1}}$ + llegada de pedido
Demanda	Registro histórico
Llegada de pedido en el mes n	Si (revisar = periodo de revisión) \rightarrow (# mes n + lead time) Si (revisar \neq periodo de revisión) \rightarrow # mes n
Llegada de pedido	Si (llegada de pedido en el mes n = mes n) \rightarrow (Punto de reorden - $I_{f_{n-1}}$) Si (llegada de pedido en el mes $n \neq$ mes n) \rightarrow 0
Inventario final (I_{f_n})	I_{i_n} - Demanda

Al finalizar, se calcularon los costos para cada política, específicamente, el costo de alistar (Ecuación 46), mantener (Ecuación 47) y el total con la suma de los dos anteriores.

$$\text{Costo anual de alistar} = \frac{\text{Número de pedidos} * \text{Costo de alistar unitario} * 12}{18}$$

Ecuación 46. Costo anual de alistar.

$$\text{Costo anual de mantener} = \frac{\text{Inventario final por política} * \text{Costo de mantener} * 12}{18}$$

Ecuación 47. Costo anual de mantener.

De igual forma, se hizo uso de los indicadores evidenciados en el marco teórico y con dichos datos se realizó la comparación y se determinó la mejor política a usar. Para producto terminado se seleccionaron las políticas basándose en la rotación del inventario, dado que para la empresa es de interés el poder mantener un flujo de caja constante, por lo que el inventario debe tener una mayor rotación. En cuanto a la materia prima, la elección de las políticas se enfocó en los costos totales, por ello se buscó aquella política que representara un menor impacto económico para la empresa.

Con el objetivo de facilitar los procesos en la empresa, en la validación de las políticas se seleccionó la que representara la totalidad de los productos, para elegirla se estableció la política más utilizada. Seguido a esto, en aquellos casos que la política elegida no generara un equilibrio entre la demanda y el inventario, se hizo uso de la herramienta de Excel Solver, con el fin de hallar un valor que al ser multiplicado por la cantidad a pedir permitiera llegar al equilibrio, disminuyendo la cantidad de faltantes.

Con el objetivo de proporcionarle a la empresa algunos pronósticos para los meses posteriores, se calcularon estos para agosto, septiembre, octubre, noviembre,

diciembre y enero. Con ellos se realizaron de igual forma las validaciones según la política escogida para cada producto terminado y materia prima.

5 Resultados

5.1 Situación actual

En cuanto al inventario, los valores encontrados para el mes de mayo del 2019 se muestran en la Tabla 4. De igual forma, se determinó, que para este mes la empresa tenía un costo de inventario total equivalente a un 8,29% de las ventas anuales del 2018.

Tabla 4. Cantidad y costo de inventario para mayo del 2019.

Inventario	Mayo 2019	
	Cantidad en unidades de producto	Costo
Materia prima	251.240	\$ 249.442.862
Producto terminando	2.870	\$ 180.488.023
Total de inventario	254.110	\$ 429.930.885

Respecto al tema de inventario de materia prima, se encontró que la empresa tiene este recurso almacenado en áreas cercanas de las 5 celdas de producción, ensamble y almacén. De igual forma, en el proceso de observación, se hallaron problemas asociados a la organización del inventario, ya que cerca de las celdas de producción, en muchos casos los operarios no encuentran la materia prima suficiente para comenzar o completar su labor y por tal motivo, ellos deben desplazarse hasta otras zonas de la planta o en ocasiones subir al almacén a solicitar las materias primas complementarias.

Además, se encontró que el área que solicitaba más productos al almacén era el área de carpintería de madera, con una frecuencia de aproximadamente 14 veces al día y el de menor frecuencia era la denominada por la empresa como área de tubería, la que solicitaba materias primas cada 3 días.

De igual forma, según las entrevistas realizadas al almacenista (Anexo 8), se encontró que la cantidad de inventario de material no tiene mucha variación mensual, pues basado en su experiencia, procura tener la misma cantidad almacenada. Evidenciando, que no hay una metodología formal que permita interpretar que la cantidad de materias primas almacenadas, corresponden a la necesidad real de la empresa.

En cuanto al inventario de producto terminado, se observó que estos, se han decidido almacenar debido a 3 razones. La primera razón es debido a que son productos de línea, es decir de venta regular, que la empresa decidió producir para tener disponible en el momento que llegue una orden solicitando dicho producto. No obstante, no se tiene certeza de cuanto producto se debe fabricar y por tal razón, en el almacenamiento poseen grandes cantidades de productos similares, tal como se evidencia en el Anexo 9.

Dicha situación, se presenta con los archivadores, de los que se tiene en la actualidad almacenadas 6 referencias, es decir, 104 productos valorizados en \$ 8' 518. 989 (Anexo 10; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Los que, al tener una rotación significativa, la empresa ha decidido almacenar basados en su experiencia y por ello, no se conoce con certeza si la cantidad que se tiene es la indicada o si la empresa está presentando un impacto negativo en el flujo de caja.

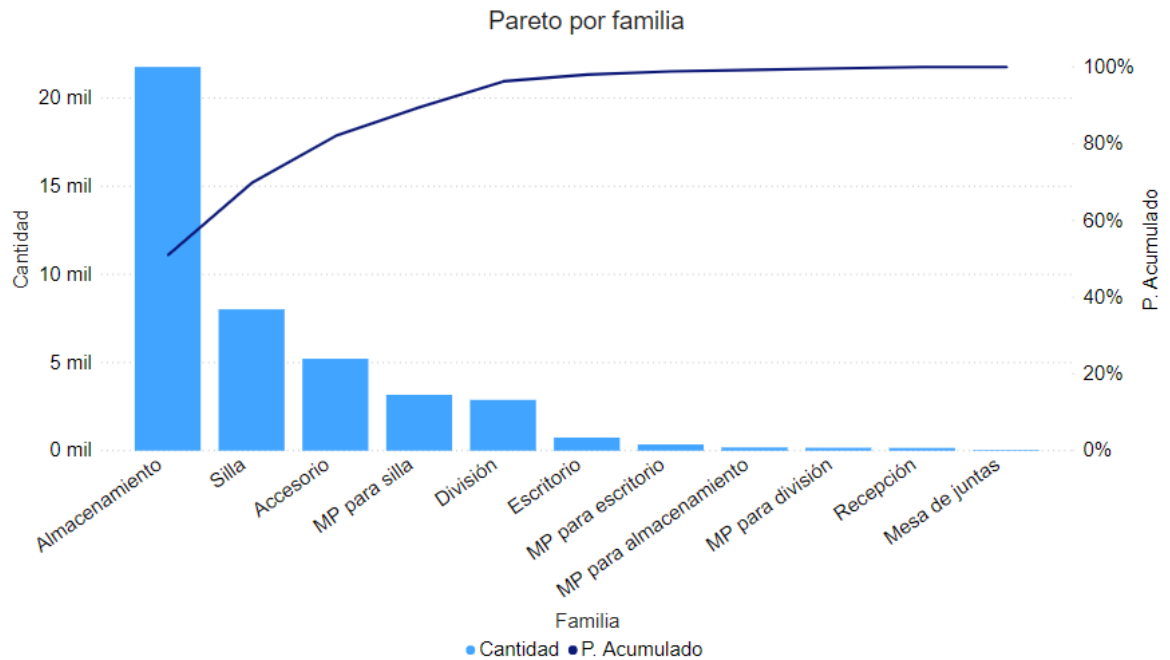
De igual manera, se encontró que los productos de línea no siempre son solicitados en el mismo color de acabado final, por lo que dichos productos se almacenan aun sin estar terminados o en ocasiones con pintura de acabado, asumiendo el riesgo de que un cliente los requiera, pero en otro color, lo que implicaría un nivel de reproceso parcial para lograr dar el color de acabado que sea solicitado por el cliente.

La segunda razón, se debe a que en bodega se encuentran productos que han sido fabricados con base en órdenes de compra, los que al estar finalizados fueron cancelados por el cliente o no fueron entregados debido al incumplimiento en pagos por parte de los mismos y por tal razón, los productos se encuentran almacenados esperando a ser entregados, tal como se observa en el Anexo 11. Este es el caso de las sillas fijas evol, cuyo pedido fue cancelado en noviembre del 2018, donde se fabricaron las sillas en 4 colores y hasta el momento solo un color ha sido vendido, en la actualidad se cuenta con 2.055 productos que representan un costo mensual de \$ 44'182.500 en inventario (Anexo 12).

Por último, la tercera razón encontrada para el almacenamiento de productos terminados se debe a los artículos que son fabricados para ser usados como muestra, que en las negociaciones no son ofrecidos al cliente, con el objetivo de que logren ser vendidos, dicha situación se observa en el Anexo 13.

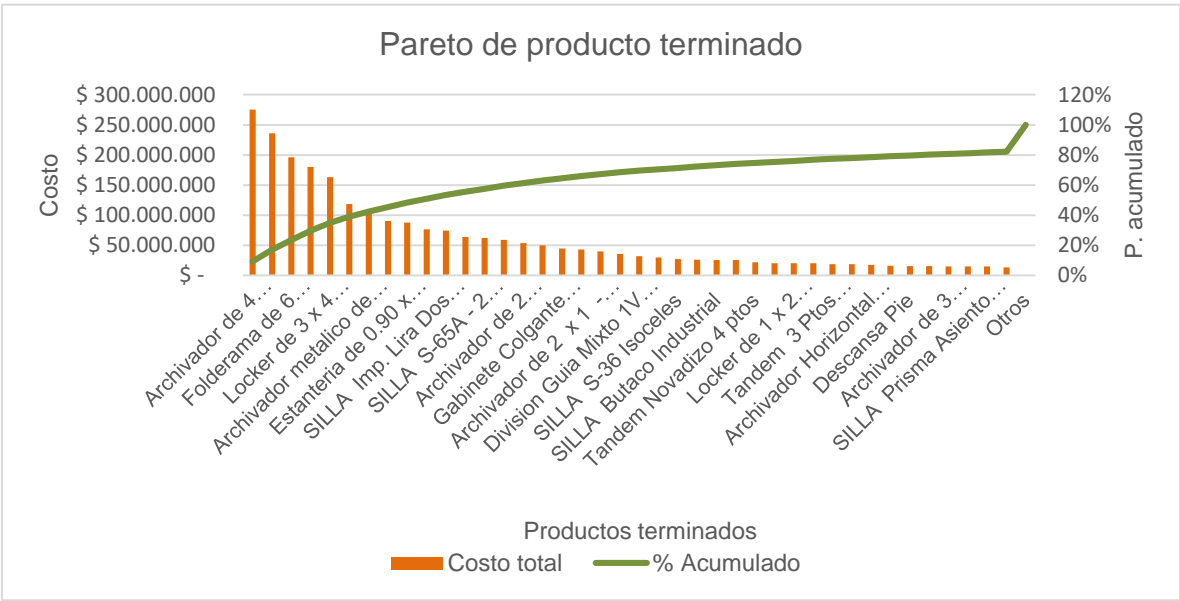
Con relación a la recolección de la información, realizando este proceso se evidencio que el software que maneja la empresa tiene registrados algunos datos de forma completa, como las ventas y el costo, donde se presenció que, aunque se tuviera este último dato se encontraba desactualizado tanto para la materia prima como producto terminado.

Respecto al grado de rotación que presentan las familias de productos de la empresa, por medio de un Pareto de cantidad de ventas, se evidenció que aquellas familias con mayor rotación son en la actualidad, la de almacenamiento con un 51% y la de sillas con un 18,8%, tal como se muestra en la Gráfica 2. **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



Gráfica 2. Pareto por familia.

Posteriormente, haciendo uso del Pareto por costos de los productos terminados, se determinó que los más significativos para la empresa eran 35 productos que se muestran en la Gráfica 3, pertenecientes en un 91% a las familias previamente mencionadas. Dichos productos, por su representación en costos para la empresa, se consideraron como los más indicados para la realización del proyecto.

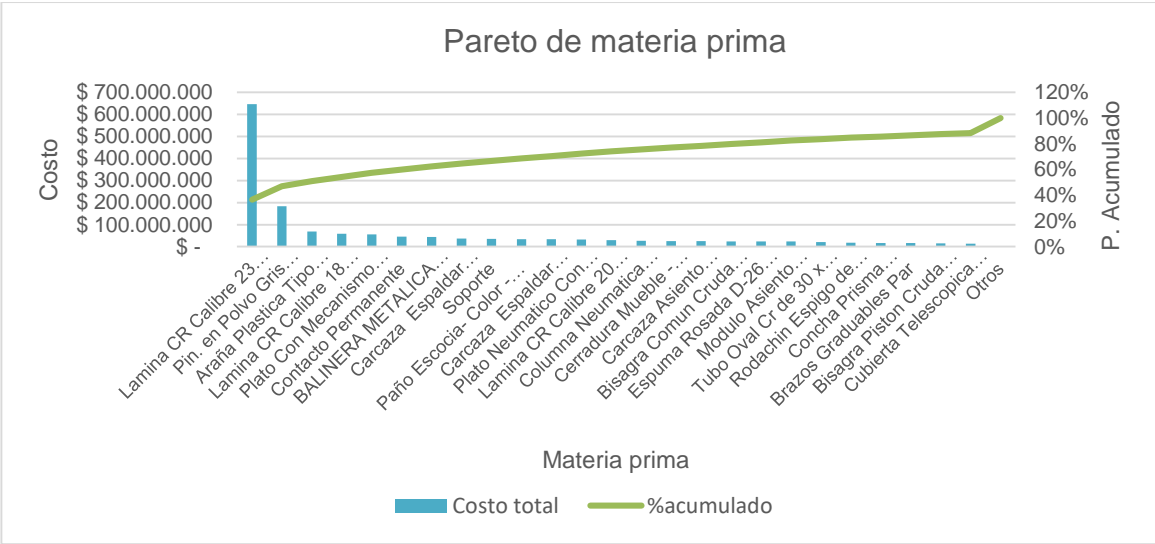


Gráfica 3. Pareto por costo de producto terminado.

Nota: datos del Pareto más detallados en el Anexo 14.

Sin embargo, dentro del Pareto anterior, se encontraron productos que no pertenecían a las familias establecidas previamente, con el Pareto por familia (Gráfica 2), como fue el caso de la División Guía Mixto de 1V, el Pedestal Entamborado y el Descansa Pies, razón por la que no se tuvieron en cuenta para la continuación del proyecto.

De igual forma, con el uso del Pareto de costos para materia prima, se llegó a que las más representativas para los productos finales mostrados anteriormente, son las 17 mostradas en la Gráfica 4. Las que, serán estudiadas para el proyecto.



Gráfica 4. Pareto del costo de materia prima.

Nota: datos del Pareto más detallados en el Anexo 15.

Dentro del estudio de comportamiento de la demanda se encontraron productos con picos altos de demanda en pocos meses y en su mayoría con demanda igual a cero. Por ello, se consideró pertinente no tenerlos en cuenta para la continuación del proyecto, dichos productos se muestran en Anexo 16.

Continuando con el estudio, en los resultados del comportamiento de la demanda, el que predominó para los productos terminados fue el comportamiento errático, con 18 productos terminados de 27 seleccionados y para la materia prima lideró el comportamiento de tendencia positiva y negativa, con 9 y 8 materiales de los 17 trabajados respectivamente, como se evidencia en el Anexo 17. Cabe resaltar que únicamente se desarrollará el proyecto con los productos pertenecientes a las familias más representativas como lo son almacenamiento y sillas.

Por otra parte, con las entrevistas realizadas a los operarios con el propósito de obtener datos tales como tiempos de entrega, alistamiento, tasa de producción y costos como de mantener, ordenar, alistar y de oportunidad, se descubrió que la empresa no contaba con dichos valores calculados previamente. Sin embargo, se tenía información base para hallarlos, así como disposición por parte de sus trabajadores, para responder las preguntas planteadas. Por ello, se calcularon los datos siguiendo los métodos planteados en metodología.

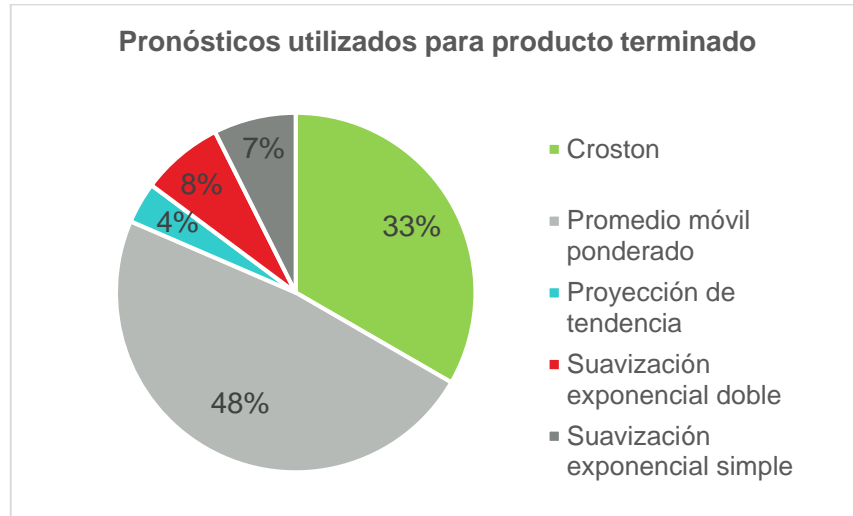
5.2 Políticas de inventario

Continuando con lo establecido en la metodología, los resultados encontrados en el estudio de datos atípicos, haciendo uso de Minitab en la prueba I-MR para datos individuales (Anexo 18; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), evidenciaron la presencia de datos atípicos en algunos productos y materias primas, los que se muestran en color rojo en el anexo. Una vez eliminados, se realizó el estudio del comportamiento de la demanda, arrojando como resultados los mostrados en el Anexo 19, donde se observa que la eliminación de los datos atípicos generó una disminución en el coeficiente de variación de la demanda, lo que implica una reducción en la desviación o variación de los datos.

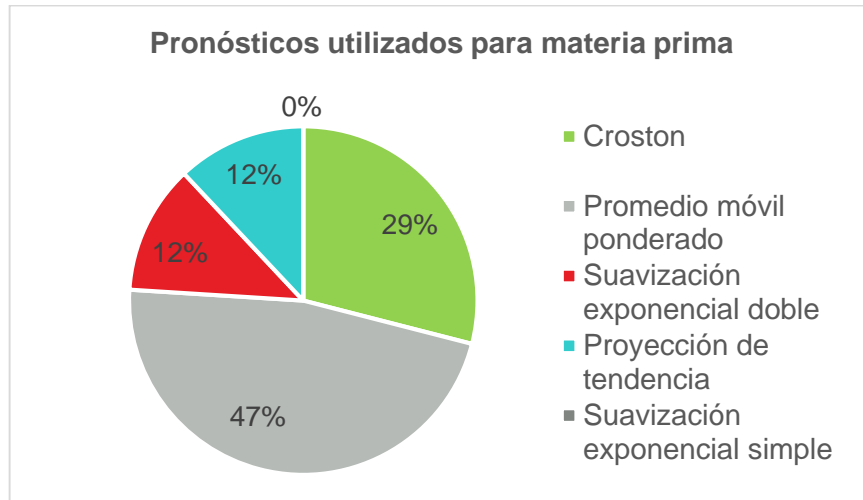
En cuanto a la realización de los pronósticos, con los datos suministrados por la empresa se encontró que, para pronósticos como regresión lineal y Holt-Winters, establecidos en el marco teórico, no se tenían suficientes datos para su cálculo. En cuanto al método de regresión lineal, solo se contaban con la demanda y el costo del producto, donde este último tenía un comportamiento constante, por lo cual no se podía demostrar una correlación entre estas dos variables. Por otra parte, con los datos de demanda proporcionados por la empresa, al corresponder a un periodo de 18 meses no fue posible analizar en su demanda un comportamiento cíclico o

estacional, debido a que no se tuvieron suficientes datos que permitieran comparar el comportamiento de cada mes durante diferentes años.

Los resultados de los métodos de pronóstico aplicados se muestran en el Anexo 20 donde se evidencia el método de pronóstico más indicado para explicar el comportamiento de la demanda de cada producto y material. Dando como pronósticos más usados, para ambos casos, el de Promedio Móvil Ponderado en primer lugar y Croston en segundo lugar, tal como se muestra en Gráfica 5 y Gráfica 6 para producto terminado y materia prima respectivamente.



Gráfica 5. Pronósticos utilizados para producto terminado.



Gráfica 6. Pronósticos utilizados para materia prima.

Respecto al cálculo de las políticas de inventario, se encontró que la empresa no poseía datos como tiempos de entrega y de producción, ni costos como los de

mantener, ordenar, alistar, oportunidad y revisión. Por lo que, al calcularlos según lo establecido en la metodología, se percibieron los siguientes resultados:

Los tiempos de entrega y producción, evidenciados en los **Anexo 21 Anexo 7. Costo de alistamiento por área.**

	Actividades de alistamiento	Tiempo (minutos/mes)	Valor minuto	Costo mensual de alistamiento	Promedio de productos fabricados en el área	Costo mensual de alistamiento unitario
Pintura	Limpieza cabina de pintura	1080	\$ 81	\$ 93.150	1713	\$ 54
	Alistamiento de pintura	60				
	Pedir materia prima	10				
Lamina	Programar punzonadora	2520	\$ 73	\$ 787.196	1390	\$ 566
	Cambiar el punzón	263				
	Alistar la soldadora	840				
	Alistar la soldadora de punto	420				
	Alistar la troqueladora	1680				
	Alistar la pulidora	21				
	Alistar la dobladora	1680				
	Alistar la dobladora grande	1680				
	Alistar la dobladora Manual	1680				
Carpintería	Alistar la vertical	472,5	\$ 73	\$ 187.583	355	\$ 528
	Alistar la sierra de mesa	472,5				
	Alistar la termo fundidora	472,5				

	Verificación del despiece	1890	\$ 81			
Tubería	Verificación del despiece	210	\$ 81	\$ 47.670	550	\$ 87
	Alistar la cortadora	105	\$ 73			
	Alistar la curvadora	315				
Tapizado	Alistar Materia prima	3922	\$ 81	\$ 317.682	392	\$ 810
Compras	Cotizar y seleccionar proveedores			\$ 1.800.000	880	\$ 2.045
	Demostrar calidad					
Recepción	Cotizaciones	525		\$ 43.952	880	\$ 50
	Digitalizar órdenes de compra	131	\$ 67			
Contabilidad	Facturación			\$ 10.000	880	\$ 11
Planeación	Programa a producción	1050		\$ 878.484	880	\$ 998
	Revisión de materia prima	420				
	Orden de producción	7380	\$ 76			
	Repartir las órdenes a los jefes	189				
	Programar la punzonadora	2520				
Producción	Revisar ordenes de producción	525	\$ 98	\$ 79.233	880	\$ 90
	Explicar planos	283,5				
Despacho	Alistamiento del camión	2520	\$ 80	\$ 201.600	880	\$ 229
Almac	Cuenta de material entrante	157,5	\$ 76	\$ 488.110	672	\$ 726

Revisión de facturas					
Organizar y almacenar	1050				
Ordenar materia prima	70				
Alistamiento de material	5145				

Anexo 8. Entrevista sobre inventario de materia prima.

