

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

Diseño de una política de inventario para optimizar los recursos de una  
empresa distribuidora de materiales de construcción de Durán

MATE-192

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Nombre de la titulación**

**Ingeniera en Logística y Transporte**

Presentado por:

Dayana Nicole Burbano Campoverde

María de los Ángeles Cantos Monserrate

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## Dedicatoria

---

El presente proyecto se lo dedico a mi pedacito de cielo, Zeito, mi mejor apoyo emocional durante toda esta etapa universitaria. Aunque no llegara a trasnocharse conmigo durante la tesis, me dejó muchos recuerdos que desearía seguir teniendo en vida como el sonido de su maullido tan singular. Agradecida de haber tenido la oportunidad de cuidarlo durante toda su vida y que haya sido parte importante de la mía.

Dayana Burbano

## Dedicatoria

---

El presente proyecto se lo dedico a Dios, por ser mi fuente de fortaleza y guía a lo largo de este camino. A mis padres, en especial a mi mamá, por su apoyo constante y por todos los sacrificios a lo largo del camino. A mi abuela, mi segunda mamá, por darme su cariño, comprensión y por ser siempre ese refugio que me ayudó a seguir adelante. A mis hermanas por siempre sacarme una sonrisa durante el proceso de este proyecto.

El logro no es mío, es nuestro.

Ángeles Cantos

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a mi familia, que fue mi apoyo en todo este proceso. Mi hermana, que es mi inspiración para no rendirme y seguir intentando hasta que las cosas sucedan.

Mi padre, que busca siempre lo mejor para sus hijas y es la persona más positiva del mundo y finalmente y no menos importante, mi madre, que siempre ha velado y rezado por un futuro próspero para ambas.

Agradezco a Dios, por mostrarme que con paciencia se logran las cosas.

Adicionalmente agradezco a mi pareja, Eduardo, por ser parte a la vez de este proceso y ayudarme con sus consejos y sugerencias.

Dayana Burbano

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a Dios y a mi familia, por nunca soltar mi mano. Le agradezco a Sebastián, por darme fuerza y aliento cuando creía todo perdido. A mis amigas, por siempre estar a mi lado. Le doy las gracias a mi consejero, quien supo guiarme a lo largo de mi carrera. También a nuestro tutor por aclararnos las dudas que iban surgiendo. Gracias a cada uno de ustedes por marcar el destino de este proyecto.

Ángeles Cantos

## Declaración Expresa

---

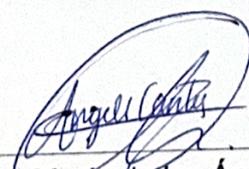
Nosotras María de los Ángeles Cantos Monserrate y Dayana Nicole Burbano Campoverde acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

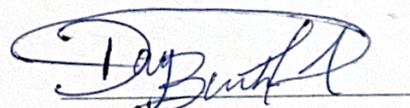
En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 23 de mayo del 2024.



María de los Ángeles

Cantos



Dayana Nicole Burbano

Campoverde

## Evaluadores

---

**M.Sc. Carlos Ronquillo Franco**

Profesor de Materia

---

**M.Sc. David De Santis Bermeo**

Tutor de proyecto

## Resumen

La presente investigación abarca los retos significativos que plantea la reciente incorporación de un centro de distribución propio en la gestión de inventarios y control de créditos para la empresa distribuidora de materiales de construcción. Dado que, las ofertas de créditos desiguales conllevan un desbalance en la categorización de sus artículos lo cual genera carencia o exceso de inventario y con ello, afecta la satisfacción del cliente. Por ende, se busca diseñar una política de inventarios que optimice el control de niveles de productos para una mejor gestión del crédito comercial, tomando en consideración que la demanda es variable por lo que conocer sus camios resulta fundamental para tener un manejo integral y óptimo del inventario de forma eficiente. Por otro lado, para el desarrollo del proyecto se utilizaron técnicas de clasificación como el método ABC y métodos de pronóstico de demanda para continuar con la automatización de la política de inventario mediante una macro y la simulación respectiva. Los resultados mostraron que la implementación de políticas diferenciadas de inventario, basadas en la categorización y pronóstico adecuados, mejoró la disponibilidad de productos y redujo cantidad de pedidos pendientes. En conclusión, la adopción de una política de inventarios optimizada puede balancear la oferta y la demanda, mejorando la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

**Palabras Clave:** Gestión de Inventario, Crédito Comercial, Distribuciones de Demanda, Disponibilidad de Productos.

## **Abstract**

*This research addresses the significant challenges posed by the recent addition of an in-house distribution center to the inventory management and credit control of the building materials distribution company. How unequal credit offers lead to an imbalance in the categorization of its items, resulting in stock shortages or overstocks and thus affecting customer satisfaction. Therefore, the aim was to develop a stock policy that optimizes the control of product levels for a better management of commercial credit, considering that demand is variable, so knowing how it changes is essential to have a complete and efficiently optimized stock management. On the other hand, the project used classification techniques such as the ABC method and demand forecasting methods to further automate the stock policy through a macro and the corresponding simulation. The results showed that the implementation of differentiated stock policies, based on proper categorization and forecasting, improved product availability and reduced the number of backorders. In conclusion, the adoption of an optimized stock policy can balance supply and demand, improving operational efficiency and customer satisfaction.*

*Keywords: Inventory Management, Trade Credit, Demand Distributions, Product Availability.*

## Índice general

Evaluadores .....	7
Resumen.....	8
<i>Abstract</i> .....	9
Índice general.....	10
Abreviaturas .....	12
Índice de figuras.....	13
Índice de tablas .....	15
Capítulo 1 .....	16
1.1 Introducción.....	17
1.2 Descripción del Problema.....	17
1.3 Justificación del Problema .....	18
1.4 Objetivos .....	19
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	19
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	19
1.5 Marco Teórico .....	19
Capítulo 2.....	22
2. Metodología. ....	23
2.1 Diseño de la solución .....	23
2.2 Plan de trabajo.....	25
2.3 Análisis de la información recopilada .....	27
2.3.1 <i>Entrevista semiestructurada</i> .....	27
2.3.2 <i>Información relevada de registros históricos</i> .....	32
2.4 Modelos matemáticos .....	58
2.4.1 <i>Categorización de los productos</i> .....	58
2.4.2 <i>Pronósticos de demanda</i> .....	59
2.4.3 <i>Modelo de revisión periódica</i> .....	61
2.5 Uso de software .....	64
2.6 Consideraciones éticas y legales .....	65
2.7 Cronograma del trabajo.....	67

Capítulo 3.....	68
3. Resultados y análisis.....	69
3.1 Productos obtenidos de la clasificación ABC.....	69
3.2 Productos analizados.....	70
3.3 Estadísticas.....	71
3.4 Prototipo.....	75
3.5 Macro.....	1
3.5.1 Botón Gestionar.....	1
3.5.2 Botón Consultar.....	6
3.5.3 Botón Pedir.....	7
3.6 Simulación.....	10
3.7 Análisis de costos.....	13
3.7.1 Diferencia de Costos.....	13
3.7.2 Implementación de la herramienta.....	13
3.8 Entregables.....	14
Capítulo 4.....	15
4.1 Conclusiones y recomendaciones.....	16
4.1.1 Conclusiones.....	16
4.1.2 Recomendaciones.....	16
Referencias.....	18
Anexos.....	20

## **Abreviaturas**

LOPDP Ley Orgánica de Protección de Datos Personales

MSE Error Cuadrático Medio

NIIF Normas Internacionales de Información Financiera

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

## Índice de figuras

Figura 1	Mapa de actores.....	31
Figura 2	Cantidad y proporción de productos por categoría .....	33
Figura 3	Demanda promedio mensual del producto "Codo de polipropileno r/r h ½ x 90".....	33
Figura 4	Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit pesado ½ x 3 m" .....	34
Figura 5	Demanda promedio mensual del producto "Caja rectangular 1 unidad" .....	34
Figura 6	Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 050 mm x 90" .....	35
Figura 7	Demanda promedio mensual del producto "Tee de polipropileno r/r ½".....	35
Figura 8	Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe ec 110 mm x 3 m" .....	36
Figura 9	Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit t-p ½ x 3 m pdr".....	36
Figura 10	Demanda promedio mensual del producto "Caja octogonal 1 unidad".....	37
Figura 11	Demanda promedio mensual del producto "Tubo pvc roscable aa fria ½x6 420psi" 37	
Figura 12	Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe ec 050 mm x 3 m" .....	38
Figura 13	Demanda promedio mensual del producto "Union de polipropileno r/r ½" .....	38
Figura 14	Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit pesado ¾ x 3 m" .....	39
Figura 15	Demanda promedio mensual del producto "Codo de polipropileno r/r h ¾ x 90".....	39
Figura 16	Demanda promedio mensual del producto "Tapón de polipropileno rm ½".....	40
Figura 17	Demanda promedio mensual del producto "Neplo r/r de Polipropileno ½ con tuerca" .....	40
Figura 18	Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 110 mm x 90".....	41
Figura 19	Demanda promedio mensual del producto "Caja Rectangular pdr inyectada c/120u" .....	41
Figura 20	Demanda promedio mensual del producto "Union de Polipropileno r/r universal ½" 42	
Figura 21	Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 050 mm x 45".....	42
Figura 22	Demanda promedio del producto "Tubo conduit pesado 1/2 x 3mt tupasa".....	43
Figura 23	Demanda promedio mensual del producto "Codo conduit l/r ½ x 90".....	43
Figura 24	Demanda promedio mensual del producto "Conector p/conduit con tuerca ½".....	44
Figura 25	Demanda promedio mensual del producto "Tapon de polipropileno rh ½".....	44
Figura 26	Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe ec 075 mm x 3 m" .....	45
Figura 27	Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 110 mm x 45".....	45
Figura 28	Demanda promedio mensual del producto "Pegamento para tuberías 0125 cc".....	46
Figura 29	Demanda promedio mensual del producto "Caja octogonal pdr inyectada c/120u"..	46
Figura 30	Demanda promedio mensual del producto "Sifón desagüe 050 mm".....	47
Figura 31	Demanda promedio mensual del producto "Tee desagüe 050 mm".....	47
Figura 32	Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 050 mm x 90 pdr" .....	48
Figura 33	Demanda promedio mensual del producto "Soporte canal decorativo blanco" .....	48
Figura 34	Demanda promedio mensual del producto "Cinta teflón c/carrete 12 mm x 10 m" ...	49
Figura 35	Demanda promedio mensual del producto "Caja rectangular plástica" .....	49

Figura 36	<i>Demanda promedio mensual del producto "Toledo sylvania a60 9w luz día caja" ...</i>	50
Figura 37	<i>Demanda promedio mensual del producto "Neplo r/r de polipropileno ½ x 06 cm" ..</i>	50
Figura 38	<i>Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 075 mm x 90" .....</i>	51
Figura 39	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tee de polipropileno r/r ¾" .....</i>	51
Figura 40	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe t-b 050 mm x 3 m pdr" ..</i>	52
Figura 41	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tee desagüe 110 mm" .....</i>	52
Figura 42	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tubo pvc roscable aa fria ¾x6 340psi" ..</i>	53
Figura 43	<i>Demanda promedio mensual del producto "Reductor buje r mh de polipropileno ¾ x ½" .....</i>	53
Figura 44	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit t-p ¾ x 3 m pdr" .....</i>	54
Figura 45	<i>Demanda promedio mensual del producto "Empaste profesional blanco 20kg" .....</i>	54
Figura 46	<i>Demanda promedio mensual del producto "Codo de polipropileno r/r h 1 x 90" .....</i>	55
Figura 47	<i>Demanda promedio mensual del producto "Union de polipropileno r/r ¾" .....</i>	55
Figura 48	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit pesado ¾ x 3 mt tupasa" .....</i>	56
Figura 49	<i>Demanda promedio mensual del producto "Yee desagüe reductora 110mm a 50mm" .....</i>	56
Figura 50	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe t-b 110 mm x 3 m pdr" ..</i>	57
Figura 51	<i>Demanda promedio mensual del producto "Tubo rosc. c-80 21.34mmx6m 2.90mpa ½ pdr" .....</i>	57
Figura 52	<i>Formato para realizar la clasificación ABC en Excel .....</i>	59
Figura 53	<i>Manejo de Experfit .....</i>	64
Figura 54	<i>Plan de trabajo para cada actividad .....</i>	67
Figura 55	<i>Diagrama de Pareto con respecto a los productos más vendidos .....</i>	70
Figura 56	<i>Distribución normal del producto con código 1868 .....</i>	73
Figura 57	<i>Distribución exponencial del producto con código 11002 .....</i>	74
Figura 58	<i>Política de revisión periódica para los productos de la categoría A de acuerdo con su distribución .....</i>	75
Figura 59	<i>Botones con macro asignada .....</i>	1
Figura 60	<i>Macro asignada para el botón gestionar .....</i>	1
Figura 61	<i>Función del botón buscar en la macro de gestionar .....</i>	2
Figura 62	<i>Mensaje como recordatorio de seleccionar el producto .....</i>	2
Figura 63	<i>Función del botón cambiar en la macro de gestionar .....</i>	3
Figura 64	<i>Función del botón estadísticas en la macro de gestionar .....</i>	4
Figura 65	<i>Función del botón limpiar en la macro de gestionar .....</i>	5
Figura 66	<i>Función del botón registrar en la macro de gestionar .....</i>	5
Figura 67	<i>Macro asignada para el botón consultar .....</i>	6
Figura 68	<i>Función del botón visualizar costo en la macro de consultar .....</i>	7

Figura 69	<i>Macro asignada para el botón pedir</i> .....	8
Figura 70	<i>Función del botón modificar en la macro de pedir</i> .....	8
Figura 71	<i>Función del botón pedido en la macro de pedir</i> .....	9
Figura 72	<i>Función del botón registrar en la macro de pedir</i> .....	9
Figura 73	<i>Simulación de la política de inventario para el producto con código 1868</i> .....	11
Figura 74	<i>Simulación de la política de inventario para el producto con código 10991</i> .....	12
Figura 75	<i>Simulación de la política de inventario para el producto con código 11002</i> .....	12

### **Índice de tablas**

Tabla 1	<i>Detalle de las categorías de productos por proveedor</i> .....	28
Tabla 2	<i>Causas de entregas tardías</i> .....	29
Tabla 3	<i>Clasificación ABC por criterio de mayor demanda</i> .....	69
Tabla 4	<i>Participación relativa y acumulada de los productos de categoría A</i> .....	70
Tabla 5	<i>Distribución de la demanda para cada producto de la categoría A</i> .....	72
Tabla 6	<i>Resumen de las simulaciones realizadas a los productos de categoría A</i> .....	10
Tabla 7	<i>Diferencia de costos</i> .....	13
Tabla 8	<i>Costos de implementación de la macro</i> .....	13

# Capítulo 1

## **1.1 Introducción**

La empresa distribuidora de materiales de construcción vende franquicias, servicios y el valor agregado a los productos. Anteriormente, su modelo de negocio era basado solo en la venta electrónica de productos que no se tiene en stock; de tal forma que, los fabricantes que producían esos productos los dejaban en los distintos puntos de venta de las diferentes ferreterías a nivel nacional de manera directa. Recientemente, asumió además el rol de distribuidor contando con su propio centro de distribución con flota y stock propios.

Al ser un distribuidor ofrece créditos comerciales a sus clientes, los cuales son préstamos para financiar la compra de materiales de construcción; pero, posee productos, líneas y categorías que dan más créditos que otras. Al no gestionarse adecuadamente el crédito y otorgarse de forma desigual, ciertos productos tienden a venderse más que otros dado las condiciones ventajosas de los clientes que aprovechan el crédito, teniendo como efecto una categorización desbalanceada en el que algunos productos tienen una alta rotación a comparación de otros que se mueven lentamente.

En pocas palabras, el crédito comercial afectaba a que existiese una alta demanda en ciertos periodos como consecuencia de esta facilidad de pago. Por ende, lograba cambiar la categorización de los productos, afectando la gestión del inventario. Dado que, al tener una categorización definida se tiene en stock un producto, pero al haber un cambio se debe solicitar más de otro producto que ha aumentado su demanda. Por ello, se debe considerar un tiempo de entrega mayor a lo previamente planificado desde realizar el pedido al proveedor y hasta la entrega al cliente.

Como resultado el crédito se consume, siendo una pérdida para el negocio, puesto que resulta crucial que los productos se encuentren disponibles para la venta con entrega oportuna. Este proyecto integrador busca optimizar los recursos que le ofrecen los proveedores a esta empresa.

## **1.2 Descripción del Problema**

El proyecto pretende mejorar la categorización desbalanceada de los productos que afectan la gestión adecuada de los créditos que otorgan a sus clientes. Incluso, utilizan una

clasificación ABC de acuerdo con su rotación y demanda; no obstante, ciertos productos que se proyectaban como categoría B pueden cambiar a C porque experimentan una baja rotación en ciertos periodos, afectando la gestión del inventario.

Por consiguiente, este cambio de categorización afecta los tiempos de entrega a sus clientes puesto que si se considera que un producto es de baja rotación o no es muy solicitado, no se contempla que exista tanto stock en la bodega. Como consecuencia, puede resultar en una venta perdida al no tener ese producto disponible. Considerando que, los productos tienen tiempos de entrega establecidos por el proveedor, afectando por ello el tiempo de entrega al cliente.

Por otra parte, si la empresa no recibe los productos a tiempo de los proveedores, el crédito se consume resultando en pérdidas financieras. Puesto que, al no entregar los productos a tiempo a los clientes, ellos no realizan los pagos correspondientes, afectando en los pagos a los proveedores por parte de la empresa.

El problema no se limita a una sola institución o empresa, sino que es común en cualquier organización o empresa relacionada al sector de distribución y ventas o productivo, dado que manejan una variedad de productos. Por consiguiente, al no tener una gestión precisa resulta en la falta de productos de alta demanda afectando la estabilidad financiera y operativa como la satisfacción del cliente.

### **1.3 Justificación del Problema**

El presente proyecto surge de la necesidad de mejorar la gestión de sus existencias de forma eficiente, con el propósito de diseñar una política de inventario a través de la categorización adecuada de productos. A fin de tener un manejo integral y óptimo del mismo, garantizando la rotación adecuada.

Este trabajo busca incentivar el crecimiento económico sostenido como la industrialización inclusiva permitiendo una política de inventario que ahorre y a su vez optimice la gestión a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 8 y 9 (Naciones Unidas, 2018). Asimismo, estos abarcan el trabajo decente y crecimiento económico; y, la industria, innovación e infraestructura sostenible respectivamente. Por consiguiente, su implementación

permitiría gestionar de forma eficiente sus existencias, mejorando el desempeño financiero y operativo con una categorización más precisa.

De acuerdo con Paredes y Osorio (2021) los administradores encargados del inventario requieren de herramientas que permitan tener control de diferentes ítems al mismo tiempo. Dado que, muchas veces los productos son otorgados por el mismo proveedor o puede darse el caso de que compartan características que hagan posible la aplicación de la revisión periódica del grupo y; por consiguiente, la compra de un solo pedido. Por lo tanto, genera un gran impacto en el desempeño de la empresa mediante la reducción de costos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar una política de inventario mediante el control de nivel de productos para un manejo óptimo del mismo que mejoren la gestión de crédito comercial.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Identificar la prioridad de los productos mediante una técnica que permita categorizarlos de acuerdo con su importancia.
2. Analizar los métodos de pronóstico adecuados para cada categoría que predecirán la demanda futura.
3. Desarrollar el planteamiento de la política de inventario para cada producto que optimizarán su uso.
4. Evaluar la gestión de productos mediante la simulación de la política de inventario propuesta

## **1.5 Marco Teórico**

La gestión de inventarios es un proceso que no solo involucra la planeación sino también el control del inventario con el objetivo de reducir la inversión al tiempo en el que se equilibra la demanda y la oferta, buscando evitar costos relacionados a la falta de inventarios o excesos. Puesto que, el inventario es considerado la actividad que genera mayor aporte

referente a los costos logísticos en la mayoría de las organizaciones. Además, la mayoría de las políticas de inventario que emplean tienden a analizar de forma particular el comportamiento individual de cada ítem; no obstante, resulta más conveniente la revisión periódica para realizarlo de forma simultánea (Paredes Rodríguez et al., 2021).

Sin embargo, para lograr una eficiente gestión sobre el inventario se requiere de una clasificación que se encargue de organizar los productos según criterios selectos (Ndlala et al., 2017). De tal forma, que se gestionan recursos claves que encaminen hacia el control de la situación, enfocándose en dar prioridad a los artículos más importantes. De acuerdo con Zárate y Rodríguez (2020) existen métodos que facilitan tanto la organización como la gestión de productos en almacén, siendo uno de ellos el análisis ABC.

Puesto que, es un sistema de clasificación sencilla que consiste en categorizar los artículos en tres grupos según el criterio de valor usando la ley de Pareto, principio según el cual el 80% se debe a las consecuencias y el 20% a las causas. El Análisis ABC abarca clasificar el inventario de acuerdo a niveles de prioridad; la categoría A tiene productos de alta rotación, los de categoría B son de rotación moderada, mientras que la categoría C son los de poca rotación (Hanafi et al., 2019). Por lo tanto, se usó a fin de comprender mejor los grupos comprendidos de SKUs, considerando tanto la categoría como la demanda.

Según González (2018) la gestión de inventarios es un tema complejo ya que se observa que hay muchos productos que no se venden o consumen. Por otro lado, también existen productos agotados que si se venden, reflejando el desconocimiento de la demanda. Por ello, el pronosticar la demanda trae consigo el cálculo anticipado para obtener el valor de una variable, mediante modelos de pronóstico como ARMA, ARIMA y SARIMA.

El pronóstico de la demanda es una componente crucial para una gestión de inventario estratégica. Como señalan Yue, Xiaobei y Yugang (2023) "un pronóstico de demanda preciso es crucial para evitar costos excesivos asociados con inventarios insuficientes o excesivos". La selección de un método adecuado de pronóstico de demanda, el patrón de la demanda, costos involucrados y la calidad de los datos históricos disponible son fundamentales para lograr la precisión deseada (Wahedi, et al., 2023).

Acorde a Abdulelah S (2015) resalta la importancia de tomar en consideración diferentes enfoques tanto cualitativos como cuantitativos para así brindar un pronóstico más preciso. El juicio de expertos aporta información valiosa de acuerdo a factores externos que un método cuantitativo no logra considerar y que influyen directamente en la demanda. Además, una gestión de inventarios eficiente necesita un pronóstico confiable para que de esa manera sea no exista una sobreestimación de la demanda que puede resultar en un exceso de inventario, relacionado con costos elevados de mantenimiento y riesgos de obsolescencia. Por otro lado, una subestimación de demanda lleva a escasez de inventario llega a posibles pérdidas de ventas, disminución del nivel de servicio y probables costos adicionales por el incumplimiento o atraso de pedidos (Munyaka, Jean-Claude, & Yadavalli, 2022).

Por su parte, Kot, Grondys y Szopa (2014) afirma que la precisión en un pronóstico de demanda es esencial para determinar un stock de seguridad que evite los faltantes garantizando un nivel de servicio adecuado, además de que también permite establecer puntos de reorden y cantidades optimas de pedidos, siendo las decisiones más importantes a tomar dentro de la gestión de inventarios. Dentro de la planificación de producción también cumple un rol fundamental, debido a que el pronóstico de demanda les permite a las diferentes empresas anticipar sus necesidades y ajustar los pedidos o producción en consecuencia.

De acuerdo a la importancia de los pronósticos de demanda previamente establecida, es necesario integrarlos con un sistema de control de inventario. Al considerar una revisión de productos simultánea, una política de revisión periódica es de lo más utilizados, en el cual se revisan los niveles de inventarios y se ajustan en intervalos fijos. El modelo de revisión periódica permite contar con reabastecimientos de emergencia, proporcionando flexibilidad en el manejo de la incertidumbre de la demanda (Zipkin & Chao, 2008) . Mostrando su efectividad en los picos de consumo donde la demanda es subestimada. Según Darzi & Khakzar (2020) en un sistema de revisión periódica, el inventario es revisada cada periodo de tiempo previamente analizado si este se encuentra por debajo de su punto de reorden se realiza un pedido.

## Capítulo 2

## **2. Metodología.**

En este capítulo se evidenciaron los procedimientos que se implementaron a fin de alcanzar los objetivos planteados inicialmente. Por ende, se realizaron entrevistas con el analista de la empresa y posteriormente se abordaron aspectos importantes como la categorización de los productos, el análisis de los pronósticos de la demanda y, finalmente, la política de inventario que se adecuaba de acuerdo a la realidad de la empresa.

Con la información recabada se realizó el análisis de la situación actual de la empresa de acuerdo al histórico de la demanda de los productos en los últimos 6 meses del presente año. Además, mediante la técnica de clasificación ABC se pudo definir la prioridad de los productos que poseen, identificando cuales son los de mayor y menor rotación. Por otra parte, el análisis de los pronósticos de la demanda permitió conocer la distribución de cada producto. Finalmente, se determinó la política de inventario a usar con sus limitaciones, consideraciones y supuestos a tomar en cuenta.

### **2.1 Diseño de la solución**

El diseño de la solución propuesta se enfocó en abordar de manera integral los diferentes objetivos planteados previamente. Este enfoque global se compone de cuatro partes principales, cada una de las cuales está alineada con los objetivos específicos del proyecto y está destinada a abordar las dificultades asociadas con la gestión de inventarios en un entorno de distribución.

El primer componente del diseño de la solución se centró en la implementación de una técnica de categorización ABC para identificar la prioridad de los productos. Esta metodología, ampliamente reconocida en la gestión de inventarios, se basa en el principio de Pareto. Para implementar esta categorización, se siguió un proceso estructurado que comenzó con la recolección de datos históricos de ventas y demanda de cada producto. Luego, los productos se ordenaron de mayor a menor según la demanda promedio que se tuvo, y se calcularon los porcentajes acumulados del valor total y de artículos. Basándose en estos porcentajes acumulados, se asignaron las categorías A, B y C. Finalmente, se realizó un análisis adicional

considerando factores como la criticidad del producto, su impacto en el crédito comercial y la estabilidad de la demanda para realizar ajustes en la categorización.

El segundo componente se enfocó en el análisis y validación de los métodos de pronóstico, con especial énfasis en el Método Móvil Simple actualmente utilizado por la empresa. Este proceso comenzó con una evaluación exhaustiva del Método Móvil Simple, analizando su desempeño histórico para las categorías selección a estudio (A y B). Se experimentó con diferentes longitudes de ventana móvil para determinar la óptima para cada categoría y se evaluó la respuesta del método a diferentes patrones de demanda, incluyendo tendencias y estacionalidad.

Paralelamente, se implementaron y evaluaron métodos alternativos de pronóstico, incluyendo Suavizado Exponencial Simple y Doble, y modelos ARIMA. La comparación entre estos métodos y el Método Móvil Simple se basó en múltiples criterios, utilizando métricas como el Error Cuadrático Medio (MSE) para evaluar la precisión. También se consideró la facilidad de implementación y la interpretabilidad de cada método. Tras el análisis comparativo, se seleccionó el método óptimo para cada categoría de productos, buscando el mejor balance entre precisión, facilidad de uso y adaptabilidad a los patrones de demanda específicos. Finalmente, se desarrolló un sistema de monitoreo continuo para evaluar regularmente el desempeño de los pronósticos y ajustar los métodos según sea necesario, asegurando que el sistema de pronóstico se mantenga preciso y relevante a lo largo del tiempo.

El tercer componente se centró en el desarrollo de una política de inventario adaptativa y robusta. Se diseñó un sistema de revisión periódica avanzado, con parámetros dinámicos optimizados para cada categoría de productos. Esta política fue más allá de los enfoques tradicionales, incorporando algoritmos de aprendizaje automático para ajustar continuamente los niveles de inventario objetivo y los puntos de reorden basándose en patrones de demanda en tiempo real, y condiciones de mercado cambiantes. Se implementaron reglas de decisión flexibles que permitan responder rápidamente a picos de demanda inesperados o cambios en las condiciones de crédito. Además, se desarrolló un módulo de gestión de riesgos que considere la probabilidad de obsolescencia de inventario, especialmente crucial en el sector de materiales de construcción donde las tendencias y regulaciones pueden cambiar rápidamente.

La política también incorporó consideraciones acerca de los objetivos de sostenibilidad, buscando optimizar no solo el rendimiento financiero sino también minimizar el desperdicio y el impacto ambiental.

El cuarto y último componente implicó un modelo de simulación para evaluar exhaustivamente el desempeño de la política de inventario propuesta. El modelo incorporó múltiples escenarios que reflejan diferentes condiciones de mercado, patrones de demanda, y situaciones de crédito comercial. Se realizaron análisis de sensibilidad exhaustivos para comprender cómo la política propuesta responde a diferentes condiciones y para identificar puntos de mejora potenciales. Los resultados de la simulación se compararon meticulosamente con el rendimiento histórico, utilizando una amplia gama de indicadores que abarcan no solo métricas financieras y operativas tradicionales, sino también indicadores de satisfacción del cliente y eficiencia en la gestión de crédito comercial.

## **2.2 Plan de trabajo**

El plan de trabajo se estructuró en seis etapas principales, cada una diseñada minuciosamente para abordar los objetivos específicos del proyecto y culminar en el logro del objetivo general. Este plan se ha desarrollado con un enfoque iterativo y flexible, permitiendo ajustes y refinamientos a medida que se obtienen nuevos hallazgos a lo largo del proyecto.