Se realizaron las siguientes preguntas al almacenista

1. ¿En que se basa para hacer los pedidos de materia prima?
2. ¿Cada cuánto se realizan pedidos de materia prima?
3. ¿Cuánta cantidad de materia prima suele pedir?

Anexo 9. Archivadores almacenados.



Anexo 10. Archivadores almacenados.

		2019							
Referencia	Nombre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Cant. Promedio.	Costo	Costo Total
20301007	Archivador 2x1 Mega SF/ST	2	2	2	2	2	2	\$57.805	\$ 115.610,82
20301036	Archivador 2x1 CF/CT	4	4	4	3	3	3,6	\$ 80.787	\$ 290.834,32

20301006	Archivador mega metálico 2x1 CF/ST	47	44	44	44	44	44,6	\$ 76.769	\$ 3.423.911,23
20301011	Archivador de 4 gavetas frente + tapa	10	10	9	5	7	8,2	\$ 181.374	\$ 1.487.270,33
20301010	Archivador 3 gavetas CF/CT	2	3	2	2	2	2,2	\$ 112.490	\$ 247.478,42
20301003	Archivador 2 gavetas CF/CT	40	44	44	44	41	42,6	\$ 69.340	\$ 2.953.884,00
	Promedio						103,2		\$ 8.518.989,11

Anexo 11. Pedido cancelado de sillas evol almacenadas.



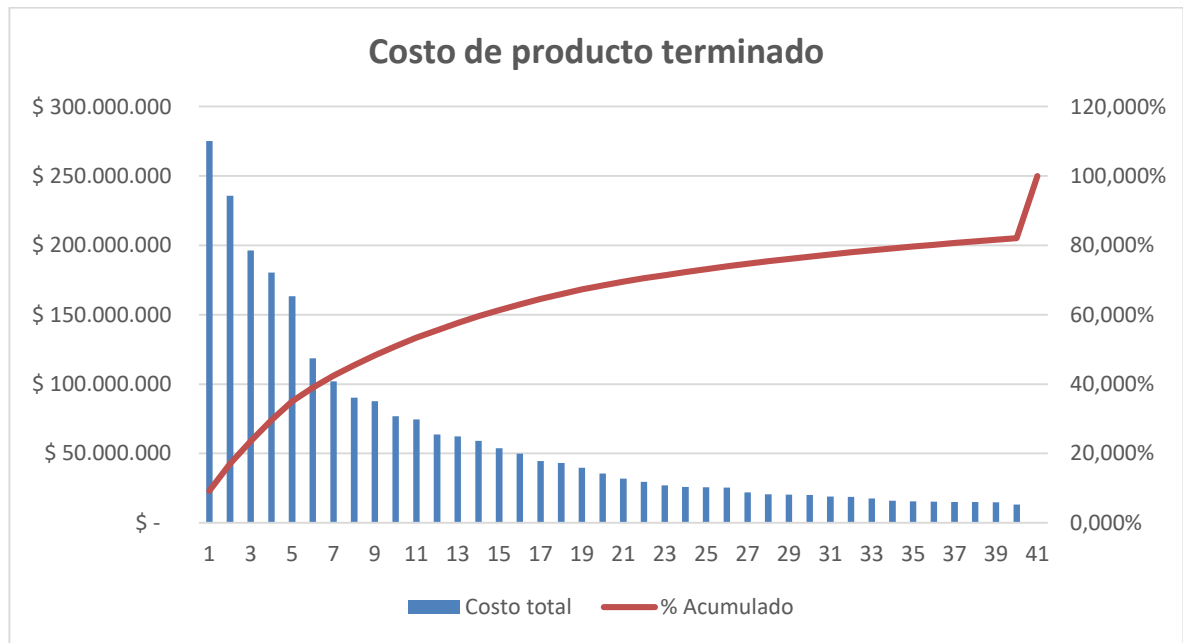
Anexo 12. Costos y cantidad de pedido cancelado de sillas evol almacenadas.

Referencia	Nombre	Colores	Cantidad	Costo unitario	Costo total
20117013	Silla fija evol	Azul	875	\$ 21.500	\$ 18.812.500
		Rojo	390	\$ 21.500	\$ 8.385.000
		Amarillo	790	\$ 21.500	\$ 16.985.000
Total de sillas y costo almacenado			2055		\$ 44.182.500

Anexo 13. Sillas de muestra almacenadas.



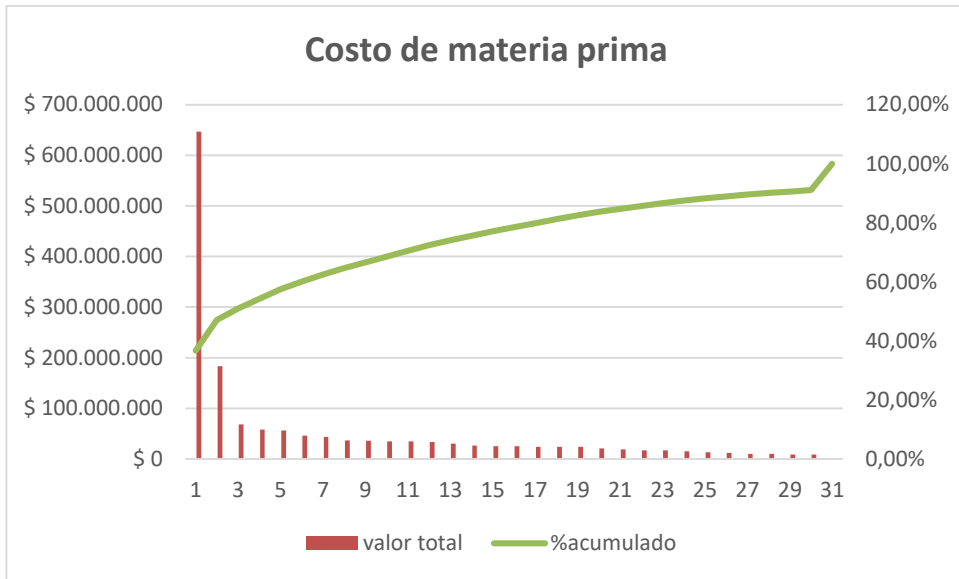
Anexo 14. Diagrama de Pareto del costo de producto terminado desde enero de 2018 a junio de 2019.



#	Producto	Costo total	% Acumulado
1	Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	\$ 275.246.146	9,181%
2	SILLA S-65 Con Contacto Permante	\$ 235.789.360	17,045%
3	Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	\$ 196.240.842	23,591%
4	SILLA S-65 - 2 Palancas	\$ 180.426.776	29,609%
5	Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$ 163.403.568	35,059%
6	Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$ 118.579.608	39,014%
7	Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	\$ 101.883.216	42,413%
8	Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	\$ 90.259.920	45,423%
9	Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	\$ 87.801.936	48,352%

10	Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	\$	76.775.640	50,913%
11	SILLA Imp. Lira Dos Palancas	\$	74.543.414	53,399%
12	SILLA Cosmos Secretarial	\$	63.624.000	55,521%
13	SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	\$	62.262.000	57,598%
14	SILLA Prisma Auditorio Con Bandeja	\$	59.115.168	59,570%
15	Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	\$	53.798.364	61,364%
16	Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$	49.859.004	63,027%
17	Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa	\$	44.451.070	64,510%
18	Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	\$	43.134.408	65,949%
19	Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	\$	39.741.504	67,274%
20	Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	\$	35.617.608	68,462%
21	División Guía Mixto 1V de 1.30 x 0.90 m	\$	31.959.360	69,528%
22	Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	\$	29.563.380	70,514%
23	SILLA S-36 Isósceles	\$	27.146.448	71,420%
24	Pedestal Entamborado	\$	25.957.344	72,286%
25	SILLA Butaco Industrial	\$	25.612.755	73,140%
26	Archivador Horizontal de 4 Gavetas -C/F Y C/T	\$	25.333.745	73,985%
27	Tándem Novadizo 4 puestos	\$	22.011.792	74,719%
28	Tandem 4 Puestos Butterfly C/T	\$	20.514.096	75,403%
29	Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	\$	20.358.360	76,082%
30	Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T	\$	20.202.480	76,756%
31	Tandem 3 Ptos Butterfly C/T	\$	18.917.776	77,387%
32	Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	\$	18.782.205	78,014%
33	Archivador Horizontal de 4 Gavetas - F/Formica	\$	17.567.850	78,600%
34	Archivador de 4 Gavetas Frente en Formica Ta	\$	16.021.810	79,134%
35	Descansa Pie	\$	15.435.524	79,649%
36	SILLA S-64A Ejecutivo C/B	\$	15.251.808	80,158%
37	Archivador de 3 Gavetas - Frente en Formica +	\$	15.120.540	80,662%
38	Division Blocking Mixto 1V Sistema Clip de 2.	\$	14.955.900	81,161%
39	SILLA Prisma Asiento Tapizado	\$	14.847.496	81,656%
40	Tándem Prisma 4 ptos C/T	\$	13.224.100	82,097%
41	Otros	\$	536.744.071	100%

Anexo 15. Diagrama de Pareto del costo de materia prima desde enero de 2018 a junio de 2019.



#	Producto	Costo	%acumulado
1	Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 646.622.337	36,67%
2	Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	\$ 183.555.686	47,08%
3	Araña Plástica Tipo Secretarial	\$ 68.485.400	50,96%
4	Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 57.997.349	54,25%
5	Plato Con Mecanismo MB2	\$ 56.268.000	57,44%
6	Contacto Permanente	\$ 45.724.560	60,03%
7	BALINERA METALICA ZN de 1" " "	\$ 43.570.460	62,51%
8	Carcaza Espaldar Externo S-65	\$ 36.730.200	64,59%
9	Soporte	\$ 35.673.000	66,61%
10	Paño Escocia- Color - Ref.	\$ 34.546.250	68,57%
11	Carcaza Espaldar Interno S-65	\$ 34.403.400	70,52%
12	Plato Neumático Con Palanca - Un	\$ 33.252.894	72,41%
13	Lamina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 30.222.354	74,12%
14	Columna Neumática Secretarial	\$ 26.649.000	75,63%
15	Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo	\$ 25.466.875	77,08%
16	Carcaza Asiento Externo S-65 de 46 x 46	\$ 24.930.000	78,49%
17	Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	\$ 23.792.832	79,84%
18	Espuma Rosada D-26 de 5 cm - 2,00 x 1,00 m L	\$ 23.724.815	81,18%
19	Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	\$ 23.600.400	82,52%
20	Tube Oval Cr de 30 x 15 mm Calibre 18	\$ 20.498.400	83,69%
21	Rodachina Espigo de 7/16 - Importado	\$ 18.549.765	84,74%
22	Concha Prisma Espaldar + Asiento Sin Tapizar	\$ 17.086.400	85,71%
23	Brazos Graduables Par	\$ 16.920.000	86,67%
24	Bisagra Pistón Cruda de 3/8"	\$ 15.149.040	87,53%
25	Cubierta Telescópica 3 Segmentos -	\$ 13.380.500	88,28%
26	Riel Extensible de 45 cm (18"")	\$ 12.177.100	88,97%
27	Concha Prisma Espaldar + Asiento + Inserto Par	\$ 10.244.000	89,56%

28	Cerradura Mueble - Gato Ref. 1552/30 Ni (Boto	\$ 9.682.816	90,10%
29	Espuma Naranja D- 23 de 5 cm - 2,00 x 1,00 m	\$ 8.805.499	90,60%
30	Concha Nova Iso Asiento -	\$ 8.416.000	91,08%
31	Otros	\$ 157.274.704	100%

Anexo 16. Productos descartados.

Producto	Demanda anual en unidades	Cantidad de meses con demanda
Tandem 4 Puestos Butterfly C/T	72	2
Tandem 3 Puestos Butterfly C/T	92	2
Archivador Horizontal de 4 Gavetas - F/Formica	50	3
Archivador de 4 Gavetas Frente en Formica	70	3
Archivador Horizontal de 4 Gavetas - C/F C/T	95	8
Gabinete todo metálico de 90 m	370	3
Silla prisma auditorio con bandeja	944	3

Tándem prisma 4 puestos S/T C/Rev	2	1
--	---	---

Anexo 17. Comportamiento de la demanda materia prima y producto terminado.

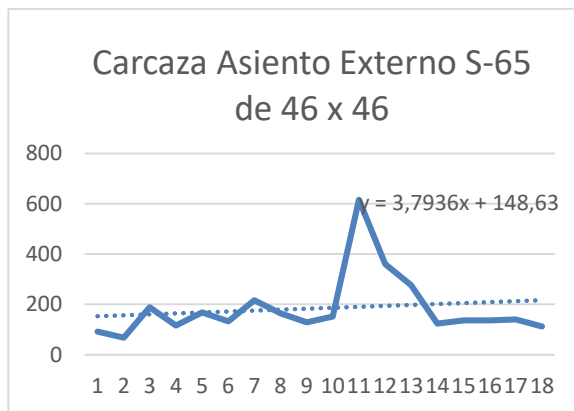
Producto terminado

- Familia de almacenamiento

Demanda con tendencia negativa

- Familia de sillas

- Materia prima



Anexo 18. Grafica de control I-MR para datos individuales.

-Producto terminado

-Materia prima

Anexo 19. Comportamiento de la demanda comparación.

Materia prima	Con atípicos		Sin atípicos		¿Se presentó cambio en el comportamiento?
	CVD	Comportamiento de demanda	CVD	Comportamiento de demanda	
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 mL	0,49	Demanda con tendencia negativa	0,35	Demanda con tendencia negativa	No

Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	0,46	Demanda con tendencia negativa	0,29	Demanda con tendencia negativa	No
Araña Plástica Tipo Secretarial	0,63	Demanda con tendencia positiva	0,36	Demanda con tendencia positiva	No
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	0,49	Demanda con tendencia negativa	0,43	Demanda con tendencia negativa	No
Plato Con Mecanismo MB2	0,41	Demanda con tendencia positiva	0,41	Demanda con tendencia positiva	No
Contacto Permanente	1,07	Demanda Errática	0,69	Demanda con tendencia negativa	Si
BALINERA METALICA ZN de 1" " "	0,55	Demanda con tendencia negativa	0,27	Demanda con tendencia negativa	No
Carcaza Espaldar Externo S-65	0,69	Demanda con tendencia negativa	0,33	Demanda con tendencia positiva	Si
Carcaza Asiento Externo S-65 de 46 x 46	0,69	Demanda con tendencia Positiva	0,33	Demanda con tendencia positiva	No
Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo	0,63	Demanda con tendencia negativa	0,45	Demanda con tendencia negativa	No

Lámina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	0,55	Demanda con tendencia negativa	0,39	Demanda con tendencia negativa	No
Columna Neumática Secretarial	0,59	Demanda con tendencia positiva	0,34	Demanda con tendencia positiva	No
Plato Neumático Con Palanca - Un	1,02	Demanda errática	0,69	Demanda con tendencia negativa	Si
Paño Escocia- Color - Ref.	0,54	Demanda con tendencia positiva	0,31	Demanda con tendencia positiva	No
Carcaza Espaldar Interno S- 65	0,69	Demanda con tendencia positiva	0,33	Demanda con tendencia positiva	No
Modulo Asiento Interno S- 65 de 46 x 46	0,33	Demanda con tendencia positiva	0,33	Demanda con tendencia positiva	No
Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	0,56	Demanda con tendencia negativa	0,56	Demanda con tendencia negativa	No

Productos	Con atípicos		Sin atípicos		¿Se presentó cambio en el comportamiento?
	CVD	Comportamiento de demanda	CVD	Comportamiento de demanda	

Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	0,70	Demanda con tendencia negativa	0,54	Demanda con tendencia negativa	No
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310014	0,60	Demanda con tendencia positiva	0,51	Demanda con tendencia positiva	No
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310013	1,75	Demanda Errática	1,33	Demanda errática	No
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	0,78	Demanda con tendencia negativa	0,78	Demanda con tendencia negativa	No
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	1,73	Demanda Errática	0,93	Demanda con tendencia negativa	Si
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	1,02	Demanda Errática	1,02	Demanda errática	No
Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	0,97	Demanda con tendencia negativa	0,74	Demanda con tendencia negativa	No
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	0,76	Demanda con tendencia negativa	0,48	Demanda con tendencia negativa	No

Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	1,04	Demanda Errática	1,04	Demanda Errática	No
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	0,76	Demanda con tendencia positiva	0,76	Demanda con tendencia positiva	No
Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	1,46	Demanda Errática	0,75	Demanda con tendencia negativa	Si
Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	0,68	Demanda con tendencia positiva	0,68	Demanda con tendencia positiva	No
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	1,14	Demanda Errática	1,02	Demanda errática	No
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	2,96	Demanda Errática	1,22	Demanda errática	No
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	0,94	Demanda con tendencia horizontal	0,94	Demanda con tendencia horizontal	No
Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	1,21	Demanda Errática	1,21	Demanda errática	No
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	1,55	Demanda Errática	1,37	Demanda errática	No

Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	1,55	Demanda Errática	1,56	Demanda errática	No
Archivador horizontal de 4 gavetas C/F Y C/T	1,93	Demanda Errática	1,40	Demanda errática	No
Archivador metálico de 2 x 1 C/F y C/T	1,93	Demanda errática	1,93	Demanda errática	No
Silla S-65 con contacto permanente	1,26	Demanda errática	0,73	Demanda con tendencia negativa	si
Silla S-65 - 2 Palancas	0,49	Demanda con tendencia positiva	0,49	Demanda con tendencia positiva	No
Silla Imp. Lira 2 Palancas	1,56	Demanda Errática	1,02	Demanda errática	No
Silla S-36 Isósceles	0,80	Demanda con tendencia negativa	0,80	Demanda con tendencia negativa	No
Silla cosmos secretarial	1,15	Demanda Errática	1,15	Demanda Errática	No
Silla S -65A - 2 Palancas - Con Brazos	0,94	Demanda con tendencia positiva	0,94	Demanda con tendencia positiva	No
Tándem Novadizo 4 Puestos.	1,46	Demanda Errática	1,46	Demanda Errática	No

Silla Novadizo	1,80	Demanda Errática	1,25	Demanda Errática	No
Silla Butaco Industrial	2,03	Demanda Errática	1,97	Demanda Errática	No

Anexo 20. Pronósticos de materia prima y producto terminado.

Materia prima	Pronóstico de promedio móvil simple				Promedio móvil ponderado				Suavización exponencial simple	Suavización exponencial doble	Proyección de tendencia	Croston	Pronóstico elegido
	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD	MAD	MAD	MAD	
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 mL	114,4	120,7	136,8	130,4	99,9	102,0	112,6	106,1	131,0	128,8	131,5	74,2	Croston
Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado	5,0	5,1	5,3	4,9	4,1	4,4	4,2	4,3	5,5	5,3	5,3	4,5	Promedio móvil ponderado n=2
Araña Plástica Tipo Secretarial	58,3	58,0	58,3	56,8	55,7	51,1	49,1	43,9	50,4	50,7	48,7	48,5	Promedio móvil ponderado n=5
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x	18,5	16,6	15,9	13,5	16,0	14,3	13,2	10,6	15,6	15,7	15,8	15,1	Promedio móvil ponderado n=5

1,22 m L														
Plato Con Mecani smo MB2	44, 5	44, 4	39, 5	32, 2	43, 1	35, 9	34, 2	27, 5	38,3	37,2	34,8	23,5	Croston	
Contact o Perman ente	51, 7	50, 0	47, 5	49, 9	46, 6	41, 3	41, 5	43, 5	40,8	40,7	40,9	49,9	Suaviza ción expon encial doble	
BALINE RA METALI CA ZN de 1"" "	513 ,1	469 ,5	514 ,2	409 ,9	503 ,8	437 ,9	387 ,0	342 ,7	512,0	468,5	441,6	336,3	Croston	
Carcaz a Espalda r Externo S-65	42, 6	44, 8	45, 6	46, 3	40, 9	36, 7	37, 6	32, 8	40,5	41,6	41,7	48,3	Promed io móvil ponder ado n=5	
Carcaz a Asiento Externo S-65 de 46 x 46	42, 6	44, 8	45, 6	46, 3	41, 3	36, 9	38, 4	39, 6	40,5	41,6	41,7	42,3	Promed io móvil ponder ado n=3	
Cerradu ra Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo	108 ,9	113 ,7	122 ,8	110 ,6	109 ,0	112 ,6	109 ,1	101 ,7	105,8	94,0	92,0	103,8	Proyecc ión de tendenc ia	
Lámina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	8,1	8,8	9,3	8,7	7,9	8,2	7,6	7,2	7,4	7,0	6,8	8,2	Proyecc ión de tendenc ia	
Column a Neumát ica Secreta rial	52, 9	55, 9	53, 1	50, 9	50, 4	46, 0	47, 0	42, 6	47,9	48,5	50,5	47,0	Promed io móvil ponder ado n=3	

Plato Neumático Con Palanca - Un	51,7	50,0	47,5	49,9	51,3	48,6	46,7	48,5	40,8	40,7	40,9	49,8	Suavización exponencial doble
Paño Escocia - Color - Ref.	35,7	39,0	39,6	35,6	35,4	35,4	35,1	30,5	32,9	32,8	31,3	29,1	Croston
Carcasa Espaldar Interno S-65	42,6	44,8	45,6	46,3	40,9	36,7	37,6	32,8	40,5	41,6	41,7	48,3	Promedio móvil ponderado n=5
Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	42,6	44,8	45,6	46,3	35,4	35,4	35,1	30,6	32,9	32,8	31,3	29,1	Croston
Bisagra Común Cruda de 2" calibre 20"	449,6	423,9	393,1	364,1	427	352,6	314,5	396,5	372,8	379,9	615,4	376,9	Promedio móvil ponderado n=4

Producto terminado	Pronóstico de promedio móvil simple				Promedio móvil ponderado				Suavización exponencial simple	Suavización exponencial doble	Proyección de tendencia	Croston	Pronóstico elegido
	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD	MAD	MAD	MAD	
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	34,3	36,5	38,5	36,4	29,0	29,7	28,2	33,0	33,6	31,8	31,2	26,1	Croston
Gabinete Colgante Metálico	16,6	15,8	13,8	14,1	15,6	13,3	12,6	12,4	11,4	11,7	11,6	16,6	Suavización exponencial simple

de 0.90 m - Cenefa 2031001 4														
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 2031001 3	20,3	17,9	18,6	20,5	18,6	15,2	16,1	15,8	19,2	15,4	15,7	7,4	Croston	
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	55,3	51,2	47,7	44,8	54,4	50,1	43,6	28,3	43,7	43,8	38,7	44,3	Promedio móvil ponderado n=5	
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	35,9	29,8	33,4	29,2	35,6	26,9	27,0	25,5	31,6	29,5	25,8	31,0	Promedio móvil ponderado n=5	
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	48,8	44,9	44,4	38,2	46,8	43,3	36,9	27,3	41,1	40,2	40,3	23,1	Croston	
Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	30,0	25,9	27,1	29,2	27,4	23,1	20,4	21,1	22,6	22,6	21,6	24,8	Promedio móvil ponderado n=4	
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	18,3	18,7	17,4	16,5	18,1	16,8	15,1	14,2	16,2	15,8	14,4	19,0	Promedio móvil ponderado n=5	
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	44,6	44,4	47,2	40,8	44,0	38,6	38,7	33,4	35,5	33,3	35,2	36,5	Suavización exponencial doble	
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	31,7	28,8	25,7	25,5	31,6	23,3	23,2	22,3	23,3	21,6	21,6	26,5	Suavización exponencial doble	

Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	17,8	17,3	15,1	14,7	14,8	12,7	13,5	12,0	16,0	15,9	14,2	15,8	Promedio móvil ponderado n=5
Foldera de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	23,1	20,0	16,7	14,8	22,1	17,8	14,4	12,2	16,0	15,2	16,9	8,8	Croston
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	17,8	21,3	23,4	23,6	17,1	18,2	18,1	16,0	16,8	16,4	16,3	21,0	Promedio móvil ponderado n=4
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	8,7	8,3	8,1	8,3	8,4	8,1	7,3	7,5	7,4	7,5	7,7	8,8	Promedio móvil ponderado n=4
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	24,3	21,8	22,5	24,9	23,9	20,7	20,6	22,4	20,4	20,4	21,1	18,1	Croston
Foldera de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	16,7	15,7	16,9	15,2	16,5	14,4	14,1	11,5	11,7	11,8	13,6	16,8	Promedio móvil ponderado n=5
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	20,1	17,3	16,7	15,8	19,4	13,3	13,9	12,5	14,8	15,3	16,7	13,5	Promedio móvil ponderado n=5
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	10,1	10,0	8,6	8,5	9,9	8,0	5,9	6,0	9,2	9,3	8,9	8,1	Promedio móvil ponderado n=4
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T	16,0	17,3	17,0	16,9	11,6	11,7	10,7	11,3	12,0	16,3	16,2	20,0	Promedio móvil ponderado n=4

20301039														
SILLA S-65 Con Contacto Permanente	37,4	37,2	39,4	43,5	36,9	36,8	37,1	36,5	14,8	32,2	33,7	42,5	Suavización exponencial simple	
SILLA S-65 - 2 Palancas	36,8	34,2	32,6	27,5	36,4	32,3	30,0	36,4	29,1	26,7	26,9	26,6	Croston	
SILLA Imp. Lira Dos Palancas	14,9	16,7	17,3	15,9	14,6	15,1	15,3	10,5	14,0	14,1	12,4	16,0	Promedio móvil ponderado n=5	
SILLA S-36 Isocetes	26,4	24,6	23,1	21,4	23,4	22,7	21,3	17,9	18,7	19,0	17,7	18,4	Proyección de tendencia	
SILLA Cosmos Secretarial	20,8	25,0	24,4	24,3	20,2	21,5	22,7	23,2	18,9	19,1	19,3	13,5	Croston	
SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	17,0	16,4	14,1	16,3	15,7	14,7	11,0	11,2	14,3	14,2	14,5	13,5	Promedio móvil ponderado n=4	
Tándem Novadizo 4 puestos	12,3	10,3	10,6	10,2	11,3	7,8	7,1	6,2	9,3	9,2	10,2	3,4	Croston	
SILLA Butaco Industrial	9,0	9,6	8,6	9,0	6,2	6,7	6,1	6,2	5,5	5,9	6,9	4,9	Croston	

- Anexo 21 y Anexo 22 Anexo 22.
- Costos de mantener y alistar se obtuvieron los mostrados en el Anexo 23.
- Costo de ordenar, los observados en Anexo 24.
- Costo de oportunidad y revisión, evidenciados en el Anexo 25.

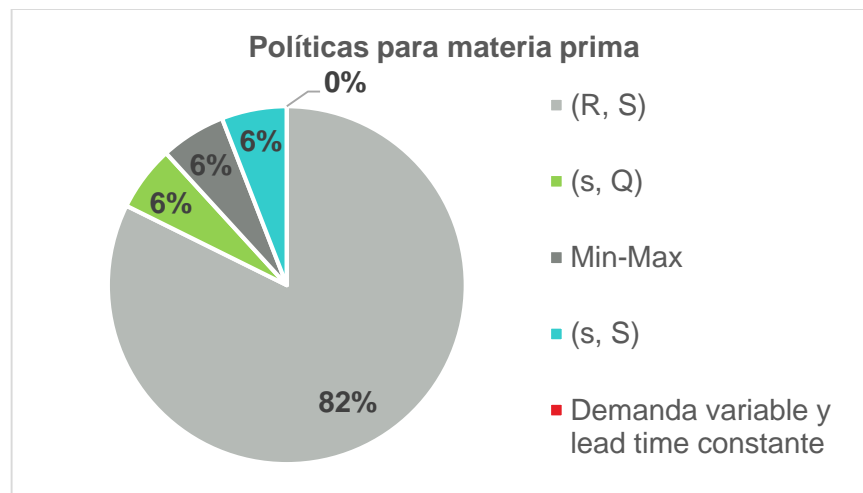
Con los mismos, se calcularon las políticas de inventario para demanda aleatoria, con los sistemas (s, Q), (R, S), (s, S), min-max y la política probabilística de demanda variable y lead time constante. Arrojando como resultados los mostrados en el Anexo 26.

5.3 Validación de las políticas de inventario

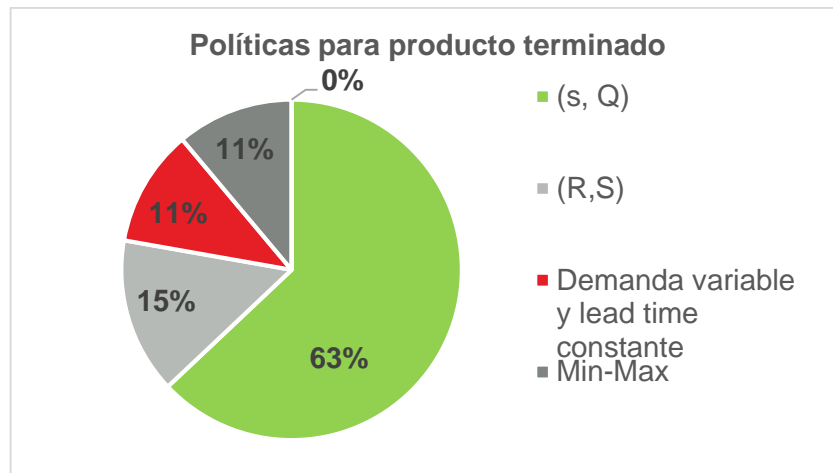
Con la validación de las 5 políticas de inventario se obtuvieron los resultados mostrados en

Anexo 27. En ellos, se observa la mejor política de inventario para cada producto terminado y materia prima, basándose en los indicadores de rotación y costos respectivamente, estas políticas son las que representan en mejor medida el comportamiento de los productos y por ende podrían ser usadas para llevar un control en su inventario.

A su vez, se observa que la política más usada para producto terminado en un 63% fue la (s, Q), seguida por la (R, S) utilizada en un 14.8%, Min-Max y la política probabilística de demanda variable y lead time constante con un 11.1% y por último, la (s, S) con un 0%. De igual forma, para materia prima se tiene que la política más usada fue (R, S) en un 82,4%, seguida por la (s, S), (s, Q) y Min-Max con un 5.9% cada una y finalmente la política probabilística demanda variable y lead time constante con un 0%, tal como se evidencia en la Gráfica 7 y Gráfica 8.



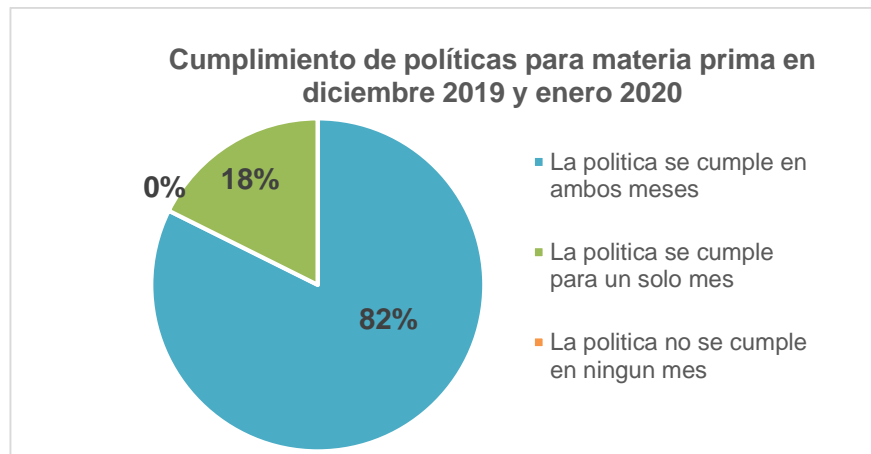
Gráfica 7. Políticas para materia prima.



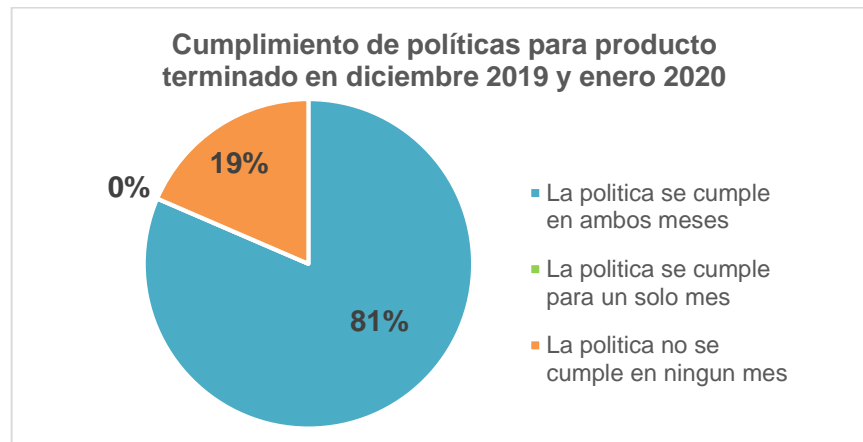
Gráfica 8. Políticas para producto terminado.

Puesto que la política utilizada con mayor frecuencia en materia prima requiere un R (intervalo de revisión), se obtuvo uno global para todos los materiales, el cual dio 2 meses, con este dato se estableció el valor de S (valor máximo de inventario) para cada materia prima, dando los resultados observados en el Anexo 28. Para los productos donde el S no se ajustaba al comportamiento de la demanda, según lo planeado en la metodología, se hizo uso de Solver.

Con base en las validaciones de los pronósticos para los meses diciembre de 2019 y enero 2020 se obtuvo que, de las 17 materias primas, en 14 se generaba un cumplimiento de la política para ambos meses, en 3 materiales se generó un cumplimiento en alguno de los dos meses y no se presentó que la política no se cumpliera en dicho periodo. Con respecto al producto terminado se determinó que, de los 27 productos estudiados, la política seleccionada para estos meses se cumplió en 22 casos, mientras que se presentaron 5 casos en los que las políticas no se ajustaron al comportamiento de los productos. Ambos resultados se observan porcentualmente en la Gráfica 9 y la Gráfica 10 para materia prima y producto terminado respectivamente.



Gráfica 9. Cumplimiento de políticas para materia prima en diciembre 2019 y enero 2020.



Gráfica 10. Cumplimiento de políticas para producto terminado en diciembre 2019 y enero 2020.

5.4 Conclusiones

En el análisis de los datos suministrados por la empresa, se determinó que la eliminación de los datos atípicos permitió mejorar la precisión de la información de la demanda, aproximándola al funcionamiento mensual de la empresa. Sin embargo, esto no influyó en el comportamiento variable de los productos terminados y la materia prima, lo que evidencia la incertidumbre de los sistemas tipo make to order, en los cuales, aunque se elimine la información atípica se mantendrá un comportamiento menos predecible comparado con los sistemas tipo make to stock.

Con la realización de los pronósticos de la demanda, se encontró que no en todas las ocasiones se cumple lo que establece la teoría, tal como es el caso de la utilización de Croston, que se sugiere para demandas que presentan un patrón de comportamiento errático, no obstante, según los resultados se evidenció que así no

se tenga dicho comportamiento este pronóstico puede predecir de manera adecuada la demanda futura de productos con otros comportamientos. Tal como se evidencia en producto terminado, donde de los 12 productos que hacen uso de este pronóstico, el 58,3% tienen una demanda errática, mientras que el 41,7% siguen un patrón de tendencia negativo o positivo. De igual forma para materia prima los 5 productos en los que se hizo uso de Croston todos presentaban comportamientos tendenciales.

De igual forma, en los pronósticos se evidenció que para ningún producto terminado ni materia prima evaluada se escogió como mejor pronóstico el promedio móvil simple, dado a que al considerar un promedio de los datos históricos para proyectar la demanda futura no se tenía en cuenta la variabilidad de los datos y el comportamiento del pronóstico se semejaba a una demanda estable o uniforme, razón por la cual los criterios de selección (desviación media absoluta (MAD) y el error cuadrático medio (ECM)) no arrojaron los mejores resultados.

Con la validación de las políticas, se encontró que estas se adaptan de una mejor manera al comportamiento presenciado en la materia prima, esto debido a que al tener un sistema make to order la empresa poseía una mayor información y precisión en los datos para este campo. A diferencia del producto terminado, en el que se realizaron diversos cálculos en el desarrollo del proyecto para poder suplir la falta de información, obtenidos datos con un menor grado de precisión y exactitud, generando una menor confiabilidad en los resultados.

La realización de las políticas de inventario y su posterior validación permitirá a la empresa conocer información que antes no manejaba, dicha situación inicial no permitió establecer un punto de referencia basado en los indicadores que se usaron en el desarrollo del proyecto y por ende no se pudo establecer una comparación cualitativa de ambos métodos. No obstante, con la validación de las políticas se estableció la mejor de estas, que busca beneficiar a la empresa. Además, con este proyecto se crea un punto de referencia respecto al control del inventario que servirá en un futuro para posibles mejoras o proyectos.

La validación haciendo uso de los pronósticos para los meses de diciembre de 2019 y enero de 2020, permitió concluir que las políticas satisfacen el comportamiento de la demanda para los productos terminados y materias primas, considerando el paso del tiempo y la variabilidad presente en la demanda. Lo que comprueba el funcionamiento de las políticas a futuro.

5.5 Recomendaciones

Se le recomienda a la empresa realizar un estudio más detallado y específico de datos como costos de oportunidad, ordenar y mantener, cantidad de faltantes, tasa de producción y tiempos de entrega, con el fin de obtener datos más precisos que permitan un mejor desarrollo de las políticas establecidas.

A su vez, teniendo en cuenta lo percibido en la empresa, se le sugiere implementar una mayor organización en sus procesos, específicamente en el registro de la información de manera oportuna y coherente, de tal manera que se eviten problemáticas como desactualización de información en el software, productos sin una referencia específica, productos con datos incompletos y falta de exactitud en las fechas de recibimientos de órdenes compra, producción y despacho.

Con el fin de lograr la realización de la política (S, Q) de una forma exitosa, se recomienda a la empresa llevar un registro de su inventario tanto de producto terminado como de materia prima, siguiendo el modelo establecido para la validación de las políticas, en el que se pueda determinar el momento en el que se alcanza el punto de reorden y por ende es necesario realizar un pedido.

Con respecto al producto terminado, teniendo en cuenta la capacidad actual de la empresa, se le sugiere a esta que tome la propuesta realizada para estos productos para la implementación a largo plazo, cuando al área de almacenamiento se encuentre con las ampliaciones a realizar y con una mayor organización, con el fin de tener la capacidad requerida. Asimismo, se le propone a la empresa que, para estos productos, se inicie la implementación de las políticas con aquellos que se encuentran en las primeras posiciones del Pareto y con el paso del tiempo se agreguen los demás.

En el caso en el que la empresa o futuros estudios deseen desarrollar las políticas para todas las referencias, se recomienda seguir el orden lógico propuesto en este proyecto, realizando un estudio de la demanda para cada producto, seguido por determinar las políticas de inventario que mejor se adapten a las necesidades de la empresa y finalmente, por medio de una validación establecer las políticas más adecuadas a ser usadas.

Finalmente, se recomienda para la realización e implementación de las políticas a futuro, que la empresa haga uso del formato de pronósticos y políticas establecido, con el fin de facilitar el cálculo de estos. Además, se sugiere una actualización anual de los pronósticos y políticas para validar si efectivamente las seleccionadas en el estudio, se siguen adaptando al comportamiento de la demanda de los productos.

BIBLIOGRAFÍA

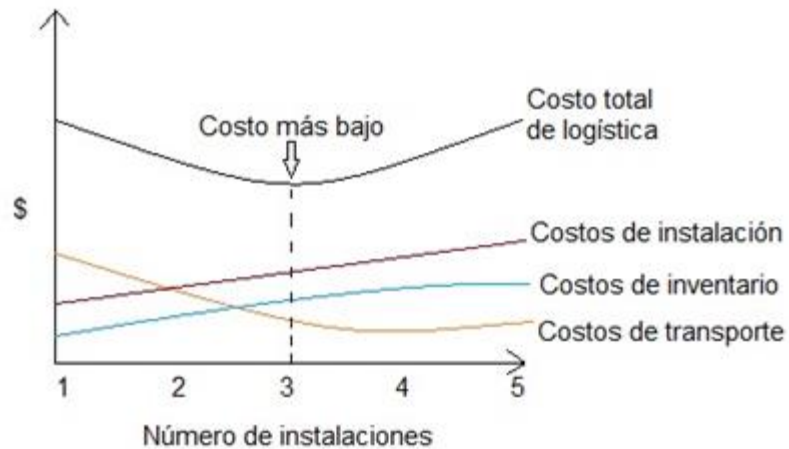
- Aparicio Betancourt, S., & Hincapié Ramí, D. (2016). *Técnicas y políticas del control de inventarios aplicadas a una empresa comercializadora*. Retrieved from https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/83589
- Dziak, M. (2019). Material requirements planning (MRP). *Salem Press Encyclopedia.*, 2p. Retrieved from <https://nebulosa.icesi.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=119214100&lang=es&site=eds-live&scope=site>. Accessed March 27, 2019.
- Estévez Hoyos, Á. V., & Molina Cruz, D. C. (2012). *Mejoramiento en el cumplimiento de entregas de la unidad de negocio de hogar de la Empresa XYZ*. Retrieved from https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/70661
- Garzon Canizales, L. H. (2018). *Cadenas de Abastecimiento Unidad 1*.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). Principio de administración de operaciones. In *Operations Managment*.
- Londoño Ortega, J. C. (2004). *Apuntes gestión de inventarios*. Retrieved from https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/473780/mod_resource/content/1/PRIMERA_SESION.pdf
- Peña Calderon, D. andrea. (2018). *Gestion de inventarios demanda independiente*.
- Revista M&M. (2017). Ranking de las principales empresas de la industria del mueble en Colombia - Revista M&M. Retrieved March 29, 2019, from Revista M&M website: <https://revista-mm.com/noticias/noticias-sectoriales/ranking-principales-empresas-industria-mueble-colombia/>
- Rivero, O. M. (2016). *El Método de Pronóstico Holt-Winters*. Retrieved from <https://administration21.files.wordpress.com/2017/01/pronc3b3sticos-holt-winters-omr-nov2016.pdf>
- Salas, H. G. (2014). Inventarios manejo y control. In *Administración*.
- Schneider, A. C. (2018). Oportunidad para Colombia y Brasil en mobiliario e insumos - Sectores - Economía - ELTIEMPO.COM. Retrieved March 29, 2019, from EL TIEMPO website: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/oportunidad-para-colombia-y-brasil-en-mobiliario-e-insumos-191966>
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (1998). *Planeación y control de la producción*. Retrieved from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=ad0807f4-15d5-41bd-a6c2-ea6e59485d9a%40pdc-v-sessmgr06&bdata=Jmxbmc9ZXMmc2I0ZT1lZHMtbGI2ZSZzY29wZT1zaXRI#>

db=cat05327a&AN=icesi.104792

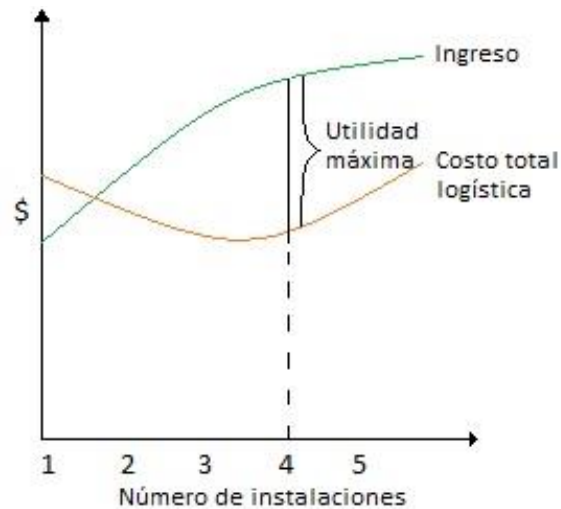
Vidal Holguin, C. J. (2010). *Fundamentos De Control Y Gestión*.

ANEXOS

Anexo 1. Costos totales de logística.



Anexo 2. Utilidad máxima.



Anexo 3. Entrevista de acercamiento.

Por la necesidad de conocer más a fondo el área de inventarios de la empresa Industrias Romil S.A.S. desde la perspectiva de sus trabajadores, se propone la realización de una entrevista basada en los siguientes interrogantes:

¿Cuál es la importancia de los inventarios en la empresa?

¿Cuál es la importancia de los inventarios en su área de trabajo?

¿Qué fallos en el área de inventarios identifica?

¿Qué consecuencias tienen los fallos presentados en el área de inventarios?

Anexo 4. Productos por familia.