La primera etapa, centrada en la recolección y análisis de datos, fue fundamental para establecer una base sólida para todo el proyecto. Se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de datos históricos que abarcó ventas e inventario. Esta recopilación involucró la extracción y limpieza de datos de múltiples sistemas internos, así como la integración de fuentes de datos externas relevantes. Se realizaron entrevistas en profundidad con personal clave para obtener hallazgos cualitativos que complementaron los datos cuantitativos. Se emplearon herramientas de categorización para segmentar productos y clientes de manera más efectiva.

En la segunda etapa, se enfocó en la categorización ABC de la información previamente recolectada. La metodología para esta etapa incluyó la extracción de datos de ventas y demanda de los sistemas de la empresa, seguido de un proceso de limpieza y preparación de los datos para el análisis. Se consideró la demanda promedio de cada producto

y se aplicó el análisis de Pareto para la categorización inicial, asegurando que refleje adecuadamente la importancia estratégica de cada producto para el negocio. El entregable de esta etapa fue la categorización ABC de los artículos donde se incluyeron todos los productos categorizados, así como un resumen de este y un gráfico que permita su visualización.

La tercera etapa se enfocó en el análisis y selección de métodos de pronóstico. Esta fase comenzó con una revisión exhaustiva de la literatura más reciente sobre técnicas de pronóstico en contextos similares. Este proceso incluyó la implementación y ajuste de una amplia gama de modelos, desde técnicas estadísticas clásicas hasta enfoques de aprendizaje profundo. Se utilizaron técnicas de validación cruzada para evaluar la precisión y estabilidad de los pronósticos bajo diferentes condiciones, los entregables fueron los métodos de pronóstico seleccionados.

En la cuarta etapa, se desarrolló la política de inventario. Este proceso comenzó con una revisión detallada de las mejores prácticas en políticas de inventario. Por ende, se diseñó un sistema de revisión periódica, el entregable fue la política como tal con los cálculos predeterminados para sus cálculos correspondientes.

La quinta etapa consistió en la simulación y evaluación exhaustiva de la política propuesta. Se desarrolló un modelo de simulación que capture la complejidad del sistema de distribución, incluyendo la variabilidad en la demanda y los tiempos de entrega. Los entregables fueron las simulaciones de la política para cada producto.

Finalmente, la sexta etapa se dedicó a la síntesis de todos los hallazgos y la elaboración del informe final con recomendaciones detalladas. Esta fase incluye sesiones de revisión para validar los resultados y afinar las recomendaciones. Además, se crearon herramientas de visualización para facilitar el monitoreo continuo del desempeño de la nueva política. Por otro lado, el entregable final será un informe ejecutivo comprensivo, acompañado de documentación técnica detallada, que no solo presentará los resultados y recomendaciones.

## **2.3 Análisis de la información recopilada**

El diseño de una política de inventario conlleva varios aspectos a considerar desde los costos, demanda, tiempo de reabastecimiento, entre otros. Por ello, para determinar la forma en que definen estos factores relevantes, se aplicaron técnicas de investigación tanto cuantitativas como cualitativas, las mismas que al emplearlas en conjunto ayudaron a obtener datos que posteriormente fueron recopilados y analizados a fin de tener resultados. Permitiendo el desarrollo del diseño de la política de inventario para la gestión y optimización de los recursos de forma eficiente.

La técnica de la investigación cualitativa seleccionada fue la entrevista, puesto que es una herramienta estructurada efectiva para la recolección de datos. Por tal motivo, se realizaron entrevistas telefónicas y videollamadas con el analista de la empresa distribuidora de materiales de construcción dada su implementación eficaz y su aporte para la realización del proyecto. Como resultado de su aplicación, se conoció de primera mano el modelo de negocio que posee la empresa, los proveedores con los que trabajan y los tiempos de entrega plasmados, también la cantidad de productos promedio que solicitan a fin de satisfacer su demanda y como la gestión de crédito llega a afectar el nivel de stock de los productos que poseen.

Por otro lado, la técnica de investigación cuantitativa aplicada fue el análisis de registros históricos de los datos, puesto que permitió el uso de análisis estadístico facilitando la comparación de resultados de los modelos a aplicar. Por ende, ayudó a que el proceso investigativo sea lo más eficiente posible al medir las relaciones entre variables comparando hipótesis que ayuden a obtener conclusiones claras para la realización de predicciones basadas en los datos.

### **2.3.1 Entrevista semiestructurada**

La entrevista realizada con el analista, encargado de llevar el control del inventario, de la empresa permitió la obtención de datos mediante la combinación de preguntas específicas como abiertas para tener la información detallada del caso a tratar. Asimismo, concedió la

comprensión de los desafíos que enfrenta la empresa con respecto al nivel de inventario que poseen.

Como resultado, se conoció que la demanda es variable y depende de la frecuencia de compra, unidades vendidas, cobertura de inventarios y productos, el tiempo de entrega a los proveedores, picos de demanda (por alguna feria o demanda en el momento), etc. Sin embargo, cuando se ha presentado un pico en la demanda, solicitan ese producto, pero si no se lo han entregado lo consideran como un pedido que está en tránsito para su stock final mas no para el stock que todavía no posee. Si lo hubiesen considerado, esas unidades se seguirían reduciendo de que lo que realmente se necesita comprar, resultando en un stock no saludable.

A continuación, se presenta la información acerca de las categorías de productos que manejan, la misma que fue otorgada por la empresa producto de las entrevistas realizadas para su posterior análisis. Tal como se puede observar en la tabla 1, se muestra la categoría de productos por proveedor con su código correspondiente y lo que abarca en sí. Con respecto a la entrega a tiempo (On time) y la entrega completa (In full), considerados indicadores de abastecimiento, se observan porcentajes cuyo mínimo es 70% y su máximo es 100%.

**Tabla 1**

*Detalle de las categorías de productos por proveedor*

<b>Categoría de Productos</b>	<b>Código Proveedor</b>	<b>Denominación del Proveedor</b>	<b>On Time</b>	<b>In full</b>
Tuberías, tanques y accesorios	1	Distribuidora de Ferretería Rodríguez: Tubos de PVC, Tubos de Hierro, Tubos de Cobre	71,43%	92,86%
Cables	2	Suministros Técnicos Sánchez: Cables Eléctricos, Cables de Red, Cables Coaxiales	18,18%	81,82%
Soldaduras	3	Comercializadora Industrial Pérez: Soldaduras de Arco, Soldaduras de Gas, Soldaduras de Estaño	70,00%	85,00%
Iluminación y accesorios eléctricos	4	Herramientas y Accesorios López: Focos LED, Focos Halógenos, Focos Incandescentes	85,00%	75,00%
Pinturas	5	Materiales y Herramientas Morales:	75,00%	75,00%

		Pinturas al Óleo, Pinturas Acrílicas, Pinturas en Spray		
Maquinarias	6	Distribuidora de Maquinaria González: Máquinas de Soldadura, Máquinas de Coser, Máquinas de Cortar Césped	50,00%	100,00%

*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024).

En la base de datos otorgada, adicionalmente existe otra categoría llamada “Empastes y Adhesivos” que no se encuentra detallada en la tabla. Puesto que, esos productos ellos lo retiran de SIKA directamente para luego dejarlo en su centro de distribución y posteriormente venderlo.

Además, el tiempo de entrega varía por proveedor y por categoría de productos. En el caso del tiempo de entrega por proveedor se divide por la línea de tuberías, tanques y morteros, para los dos primeros el proveedor se demora 2 días, pero para la línea de morteros, se demora 2 días más porque es algo que se debe de preparar. Con ese proveedor se tiene contemplado en total un tiempo de entrega de 4 días. Pero con otros, como ferreterías o maquinaria de equipos, se tiene 2 días como tiempo de entrega y en 2 días lo entregan.

Por otro lado, se nos proporcionó un registro de las causas por las cuales no les entregan completos los productos como se muestra en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2**

*Causas de entregas tardías*

<b>Categoría de Productos</b>	<b>Código Proveedor</b>	<b>Denominación del Proveedor</b>	<b>Entregas Tardías</b>
Tuberías, tanques y accesorios	1	Distribuidora de Ferretería Rodríguez: Tubos de PVC, Tubos de Hierro, Tubos de Cobre	Con respecto a las tuberías y tanques los entregan en 2 días por motivos de preparativos. Los accesorios demoran 4 días.
Cables	2	Suministros Técnicos Sánchez: Cables Eléctricos, Cables de Red, Cables Coaxiales	Agotamiento y demora la producción de más cables, por ello reciben pedidos incompletos.
Soldaduras	3	Comercializadora Industrial Pérez: Soldaduras de Arco, Soldaduras de Gas, Soldaduras de Estaño	Entrega en 48 horas

Iluminación y accesorios eléctricos	4	Herramientas y Accesorios López: Focos LED, Focos Halógenos, Focos Incandescentes	Entrega en 48 horas
Pinturas	5	Materiales y Herramientas Morales: Pinturas al Óleo, Pinturas Acrílicas, Pinturas en Spray	Agotamiento de stock ocasiona que no entreguen completo pero su on time es de 2 días.
Maquinarias	6	Distribuidora de Maquinaria González: Máquinas de Soldadura, Máquinas de Coser, Máquinas de Cortar Césped	Entrega en 48 horas

*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024).

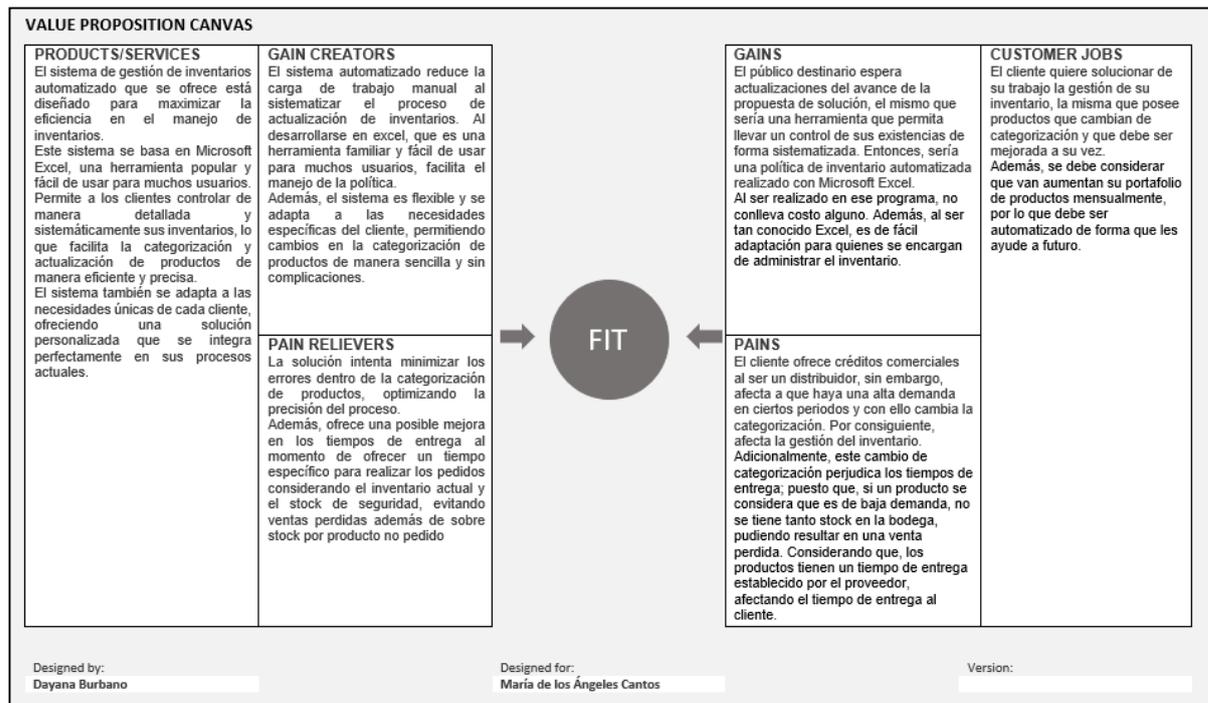
Cuando han solicitado a los proveedores productos, los categorizan usando una clasificación ABC de acuerdo a su prioridad, siendo “A” la categoría de mayor rotación, “B” la de rotación moderada y “C” la de rotación baja. No obstante, ha sucedido que, en un mes no tan bueno, se tenga un SKU que tenga una proyección de venta de 60 unidades, pero en promedio se venden 90 y al final solo se han movido 20.

Dado este cambio de categorización, consecuencia de la gestión de créditos comerciales que ofrece al ser un distribuidor, ha aumentado la demanda por ciertos periodos. Por consiguiente, ha afectado la gestión del inventario y el tiempo de entrega a los clientes al no tener suficiente cantidad de stock de ese producto en la bodega por el cambio de prioridad en la categorización.

Trataron el tema de inventario propio puesto que antes manejaban inventario consignado e inventario virtual, en el cual para realizar el cálculo del mismo emplearon una técnica DDMRP siendo el acrónimo de planificación de necesidades de material basada en la demanda o también conocido como reabastecimiento basado en la demanda, donde la demanda fluctúa y se solicita un inventario extra. Cabe recalcar que lo revisan por día en un promedio de 6 meses, siendo este un promedio relativo dado que usan las compras, pero no la frecuencia de compras de las dos bodegas tanto propia como virtual. Por otro lado, han considerado aplicar este proyecto donde poseen puntos de ventas o bodegas cercanas a los puntos de venta donde se pueda realizar la distribución de productos. Adicionalmente, la mayoría de los proveedores tiene bodega en dicha empresa y lo fabrican ahí, lo entregan en ese punto.

Mediante el mapa de empatía presentado en la figura 1, se puede resumir lo conversado en las entrevistas permitiendo conocer más a fondo y con claridad la problemática a tratar.

**Figura 1**  
*Mapa de actores*



Los hallazgos reflejan una comprensión de las expectativas y necesidades de los clientes en la gestión de inventarios. Se buscan soluciones que no solo mejoren la gestión de su inventario, sino que también les permitan adaptarse de manera ágil a los cambios en la demanda del mercado. La utilización de una herramienta automatizada basada en Microsoft Excel se presenta como una opción atractiva debido a su familiaridad y facilidad de uso, lo que facilita una rápida adopción y es minimiza la resistencia al cambio. Esta solución permite mantener un control efectivo de sus existencias, lo cual es esencial para mejorar la precisión y eficiencia operativa.

Además, se identifican problemas críticos que generan afectaciones, como la interferencia de los créditos comerciales en la distribución de productos, lo que complica la categorización y gestión del inventario. Estos desafíos no solo impactan la disponibilidad de productos, sino que también pueden llevar a pérdidas de ventas debido a la falta de stock

adecuado. La ineficiencia en la categorización y la dificultad para mantener un inventario preciso son problemas que afectan negativamente tanto la satisfacción del cliente como la eficiencia de la operación, creando una necesidad urgente de soluciones que aborden estos puntos de dolor de manera eficaz.