Familia	Producto
Accesorio	Angulo HR de 1 1/2" x 1/8" "
Accesorio	Angulo HR de 1 1/2" x 3/16"
Accesorio	Bandeja
Accesorio	BASURERA
Accesorio	Descansa Pie
Accesorio	Escuadra
Accesorio	Nivelador Plástico de 3/8 X 1.1/2" Un
Accesorio	Panel Entamborado
Accesorio	PAPELERA
Accesorio	Pasacables de 60 mm Un
Accesorio	Pedestal Curvo
Accesorio	Pedestal en tubo
Accesorio	Pedestal Entamborado
Accesorio	Pedestal Omega
Accesorio	Pedestal Oval
Accesorio	Pedestal Rectangular Con Nivelador
Accesorio	Pedestal Square
Accesorio	Platina HR de 1 1/2" x 1/4"
Accesorio	Platina HR de 1 1/2" x 1/8"
Accesorio	Platina HR de 1 1/2" x 3/16"
Accesorio	Platina HR de 3/4" x 1/8"
Accesorio	Platinas de Unión A
Accesorio	Porta CPU de Piso En Formica
Accesorio	Porta CPU de Piso Metálica
Accesorio	Porta CPU Graduable
Accesorio	Tapón Isósceles Interno Un
Almacenamiento	Arc. Rodante - Mecanismo Completo
Almacenamiento	Arc. Rodante- Lateral
Almacenamiento	Arc. Rodante- Riel
Almacenamiento	Archivador de 1 x 1 - C/F Y C/T BOMBITA
Almacenamiento	Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T
Almacenamiento	Archivador de 2 x 1 - F/ formica Y Tapa Meta
Almacenamiento	Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T
Almacenamiento	Archivador de 2 Gavetas - F/Formica Y Tapa Me
Almacenamiento	Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T
Almacenamiento	Archivador de 3 Gavetas - Frente en Formica +
Almacenamiento	Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal
Almacenamiento	Archivador de 4 Gavetas Frente en Formica Ta

Almacenamiento	Archivador Especial
Almacenamiento	Archivador Horizontal de 2 Gavetas - C/F Y C
Almacenamiento	Archivador Horizontal de 2 Gavetas - F/ Metal
Almacenamiento	Archivador Horizontal de 3 Gavetas - C/F Y C/
Almacenamiento	Archivador Horizontal de 4 Gavetas - F/Formica
Almacenamiento	Archivador Horizontal de 4 Gavetas -C/F Y C/T
Almacenamiento	Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T
Almacenamiento	Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formi
Almacenamiento	Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T
Almacenamiento	Archivador metálico de 2 x 1 - F/Formica -
Almacenamiento	Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T
Almacenamiento	Archivo Rod. Carro Fijo de 0.42 x .91 m
Almacenamiento	Archivo Rod. Carro Rodante Manual de 0.82 x 0
Almacenamiento	Archivo Rod. Carro Rodante Manual de 0.82 x 1
Almacenamiento	Archivo Rod. Lateral en Lámina de 0.40 x 2.70
Almacenamiento	Archivo Rod. Lateral en Lamina de 0.90 x 2.10
Almacenamiento	Estantería
Almacenamiento	Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m
Almacenamiento	Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m
Almacenamiento	Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60
Almacenamiento	Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89
Almacenamiento	Gabinete Colgante en Formica de 0.60 m
Almacenamiento	Gabinete Colgante Metálico de 0.60 m - Cenefa
Almacenamiento	Gabinete Colgante Metálico de 0.75 m - Cenefa
Almacenamiento	Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa
Almacenamiento	Gabinete Colgante Metálico de 1.20 m - Cenefa
Almacenamiento	Gabinete todo Metálico de 1.20 m
Almacenamiento	Gabinete todo Metálico de 90 m
Almacenamiento	Gaveta Billetera C/F Metálico
Almacenamiento	Gaveta Lapicero Frente Formica
Almacenamiento	Gaveta Lapicero Frente Metálico
Almacenamiento	Locker
Almacenamiento	Locker de 2 X 3 Servicios
Almacenamiento	Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7
Almacenamiento	Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7
Almacenamiento	Locker de 1 x 3 servicios para Cascos
Almacenamiento	Locker de 1 x 4 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7
Almacenamiento	Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7
Almacenamiento	Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7
Almacenamiento	Locker de 3 x 3 servicios para Cascos
Almacenamiento	Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7
Almacenamiento	Mueble
Almacenamiento	Mueble Alacena
Almacenamiento	Mueble Papelero de 180x100x40
Almacenamiento	Repisas Con Laterales en Formica 0.90
Almacenamiento	Repisa

División	División Blocking Lleno de 0.92 x 0.60 m
División	División Blocking Lleno de 0.92 x 0.75 m
División	División Blocking Lleno de 0.92 x 0.90 m
División	División Blocking Lleno de 1.68 x 0.30 m
División	División Blocking Lleno de 1.70 x 0.60 m
División	División Blocking Lleno de 1.70 x 0.75 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 1.30 x 0.60 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 1.30 x 0.90 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 1.68 x 0.60 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 1.68 x 0.75 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 1.68 x 0.90 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 2.06 x 0.30 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 2.06 x 0.60 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 2.06 x 0.75 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 2.06 x 0.90 m
División	Division Blocking Mixto 1V de 2.43 x 0.90 m
División	Division Blocking Mixto 1V Sistema Clip de 2.
División	División Guía Lleno de 0.92 x 0.60 m
División	División Guía Lleno de 0.92 x 0.75 m
División	División Guía Lleno de 0.92 x 0.90 m
División	División Guía Lleno de 1.68 x 0.30 m
División	División Guía Lleno de 1.68 x 0.60 m
División	División Guía Lleno de 1.68 x 0.75 m
División	División Guía Lleno de 1.68 x 0.90 m
División	División Guía Lleno de 2.06 x 0.75 m
División	División Guía Lleno de 2.06 x 0.90 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.30 x 0.60 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.30 x 0.75 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.30 x 0.90 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.68 x 0.30 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.68 x 0.60 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.68 x 0.75 m
División	División Guía Mixto 1V de 1.68 x 0.90 m
División	División Guía Mixto 1V de 2.06 x 0.30 m
División	División guía Mixto 1V de 2.06 x 0.60 m
División	División guía Mixto 1V de 2.06 x 0.75 m
División	División guía Mixto 1V de 2.06 x 0.90 m
División	División guía Mixto 1V de 2.43 x 0.30 m
División	División guía Mixto 1V de 2.43 x 0.60 m
División	División Guía Mixto 1V de 2.43 x 0.75 m
División	División Guía Mixto 1V de 2.43 x 0.90 m
División	Marco Puerta ML
División	Marco Vidrio 1.35 x 1.37 M
División	Marco Vidrio 62 x 80 M
División	Marco Vidrio ML
División	Puerta de 90x205

Escritorio	Superficie con Extremo Semiduro de 1.50 x 0.
Escritorio	Superficie en Esquinera de 1.50 x 0.90 x 0.60
Escritorio	Superficie Rectangular de 0.60 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 0.75 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 0.90 x 0.50 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 0.90 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 1.00 x .60 M
Escritorio	Superficie Rectangular de 1.20 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 1.35 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 1.50 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 1.80 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 1.80 x 0.70 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 2.00 x 0.60 m
Escritorio	Superficie Rectangular de 2.40 x 0.60 m
Material para almacenamiento	Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo
Material para almacenamiento	Entrepaño - Estantería de .50 x .30 m - C.23
Material para almacenamiento	Entrepaño - Estantería de .75 x .30 m - C.23
Material para almacenamiento	Entrepaño - Estantería de .80 x 0.40 m - C.2
Material para almacenamiento	Entrepaño - Estantería de .90 x 0.70 m - C.2
Material para almacenamiento	Entrepaño - Estantería de 0.90 x 0.40 m - C.2
Material para almacenamiento	Escritorio Sin Archivo Superficie en Vidrio d
Material para almacenamiento	Manija Plástica Coca de 109 mm Un
Material para almacenamiento	Manija Plástica Ovalada de 168 mm Un
Material para almacenamiento	Manija zincada ovalada
Material para almacenamiento	Rodachina de Goma
Material para almacenamiento	Separador para Folderama
Material para almacenamiento	Separadores para Estantería
Material para división	Bisagra Metálica Puerta de vidrio 4mm
Material para división	Canal
Material para división	Canal .5x.5 x 2.00 M
Material para división	Cerradura Alcoba - Madera - Dorada Echague A-
Material para división	Escuadra Enganche Blocking
Material para división	Perfil Doble 170
Material para división	Perfil Pisa vidrio Álamo
Material para división	Perfil Sencillo 130
Material para división	Falda
Material para división	Falda Lisa de 0.60 x 0.30 m
Material para división	Falda Lisa de 0.70 x 0.30 m
Material para división	Falda Lisa de 0.90 x 0.30 m
Material para división	Falda Lisa de 0.95 x 0.30 m
Material para división	Falda Lisa de 1.00 x 0.30 m
Material para división	Falda Lisa de 1.15 x 0.30 m -Tablex
Material para división	Falda Lisa de 1.25 x 0.30 m - Metálica
Material para división	Falda Lisa de 1.30 x 0.30 m
Material para división	Falda Lisa de 1.60 x 0.30 m - Tablex
Material para división	Falda Lisa de 1.80 x 0.30 m

Material para división	Falda Troquelada de 0.60 x 0.30 m
Material para división	Falda Troquelada de 0.70 x 0.30 m
Material para división	Falda Troquelada de 1.00 x 0.30 m
Material para división	Falda Troquelada de 1.25 x 0.30 m
Material para división	Falda Troquelada de 1.30 x 0.30 m
Material para división	Falda Troquelada de 1.50 x 0.30 m
Material para división	Poste Cuadrado de 50 x 50 mm x 1.68 m
Material para división	Poste Cuadrado de 50 x 50 mm x 2.43 m
Material para división	Poste Cuadrado de 70 x 70 mm x 0.92 m
Material para división	Poste Cuadrado de 70 x 70 mm x 2.00 m
Material para división	Riel Extensible de 0.30
Material para división	Riel Extensible de 0.40
Material para división	Riel Extensible de 0.60
Material para escritorio	Escuadra Mostrador
Material para escritorio	GROMMET
Material para escritorio	GROMMET TAPA GRIS
Material para silla	Araña Cromada Secretarial
Material para silla	Araña Plástica Tipo Secretarial
Material para silla	Araña Tipo Gerente Nylon
Material para silla	Aro Apoyapiés
Material para silla	Brazo Gerente En Poliuretano
Material para silla	Brazo Secretarial
Material para silla	Brazos Escualizable
Material para silla	Brazos Graduables Par
Material para silla	Carcasa Espal. Externo -Cosmos
Material para silla	Carcaza S-36 Asiento Externo - Plástico
Material para silla	Carcaza S-36 Asiento Interno - Plástico
Material para silla	Carcaza S-36 Espaldar Externo
Material para silla	Columna Neumática Cajero
Material para silla	Columna Neumática Gerente - CN50(100)
Material para silla	Columna Neumática Secretarial
Material para silla	Columna Neumática Secretarial - Intertrade CN
Material para silla	Concha imp. Isósceles Tapizada Asiento
Material para silla	Concha Karla Espaldar + Asiento
Material para silla	Concha Móvil Asiento (Buterfly)
Material para silla	Concha Móvil Espaldar (Buterfly)
Material para silla	Concha Nova Iso Asiento -
Material para silla	Concha Nova Iso Espaldar -
Material para silla	Concha Prisma Espaldar + Asiento Sin Tapizar
Material para silla	Contacto Permanente
Material para silla	Contacto permanente imp. kba65-1
Material para silla	Perilla Plástica de 5/16" x 1 1/2" Un
Material para silla	Perilla Plástica Para contacto Permanente
Material para silla	Plato Basculante - Intertrade Un
Material para silla	Plato Con Mecanismo 1 Palanca- Imp. Ref. HL-
Material para silla	Plato Con Mecanismo 2 Palancas - Importado

Material para silla	Plato Con Mecanismo 3 Palancas - Importado
Material para silla	Plato Neumático Con Palanca - Un
Material para silla	Rodachina Espigo de 7/16 - Importado
Mesa de juntas	Mesa Juntas Square de 2.0x1.0
Recepción	Superficie Recepción Recta de 0.60 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 0.75 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 0.90 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 1.0 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 1.20 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 1.35 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 1.50 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 1.80 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 2.0 x 0.30 m
Recepción	Superficie Recepción Recta de 2.40 x 0.30 m
Silla	Banca en Acero Inox
Silla	Butaco Fijo en Concha Karla
Silla	PUFF
Silla	SILLA Butaco Industrial
Silla	SILLA Cosmos Butaco Cajero
Silla	SILLA Cosmos Secretarial
Silla	SILLA Cosmos Secretarial C/B
Silla	SILLA Imp. Lira Dos Palancas
Silla	SILLA Novadizo
Silla	SILLA Prisma Asiento Tapizado
Silla	SILLA Prisma Auditorio Con Bandeja
Silla	SILLA Prisma Giratoria
Silla	SILLA Prisma S/T
Silla	SILLA S-19 Secretarial Neumática
Silla	SILLA S-26B Butaco Cajero Neumático
Silla	SILLA S-36 Isósceles
Silla	SILLA S-39 Novadizo Auditorio Con Bandeja
Silla	SILLA S-48 Tempus Sencilla
Silla	SILLA S-49 Tempus Doble
Silla	SILLA S-64 Ejecutivo S/B
Silla	SILLA S-64A Ejecutivo C/B
Silla	SILLA S-64B Butaco Cajero Neuma.
Silla	SILLA S-65 - 2 Palancas
Silla	SILLA S-65 Con Contacto Permanente
Silla	SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos
Silla	SILLA S-65A Con Contacto Permanente
Silla	SILLA Interlocutora Butterfly
Silla	SILLA Work
Silla	Modulo S-19 Asiento Secretarial Un
Silla	Modulo S-19 Espaldar Secretarial Un
Silla	Tandem 3 Puestos Butterfly C/T
Silla	Tandem 4 Puestos Butterfly C/T

Silla	Tándem 4 Ptos Butterfly S/T
Silla	Tándem Isósceles 2 puestos
Silla	Tándem Isósceles 3 puestos
Silla	Tándem Isósceles 3 puestos C/Rev.
Silla	Tándem Isósceles 4 puestos
Silla	Tándem Novadizo 2 puestos C/Rev.
Silla	Tándem Novadizo 4 puestos C/Rev.
Silla	Tándem Novadizo 2 puestos
Silla	Tándem Novadizo 3 puestos
Silla	Tándem Novadizo 4 puestos
Silla	Tándem Prisma 4 puestos S/T
Silla	Tándem Prisma 2 puestos S/T
Silla	Tándem Prisma 3 puestos C/T
Silla	Tándem Prisma 3 puestos C/T - C/Rev.
Silla	Tándem Prisma 3 puestos S/T
Silla	Tándem Prisma 3 puestos S/T C/Rev.
Silla	Tándem Prisma 4 puestos C/T
Silla	Tándem Prisma 4 puestos S/T C/Rev.

Anexo 5. Entrevista a los jefes de área.

Se les preguntó a los 6 jefes de área lo siguiente:

1. ¿El producto terminado X pasa por su área de producción?
2. Si la respuesta anterior fue afirmativa. ¿Cuánto tiempo se demora en promedio dicho producto en su área?

Anexo 6. Costo de mantener inventario materia prima y producto terminado.

Costo de mantener inventario MP				
		costos \$	%inventarios	%ventas
Ventas mensuales promedio		\$ 651.783.422,83		
Inventario promedio		\$ 235.647.957,54		
Costos de mantener inventario MP				
Costo de capital, Costo de oportunidad=	2%	\$ 5.766.124,21		
Costo de servicios		\$ 4.942.896		
Costo de seguros		\$ 12.698.021		
Costo de almacenamiento	Leasing	\$ 1.764.684		
	Arrendamiento	\$ 2.864.937		
Costo total de Mantener inventarios		\$ 28.036.662,21	11,90%	4,30%

Costo de mantener inventario PT				
		costos \$	%inventarios	%ventas
Ventas mensuales promedio		\$ 651.783.422,83		
Inventario promedio		\$ 164.052.344,43		
Costos de mantener inventario PT				
Costo de capital, Costo de oportunidad=	2%	\$ 4014234,643		
Costo de servicios		\$ 4.942.896		
Costo de seguros		\$ 12.698.021		
Costo de almacenamiento	Leasing	\$ 1.764.684		
	arrendamiento	\$ 2.864.937		
Costo total de Mantener inventarios		\$ 26.284.772,64	16,02%	4,03%

Anexo 7. Costo de alistamiento por área.

	Actividades de alistamiento	Tiempo (minutos/mes)	Valor minuto	Costo mensual de alistamiento	Promedio de productos fabricados en el área	Costo mensual de alistamiento unitario
Pintura	Limpieza cabina de pintura	1080	\$ 81	\$ 93.150	1713	\$ 54
	Alistamiento de pintura	60				
	Pedir materia prima	10				
Lamina	Programar punzonadora	2520	\$ 73	\$ 787.196	1390	\$ 566
	Cambiar el punzón	263				
	Alistar la soldadora	840				
	Alistar la soldadora de punto	420				
	Alistar la troqueladora	1680				
	Alistar la pulidora	21				
	Alistar la dobladora	1680				

	Alistar la dobladora grande	1680				
	Alistar la dobladora Manual	1680				
Carpintería	Alistar la vertical	472,5	\$ 73	\$ 187.583	355	\$ 528
	Alistar la sierra de mesa	472,5				
	Alistar la termo fundidora	472,5				
	Verificación del despiece	1890	\$ 81			
Tubería	Verificación del despiece	210	\$ 81	\$ 47.670	550	\$ 87
	Alistar la cortadora	105	\$ 73			
	Alistar la curvadora	315				
Tapizado	Alistar Materia prima	3922	\$ 81	\$ 317.682	392	\$ 810
Compras	Cotizar y seleccionar proveedores			\$ 1.800.000	880	\$ 2.045
	Demostrar calidad					
Recepción	Cotizaciones	525	\$ 67	\$ 43.952	880	\$ 50
	Digitalizar órdenes de compra	131				
Contabilidad	Facturación			\$ 10.000	880	\$ 11
Planeación	Programa a producción	1050	\$ 76	\$ 878.484	880	\$ 998
	Revisión de materia prima	420				
	Orden de producción	7380				
	Repartir las órdenes a los jefes	189				

	Programar la punzonadora	2520				
Producción	Revisar ordenes de producción	525	\$ 98	\$ 79.233	880	\$ 90
	Explicar planos	283,5				
Despacho	Alistamiento del camión	2520	\$ 80	\$ 201.600	880	\$ 229
Almacén	Cuenta de material entrante	157,5	\$ 76	\$ 488.110	672	\$ 726
	Revisión de facturas					
	Organizar y almacenar	1050				
	Ordenar materia prima	70				
	Alistamiento de material	5145				

Anexo 8. Entrevista sobre inventario de materia prima.

Se realizaron las siguientes preguntas al almacenista

4. ¿En que se basa para hacer los pedidos de materia prima?
5. ¿Cada cuánto se realizan pedidos de materia prima?
6. ¿Cuánta cantidad de materia prima suele pedir?

Anexo 9. Archivadores almacenados.



Anexo 10. Archivadores almacenados.

		2019							
Referencia	Nombre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Cant. Promedio.	Costo	Costo Total
20301007	Archivador 2x1 Mega SF/ST	2	2	2	2	2	2	\$57.805	\$ 115.610,82
20301036	Archivador 2x1 CF/CT	4	4	4	3	3	3,6	\$ 80.787	\$ 290.834,32
20301006	Archivador mega metálico 2x1 CF/ST	47	44	44	44	44	44,6	\$ 76.769	\$ 3.423.911,23
20301011	Archivador de 4 gavetas frente + tapa	10	10	9	5	7	8,2	\$ 181.374	\$ 1.487.270,33
20301010	Archivador 3 gavetas CF/CT	2	3	2	2	2	2,2	\$ 112.490	\$ 247.478,42
20301003	Archivador 2 gavetas CF/CT	40	44	44	44	41	42,6	\$ 69.340	\$ 2.953.884,00
	Promedio						103,2		\$ 8.518.989,11

Anexo 11. Pedido cancelado de sillas evol almacenadas.



Anexo 12. Costos y cantidad de pedido cancelado de sillas evol almacenadas.

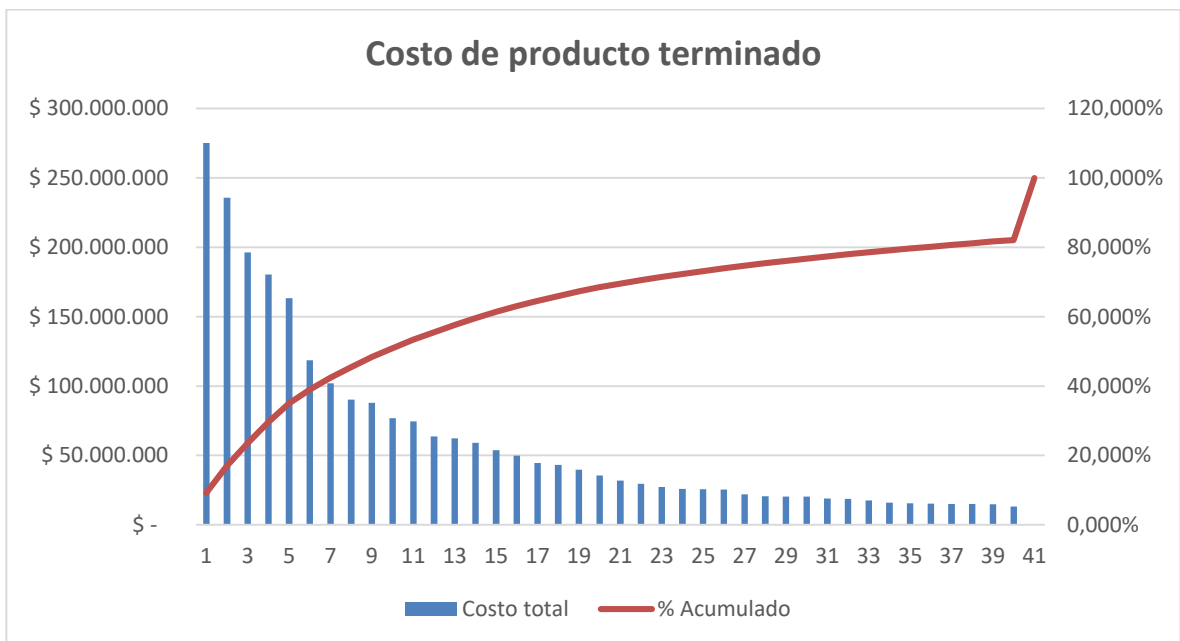
Referencia	Nombre	Colores	Cantidad	Costo unitario	Costo total
20117013	Silla fija evol	Azul	875	\$ 21.500	\$ 18.812.500
		Rojo	390	\$ 21.500	\$ 8.385.000

		Amarillo	790	\$ 21.500	\$ 16.985.000
Total de sillas y costo almacenado			2055		\$ 44.182.500

Anexo 13. Sillas de muestra almacenadas.



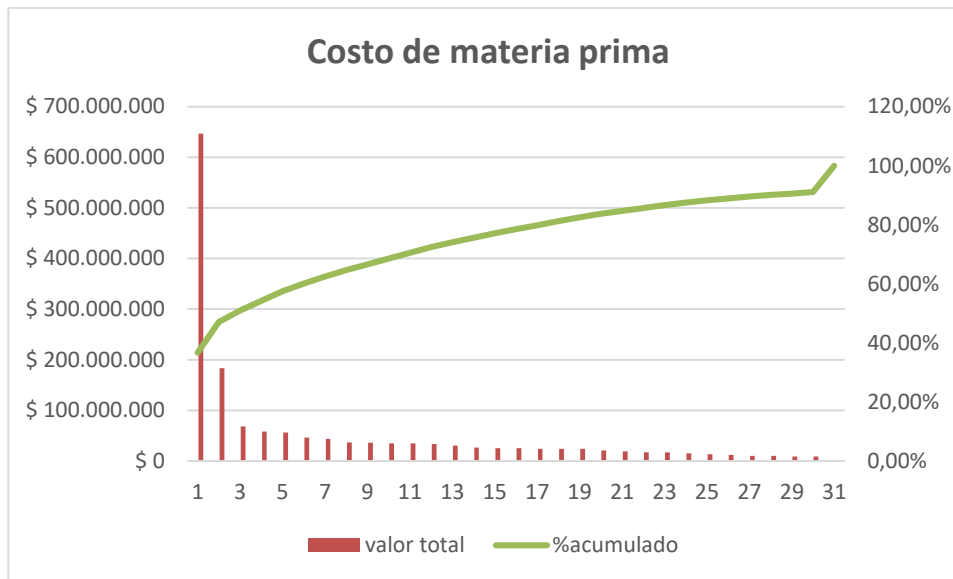
Anexo 14. Diagrama de Pareto del costo de producto terminado desde enero de 2018 a junio de 2019.



#	Producto	Costo total	% Acumulado
1	Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	\$ 275.246.146	9,181%
2	SILLA S-65 Con Contacto Permante	\$ 235.789.360	17,045%
3	Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	\$ 196.240.842	23,591%

4	SILLA S-65 - 2 Palancas	\$	180.426.776	29,609%
5	Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$	163.403.568	35,059%
6	Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$	118.579.608	39,014%
7	Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	\$	101.883.216	42,413%
8	Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	\$	90.259.920	45,423%
9	Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	\$	87.801.936	48,352%
10	Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	\$	76.775.640	50,913%
11	SILLA Imp. Lira Dos Palancas	\$	74.543.414	53,399%
12	SILLA Cosmos Secretarial	\$	63.624.000	55,521%
13	SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	\$	62.262.000	57,598%
14	SILLA Prisma Auditorio Con Bandeja	\$	59.115.168	59,570%
15	Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	\$	53.798.364	61,364%
16	Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$	49.859.004	63,027%
17	Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa	\$	44.451.070	64,510%
18	Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	\$	43.134.408	65,949%
19	Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	\$	39.741.504	67,274%
20	Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	\$	35.617.608	68,462%
21	División Guía Mixto 1V de 1.30 x 0.90 m	\$	31.959.360	69,528%
22	Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	\$	29.563.380	70,514%
23	SILLA S-36 Isósceles	\$	27.146.448	71,420%
24	Pedestal Entaborado	\$	25.957.344	72,286%
25	SILLA Butaco Industrial	\$	25.612.755	73,140%
26	Archivador Horizontal de 4 Gavetas -C/F Y C/T	\$	25.333.745	73,985%
27	Tándem Novadizo 4 puestos	\$	22.011.792	74,719%
28	Tandem 4 Puestos Butterfly C/T	\$	20.514.096	75,403%
29	Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	\$	20.358.360	76,082%
30	Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T	\$	20.202.480	76,756%
31	Tandem 3 Ptos Butterfly C/T	\$	18.917.776	77,387%
32	Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	\$	18.782.205	78,014%
33	Archivador Horizontal de 4 Gavetas - F/Formica	\$	17.567.850	78,600%
34	Archivador de 4 Gavetas Frente en Formica Ta	\$	16.021.810	79,134%
35	Descansa Pie	\$	15.435.524	79,649%
36	SILLA S-64A Ejecutivo C/B	\$	15.251.808	80,158%
37	Archivador de 3 Gavetas - Frente en Formica +	\$	15.120.540	80,662%
38	Division Blocking Mixto 1V Sistema Clip de 2.	\$	14.955.900	81,161%
39	SILLA Prisma Asiento Tapizado	\$	14.847.496	81,656%
40	Tándem Prisma 4 ptos C/T	\$	13.224.100	82,097%
41	Otros	\$	536.744.071	100%

Anexo 15. Diagrama de Pareto del costo de materia prima desde enero de 2018 a junio de 2019.



#	Producto	Costo	%acumulado
1	Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 646.622.337	36,67%
2	Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	\$ 183.555.686	47,08%
3	Araña Plástica Tipo Secretarial	\$ 68.485.400	50,96%
4	Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 57.997.349	54,25%
5	Plato Con Mecanismo MB2	\$ 56.268.000	57,44%
6	Contacto Permanente	\$ 45.724.560	60,03%
7	BALINERA METALICA ZN de 1" " "	\$ 43.570.460	62,51%
8	Carcaza Espaldar Externo S-65	\$ 36.730.200	64,59%
9	Soporte	\$ 35.673.000	66,61%
10	Paño Escocia- Color - Ref.	\$ 34.546.250	68,57%
11	Carcaza Espaldar Interno S-65	\$ 34.403.400	70,52%
12	Plato Neumático Con Palanca - Un	\$ 33.252.894	72,41%
13	Lamina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 30.222.354	74,12%
14	Columna Neumática Secretarial	\$ 26.649.000	75,63%
15	Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo	\$ 25.466.875	77,08%
16	Carcaza Asiento Externo S-65 de 46 x 46	\$ 24.930.000	78,49%
17	Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	\$ 23.792.832	79,84%
18	Espuma Rosada D-26 de 5 cm - 2,00 x 1,00 m L	\$ 23.724.815	81,18%
19	Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	\$ 23.600.400	82,52%
20	Tube Oval Cr de 30 x 15 mm Calibre 18	\$ 20.498.400	83,69%
21	Rodachina Espigo de 7/16 - Importado	\$ 18.549.765	84,74%
22	Concha Prisma Espaldar + Asiento Sin Tapizar	\$ 17.086.400	85,71%
23	Brazos Graduables Par	\$ 16.920.000	86,67%
24	Bisagra Pistón Cruda de 3/8"	\$ 15.149.040	87,53%
25	Cubierta Telescópica 3 Segmentos -	\$ 13.380.500	88,28%
26	Riel Extensible de 45 cm (18"")	\$ 12.177.100	88,97%
27	Concha Prisma Espaldar + Asiento + Inserto Par	\$ 10.244.000	89,56%

28	Cerradura Mueble - Gato Ref. 1552/30 Ni (Boto	\$ 9.682.816	90,10%
29	Espuma Naranja D- 23 de 5 cm - 2,00 x 1,00 m	\$ 8.805.499	90,60%
30	Concha Nova Iso Asiento -	\$ 8.416.000	91,08%
31	Otros	\$ 157.274.704	100%

Anexo 16. Productos descartados.

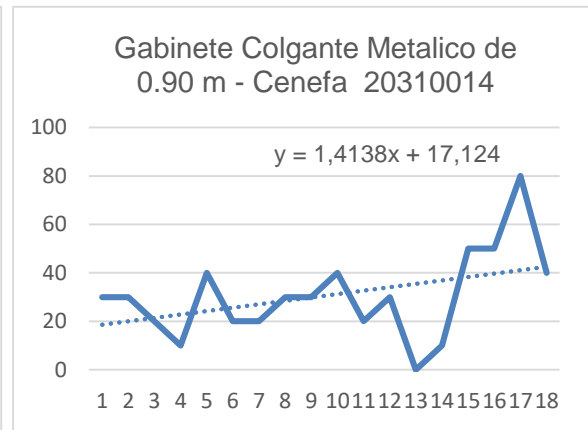
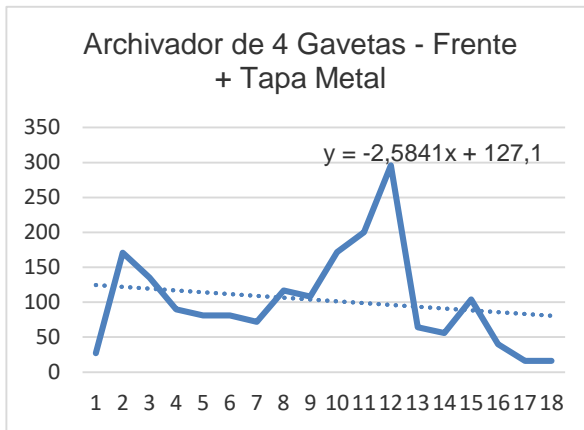
Producto	Demanda anual en unidades	Cantidad de meses con demanda
Tandem 4 Puestos Butterfly C/T	72	2
Tandem 3 Puestos Butterfly C/T	92	2
Archivador Horizontal de 4 Gavetas - F/Formica	50	3
Archivador de 4 Gavetas Frente en Formica	70	3
Archivador Horizontal de 4 Gavetas - C/F C/T	95	8
Gabinete todo metálico de 90 m	370	3
Silla prisma auditorio con bandeja	944	3

Tándem prisma 4 puestos S/T C/Rev	2	1
--	---	---

Anexo 17. Comportamiento de la demanda materia prima y producto terminado.

Producto terminado

- Familia de almacenamiento

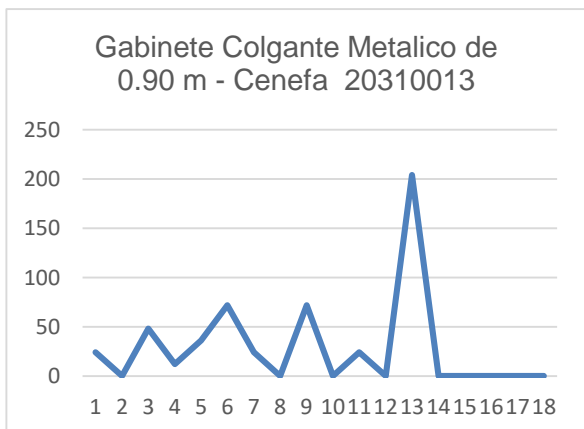


CVD: 0,7015343

Patrón: Demanda con tendencia negativa

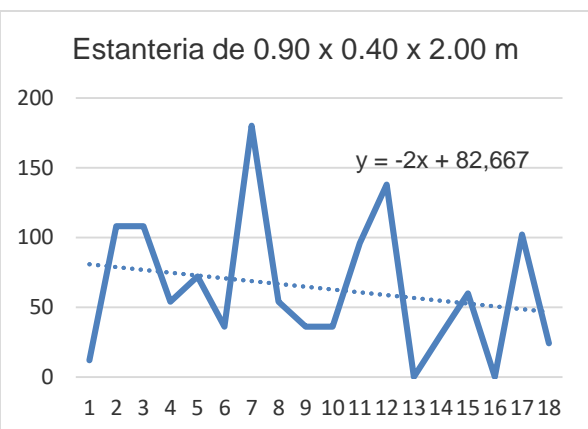
CVD: 0,59897823

Patrón: Demanda con tendencia positiva



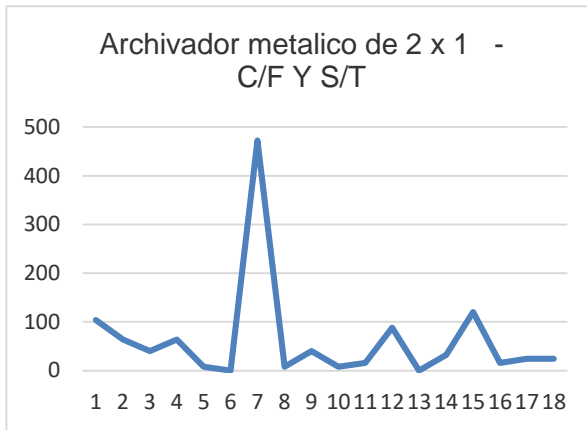
CVD: 1,74754806

Patrón: Demanda Errática



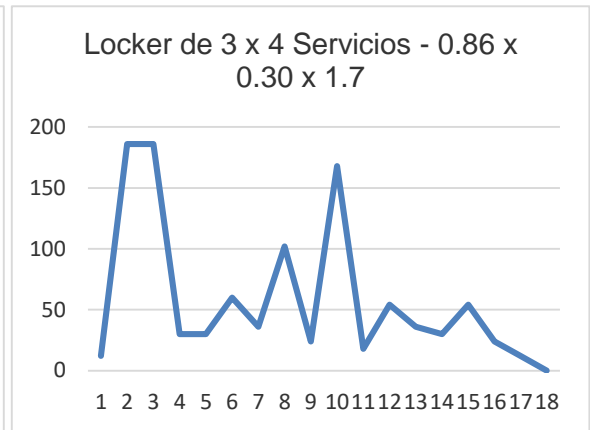
CVD: 0,77655075

Patrón: Demanda con tendencia negativa



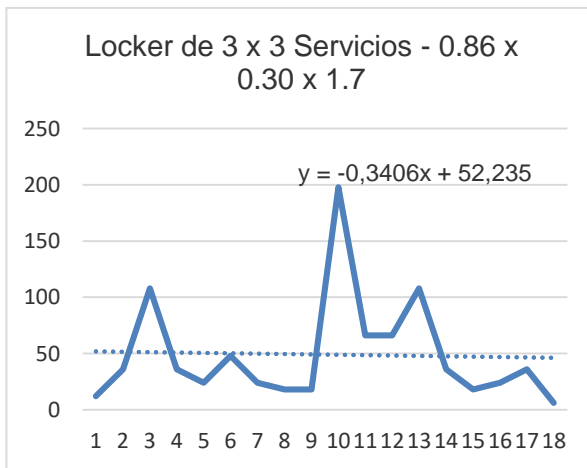
CVD: 1,72791788

Patrón: Demanda Errática



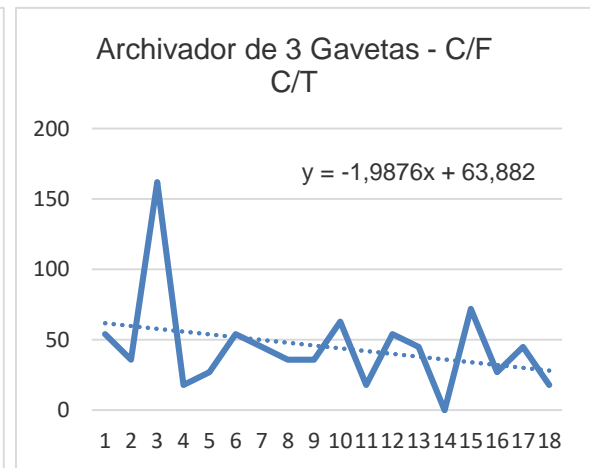
CVD: 1,020681089

Patrón: Demanda Errática



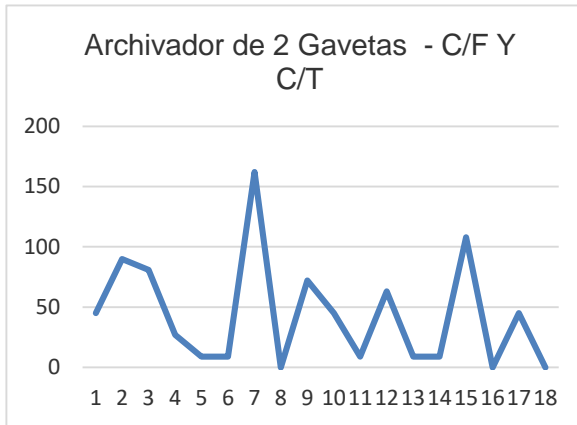
CVD: 0,96986467

Patrón: Demanda con tendencia negativa

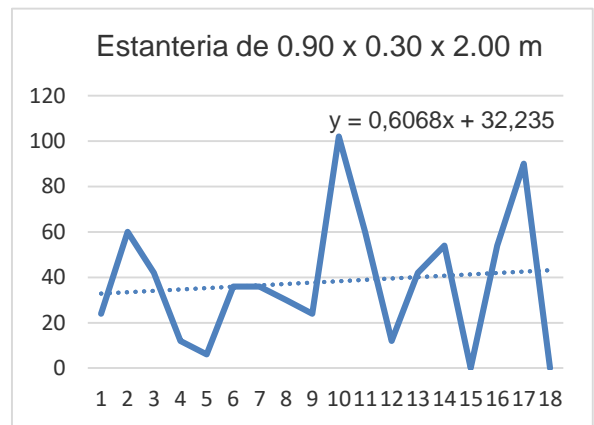


CVD: 0,76389097

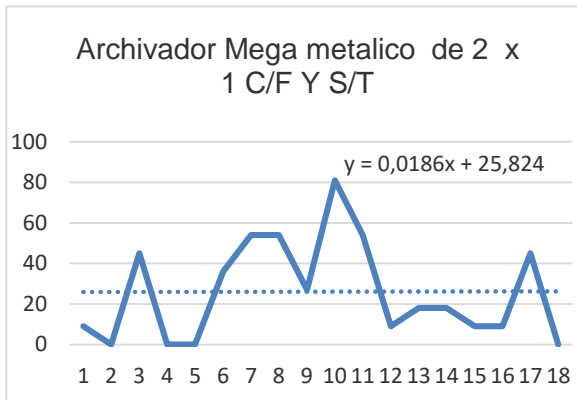
Patrón: Demanda con tendencia negativa



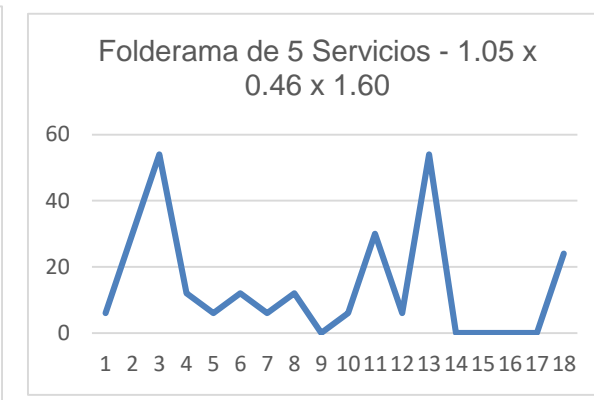
CVD: 1,041154953
 Patrón: Demanda Errática



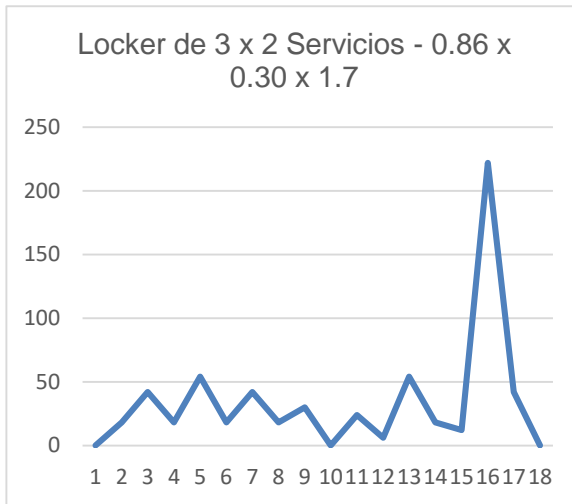
CVD: 0,7562676
 Patrón: Demanda con tendencia positiva



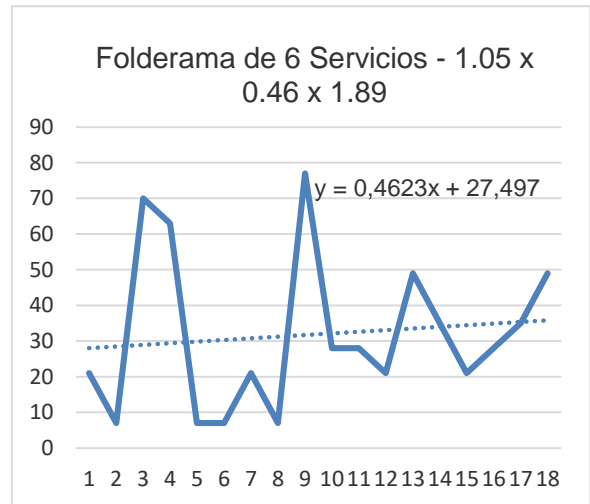
CVD: 0,941557
 Patrón: Demanda con tendencia positiva



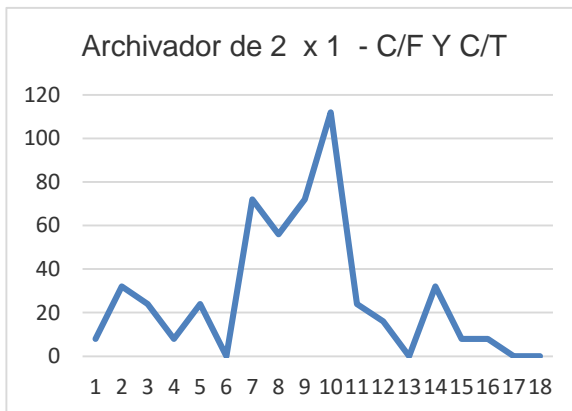
CVD: 1,2110111
 Patrón: Demanda Errática



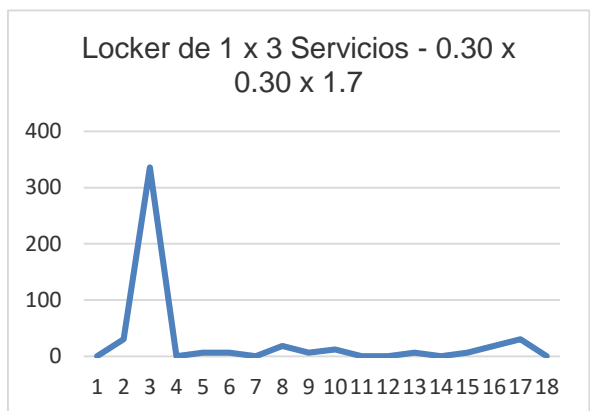
CVD: 1,45572804
 Patrón: Demanda Errática



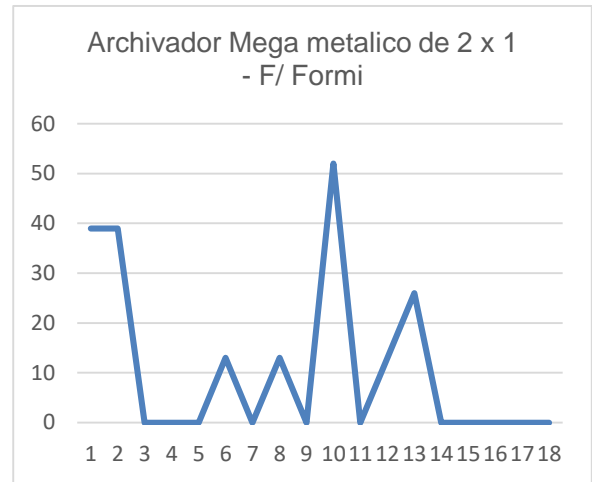
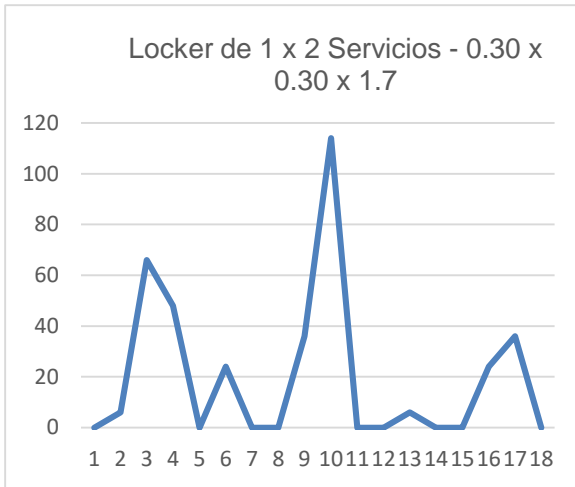
CVD: 0,682721838
 Patrón: Demanda con tendencia positiva



CVD: 1,13635468
 Patrón: Demanda Errática

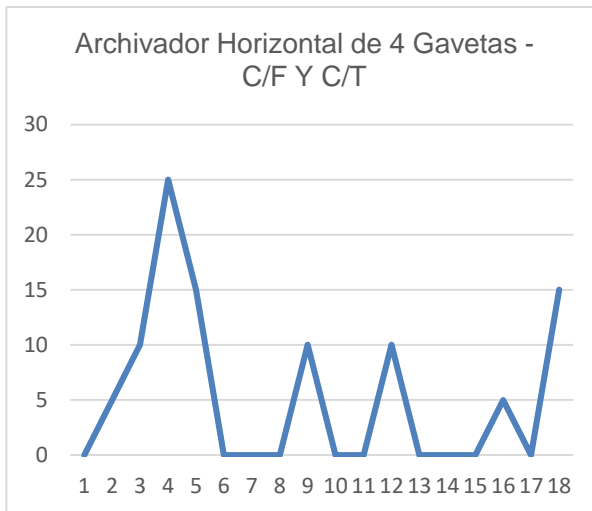


CVD: 2,95855803
 Patrón: Demanda Errática



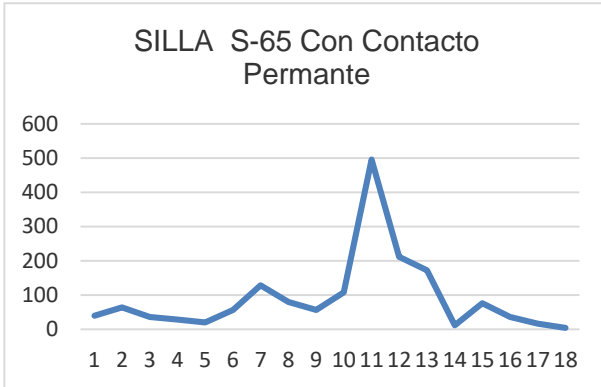
CVD: 1,54691344
 Patrón: Demanda Errática