De acuerdo con esto, es evidente se valoran las soluciones que automatizan la categorización y actualización de productos, reduciendo así el esfuerzo manual y mejorando la precisión. Buscan herramientas que les permitan escalar su portafolio de productos de manera eficiente, garantizando al mismo tiempo que los procesos de gestión de inventarios sean simples y adaptables. La capacidad de adaptarse rápidamente a las necesidades cambiantes y ofrecer una mayor flexibilidad en la gestión del inventario no solo optimiza las operaciones, sino que también contribuye a la competitividad y sostenibilidad a largo plazo de las empresas en un mercado dinámico.

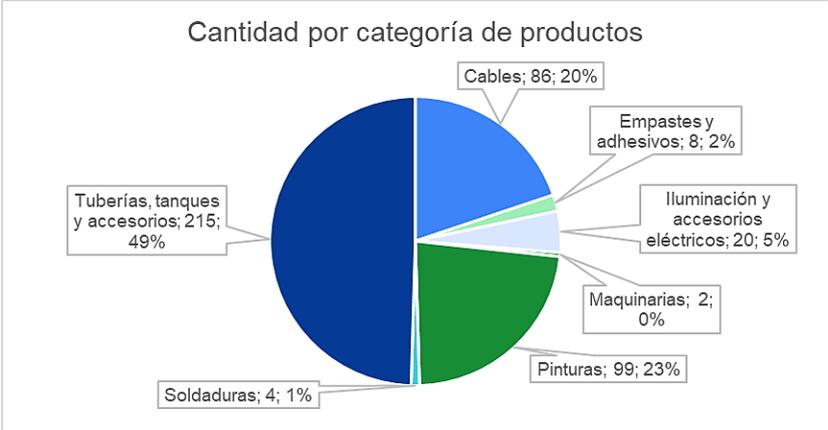
La información proporcionada de las entrevistas realizadas se complementó con investigaciones anteriores de diferentes repositorios que hayan abarcado situaciones similares. Con la finalidad de tener un respaldo y sustento para solucionar la problemática que presenta el proyecto.

### ***2.3.2 Información relevada de registros históricos***

La información cuantitativa proporcionada por el analista de la empresa se dividía en 7 categorías de productos. La misma que se presenta a continuación en la figura 2 donde se muestra la cantidad por categoría y su porcentaje correspondiente:

**Figura 2**

*Cantidad y proporción de productos por categoría*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

Además, se aplicó una clasificación ABC a los productos independientemente de su categoría de acuerdo con su demanda promedio. Del 80% de su demanda resultaron 49 productos de mayor rotación o de mayor demanda como categoría A

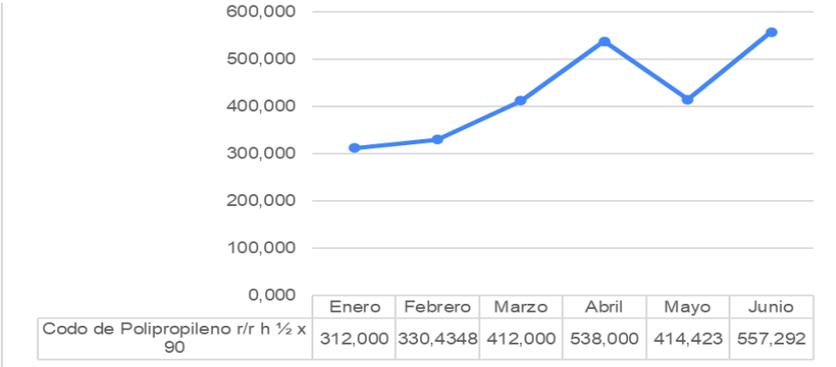
Posteriormente, se realizó un análisis estadístico para determinar la cantidad de productos de mayor rotación de forma mensual. Tomando en consideración que no hubo registro de ciertos días dado que no se presentaron ventas como tal.

- **Codo de polipropileno r/r h 1/2 x 90**

El producto “Codo de polipropileno r/r h 1/2 x 90” de acuerdo a la figura 3 presentó mayor demanda en abril y junio con 538,00 y 557,29 respectivamente. Sin embargo, mostró menor demanda en el mes de enero con 312,00.

**Figura 3**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo de polipropileno r/r h 1/2 x 90"*



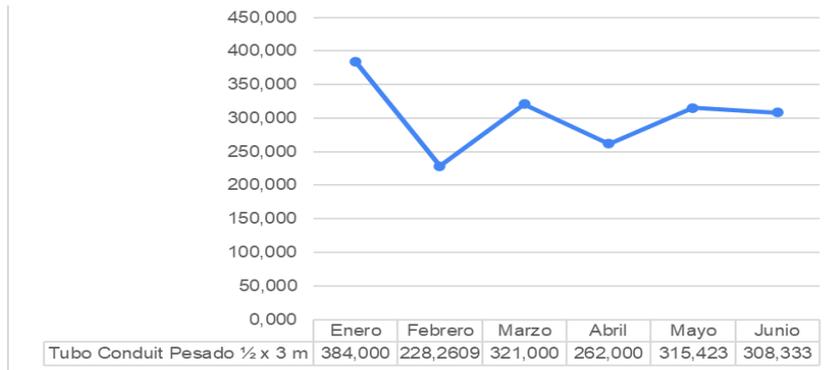
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo conduit pesado ½ x 3 m**

El producto “Tubo conduit pesado ½ x 3 m” según la figura 4 presentó un solo mes de mayor demanda que sería enero con 384,00 a comparación de los demás meses. Sin embargo, febrero fue el mes de menor rotación con 228,26.

**Figura 4**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit pesado ½ x 3 m"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Caja rectangular 1 unidad**

En el caso del producto “Caja rectangular 1 unidad” de acuerdo con la figura 5 se evidenció mayor demanda en los meses de marzo y junio con 297,00 y 290,00 respectivamente. Siendo el mes de junio un factor en común con el producto “Codo de polipropileno r/r h ½ x 90” al tener una mayor rotación. Mientras que, el mes de menor rotación fue febrero con 158,69.

**Figura 5**

*Demanda promedio mensual del producto "Caja rectangular 1 unidad"*



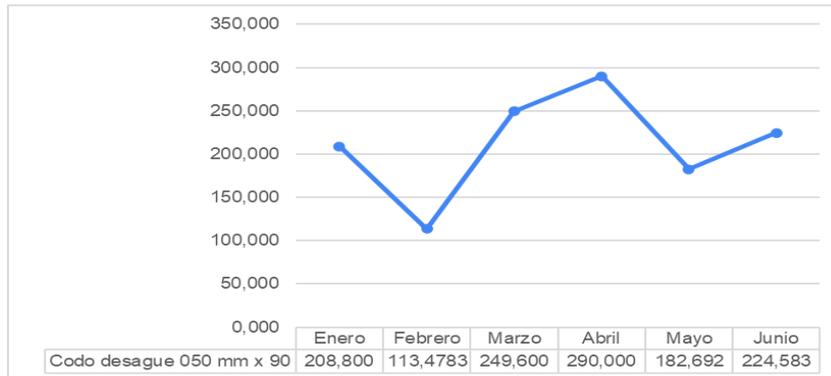
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo desagüe 050 mm x 90**

El producto "Codo desagüe 050 mm x 90" según en la figura 6 se evidenció mayor demanda en el mes de abril con 290,00. Pero, mostró una menor rotación del producto en el mes de febrero con 113,47.

**Figura 6**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 050 mm x 90"*



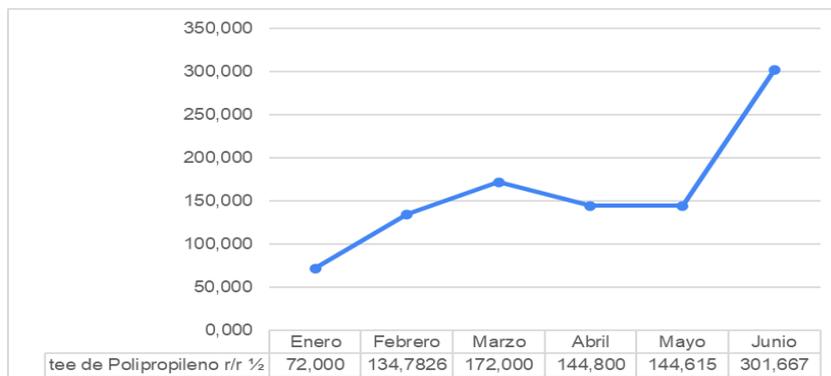
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tee de polipropileno r/r ½**

El producto "tee de polipropileno r/r ½" según la figura 7 mostró mayor demanda en el mes de junio con 301,66 y menor demanda en el mes de enero con 72,00. Siendo el tercer producto con mayor rotación en el mes de junio.

**Figura 7**

*Demanda promedio mensual del producto "Tee de polipropileno r/r ½"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo desague ec 110 mm x 3 m**

El producto "Tubo desague ec 110 mm x 3 m" de acuerdo a la figura 8 presentó una mayor demanda en los meses de marzo y abril con 197,00 y 173,00. Además, el mes de febrero fue donde mostró menor demanda con 65,21.

**Figura 8**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo desague ec 110 mm x 3 m"*



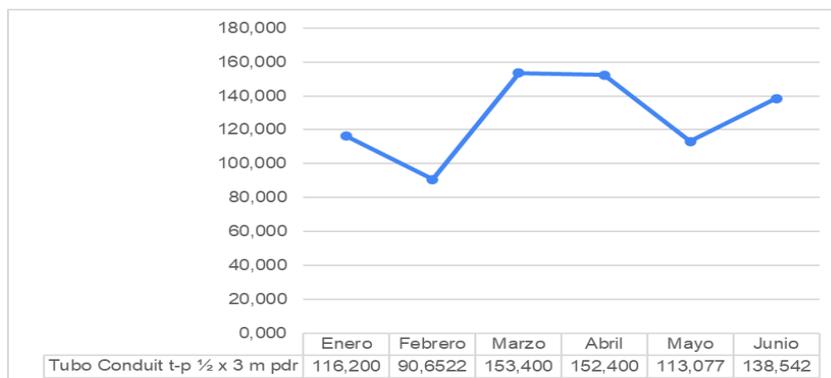
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo conduit t-p ½ x 3 m pdr**

El producto "Tubo conduit t-p ½ x 3 m pdr" según la figura 9 mostró una mayor demanda entre los meses de marzo y abril con 153,40 y 152,00 respectivamente. Por otro lado, el mes de febrero fue el de menor demanda con 90,65.

**Figura 9**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit t-p ½ x 3 m pdr"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

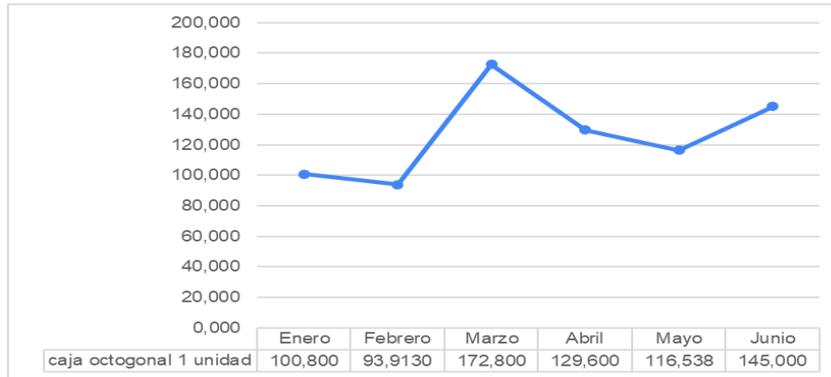
- **Caja octogonal 1 unidad**

El producto “Caja octogonal 1 unidad” de acuerdo a la figura 10 presentó una mayor demanda en el mes de marzo con una diferencia significativa a los demás meses.

Adicionalmente el mes de febrero fue el de menor rotación

**Figura 10**

*Demanda promedio mensual del producto "Caja octogonal 1 unidad"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo pvc roscable aa fria ½x6 420psi**

El producto “Tubo pvc roscable aa fria ½x6 420psi” según la figura 11 mostró una mayor demanda en abril con 139,00. Adicionalmente, se evidenció un aumento progresivo de la demanda de enero a abril, pero tuvo menor rotación en el mes de mayo con 95,19.

**Figura 11**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo pvc roscable aa fria ½x6 420psi"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo desagüe ec 050 mm x 3 m**

De acuerdo a la figura 12, el producto “Tubo desagüe ec 050 mm x 3 m” presentó una mayor demanda en abril con 148,40 a comparación de los demás meses. Por otro lado, el mes con menor rotación fue el mes de febrero con 56,52.

**Figura 12**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe ec 050 mm x 3 m"*



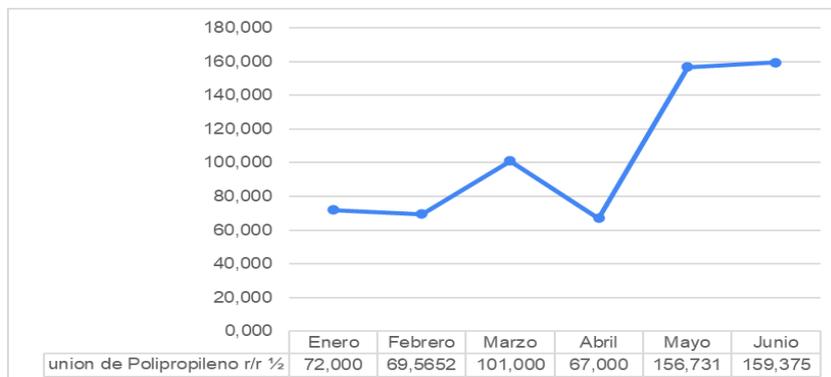
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Union de polipropileno r/r ½**

El producto “Union de polipropileno r/r ½” según la figura 13 mostró mayor rotación en los meses de mayo y junio con 156,73 y 159,37 respectivamente. Además, en los meses de enero, febrero y abril evidenciaron menor demanda con 72,00, 69,56 y 67,00.

**Figura 13**

*Demanda promedio mensual del producto "Union de polipropileno r/r ½"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo conduit pesado  $\frac{3}{4}$  x 3 m**

Según la figura 14, el producto “Tubo conduit pesado  $\frac{3}{4}$  x 3 m” presentó mayor demanda en febrero y mayo con 136,95 y 150,00 respectivamente. Por otro lado, los meses de marzo y abril son los de menor rotación con 64,00 y 70,00 en sí.

**Figura 14**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit pesado  $\frac{3}{4}$  x 3 m"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo de polipropileno r/r h  $\frac{3}{4}$  x 90**

De acuerdo a la figura 15, el producto “Codo de polipropileno r/r h  $\frac{3}{4}$  x 90” evidenció mayor rotación en el mes de abril con 133,00. Sin embargo, el mes de menor demanda fue el de febrero con 65,21.

**Figura 15**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo de polipropileno r/r h  $\frac{3}{4}$  x 90"*



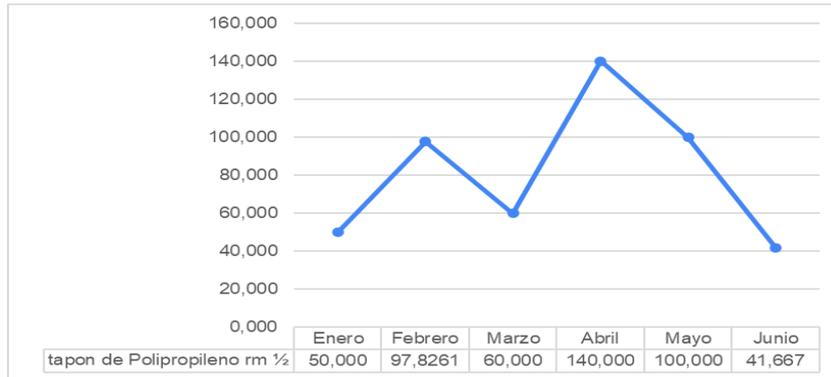
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tapón de polipropileno rm ½**

Según la figura 16, el producto “Tapón de Polipropileno rm ½” presentó mayor demanda en el mes de abril con 140,00 a comparación de los demás meses. Aparte, el mes de junio fue el de menor rotación con 41,66.

**Figura 16**

*Demanda promedio mensual del producto "Tapón de polipropileno rm ½"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Neplo r/r de polipropileno ½ con tuerca**

De acuerdo a la figura 17, el producto “Neplo r/r de Polipropileno ½ con tuerca” evidenció menor rotación en el mes de febrero con 39,13. No obstante, los demás meses fueron cercanos en cantidad, pero el mes que resaltó fue abril con 86,40.

**Figura 17**

*Demanda promedio mensual del producto "Neplo r/r de Polipropileno ½ con tuerca"*



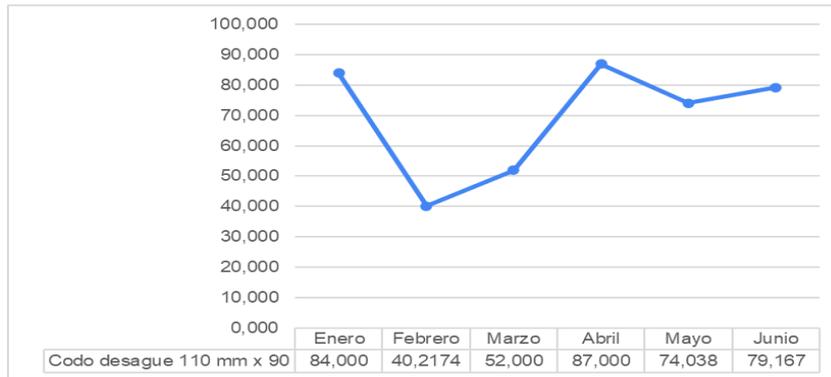
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo desagüe 110 mm x 90**

El producto "Codo desagüe 110 mm x 90" de acuerdo a la figura 18 mostró mayor demanda en los meses de enero y abril con 84,00 y 87,00 respectivamente. El mes de menor rotación fue el de febrero con 40,21.

**Figura 18**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 110 mm x 90"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Caja Rectangular pdr inyectada c/120u**

Según la figura 19, el producto "Caja Rectangular pdr inyectada c/120u" mostró mayor demanda en el mes de mayo con 113,46. A comparación del mes de enero en el que mostró menor rotación con 32,00.

**Figura 19**

*Demanda promedio mensual del producto "Caja Rectangular pdr inyectada c/120u"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Union de Polipropileno r/r universal ½**

De acuerdo a la figura 20, el producto “Union de Polipropileno r/r universal ½” presentó mayor rotación en el mes de marzo con 100,80. Pero, el mes de menor demanda fue en enero con 14,40.

**Figura 20**

*Demanda promedio mensual del producto "Union de Polipropileno r/r universal ½"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo desagüe 050 mm x 45**

De acuerdo a la figura 21, el producto “Codo desagüe 050 mm x 45” mostró mayor demanda en marzo con 72,00 seguido de mayo con 65,19. No obstante, el de menor rotación fue el mes de febrero.

**Figura 21**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 050 mm x 45"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo conduit pesado 1/2 x 3mt tupasa**

Según la figura 22, el producto “Tubo conduit pesado 1/2 x 3mt tupasa” presentó mayor demanda en enero con 80,00. Pero, presentó menor rotación en febrero y mayo con 21,79 y 19,23 respectivamente.

**Figura 22**

*Demanda promedio del producto "Tubo conduit pesado 1/2 x 3mt tupasa"*



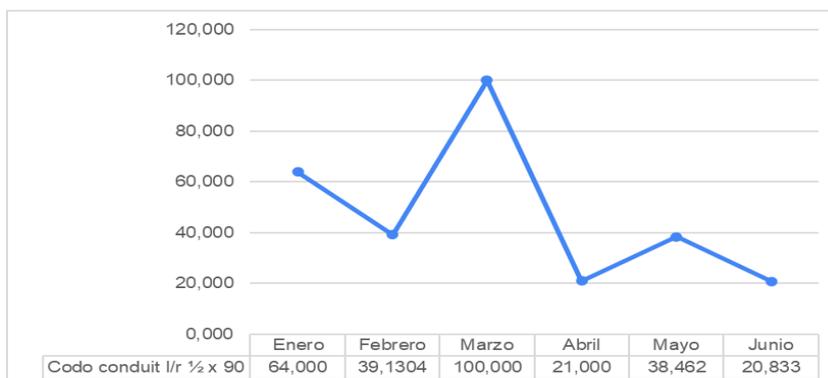
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo conduit l/r ½ x 90**

El producto “Codo conduit l/r ½ x 90” mostró mayor rotación en marzo con 100,00 a comparación de los otros meses de acuerdo a la figura 23. Sin embargo, los meses de menor demanda fueron abril y junio con 21,00 y 20,88 respectivamente.

**Figura 23**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo conduit l/r ½ x 90"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Conector p/conduit con tuerca ½**

De acuerdo a la figura 24, el producto “Conector p/conduit con tuerca ½” presentó mayor demanda en marzo con 58,80 seguido de enero con 52,00. No obstante, el mes de menor rotación fue el de febrero 18,69.

**Figura 24**

*Demanda promedio mensual del producto "Conector p/conduit con tuerca ½"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tapon de polipropileno rh ½**

Según la figura 25, el producto “Tapon de polipropileno rh ½” presentó mayor demanda en abril con 80,00. Mientras que, en junio mostró menor rotación con 16,66.

**Figura 25**

*Demanda promedio mensual del producto "Tapon de polipropileno rh ½"*



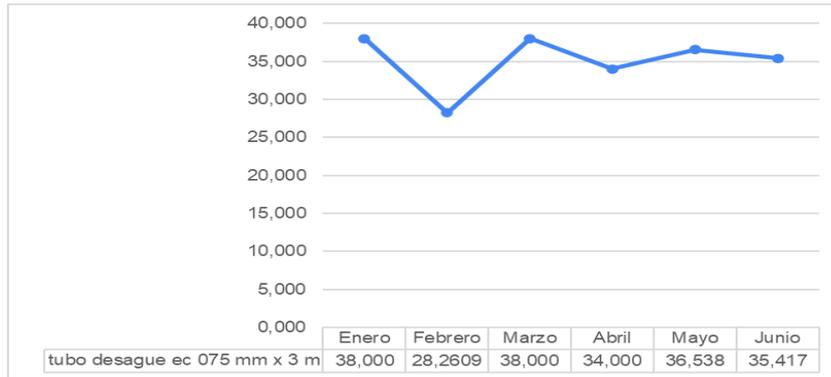
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo desagüe ec 075 mm x 3 m**

De acuerdo a la figura 26, el producto “Tubo desagüe ec 075 mm x 3 m” mostró menor demanda en febrero con 28,26. Por otro lado, en el resto de los meses demostró una demanda que superaba los 33.000, pero los meses de mayor rotación fueron enero y marzo con 38,00.

**Figura 26**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe ec 075 mm x 3 m"*



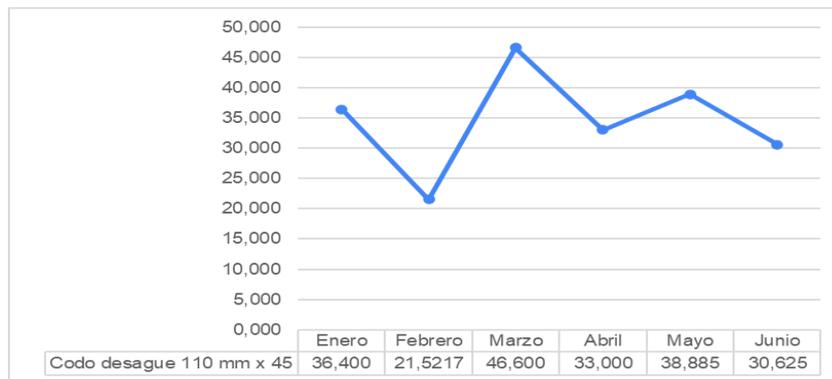
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo desagüe 110 mm x 45**

Según la figura 27, el producto “Codo desagüe 110 mm x 45” presentó mayor demanda en marzo con 46,60. Sin embargo, el mes de menor rotación fue febrero con 21,52.

**Figura 27**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 110 mm x 45"*



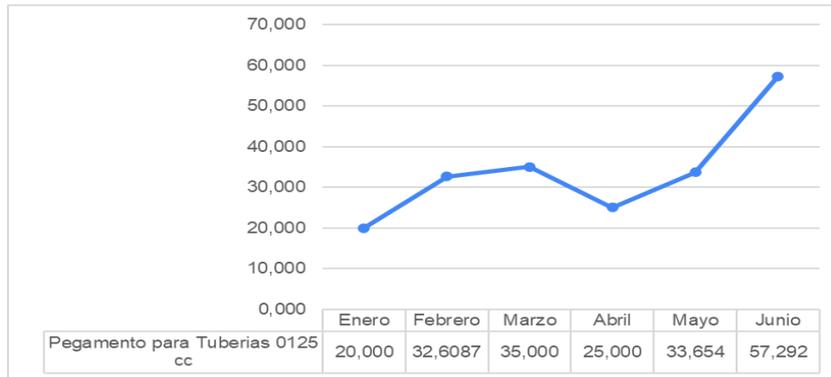
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Pegamento para tuberías 0125 cc**

De acuerdo a la figura 28, el producto “Pegamento para tuberías 0125 cc” mostró mayor demanda en el mes de junio con 57,29. Mientras que, el mes de menor rotación es enero con 20,00 seguido del mes de mayo con 33,65.

**Figura 28**

*Demanda promedio mensual del producto "Pegamento para tuberías 0125 cc"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Caja octogonal pdr inyectada c/120u**

Según la figura 29, el producto “Caja octogonal pdr inyectada c/120u” presentó mayor rotación en marzo con 41,28 seguido de mayo con 37,84. Pero, mostró menor demanda en el mes de abril con 26,88.

**Figura 29**

*Demanda promedio mensual del producto "Caja octogonal pdr inyectada c/120u"*



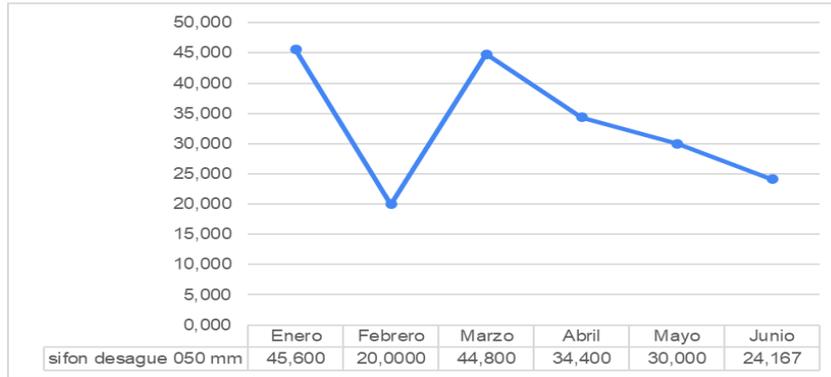
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Sifón desagüe 050 mm**

De acuerdo a la figura 30, el producto “Sifón desagüe 050 mm” evidenció mayor rotación en enero y marzo con 45,60 y 44,80 respectivamente. No obstante, el mes de menor demanda fue febrero con 20,00.

**Figura 30**

*Demanda promedio mensual del producto "Sifón desagüe 050 mm"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tee desagüe 050 mm**

El producto “Tee desagüe 050 mm” según la figura 31 presentó mayor demanda en febrero con 76,08. Mientras que, los meses de menor rotación fueron enero y abril con 20,00 en ambos.

**Figura 31**

*Demanda promedio mensual del producto "Tee desagüe 050 mm"*



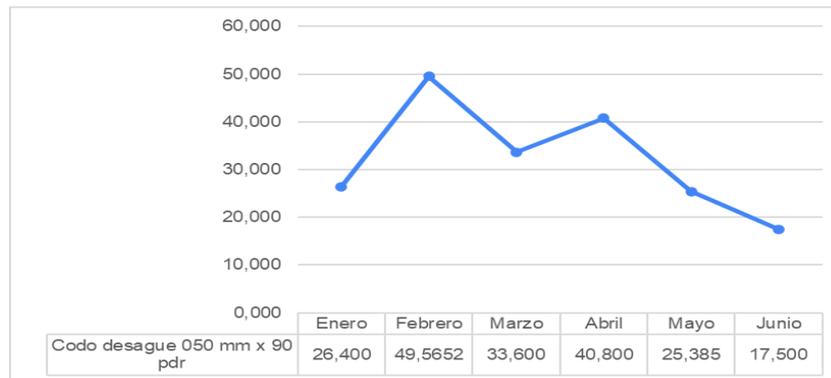
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo desagüe 050 mm x 90 pdr**

De acuerdo a la figura 32, el producto “Codo desagüe 050 mm x 90 pdr” demostró que tuvo mayor demanda en el mes de febrero con 49,56. Mientras que, el mes de menor rotación fue junio con 17,50.

**Figura 32**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 050 mm x 90 pdr"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Soporte canal decorativo blanco**

Según la figura 33, el producto “Soporte canal decorativo blanco” presentó mayor demanda en el mes de mayo con 60,76. Por otro lado, el mes de menor rotación fue abril con 9,60.

**Figura 33**

*Demanda promedio mensual del producto "Soporte canal decorativo blanco"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Cinta teflón c/carrete 12 mm x 10 m**

De acuerdo a la figura 34, el producto “Cinta teflón c/carrete 12 mm x 10 m” evidenció mayor demanda en el mes de marzo con 34,40, seguido de abril y junio con 32,00 y 31,25 respectivamente. No obstante, el mes de menor rotación fue el de mayo con 23,07.