CVD: 1,55374311
 Patrón: Demanda Errática

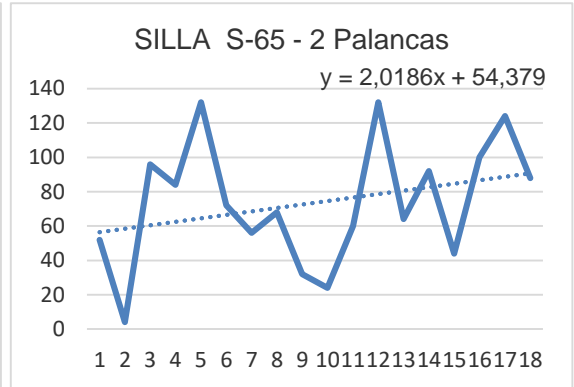


CVD: 1,39659028
 Patrón: Demanda Errática

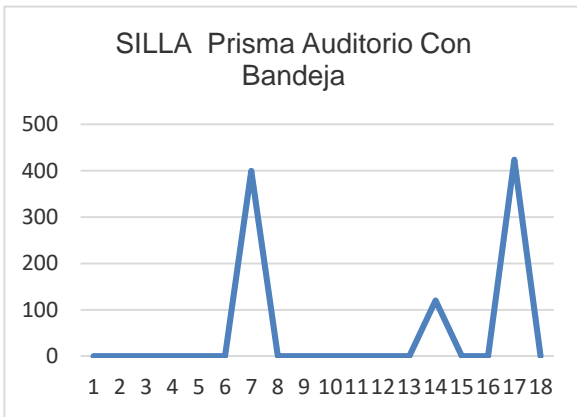
- Familia de sillas



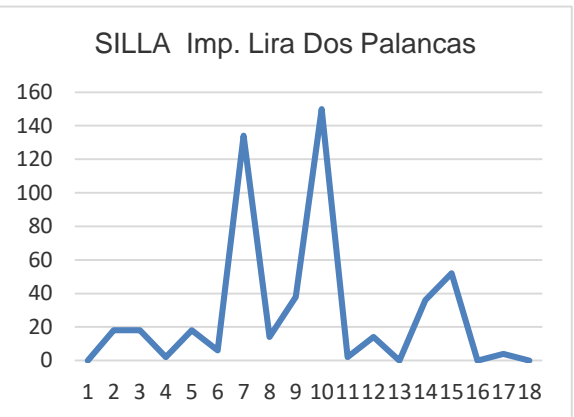
CVD: 1,26969793
 Patrón: Demanda Errática



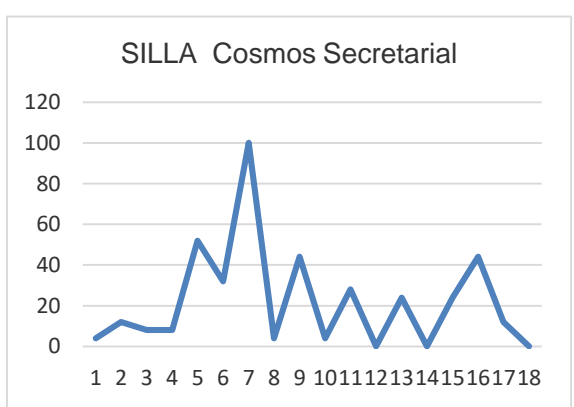
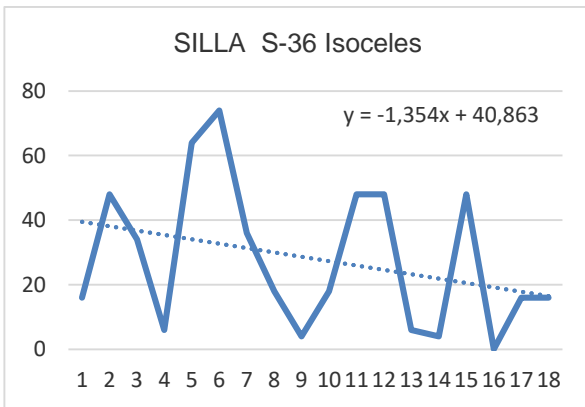
CVD: 0,49142612
 Patrón: Demanda con tendencia positiva



CVD: 2,55264128
 Patrón: Demanda Errática

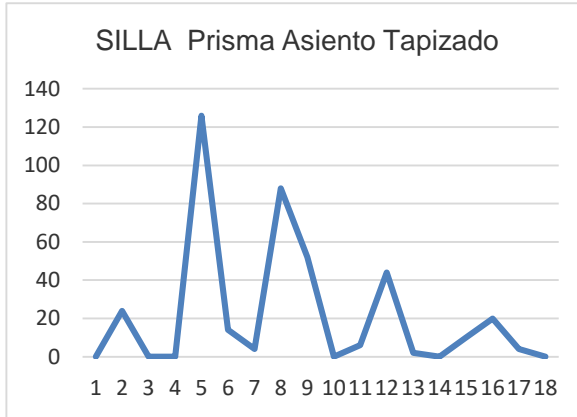


CVD: 1,56967618
 Patrón: Demanda Errática



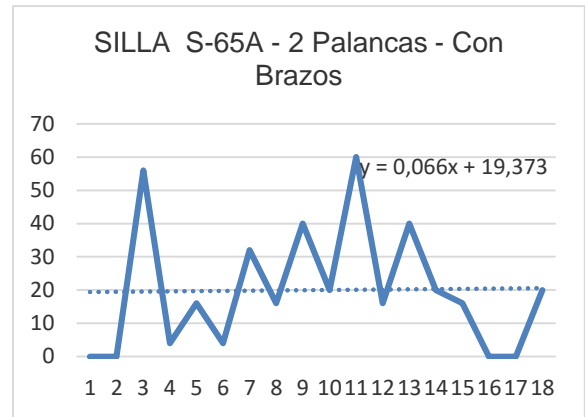
CVD: 0,80551818

Patrón: Demanda con tendencia negativa



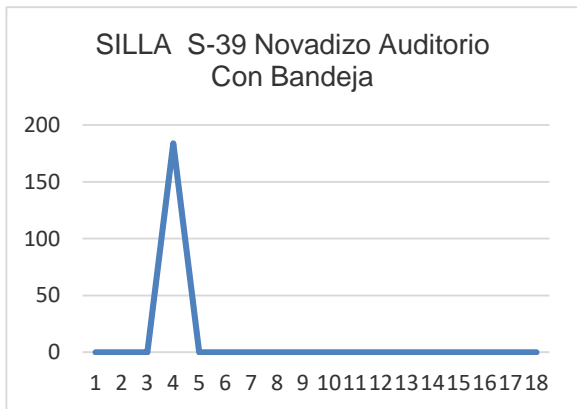
CVD: 1,15044748

Patrón: Demanda Errática



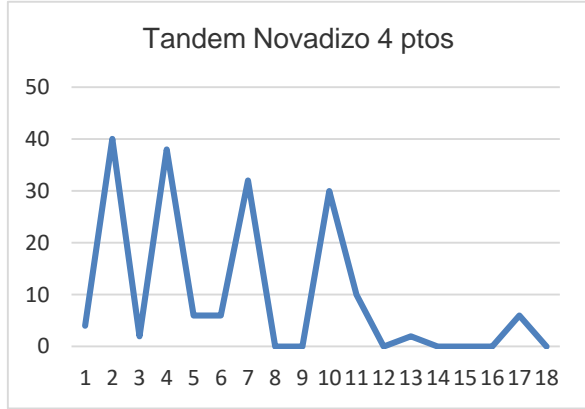
CVD: 1,60491584

Patrón: Demanda Errática



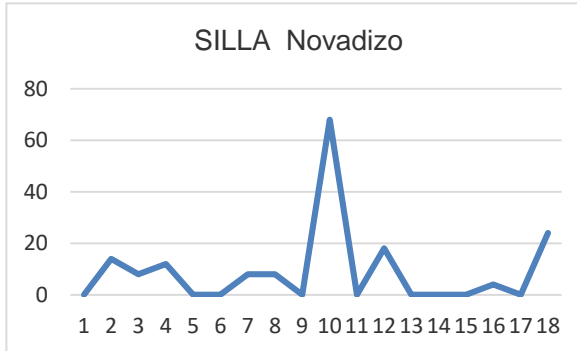
CVD: 0,94058805

Patrón: Demanda con tendencia horizontal



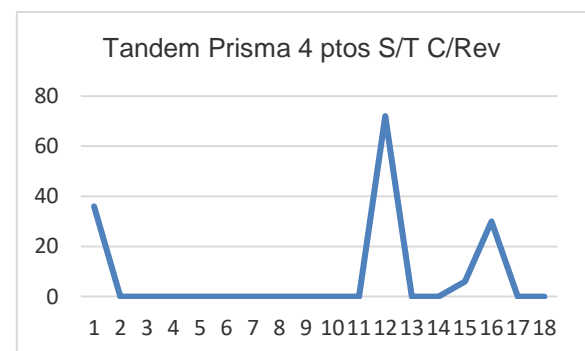
CVD: 4,24264069

Patrón: Demanda Errática



CVD: 1,46308489

Patrón: Demanda Errática

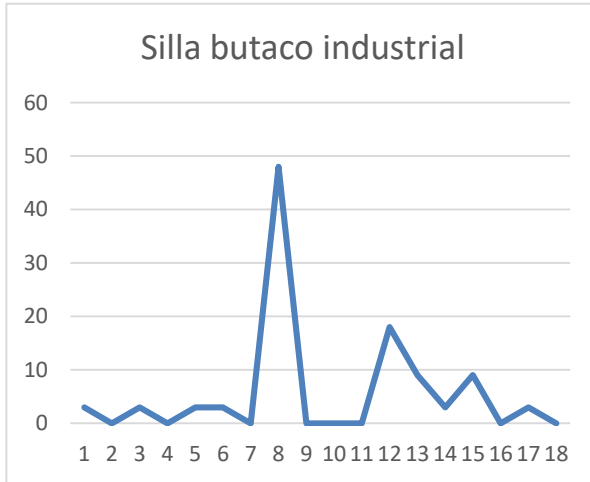


CVD: 1,80107397

Patrón: Demanda Errática

CVD: 2,39944847

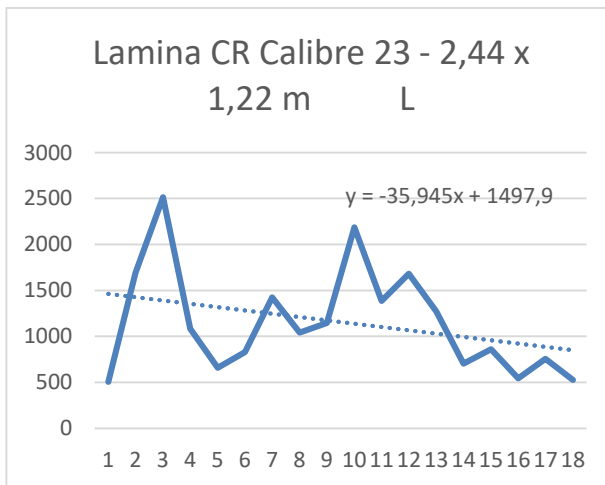
Patrón: Demanda Errática



CVD: 2,03740715

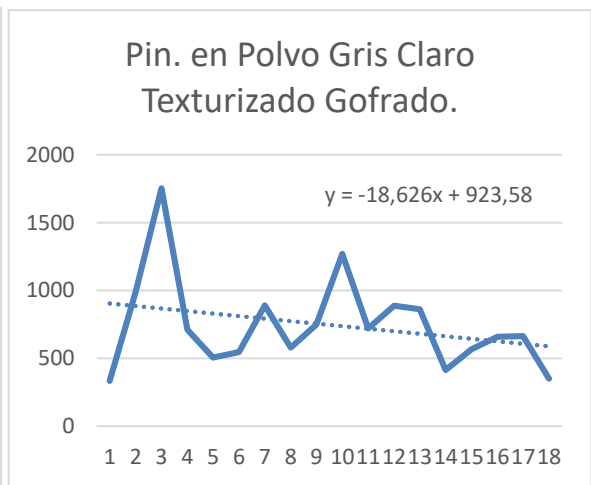
Patrón: Demanda Errática

- Materia prima



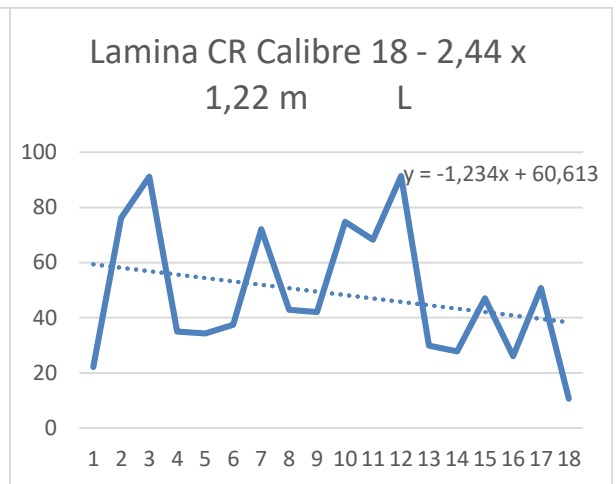
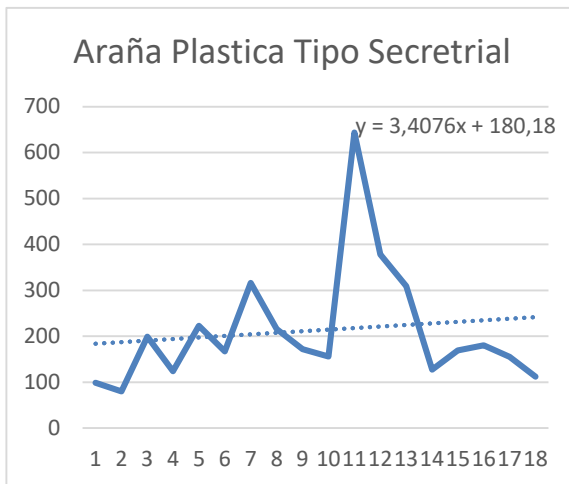
CVD: 0,49735617

Patrón: Demanda con tendencia negativa



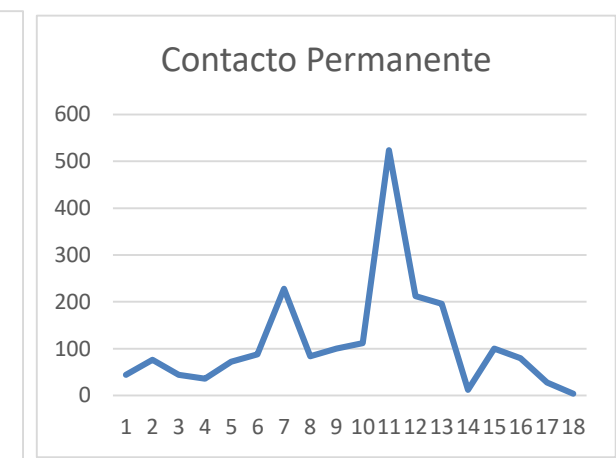
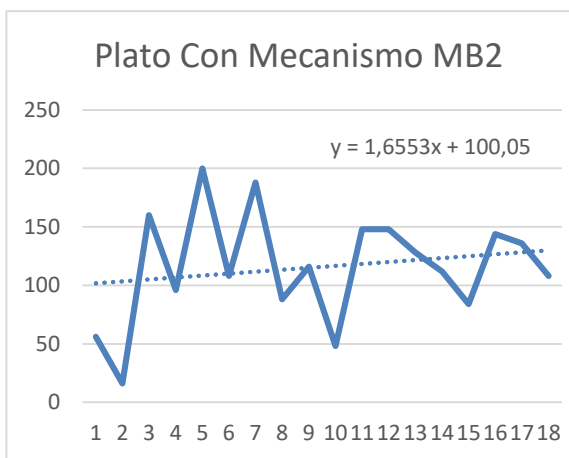
CVD: 0,46128124

Patrón: Demanda con tendencia negativa



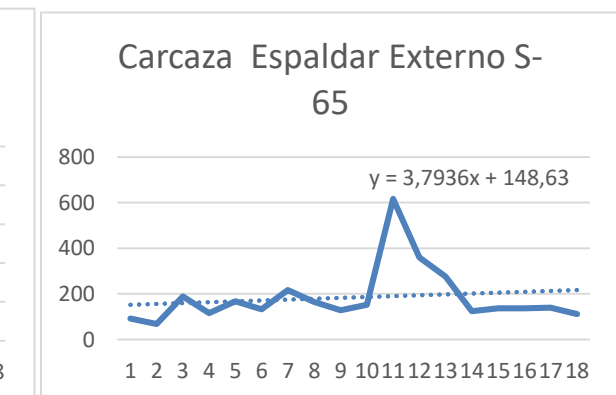
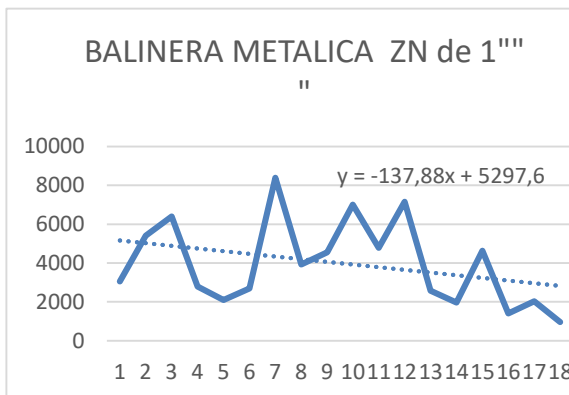
CVD: 0,62783493
Patrón: Demanda con tendencia positiva

CVD: 0,49752969
Patrón: Demanda con tendencia negativa



CVD: 0,40904141
Patrón: Demanda con tendencia positiva

CVD: 1,06901668
Patrón: Demanda Errática



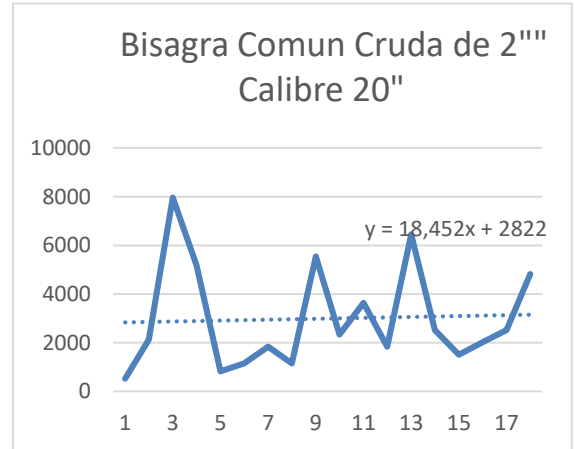
CVD: 0,54758823

Patrón: Demanda con tendencia negativa



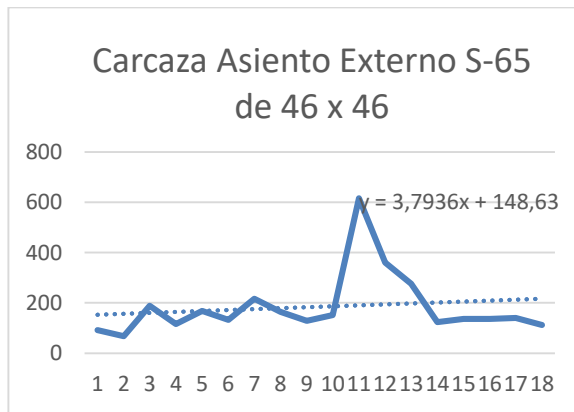
CVD: 0,69059777

Patrón: Demanda con tendencia negativa



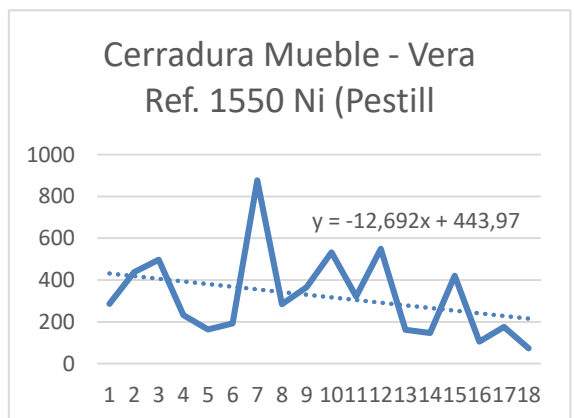
CVD: 1,56967618

Patrón: Demanda Errática



CVD: 0,708248

Patrón: Demanda con tendencia positiva

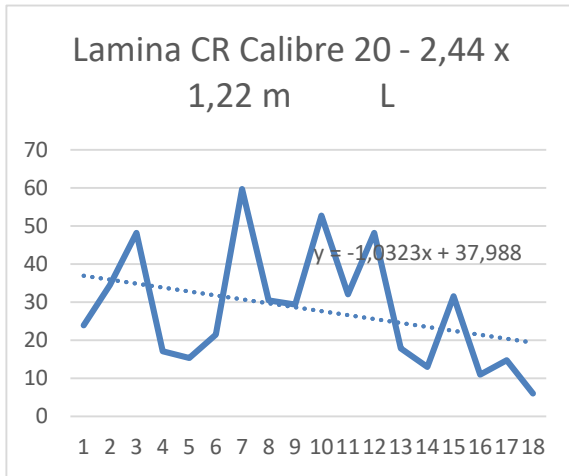


CVD: 0,690597

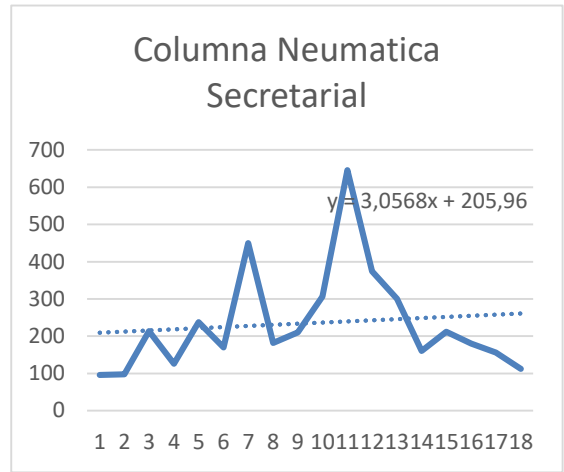
Patrón: Demanda con tendencia Positiva

CVD: 0,6269908

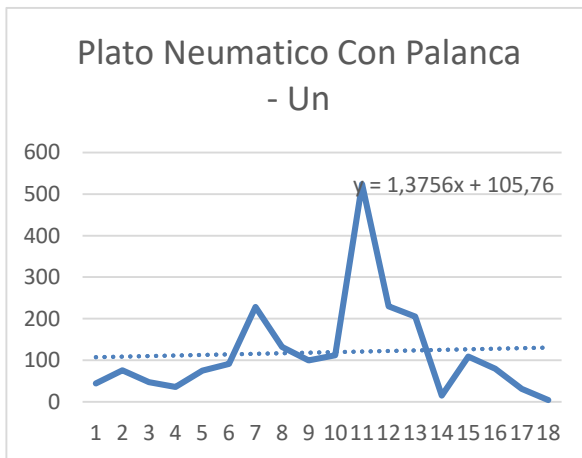
Patrón: Demanda con tendencia negativa



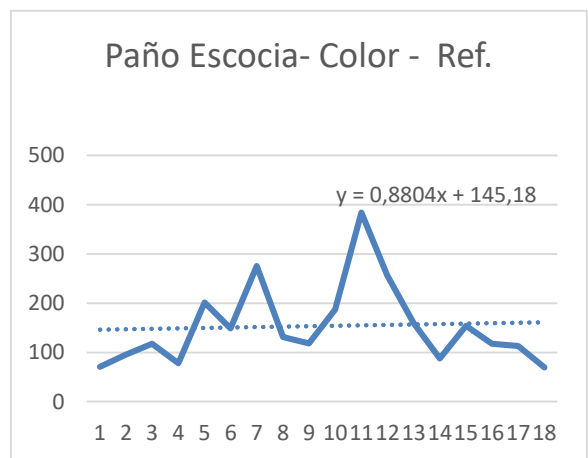
CVD: 0,55279687
 Patrón: Demanda con tendencia negativa