**Figura 34**

*Demanda promedio mensual del producto "Cinta teflón c/carrete 12 mm x 10 m"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Caja rectangular plástica**

El producto “Caja rectangular plástica” según la figura 35 mostró mayor rotación en el mes de marzo con 41,60, seguido de mayo con 36,92. Mientras que, el mes de menor demanda fue febrero con 3,47.

**Figura 35**

*Demanda promedio mensual del producto "Caja rectangular plástica"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Toledo sylvania a60 9w luz día caja**

Según la figura 36, el producto “Toledo sylvania a60 9w luz día caja” evidenció mayor demanda en el mes de marzo con 47,20. No obstante, el mes con menor rotación fue el de junio con 15,41.

**Figura 36**

*Demanda promedio mensual del producto "Toledo sylvania a60 9w luz día caja"*



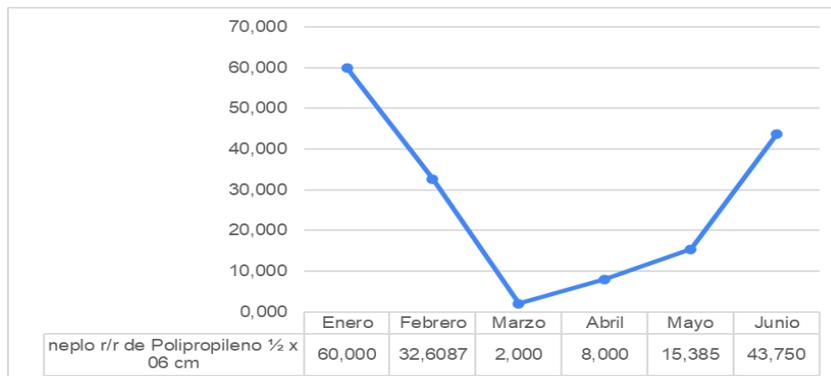
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Neplo r/r de polipropileno ½ x 06 cm**

De acuerdo a la figura 37, el producto “Neplo r/r de polipropileno ½ x 06 cm” mostró mayor rotación en el mes de enero con 60,00. Sin embargo, el mes de menor demanda fue marzo con 2,00.

**Figura 37**

*Demanda promedio mensual del producto "Neplo r/r de polipropileno ½ x 06 cm"*



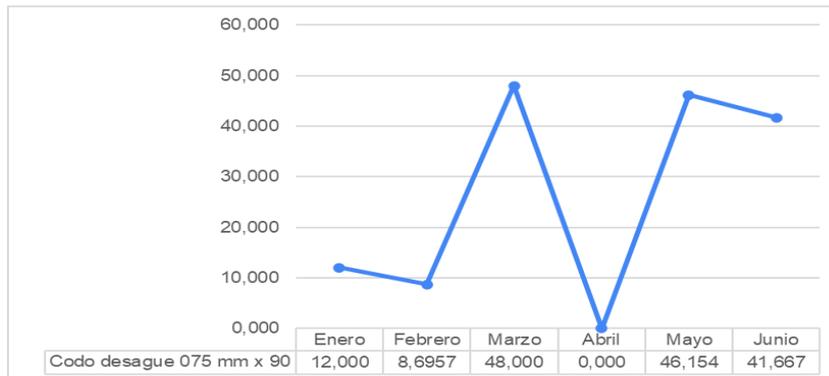
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo desagüe 075 mm x 90**

Según la figura 38, el producto “Codo desagüe 075 mm x 90” presentó una mayor demanda en el mes de marzo con 48,00. Por otro lado, el mes de menor rotación fue abril sin registrar valor alguno dado que no se produjeron ventas.

**Figura 38**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo desagüe 075 mm x 90"*



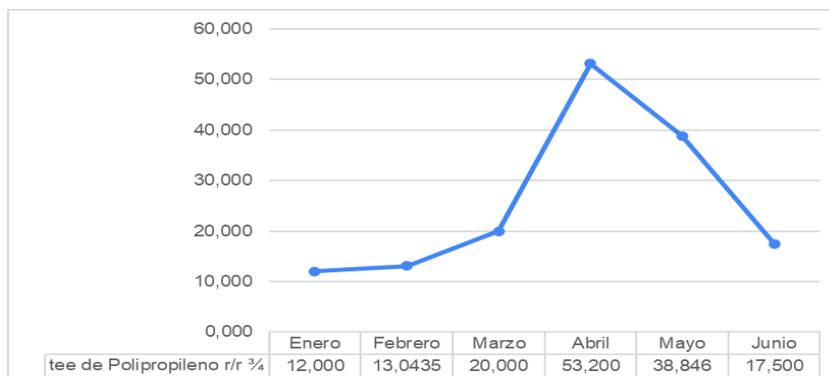
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tee de polipropileno r/r ¾**

El producto “Tee de polipropileno r/r ¾” de acuerdo a la figura 39 mostró mayor demanda en el mes de abril con 53,20. Mientras que, los meses de menor rotación fueron enero y febrero con 12,00 y 13,04 respectivamente.

**Figura 39**

*Demanda promedio mensual del producto "Tee de polipropileno r/r ¾"*



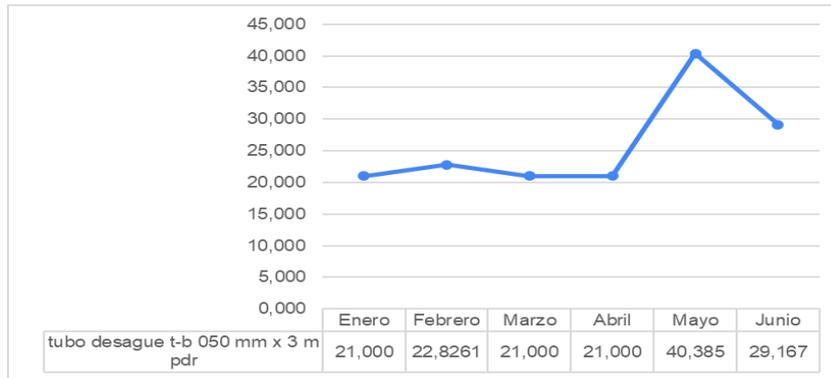
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo desagüe t-b 050 mm x 3 m pdr**

Según la figura 40, el producto “Tubo desagüe t-b 050 mm x 3 m pdr” presentó mayor demanda en el mes de mayo con 40,38. No obstante, el mes de menor rotación fueron enero, marzo y abril con 21,00.

**Figura 40**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe t-b 050 mm x 3 m pdr"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tee desagüe 110 mm**

De acuerdo a la figura 41, el producto “Tee desagüe 110 mm” presentó mayor demanda en el mes de abril con 38,40. Por otro lado, el mes de menor demanda fue enero con 4,8. Además, se evidenció un incremento desde el mes de febrero a abril.

**Figura 41**

*Demanda promedio mensual del producto "Tee desagüe 110 mm"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo pvc roscable aa fria ¾x6 340psi**

El producto "Tubo pvc roscable aa fria ¾x6 340psi" según la figura 42 presentó mayor demanda en el mes de marzo con 34,88. Mientras que, el mes de menor rotación fue el de febrero con 16,17.

**Figura 42**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo pvc roscable aa fria ¾x6 340psi"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Reductor buje r mh de polipropileno ¾ x ½**

Según la figura 43, el producto "Reductor buje r mh de polipropileno ¾ x ½" presentó mayor rotación en el mes de mayo con 49,03. Sin embargo, los meses de menor demanda fueron febrero y abril con 13,04 y 15,00 respectivamente.

**Figura 43**

*Demanda promedio mensual del producto "Reductor buje r mh de polipropileno ¾ x ½"*



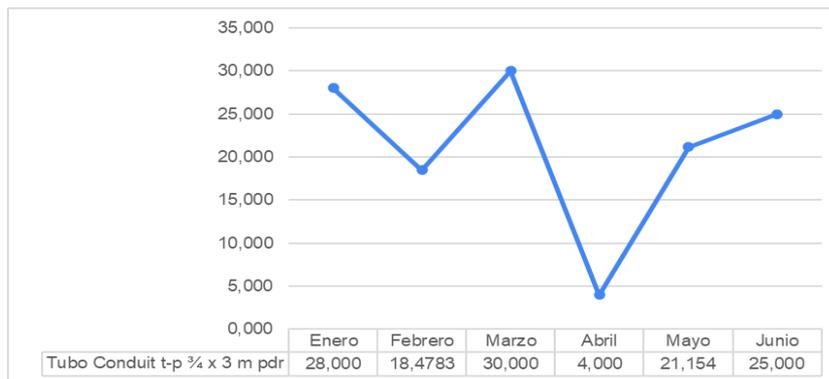
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo conduit t-p ¾ x 3 m pdr**

El producto "Tubo conduit t-p ¾ x 3 m pdr" mostró mayor demanda en el mes marzo con 30,00 seguido de enero con 28,00 de acuerdo a la figura 44. No obstante, el mes de menor rotación fue mayo con 21,15.

**Figura 44**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit t-p ¾ x 3 m pdr"*



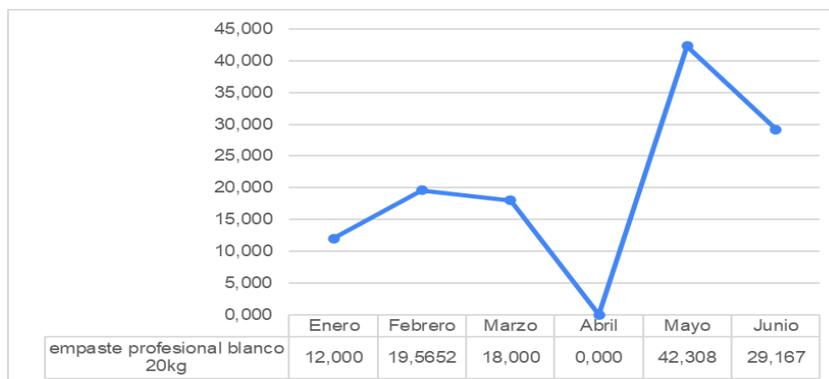
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Empaste profesional blanco 20kg**

De acuerdo a la figura 45, el producto "Empaste profesional blanco 20kg" mostró mayor rotación en el mes de mayo con 42,30. Sin embargo, el mes de menor demanda fue el de abril sin registrar ventas del producto.

**Figura 45**

*Demanda promedio mensual del producto "Empaste profesional blanco 20kg"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Codo de polipropileno r/r h 1 x 90**

El producto "Codo de polipropileno r/r h 1 x 90" mostró mayor rotación en el mes de mayo con 30,76 seguido de junio con 29,16 de acuerdo a la figura 46. Mientras que, el mes de menor demanda fue el de enero y marzo con 12,00.

**Figura 46**

*Demanda promedio mensual del producto "Codo de polipropileno r/r h 1 x 90"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Union de polipropileno r/r ¾**

Según la figura 47, el producto "Union de polipropileno r/r ¾" presentó mayor demanda en el mes de marzo con 29,60. No obstante, el mes de menor rotación fue el de abril con 6,80.

**Figura 47**

*Demanda promedio mensual del producto "Union de polipropileno r/r ¾"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo conduit pesado 3/4 x 3 mt tupasa**

De acuerdo a la figura 48, el producto “Tubo conduit pesado 3/4 x 3 mt tupasa” mostró mayor demanda en el mes de febrero con 23,91 seguido de marzo con 22,40. Mientras que, el mes de menor rotación fue abril y mayo con 7,60 y 6,15 respectivamente.

**Figura 48**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo conduit pesado 3/4 x 3 mt tupasa"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Yee desagüe reductora 110mm a 50mm**

El producto “Yee desagüe reductora 110mm a 50mm” de acuerdo a la figura 49 mostró mayor rotación en el mes de marzo con 24,00. Por otro lado, el mes de menor demanda fue febrero con 6,95.

**Figura 49**

*Demanda promedio mensual del producto "Yee desagüe reductora 110mm a 50mm"*



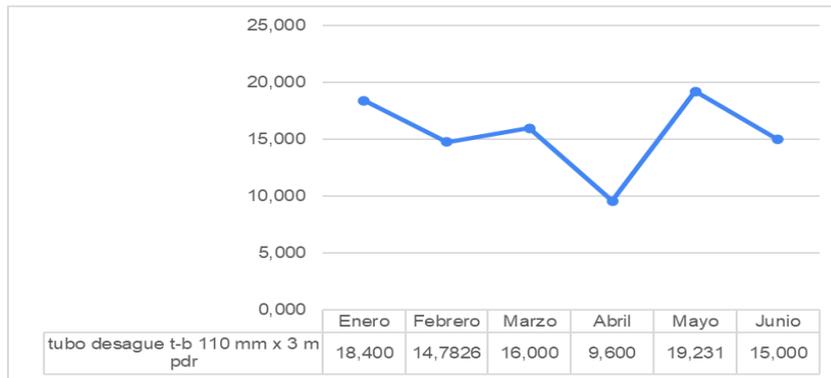
*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo desagüe t-b 110 mm x 3 m pdr**

Según la figura 50, el producto “Tubo desagüe t-b 110 mm x 3 m pdr” presentó mayor rotación en el mes de mayo con 19,23 seguido del mes de febrero con 14,78. No obstante, el mes de menor demanda fue abril con 9,60.

**Figura 50**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo desagüe t-b 110 mm x 3 m pdr"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

- **Tubo rosc. c-80 21.34mmx6m 2.90mpa ½ pdr**

De acuerdo a la figura 51, el producto “Tubo rosc. c-80 21.34mmx6m 2.90mpa ½ pdr” mostró mayor rotación en el mes de marzo con 28,00. Mientras que, el mes de menor demanda fue abril con 4,00

**Figura 51**

*Demanda promedio mensual del producto "Tubo rosc. c-80 21.34mmx6m 2.90mpa ½ pdr"*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

## **2.4 Modelos matemáticos**

El desarrollo del proyecto se dividió en tres métodos, al realizarse en primer lugar la categorización de los productos, donde se determinaron las categorías de los mismos de acuerdo a su prioridad; posteriormente se elaboraron los pronósticos de la demanda, tomando en consideración mayormente los productos de la categoría A y B; y, finalmente se desarrolló la política de inventario, tomando en cuenta los resultados anteriores. Los cuales, serán presentados a continuación de manera más detallada:

### ***2.4.1 Categorización de los productos***

Para la elaboración de la categorización se trabajó con la data otorgada por la empresa, la misma que contaba con 434 productos divididos en 7 categorías: tuberías, tanques y accesorios; cables; soldaduras; iluminación y accesorios eléctricos; pinturas; maquinarias; y, empastes y adhesivos. De tal forma que, se empleó una clasificación ABC de acuerdo a sus prioridades aplicándose la ley de Pareto considerando que el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados.

Por ende, se procedió con el cálculo de la demanda promedio por producto para posteriormente ordenarlo de mayor a menor. Luego, se realizaron los cálculos para obtener el porcentaje de participación, el mismo que se obtuvo al dividir la demanda promedio del producto para el total de la suma de todas las demandas promedios de los productos; y, el porcentaje acumulado, que se obtuvo de ir sumando cada porcentaje de participación. Como resultado, se pudo determinar los productos que corresponden a la categoría A, de mayor demanda; B, de demanda moderada; y, C de baja demanda. Aparte del porcentaje de inversión por cada categoría, que se obtuvo de los resultados finales de las mismas.

Tal como se muestra en la figura 52, se observan los resultados de los cálculos anteriormente mencionados, evidenciándose la categoría a la que pertenecen los productos. Los cálculos aplicados para cada uno, resultó siendo un proceso repetitivo. Pero, al haberse realizado en un software como Microsoft Excel, permitió que se agilizará el mismo.

**Figura 52**

*Formato para realizar la clasificación ABC en Excel*

Código del Producto	Denominación	Promedio Diario	% de Participación	% Acumulado	Clasificación	%
1868	Codo de Polipropileno r/r h ½ x 90	427,7027	9,784%	9,784%	A	
10991	Tubo Conduit Pesado ½ x 3 m	304,22973	6,960%	16,744%	A	
1874	caja Caja Rectangular 1 unidad	250,06757	5,721%	22,464%	A	
1871	Codo desagüe 050 mm x 90	212,56757	4,863%	27,327%	A	
10981	tee de Polipropileno r/r ½	160,94595	3,682%	31,009%	A	
17152	tubo desagüe ec 110 mm x 3 m	136,18243	3,115%	34,124%	A	
11000	Tubo Conduit t-p ½ x 3 m pdr	127,7027	2,921%	37,046%	A	
17155	caja octogonal 1 unidad	126,68919	2,898%	39,944%	A	
17158	tubo pvc roscable aa fría ½x6 420psi	105,87838	2,422%	42,366%	A	
20789	tubo desagüe ec 050 mm x 3 m	105,5473	2,415%	44,781%	A	
10984	union de Polipropileno r/r ½	104,72973	2,396%	47,176%	A	
873	Tubo Conduit Pesado ¾ x 3 m	102,09459	2,336%	49,512%	A	
11002	Codo de Polipropileno r/r h ¾ x 90	88,344595	2,021%	51,533%	A	

*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

#### **2.4.2 Pronósticos de demanda**

Actualmente, esta empresa utiliza el método de medias móviles para sus pronósticos de demanda y aunque, este método es sencillo y efectivo para situaciones en las que los datos no presentan una tendencia clara o estacionalidad, creemos que se puede mejorar la precisión de los pronósticos mediante la implementación de métodos más sofisticados. Por esta razón, proponemos el uso de Suavizamiento Exponencial Simple y Suavizamiento Exponencial Doble, utilizando parámetros específicos de suavizamiento para cada método.

En el método de Suavizamiento Exponencial Simple, se seleccionó un valor de  $\alpha = 0.1$ , este método de pronóstico es adecuado para series temporales que no presentan tendencias o estacionalidades significativas. El parámetro de suavizamiento  $\alpha$  define cuánto peso toma los datos recientes en comparación a los datos históricos. Un valor bajo de  $\alpha$ , como 0.1, permite que el modelo sea más estable y menos reactivo a las fluctuaciones bruscas, lo cual es beneficioso cuando se espera que la demanda sea relativamente constante. Al emplear el parámetro seleccionado, se da prioridad a la estabilidad y suavidad en los pronósticos, minimizando el impacto de la variabilidad aleatoria.

De esta manera, la selección de  $\alpha = 0.1$  para este método busca mantener pronósticos estables en contextos de demanda constante, minimizando el impacto de las fluctuaciones aleatorias. La notación empleada para este método fue el siguiente:

$F(t)$  = El último pronóstico

$Y(t)$  = El último valor observado

$\alpha$  = Alfa experimental

Posteriormente, la fórmula empleada fue la que se muestra a continuación:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha \cdot (Y_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.1)$$

En el caso del Suavizamiento Exponencial Doble para el análisis se tomaron valores de  $\alpha = 0.2$  y  $\beta = 0.2$ , conocido también como el método de Holt es una extensión del suavizamiento simple que permite captar tanto el nivel como la tendencia de los datos. Un valor de  $\alpha = 0.2$  implica que se da un peso moderado a los datos recientes, lo que permite al modelo ajustarse a los cambios sin ignorar completamente la historia. Este valor equilibra la influencia de las observaciones recientes con los datos históricos, ofreciendo una respuesta gradual a las variaciones en la demanda. En resumen, la elección de parámetro para el Suavizamiento Simple se basa en la necesidad de obtener pronósticos estables para una demanda que se considera relativamente constante. Esto está alineado con la aplicación de un método de medias móviles, donde se busca suavizar la serie temporal para evitar reacciones a cambios aleatorios.

El valor de  $\beta = 0.2$  en el Suavizamiento Doble regula la actualización de la tendencia en el modelo. Con el valor del parámetro elegido, se asigna una importancia moderada a la tendencia actual, lo que permite que el modelo ajuste la tendencia de manera progresiva y sin reacciones bruscas. Este valor es particularmente útil para capturar tendencias genuinas en los datos sin reaccionar de manera excesiva a las fluctuaciones a corto plazo. Un  $\beta$  más bajo ayuda a suavizar los cambios en la tendencia, reflejando más precisamente las condiciones reales de la demanda a lo largo del tiempo.

### **2.4.3 Modelo de revisión periódica**

El modelo se aplicó a los 49 productos pertenecientes a la categoría A, dado que son los que presentan mayor prioridad de acuerdo con el porcentaje de ventas. Para esto, se debió tener en cuenta lo siguiente:

#### **Consideraciones**

- Se pide una cantidad suficiente de producto para tener mayor inventario disponible considerando el que se encuentra en tránsito.
- Requiere de un inventario de seguridad más elevado a comparación del sistema de revisión continua.
- Se puede obtener descuentos por parte del proveedor que se encarga de suministrar los productos de varias referencias al combinarlos en una sola orden de compra

#### **Supuestos**

- El inventario de seguridad hace frente a la incertidumbre de las variaciones que presenta la demanda.
- Al ser la demanda variable y el Lead Time (tiempo de entrega) distinto de 0, se debe asegurar el stock durante el periodo entre el inicio de la compra y la entrega del pedido. Siendo esto durante el periodo de revisión  $T$  y el lead time  $L$ , resultando en  $T+L$ .
- El tiempo de entrega es determinístico, siendo distinto de 0.
- El inventario es revisado periódicamente, definiéndose un plazo periodo  $T$  y posteriormente se revisa el stock.
- En el periodo de revisión, independientemente del nivel de inventario medido se solicita un pedido  $Q$  que es equivalente al nivel de stock inicial, por el tamaño de lote que es variable.

#### **Limitaciones**

- A partir de una fecha determinada, ya no se puede revisar el nivel de inventario hasta la siguiente fecha dado que no se revisa el inventario después de cada movimiento.

- El costo logístico de este sistema es mayor al modelo de revisión continúa dado que debe cubrir la demanda durante el plazo de tiempo de suministro y en el periodo de revisión.

### **Modelo de revisión periódica con distribución normal**

Si los productos de la categoría A poseen una demanda aleatoria y una distribución normal, se aplican fórmulas de acuerdo a la distribución mencionada. Es necesario mencionar las terminologías a emplear en las mismas, puesto que su entendimiento permitirá una mayor comprensión de su uso. Donde:

$u_D$  = Valor promedio de la demanda (u/t)

$\sigma_D$  = Desviación estándar de la demanda (u/t)

$T$  = Periodo de revisión (t)

$L$  = Lead Time o plazo de entrega (t)

$p$  = Nivel de servicio

$I$  = Inventario al momento de realizar el pedido

Por otro lado, se indican los cálculos usados para la elaboración de la política que sigue una distribución normal:

Demanda promedio durante el tiempo entre pedidos:

$$u_{T+L} = (L + T)u_D \quad (2.2)$$

Desviación estándar durante el tiempo entre pedidos

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(L + T)} \sigma_D \quad (2.3)$$

Factor de seguridad

$$z = F^{-1}(p), \text{ donde } F \sim N(0,1) \quad (2.4)$$

Stock de seguridad

$$s = z\sigma_{T+L} \quad (2.5)$$

Consumo promedio

$$CP = u \cdot (T + L) \quad (2.6)$$

Stock Requerido

$$SR = u_{T+L} + s \quad (2.7)$$

Cantidad a pedir:

$$Q = SR - I \quad (2.8)$$

### **Modelo de revisión periódica con distribución exponencial**

Si los productos presentaron una demanda con distribución exponencial, varían las fórmulas. Por ello, a continuación se expone la terminología usada para su posterior cálculo mediante fórmulas, donde:

$u$  = Media

$\lambda$  = Lambda

$T$  = Periodo de revisión (t)

$L$  = Lead Time o plazo de entrega (t)

$p$  = Nivel de servicio

$I$  = Inventario al momento de realizar el pedido

Fórmulas:

Lambda

$$\lambda = \left(\frac{1}{u}\right) \cdot \left(\frac{1}{T + L}\right) \quad (2.9)$$

Stock Requerido

$$SR = \frac{-LN(1 - p)}{\lambda} \quad (2.10)$$

Consumo promedio

$$CP = u \cdot (T + L) \quad (2.11)$$

Stock de Seguridad

$$s = SR - CP \quad (2.12)$$

Cantidad a pedir

$$Q = CR - 1 \quad (2.13)$$

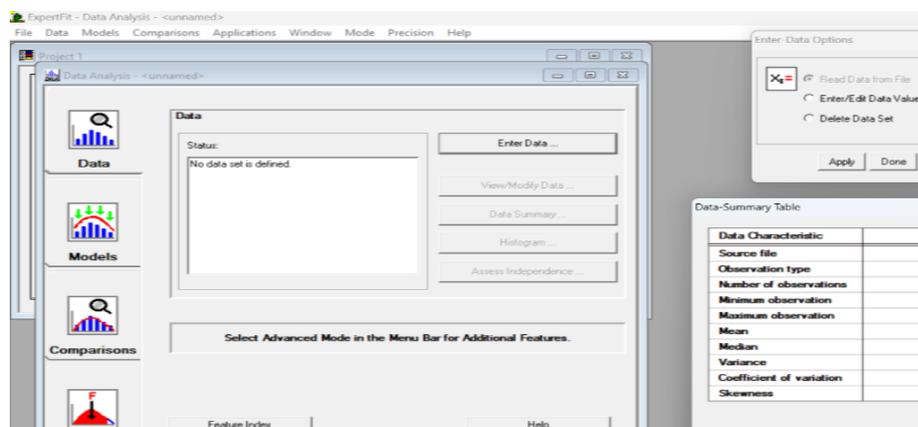
## 2.5 Uso de software

Para el trabajo investigativo realizado en este capítulo, se empleó una base de datos mediante el software de Microsoft Excel otorgada por la misma empresa. Por ende, se pudo realizar el análisis con la información proporcionada, así como cálculos y tablas. Dado que, es un programa de fácil adaptación y manejo para el desarrollo del proyecto. Por ello, luego de tener la información examinada y colocada en una tabla en Excel, se procedió a realizar la categorización de los productos de acuerdo a su prioridad con los cálculos respectivos, así como la elaboración de los gráficos de la demanda mensual. Sin embargo, se tuvo que tomar en consideración que, al requerir de una parte manual, el programa es susceptible a errores y puede arruinar el proceso.

Posteriormente, se realizó el pronóstico de la demanda, la misma que se ejecutó mediante Experfit para el ajuste de distribución, este se encontraba incluido como componente de FlexSim, un software de simulación de eventos discretos o continuos. Este programa se usó dada la precisión que posee para identificar automáticamente la distribución de probabilidad que se adapta mejor al conjunto de datos, incluyendo la forma gráfica de visualizarlo como su bondad de ajuste tal como se muestra en la figura 53. No obstante, su uso se ve limitado a versiones que tengan licencia, así como también se requiere de tiempo para aprender a utilizar de forma adecuada sus funcionalidades.

**Figura 53**

*Manejo de Experfit*



Finalmente, se continuó usando el programa Microsoft Excel para el desarrollo de la política de inventario. Así como la ejecución de esta a través de una simulación realizada en el mismo software a fin de ponerlo en práctica.

## **2.6 Consideraciones éticas y legales**

El proyecto de optimización de la política de inventario se encontró en la intersección de múltiples consideraciones éticas y legales que fueron cuidadosamente abordadas para garantizar una implementación responsable y conforme a la normativa vigente. Este enfoque no solo asegura el cumplimiento legal, sino que también refuerza la posición ética de la empresa en el mercado, generando confianza entre todos los agentes involucrados.

En el ámbito de la protección de datos y privacidad, el proyecto se adhirió estrictamente a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPDP) de Ecuador. Esta ley establece un marco riguroso para el tratamiento de datos, lo que implica que toda la información de clientes y proveedores debe manejarse con el máximo cuidado y respeto por la privacidad. Además, se trabajó desde el consentimiento explícito de los clientes para el uso de sus datos en el análisis y modelado de la política de inventario y crédito. Esto no solo cumple con los requisitos legales, sino que también demostró un compromiso ético con la transparencia y el respeto por la privacidad de los individuos.

En cuanto a la normativa contable y financiera, el proyecto se alineó con las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), con especial atención a la NIC 2 sobre Inventarios. Esto implica desarrollar metodologías precisas para la valoración del inventario y establecer controles internos que aseguren la exactitud en la contabilización de todas las transacciones relacionadas. Se implementó un sistema de auditoría interna regular para verificar el cumplimiento continuo con estas normas.

Dentro de la economía de la empresa, se busca que la implementación de la política de inventario sea una herramienta que les permita minimizar costos de los pedidos para no manejar excedentes, pero de manera similar, que no existan faltantes de productos que pueda llevar a la empresa a no cumplir con la demanda de sus clientes, causando ventas perdidas o pérdida de clientes, si esto ocurre de manera recurrente.

La ética empresarial fue un componente central en la implementación del proyecto. Se desarrolló un código de ética específico para la gestión de inventario y crédito comercial, que abordó temas como conflictos de interés, trato justo a proveedores y clientes, y transparencia en las operaciones. Este código no será un documento estático, sino que se revisará y actualizará periódicamente para reflejar los cambios en el entorno empresarial y las expectativas sociales.

La transparencia y los reportes regulares fueron fundamentales para mantener la confianza de todos los agentes involucrados. Se establecieron mecanismos de reporte periódico sobre la implementación y resultados de la nueva política, tanto para agentes internos como para autoridades reguladoras cuando sea necesario. Estos reportes no solo cumplieron con los requisitos legales, sino que también sirvieron como una herramienta de comunicación para demostrar el compromiso de la empresa con prácticas éticas y sostenibles.