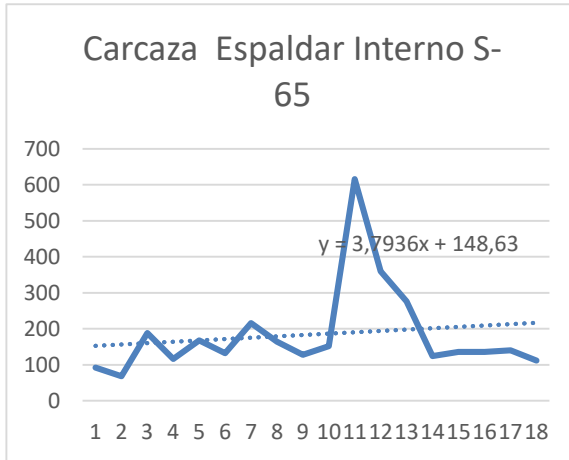
CVD: 0,594995
 Patrón: Demanda con tendencia positiva



CVD: 1,02430516
 Patrón: Demanda errática



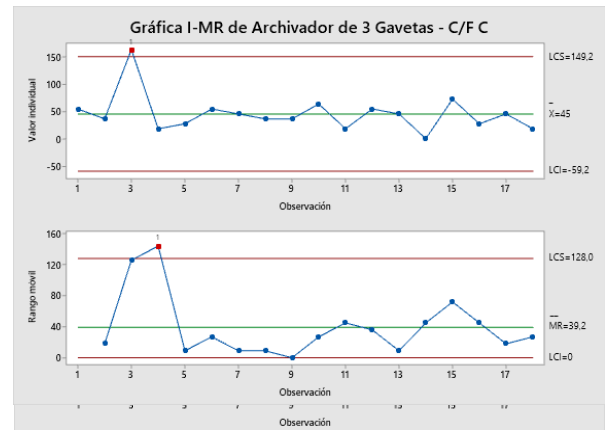
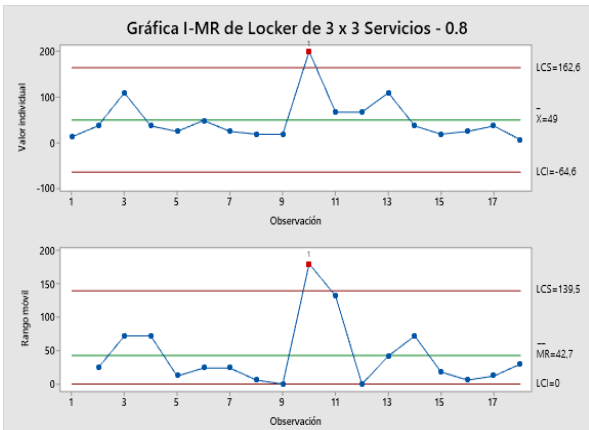
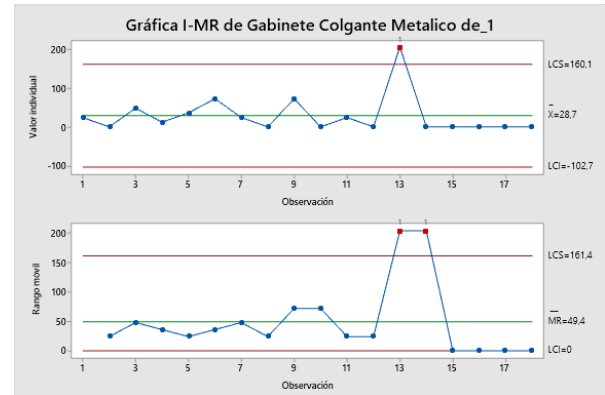
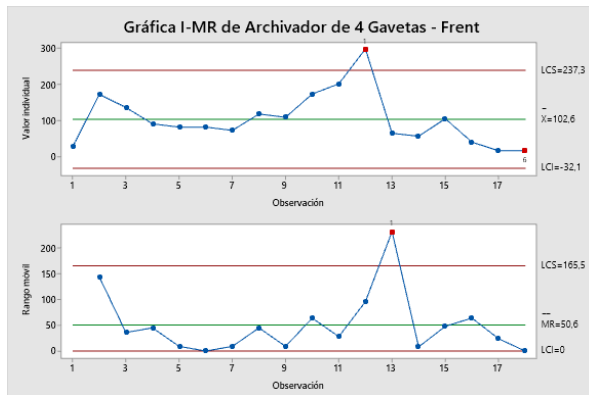
CVD: 0,53614346
 Patrón: Demanda con tendencia positiva

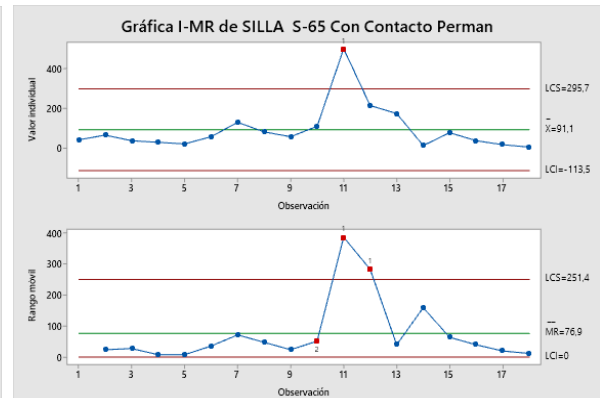
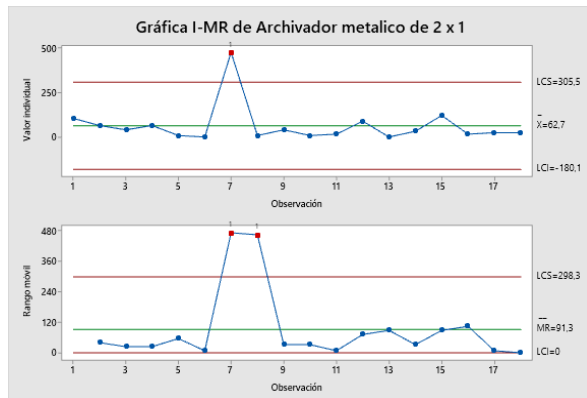
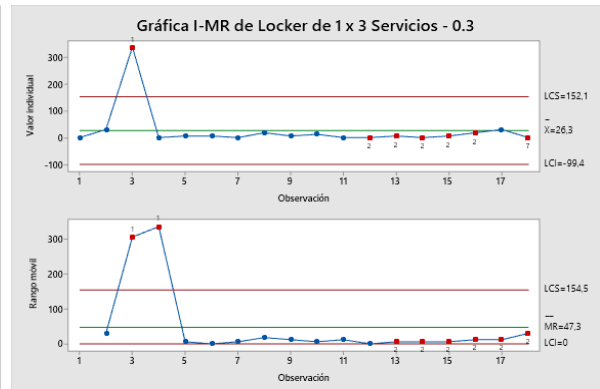
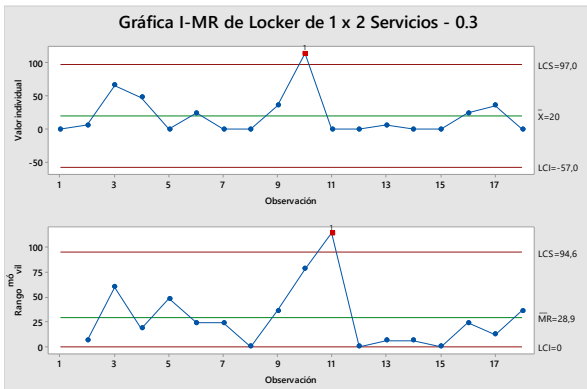
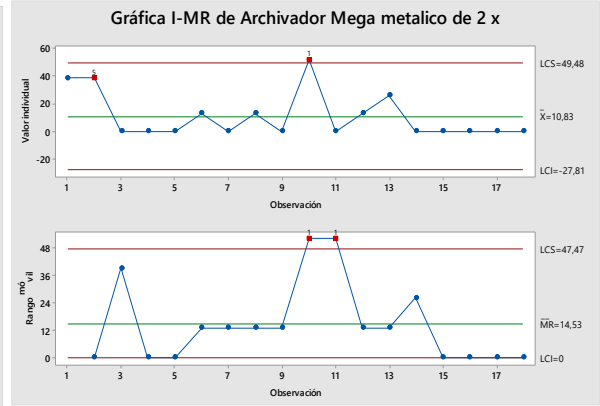
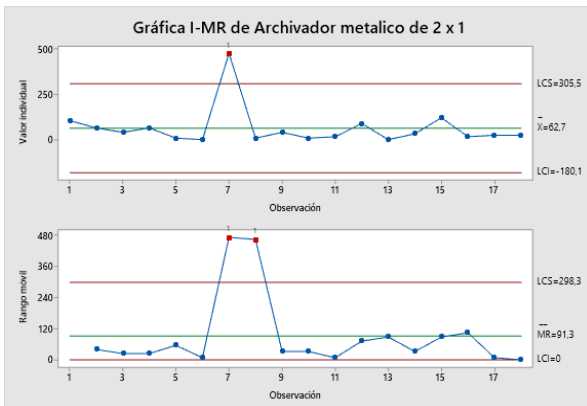


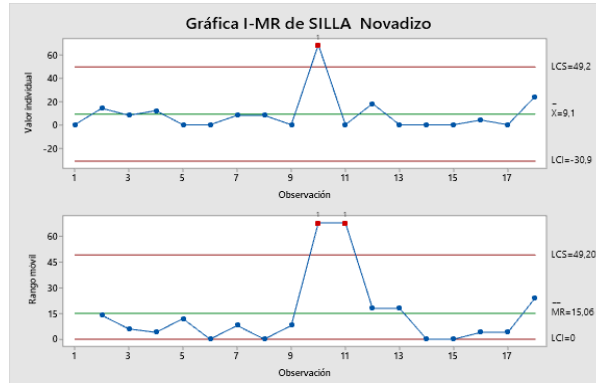
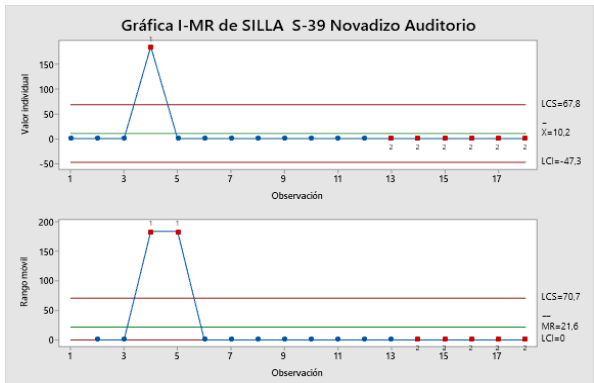
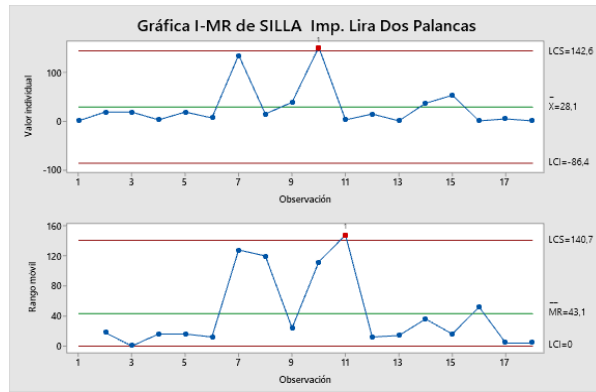
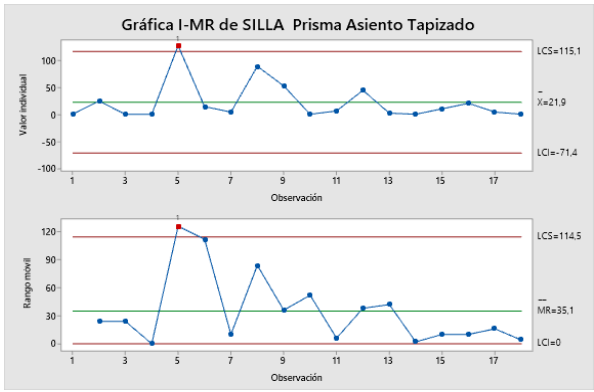
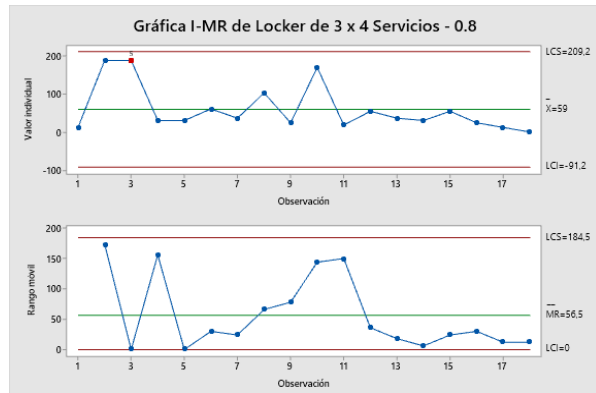
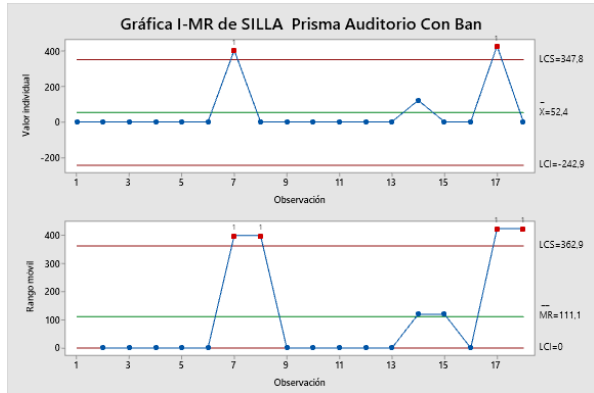
CVD: 0,69059777
 Patrón: Demanda con tendencia positiva

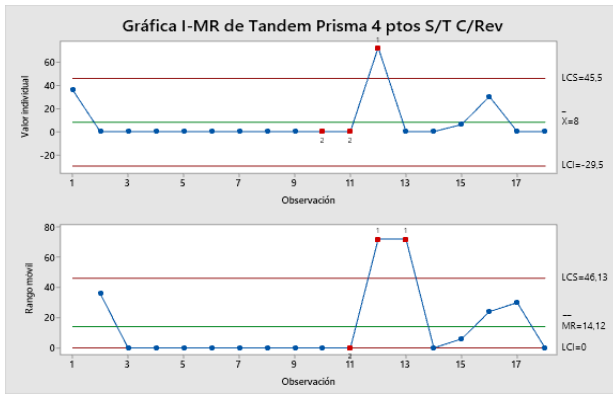
Anexo 18. Grafica de control I-MR para datos individuales.

-Producto terminado

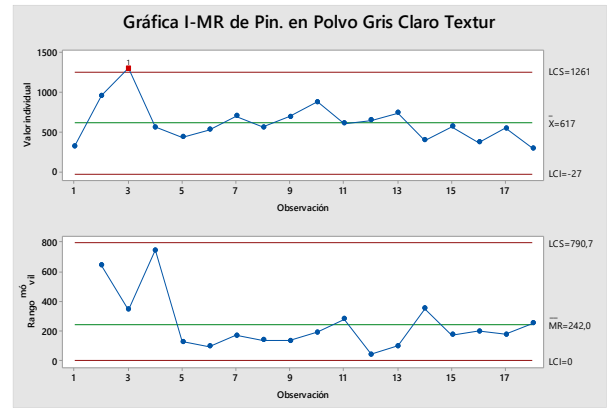
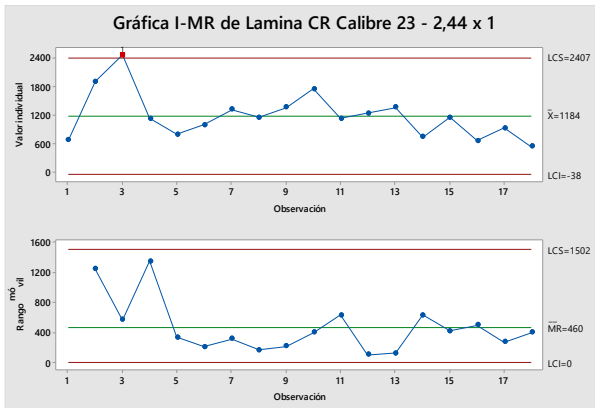








-Materia prima



Anexo 19. Comportamiento de la demanda comparación.

Materia prima	Con atípicos		Sin atípicos		¿Se presentó cambio en el comportamiento?
	CVD	Comportamiento de demanda	CVD	Comportamiento de demanda	
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 mL	0,49	Demanda con tendencia negativa	0,35	Demanda con tendencia negativa	No
Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	0,46	Demanda con tendencia negativa	0,29	Demanda con tendencia negativa	No

Araña Plástica Tipo Secretarial	0,63	Demanda con tendencia positiva	0,36	Demanda con tendencia positiva	No
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	0,49	Demanda con tendencia negativa	0,43	Demanda con tendencia negativa	No
Plato Con Mecanismo MB2	0,41	Demanda con tendencia positiva	0,41	Demanda con tendencia positiva	No
Contacto Permanente	1,07	Demanda Errática	0,69	Demanda con tendencia negativa	Si
BALINERA METALICA ZN de 1" " "	0,55	Demanda con tendencia negativa	0,27	Demanda con tendencia negativa	No
Carcaza Espaldar Externo S-65	0,69	Demanda con tendencia negativa	0,33	Demanda con tendencia positiva	Si
Carcaza Asiento Externo S-65 de 46 x 46	0,69	Demanda con tendencia Positiva	0,33	Demanda con tendencia positiva	No
Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo	0,63	Demanda con tendencia negativa	0,45	Demanda con tendencia negativa	No
Lámina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	0,55	Demanda con tendencia negativa	0,39	Demanda con tendencia negativa	No

Columna Neumática Secretarial	0,59	Demanda con tendencia positiva	0,34	Demanda con tendencia positiva	No
Plato Neumático Con Palanca - Un	1,02	Demanda errática	0,69	Demanda con tendencia negativa	Si
Paño Escocia-Color - Ref.	0,54	Demanda con tendencia positiva	0,31	Demanda con tendencia positiva	No
Carcaza Espaldar Interno S-65	0,69	Demanda con tendencia positiva	0,33	Demanda con tendencia positiva	No
Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	0,33	Demanda con tendencia positiva	0,33	Demanda con tendencia positiva	No
Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	0,56	Demanda con tendencia negativa	0,56	Demanda con tendencia negativa	No

Productos	Con atípicos		Sin atípicos		¿Se presentó cambio en el comportamiento?
	CVD	Comportamiento de demanda	CVD	Comportamiento de demanda	
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	0,70	Demanda con tendencia negativa	0,54	Demanda con tendencia negativa	No

Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310014	0,60	Demanda con tendencia positiva	0,51	Demanda con tendencia positiva	No
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310013	1,75	Demanda Errática	1,33	Demanda errática	No
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	0,78	Demanda con tendencia negativa	0,78	Demanda con tendencia negativa	No
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	1,73	Demanda Errática	0,93	Demanda con tendencia negativa	Si
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	1,02	Demanda Errática	1,02	Demanda errática	No
Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	0,97	Demanda con tendencia negativa	0,74	Demanda con tendencia negativa	No
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	0,76	Demanda con tendencia negativa	0,48	Demanda con tendencia negativa	No
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	1,04	Demanda Errática	1,04	Demanda Errática	No
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	0,76	Demanda con tendencia positiva	0,76	Demanda con tendencia positiva	No

Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	1,46	Demanda Errática	0,75	Demanda con tendencia negativa	Si
Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	0,68	Demanda con tendencia positiva	0,68	Demanda con tendencia positiva	No
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	1,14	Demanda Errática	1,02	Demanda errática	No
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	2,96	Demanda Errática	1,22	Demanda errática	No
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	0,94	Demanda con tendencia horizontal	0,94	Demanda con tendencia horizontal	No
Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	1,21	Demanda Errática	1,21	Demanda errática	No
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	1,55	Demanda Errática	1,37	Demanda errática	No
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	1,55	Demanda Errática	1,56	Demanda errática	No

Archivador horizontal de 4 gavetas C/F Y C/T	1,93	Demanda Errática	1,40	Demanda errática	No
Archivador metálico de 2 x 1 C/F y C/T	1,93	Demanda errática	1,93	Demanda errática	No
Silla S-65 con contacto permanente	1,26	Demanda errática	0,73	Demanda con tendencia negativa	si
Silla S-65 - 2 Palancas	0,49	Demanda con tendencia positiva	0,49	Demanda con tendencia positiva	No
Silla Imp. Lira 2 Palancas	1,56	Demanda Errática	1,02	Demanda errática	No
Silla S-36 Isósceles	0,80	Demanda con tendencia negativa	0,80	Demanda con tendencia negativa	No
Silla cosmos secretarial	1,15	Demanda Errática	1,15	Demanda Errática	No
Silla S -65A - 2 Palancas - Con Brazos	0,94	Demanda con tendencia positiva	0,94	Demanda con tendencia positiva	No
Tándem Novadizo 4 Puestos.	1,46	Demanda Errática	1,46	Demanda Errática	No
Silla Novadizo	1,80	Demanda Errática	1,25	Demanda Errática	No
Silla Butaco Industrial	2,03	Demanda Errática	1,97	Demanda Errática	No

Anexo 20. Pronósticos de materia prima y producto terminado.

Materia prima	Pronóstico de promedio móvil simple				Promedio móvil ponderado				Suavización exponencial simple	Suavización exponencial doble	Proyección de tendencia	Croston	Pronóstico elegido
	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD	MAD	MAD	MAD	
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 mL	114,4	120,7	136,8	130,4	99,9	102,0	112,6	106,1	131,0	128,8	131,5	74,2	Croston
Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado	5,0	5,1	5,3	4,9	4,1	4,4	4,2	4,3	5,5	5,3	5,3	4,5	Promedio móvil ponderado n=2
Araña Plástica Tipo Secretarial	58,3	58,0	58,3	56,8	55,7	51,1	49,1	43,9	50,4	50,7	48,7	48,5	Promedio móvil ponderado n=5
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 mL	18,5	16,6	15,9	13,5	16,0	14,3	13,2	10,6	15,6	15,7	15,8	15,1	Promedio móvil ponderado n=5
Plato Con Mecanismo MB2	44,5	44,4	39,5	32,2	43,1	35,9	34,2	27,5	38,3	37,2	34,8	23,5	Croston

Contacto Permanente	51,7	50,0	47,5	49,9	46,6	41,3	41,5	43,5	40,8	40,7	40,9	49,9	Suavización exponencial doble
BALINERA METALICA ZN de 1" " "	513,1	469,5	514,2	409,9	503,8	437,9	387,0	342,7	512,0	468,5	441,6	336,3	Croston
Carcasa Espaldar Externo S-65	42,6	44,8	45,6	46,3	40,9	36,7	37,6	32,8	40,5	41,6	41,7	48,3	Promedio móvil ponderado n=5
Carcasa Asiento Externo S-65 de 46 x 46	42,6	44,8	45,6	46,3	41,3	36,9	38,4	39,6	40,5	41,6	41,7	42,3	Promedio móvil ponderado n=3
Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo	108,9	113,7	122,8	110,6	109,0	112,6	109,1	101,7	105,8	94,0	92,0	103,8	Proyección de tendencia
Lámina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	8,1	8,8	9,3	8,7	7,9	8,2	7,6	7,2	7,4	7,0	6,8	8,2	Proyección de tendencia
Columna Neumática Secretarial	52,9	55,9	53,1	50,9	50,4	46,0	47,0	42,6	47,9	48,5	50,5	47,0	Promedio móvil ponderado n=3
Plato Neumático Con Palanca - Un	51,7	50,0	47,5	49,9	51,3	48,6	46,7	48,5	40,8	40,7	40,9	49,8	Suavización exponencial doble

Paño Escocia - Color - Ref.	35,7	39,0	39,6	35,6	35,4	35,4	35,1	30,5	32,9	32,8	31,3	29,1	Croston
Carcasa Espaldar Interno S-65	42,6	44,8	45,6	46,3	40,9	36,7	37,6	32,8	40,5	41,6	41,7	48,3	Promedio móvil ponderado n=5
Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	42,6	44,8	45,6	46,3	35,4	35,4	35,1	30,6	32,9	32,8	31,3	29,1	Croston
Bisagra Común Cruda de 2 ^o calibre 20"	449,6	423,9	393,1	364,1	427	352,6	314,5	396,5	372,8	379,9	615,4	376,9	Promedio móvil ponderado n=4

Producto terminado	Pronóstico de promedio móvil simple				Promedio móvil ponderado				Suavización exponencial simple	Suavización exponencial doble	Proyección de tendencia	Croston	Pronóstico elegido
	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD n=2	MAD n=3	MAD n=4	MAD n=5	MAD	MAD	MAD	MAD	
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	34,3	36,5	38,5	36,4	29,0	29,7	28,2	33,0	33,6	31,8	31,2	26,1	Croston
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310014	16,6	15,8	13,8	14,1	15,6	13,3	12,6	12,4	11,4	11,7	11,6	16,6	Suavización exponencial simple
Gabinete	20,3	17,9	18,6	20,5	18,6	15,2	16,1	15,8	19,2	15,4	15,7	7,4	Croston

Colgant e Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310013														
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	55,3	51,2	47,7	44,8	54,4	50,1	43,6	28,3	43,7	43,8	38,7	44,3	Promedio móvil ponderado n=5	
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	35,9	29,8	33,4	29,2	35,6	26,9	27,0	25,5	31,6	29,5	25,8	31,0	Promedio móvil ponderado n=5	
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	48,8	44,9	44,4	38,2	46,8	43,3	36,9	27,3	41,1	40,2	40,3	23,1	Croston	
Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	30,0	25,9	27,1	29,2	27,4	23,1	20,4	21,1	22,6	22,6	21,6	24,8	Promedio móvil ponderado n=4	
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	18,3	18,7	17,4	16,5	18,1	16,8	15,1	14,2	16,2	15,8	14,4	19,0	Promedio móvil ponderado n=5	
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	44,6	44,4	47,2	40,8	44,0	38,6	38,7	33,4	35,5	33,3	35,2	36,5	Suavización exponencial doble	
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	31,7	28,8	25,7	25,5	31,6	23,3	23,2	22,3	23,3	21,6	21,6	26,5	Suavización exponencial doble	
Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	17,8	17,3	15,1	14,7	14,8	12,7	13,5	12,0	16,0	15,9	14,2	15,8	Promedio móvil ponderado n=5	

Foldera de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	23,1	20,0	16,7	14,8	22,1	17,8	14,4	12,2	16,0	15,2	16,9	8,8	Croston
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	17,8	21,3	23,4	23,6	17,1	18,2	18,1	16,0	16,8	16,4	16,3	21,0	Promedio móvil ponderado n=4
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	8,7	8,3	8,1	8,3	8,4	8,1	7,3	7,5	7,4	7,5	7,7	8,8	Promedio móvil ponderado n=4
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	24,3	21,8	22,5	24,9	23,9	20,7	20,6	22,4	20,4	20,4	21,1	18,1	Croston
Foldera de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	16,7	15,7	16,9	15,2	16,5	14,4	14,1	11,5	11,7	11,8	13,6	16,8	Promedio móvil ponderado n=5
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	20,1	17,3	16,7	15,8	19,4	13,3	13,9	12,5	14,8	15,3	16,7	13,5	Promedio móvil ponderado n=5
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	10,1	10,0	8,6	8,5	9,9	8,0	5,9	6,0	9,2	9,3	8,9	8,1	Promedio móvil ponderado n=4
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T 20301039	16,0	17,3	17,0	16,9	11,6	11,7	10,7	11,3	12,0	16,3	16,2	20,0	Promedio móvil ponderado n=4
SILLA S-65 Con Contacto	37,4	37,2	39,4	43,5	36,9	36,8	37,1	36,5	14,8	32,2	33,7	42,5	Suavización exponencial simple

Permanente														
SILLA S-65 - 2 Palancas	36,8	34,2	32,6	27,5	36,4	32,3	30,0	36,4	29,1	26,7	26,9	26,6	Croston	
SILLA Imp. Lira Dos Palancas	14,9	16,7	17,3	15,9	14,6	15,1	15,3	10,5	14,0	14,1	12,4	16,0	Promedio móvil ponderado n=5	
SILLA S-36 Isoceles	26,4	24,6	23,1	21,4	23,4	22,7	21,3	17,9	18,7	19,0	17,7	18,4	Proyección de tendencia	
SILLA Cosmos Secretarial	20,8	25,0	24,4	24,3	20,2	21,5	22,7	23,2	18,9	19,1	19,3	13,5	Croston	
SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	17,0	16,4	14,1	16,3	15,7	14,7	11,0	11,2	14,3	14,2	14,5	13,5	Promedio móvil ponderado n=4	
Tándem Novadizo 4 puestos	12,3	10,3	10,6	10,2	11,3	7,8	7,1	6,2	9,3	9,2	10,2	3,4	Croston	
SILLA Butaco Industrial	9,0	9,6	8,6	9,0	6,2	6,7	6,1	6,2	5,5	5,9	6,9	4,9	Croston	

Anexo 21. Tiempo de entrega para materia prima por familia.

Categoría	Tiempo de entrega	Unidades
Tornillos	3	días
Ferretería	4	días
Formica	1	días
Madera	4	días
Accesorios sillas	5	días
Lámina	5	días
Taponería(inyectados)	8	días
Pinturas	2	días
Telas	3	días
Importados	5	días
Tubería (ángulos y platinas)	3	días

Espuma	4	días
--------	---	------

Anexo 22. Tiempo de producción.

PRODUCTO	Tiempo de producción x Área (minutos)						Tiempo de producción total en minutos
	Lamina	Tubería	Carpintería	Tapicería	Pintura	Ensamble	
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	15				5	10	30
SILLA S-65 Con Contacto Permanente				25	2,5		27,5
Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	270				30	40	340
SILLA S-65 - 2 Palancas				25	2,5		27,5
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	180				4,5	15	199,5
Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	140				4,5	15	159,5
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	60				3,5	30	93,5
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	90				3,5	30	123,5
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	38				10	45	92,5
Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	270				30	30	330
SILLA Imp. Lira Dos Palancas							0
SILLA Cosmos Secretarial		60		25	2,5		87,5
SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos				25	2,3		27,3
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa	60		7,5		2	20	89,5
SILLA Prisma Auditorio Con Bandeja		90		10	2,5	40	142,5
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	90				3,5	30	123,5
Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	80				4,5	30	114,5
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	38				10	40	87,5
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	60				2,5	30	92,5

Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	60				2,5	30	92,5
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	60				4,5	30	94,5
SILLA S-36 Isoceles			15	2,5			17,5
SILLA Butaco Industrial							0
Archivador Horizontal de 4 Gavetas -C/F Y C/T							0
Tándem Novadizo 4 puestos		90			4	30	124
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7							0
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T 20301041	60				2,5	30	92,5
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T 20301039	60				2,5	30	92,5
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	60				2,5	30	92,5
SILLA Prisma Asiento Tapizado		60	15	2,5			77,5
SILLA S-39 Novadizo Auditorio Con Bandeja					2,5	15	17,5

Anexo 23. Costo de alistar y mantener producto terminado.

PRODUCTO	Costo de alistar	Costo de mantener
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	\$ 4.771	\$ 4.414
SILLA S-65 Con Contacto Permanente	\$ 5.015	\$ 3.518
Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	\$ 4.771	\$ 8.366
SILLA S-65 - 2 Palancas	\$ 5.015	\$ 3.335
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$ 4.771	\$ 3.765
Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$ 4.771	\$ 3.290
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	\$ 4.771	\$ 2.210
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	\$ 4.771	\$ 2.727
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	\$ 4.771	\$ 1.875

Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	\$ 4.771	\$ 7.282
SILLA Imp. Lira Dos Palancas	\$ 3.062	\$ 3.605
SILLA Cosmos Secretarial	\$ 5.102	\$ 3.892
SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	\$ 5.015	\$ 4.232
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa	\$ 5.299	\$ 1.215
SILLA Prisma Auditorio Con Bandeja	\$ 6.196	\$ 1.532
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	\$ 4.771	\$ 1.681
Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	\$ 4.771	\$ 1.974
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	\$ 4.771	\$ 1.543
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	\$ 4.771	\$ 1.961
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	\$ 4.771	\$ 1.862
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	\$ 4.771	\$ 1.526
SILLA S-36 Isósceles	\$ 5.015	\$ 1.318
SILLA Butaco Industrial	\$ 5.102	\$ 5.969
Archivador Horizontal de 4 Gavetas - C/F Y C/T	\$ 4.771	\$ 6.525
Tándem Novadizo 4 puestos	\$ 4.292	\$ 3.060
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	\$ 4.771	\$ 1.384
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T 20301039	\$ 4.771	\$ 2.289
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	\$ 4.771	\$ 2.357

Anexo 24. Costo de ordenar materia prima.

Tipo de materia prima	Costo de ordenar unitario + Transporte
Tubería	\$ 5.943,72
Lamina	\$ 5.833,94
Pintura	\$ 5.919,88
Madera	\$ 5.690,72
Tornillería	\$ 5.690,72
Ferretería	\$ 5.694,35
Tela	\$ 7.690,72
Importados	\$ 5.690,72
Accesorio silla	\$ 5.690,72
Inyección	\$ 19.417,72

Anexo 25. Costo de oportunidad y revisión.

Costos	Valor
Oportunidad	2%
Revisión MP	\$ 8.950
Revisión PT	\$ 1.971

Anexo 26. Políticas de inventario.

-Producto terminado

Políticas productos	(s, Q)		(R, S)		Política probabilística de demanda variable y lead time		(s,S)		Min-Max	
	s	Q	R (meses)	S	Q	ROP	s	S	s	S
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	567	326	1	727	326	707	#¡NUM!	#¡NUM!	714	998
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310014	52	77	2	134	77	75	85	162	90	152
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310013	10	33	4	65	33	37	26	59	29	52
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	195	137	1	313	137	267	198	335	278	383
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	79	64	1	165	64	108	111	175	123	168
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	53	33	2	114	33	119	77	110	96	100
Locker de 3 x 3 Servicios -	78	57	1	144	57	105	107	164	121	158

0.86 x 0.30 x 1.7										
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	48	51	1	107	51	64	74	125	85	116
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	203	128	1	328	128	250	225	353	274	380
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	85	82	2	179	82	114	116	198	133	196
Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	38	53	2	98	53	59	67	120	66	107
Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	23	21	1	49	21	49	38	59	47	52
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	14	29	3	67	29	35	33	62	36	54
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	8	26	4	55	26	15	22	48	20	42
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	41	47	2	115	47	58	69	116	72	106
Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	28	16	1	68	16	31	43	59	42	51
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	22	38	3	86	38	42	43	81	43	73
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formi	7	19	3	49	19	15	19	38	17	31

Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T 20301039	21	25	3	89	25	32	38	63	37	56
SILLA S-65 Con Contacto Permante	67	75	1	136	75	125	100	175	120	164
SILLA S-65 - 2 Palancas	122	106	1	212	106	163	169	275	195	263
SILLA Imp. Lira Dos Palancas	6	20	1	45	20	14	19	39	20	32
SILLA S-36 Isoceles	30	61	2	114	61	50	62	123	62	109
SILLA Cosmos Secretarial	31	38	1	82	38	55	54	92	56	83
SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	13	29	1	58	29	26	26	55	33	52
Tándem Novadizo 4 ptos	7	18	2	40	18	19	19	37	17	31
SILLA Butaco Industrial	1	13	2	25	13	8	7	20	8	18

-Materia prima

Políticas MP	(s, Q)		(R, S)		Política probabilística de demanda variable y lead time		(s, S)		Min-Max	
	s	Q	R (meses)	S	Q	ROP	s	S	s	S
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 mL	159	137	1	408	137	265	97	234	472	343

Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	4	45	3	74	45	7	7	52	18	50
Araña Plástica Tipo Secretarial	64	104	1	266	104	91	52	156	181	196
Plato Con Mecanismo MB2	38	70	1	156	70	66	28	98	107	119
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	15	27	1	66	25	23	17	44	45	49
BALINERA METALICA ZN de 1" " "	533	1955	2	3689	1955	800	No aplica	No aplica	1771	2656
Contacto Permanente	41	63	1	202	63	65	44	107	108	129
Carcaza Espaldar Externo S-65	54	128	1	282	128	76	40	168	154	204
Carcaza Espaldar Interno S-65	54	128	1	282	128	76	40	168	154	204
Paño Escocia-Color - Ref.	27	123	1	216	123	41	27	147	100	161

Lamina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	9	22	1	46	22	13	10	32	24	34
Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	253	1256	3	2706	1256	425	No aplica	No aplica	794	1665
Plato Neumático Con Palanca - Un	41	76	2	224	76	65	40	116	107	142
Columna Neumática Secretarial	72	195	2	400	195	102	41	236	193	292
Carcaza Asiento Externo S- 65 de 46 x 46	58	158	2	329	158	80	38	196	157	237
Modulo Asiento Interno S- 65 de 46 x 46	58	162	2	336	162	80	37	199	157	242
Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo)	87	268	2	572	268	139	46	314	261	395

Anexo 27. Validación de las políticas.

VALIDACIÓN PRODUCTO TERMINADO						
Producto terminado	ROTACIÓN					Mejor política
	Política probabilística de demanda variable y lead time constante	(s, Q)	(R, S)	(s, S)	Min-Max	
Archivador de 4 Gavetas - Frente + Tapa Metal	-8,27	-8,3	-1,6	-1,6	0,5	Min-Max
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310014	6,54	8,1	6,9	4,2	4,9	(s, Q)
Gabinete Colgante Metálico de 0.90 m - Cenefa 20310013	10,60	-2090,0	14,3	6,6	6,3	(R,S)
Estantería de 0.90 x 0.40 x 2.00 m	4,81	6,4	4,5	1,5	1,2	(s, Q)
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y S/T	9,56	13,2	5,4	3,6	3,2	(s, Q)
Locker de 3 x 4 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	-2,83	-2,6	29,0	10,9	12,5	(R,S)

Locker de 3 x 3 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	12,66	27,2	6,8	4,9	4,9	(s, Q)
Archivador de 3 Gavetas - C/F C/T	18,67	33,3	9,7	6,1	7,1	(s, Q)
Archivador de 2 Gavetas - C/F Y C/T	3,26	4,2	2,7	0,8	0,7	(s, Q)
Estantería de 0.90 x 0.30 x 2.00 m	7,54	9,9	5,4	2,2	2,2	(s, Q)
Locker de 3 x 2 Servicios - 0.86 x 0.30 x 1.7	7,17	10,8	7,0	4,3	4,8	(s, Q)
Folderama de 6 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.89	-5,34	-5,3	29,0	17,8	15,3	(R,S)
Archivador de 2 x 1 - C/F Y C/T	-63,3852459	-8,6	16,1	7,4	6,8	(R,S)
Locker de 1 x 3 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	6,436194896	7,4	4,1	3,1	3,8	(s, Q)
Archivador Mega metálico de 2 x 1 C/F Y S/T	9,35	21,0	6,0	3,9	5,0	(s, Q)

Folderama de 5 Servicios - 1.05 x 0.46 x 1.60	-31,02	-31,0	4,7	4,9	5,4	Min-Max
Locker de 1 x 2 Servicios - 0.30 x 0.30 x 1.7	4,87	12,3	4,4	4,3	4,2	(s, Q)
Archivador Mega metálico de 2 x 1 - F/ Formica	63,60	365,8	4,9	5,6	7,2	(s, Q)
Archivador Horizontal de 4 Gavetas - C/F Y C/T	34,71	44,0	5,0	7,0	8,5	(s, Q)
Archivador metálico de 2 x 1 - C/F Y C/T 20301039	12,51	23,9	3,0	4,8	5,5	(s, Q)
SILLA S-65 Con Contacto Permanente	64,43	-31,8	13,7	7,0	7,9	Política probabilística de demanda variable y lead time constante
SILLA S-65 - 2 Palancas	15,74	16,9	9,3	6,1	6,5	(s, Q)
SILLA Imp. Lira Dos Palancas	-156,03	-97,2	8,8	13,8	15,2	Min-Max
SILLA S-36 Isósceles	12,56	12,6	6,6	5,0	5,5	(s, Q)

SILLA Cosmos Secretarial	12,19	27,9	6,5	4,0	4,4	(s, Q)
SILLA S-65A - 2 Palancas - Con Brazos	34,89	-105,2	9,2	12,6	12,7	Política probabilística de demanda variable y lead time constante
Tándem Novadizo 4 puestos	29,07	43,4	6,4	8,0	9,8	(s, Q)
SILLA Butaco Industrial	26,6	-53,9	5,9	9,5	10,9	Política probabilística de demanda variable y lead time constante

VALIDACIÓN MATERIA PRIMA						
Material	Costo de políticas					Mejor política
	Política probabilística de demanda variable y lead time constante	(s, Q)	(R, S)	(s, S)	Min-Max	
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 9.031.920	\$ 67.120.991	\$ 5.772.241	\$ 15.126.241	\$ 43.439.377	(R, S)
Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	\$ 169.586	\$ 156.355	\$ 506.158	\$ 297.105	\$ 382.514	(s, Q)

Araña Plástica Tipo Secretarial	\$ 11.741.460	\$ 26.525.056	\$ 2.850.610	\$ 8.467.352	\$ 17.822.305	(R, S)
Plato Con Mecanismo MB2	\$ 13.664.257	\$ 26.789.483	\$ 2.118.394	\$ 7.811.124	\$ 15.875.114	(R, S)
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 11.363.600	\$ 7.353.859	\$ 2.223.299	\$ 9.894.816	\$ 16.370.707	(R, S)
BALINERA METALICA ZN de 1" " "	No Tener en cuenta	No Tener en cuenta	\$ 1.274.451	#¡NUM!	\$ 554.424	Min-Max
Contacto Permanente	\$ 10.654.343	\$ 8.021.074	\$ 2.285.788	\$ 9.049.658	\$ 15.034.621	(R, S)
Carcaza Espaldar Externo S-65	\$ 6.653.143	\$ 5.509.696	\$ 2.357.934	\$ 5.449.484	\$10.692.222	(R, S)
Carcaza Espaldar Interno S-65	\$ 6.758.843	\$ 5.660.142	\$ 605.611	\$ 5.206.046	\$ 10.299.277	(R, S)
Paño Escocia-Color - Ref.	\$ 10.260.555	\$ 10.016.034	\$ 472.957	\$ 11.296.427	\$ 16.407.433	(R, S)
Lamina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	\$ 7.226.137	\$ 5.281.755	\$ 548.482	\$ 6.462.113	\$ 9.621.137	(R, S)
Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	\$ 3.593.353	\$ 18.174.034	\$ 772.935	#¡NUM!	\$ 4.398.832	(R, S)

Plato Neumático Con Palanca - Un	No Tener en cuenta	No Tener en cuenta	\$ 3.380.809	\$ 483.173	\$ 1.405.038	(s, S)
Columna Neumática Secretarial	\$ 6.415.719	\$ 5.426.959	\$ 2.114.678	\$ 4.217.342	\$ 8.557.099	(R, S)
Carcaza Asiento Externo S-65 de 46 x 46	\$ 5.614.767	\$ 5.066.150	\$ 2.049.883	\$ 4.288.466	\$ 8.494.469	(R, S)
Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo)	\$ 7.488.963	\$ 6.344.134	\$ 2.078.557	\$ 5.126.131	\$ 10.620.758	(R, S)
Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	\$ 5.546.268	\$ 5.401.768	\$ 1.960.880	\$ 4.224.005	\$ 8.103.797	(R, S)

Anexo 28. Valores de S con R=2.

Material	S (unidades de producto) para un R=2	Material	S (unidades de producto) para un R=2
Lamina CR Calibre 23 - 2,44 x 1,22 m L	755	Paño Escocia- Color - Ref.	188
Pin. en Polvo Gris Claro Texturizado Gofrado.	50	Lamina CR Calibre 20 - 2,44 x 1,22 m L	59
Araña Plástica Tipo Secretarial	271	Bisagra Común Cruda de 2" Calibre 20"	912
Plato Con Mecanismo MB2	180	Plato Neumático Con Palanca - Un	273
Lamina CR Calibre 18 - 2,44 x 1,22 m L	97	Columna Neumática Secretarial	500
BALINERA METALICA ZN de 1" "	3163	Carcaza Asiento Externo S-65 de 46 x 46	401

Contacto Permanente	271	Cerradura Mueble - Vera Ref. 1550 Ni (Pestillo)	694
Carcaza Espaldar Externo S-65	365	Modulo Asiento Interno S-65 de 46 x 46	235
Carcaza Espaldar Interno S-65	367		