Finalmente, la adaptabilidad a cambios regulatorios fue una característica clave del proyecto. La política de inventario y crédito se diseñó de manera flexible, permitiendo ajustes rápidos ante posibles cambios en la legislación o regulaciones del sector. Se estableció un equipo dedicado a monitorear continuamente el entorno regulatorio y proponer ajustes proactivos a la política cuando sea necesario.



## Capítulo 3

### 3. Resultados y análisis

En este capítulo se detallaron los resultados derivados de la aplicación de la metodología mencionada en el capítulo anterior. En primer lugar, se empleó la técnica de clasificación ABC para la categorización de los productos y modelos de pronóstico de demanda. Con respecto a la data proporcionada por la empresa, se decidió por manejar la información por semanas dado que aglomeraba mejor la misma para proceder con los modelos, teniendo un total de 26 semanas. Finalmente, se llevó a cabo la elaboración de las políticas de inventario para cada producto centrándose más en los de mayor rotación, con el fin de realizar una macro que automatice este proceso.

#### 3.1 Productos obtenidos de la clasificación ABC

Según la tabla 3, 49 han sido clasificados como categoría A siendo el 11% de artículos que hacen referencia al 79,99% de productos vendidos en el 2024. Por otro lado, los 82 productos clasificados como categoría B representan el 19% de productos vendidos y, por último, los 303 productos representan el 70%.

**Tabla 3**

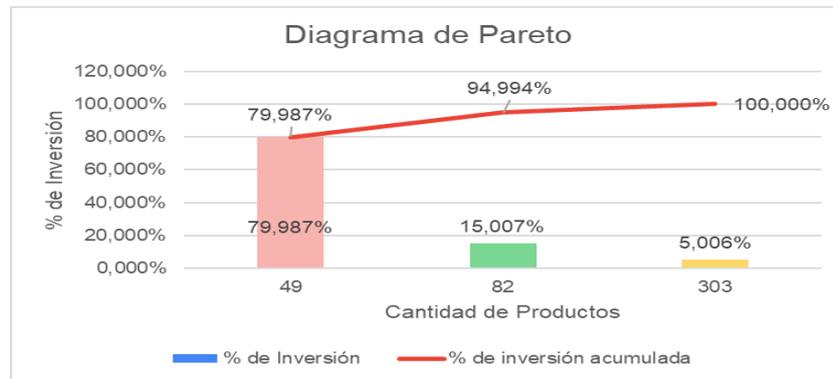
*Clasificación ABC por criterio de mayor demanda*

%	Zona	Cantidad	% Artículos	% Acumulado	% de Inversión	% de Inversión Acumulada
0-80%	A	49	11%	11,29%	79,99%	79.99%
80%-95%	B	82	19%	30,18%	15,01%	94,99%
95%-100%	C	303	70%	100,00%	5,01%	100,00%
<b>Total</b>		<b>434</b>	<b>100%</b>		<b>100,00%</b>	

De acuerdo con la figura 55, se muestra gráficamente lo detallado en la tabla 3. Mediante el cual se observan los porcentajes de inversión y su porcentaje acumulado para cada categoría. Siendo la categoría A la de mayores productos vendidos a comparación de la categoría C que representa solo un 5,01%.

**Figura 55**

*Diagrama de Pareto con respecto a los productos más vendidos*



*Nota.* Datos obtenidos de la información compartida por la empresa (2024)

### 3.2 Productos analizados

Se decidió por trabajar con los 49 productos que pertenecen a la categoría A, considerando la data de estos por semana y no por mes; puesto que, agrupaban de mejor manera la información. De esta manera, se procedió a llevar a cabo los pronósticos de la demanda, tanto en el programa de RStudio como en el de FlexSim; el análisis de costos; y, la comparación de resultados con respecto a las ventas del año anterior. De acuerdo con la tabla 2, se muestran los códigos de los 49 artículos junto con su participación relativa y acumulada del inventario.

**Tabla 4**

*Participación relativa y acumulada de los productos de categoría A*

Código	Demanda Promedio	% de Participación	% Acumulado
1868	427,7027	9,784%	9,784%
10991	304,22973	6,960%	16,744%
1874	250,06757	5,721%	22,464%
1871	212,56757	4,863%	27,327%
10981	160,94595	3,682%	31,009%
17152	136,18243	3,115%	34,124%
11000	127,7027	2,921%	37,046%
17155	126,68919	2,898%	39,944%
17158	105,87838	2,422%	42,366%
20789	105,5473	2,415%	44,781%
10984	104,72973	2,396%	47,176%
873	102,09459	2,336%	49,512%
11002	88,344595	2,021%	51,533%

30237	81,756757	1,870%	53,403%
10982	72,297297	1,654%	55,057%
10985	69,763514	1,596%	56,653%
1377	65,135135	1,490%	58,143%
1877	58,513514	1,339%	59,482%
2485	52,702703	1,206%	60,687%
17303	49,324324	1,128%	61,816%
2291	47,466216	1,086%	62,901%
20790	41,013514	0,938%	63,840%
17161	35,810811	0,819%	64,659%
13957	35,135135	0,804%	65,463%
12013	34,736486	0,795%	66,257%
13961	33,783784	0,773%	67,030%
19625	33,567568	0,768%	67,798%
11650	33,378378	0,764%	68,562%
31482	32,77027	0,750%	69,311%
17593	32,027027	0,733%	70,044%
2484	30,540541	0,699%	70,743%
17304	28,581081	0,654%	71,396%
949	27,905405	0,638%	72,035%
903	26,722973	0,611%	72,646%
30772	26,689189	0,611%	73,257%
30771	26,351351	0,603%	73,859%
13956	26,081081	0,597%	74,456%
1388	26,013514	0,595%	75,051%
17594	25,945946	0,594%	75,645%
960	24,432432	0,559%	76,204%
1395	24,324324	0,556%	76,760%
1485	21,114865	0,483%	77,243%
17164	20,27027	0,464%	77,707%
25087	19,594595	0,448%	78,155%
945	17,702703	0,405%	78,560%
18729	15,885135	0,363%	78,923%
874	15,743243	0,360%	79,284%
11017	15,540541	0,356%	79,639%
11331	15,202703	0,348%	79,987%

### 3.3 Estadísticas

El uso del software Experfit, que vino incluido como paquete en el programa de FlexSim, permitió determinar la distribución de la demanda a la que se aproximan cada uno de los productos que conforman la categoría A. Según la tabla 3, se puede evidenciar los códigos de los productos que conforman tal categoría con su distribución, media y desviación estándar.

Adicionalmente, se evidenció en mayor medida la distribución normal en 36 productos, mientras que 13 artículos seguían una distribución exponencial.

**Tabla 5**

*Distribución de la demanda para cada producto de la categoría A*

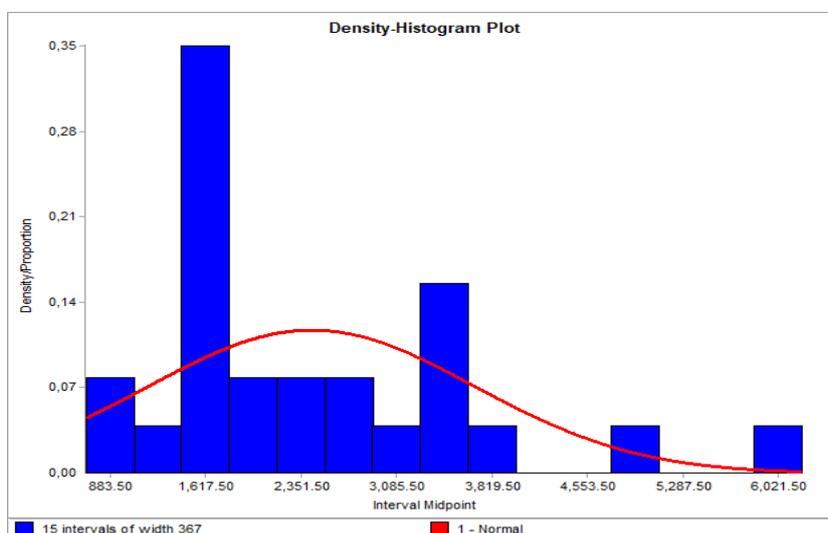
<b>Código</b>	<b>Distribución</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
1868	Normal	2434,615	1261,152
10991	Normal	1731,769	1087,350
1874	Normal	1423,462	718,253
1871	Normal	1210,000	668,073
10981	Normal	916,154	651,620
17152	Normal	775,192	642,877
11000	Normal	726,923	298,704
17155	Normal	721,154	341,998
17158	Normal	602,692	253,354
20789	Normal	600,808	273,024
10984	Normal	596,154	365,766
873	Normal	581,154	448,190
11002	Exponencial	549,913	
30237	Normal	465,385	407,374
10982	Normal	411,538	191,430
10985	Normal	397,115	296,001
1377	Normal	370,769	286,649
1877	Normal	333,077	290,045
2485	Normal	300,000	239,316
17303	Exponencial	448,483	
2291	Normal	270,192	277,310
20790	Normal	233,462	186,932
17161	Exponencial	396,412	
13957	Normal	200,000	159,374
12013	Normal	197,731	116,660
13961	Normal	192,308	200,720
19625	Normal	191,077	123,030
11650	Normal	190,000	102,333
31482	Exponencial	312,686	
17593	Normal	182,308	161,426
2484	Exponencial	178,889	
17304	Normal	162,692	106,792
949	Normal	158,846	137,064
903	Normal	152,115	84,524
30772	Exponencial	245,670	
30771	Normal	150,000	283,196
13956	Exponencial	167,736	

1388	Exponencial	191,756	
17594	Exponencial	172,402	
960	Normal	139,077	107,179
1395	Exponencial	234,582	
1485	Exponencial	164,194	
17164	Exponencial	166,971	
25087	Normal	111,538	110,732
945	Normal	100,769	92,474
18729	Normal	90,423	74,258
874	Normal	89,615	66,241
11017	Normal	88,462	65,769
11331	Exponencial	85,491	

Por otro lado, se realizaron histogramas para evidenciar de forma gráfica la demanda de cada artículo. Según la figura 56, se muestra una distribución normal para el primer producto de la categoría A con código 1868, siendo validado por la prueba Chi-square con un nivel de significancia del 0,05.

### Figura 56

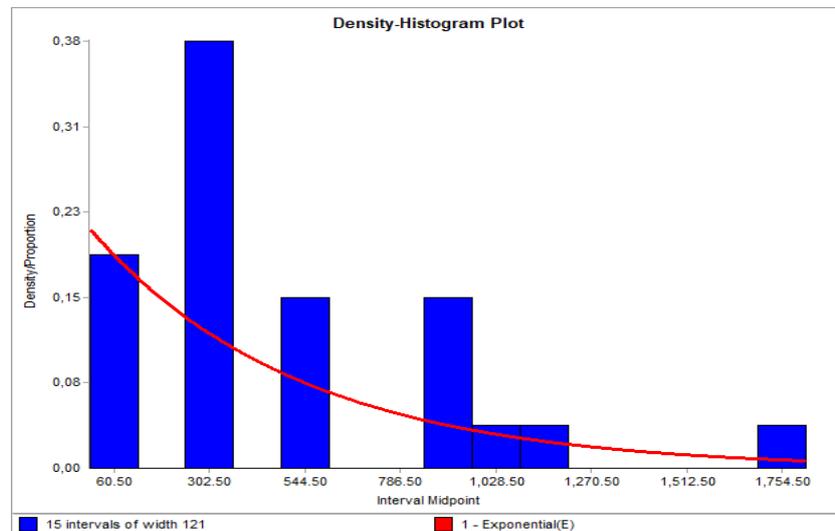
*Distribución normal del producto con código 1868*



Por otro lado, también se elaboraron histogramas para los productos de distribución exponencial. Tal como se muestra en la figura 57, donde el producto con código 11002 evidencia tal distribución, valido por la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Anderson-Darling.

**Figura 57**

*Distribución exponencial del producto con código 11002*



Al haber distinguido las distribuciones que seguía cada producto, se elaboró la política de inventario de revisión periódica de acuerdo con las dos distribuciones identificadas. Se tomó en consideración una probabilidad de 0,95 con un tiempo de revisión de 2 semanas. Además, se tuvo que convertir la unidad de días a semanas en lo que respecta al tiempo de entrega de cada producto para trabajar con las mismas unidades.

### 3.4 Prototipo

**Figura 58**

*Política de revisión periódica para los productos de la categoría A de acuerdo con su distribución*

Orden	Código	Distribución	Media	Desviación Estándar	Lambda	Factor Seguridad	L (días)	L (Semanas)	T+L	Inventario	u(T+L)	Sigma (T+L)	Stock Requerido	Consumo promedio	Stock de Seguridad	Cantidad a enviar
1	1868	Normal	2434,615	1261,152		1,645	3	0,43	2,43	1,650	5,913	1,965	9,145	5,913	3,233	7,495
2	10991	Normal	1731,769	1087,350		1,645	3	0,43	2,43	1,050	4,206	1,695	6,993	4,206	2,787	5,943
3	1874	Normal	1423,462	718,253		1,645	3	0,43	2,43	780	3,457	1,119	5,298	3,457	1,841	4,518
4	1871	Normal	1210,000	668,073		1,645	8	1,14	3,14	780	3,803	1,184	5,751	3,803	1,948	4,971
5	10981	Normal	916,154	651,620		1,645	8	1,14	3,14	700	2,879	1,155	4,779	2,879	1,900	4,079
6	17152	Normal	775,192	642,877		1,645	8	1,14	3,14	750	2,436	1,140	4,311	2,436	1,875	3,561
7	11000	Normal	726,923	298,704		1,645	3	0,43	2,43	365	1,765	465	2,531	1,765	766	2,166
8	17155	Normal	721,154	341,998		1,645	3	0,43	2,43	480	1,751	533	2,628	1,751	877	2,148
9	17158	Normal	602,692	253,354		1,645	3	0,43	2,43	325	1,464	395	2,113	1,464	649	1,788
10	20789	Normal	600,808	273,024		1,645	2	0,29	2,29	308	1,373	413	2,052	1,373	679	1,745
11	10984	Normal	596,154	365,766		1,645	2	0,29	2,29	450	1,363	553	2,272	1,363	910	1,822
12	873	Normal	581,154	448,190		1,645	2	0,29	2,29	525	1,328	678	2,443	1,328	1,115	1,918
13	11002	Exponencial	549,913		0,000796		2	0,29	2,29	750			3,765	1,257	2,509	3,015
14	30237	Normal	465,385	407,374		1,645	2	0,29	2,29	650	1,064	616	2,077	1,064	1,013	1,427
15	10982	Normal	411,538	191,430		1,645	3	0,43	2,43	200	999	298	1,490	999	491	1,290
16	10985	Normal	397,115	296,001		1,645	3	0,43	2,43	350	964	461	1,723	964	759	1,373
17	1377	Normal	370,769	286,649		1,645	3	0,43	2,43	300	900	447	1,635	900	735	1,335
18	1877	Normal	333,077	290,045		1,645	2	0,29	2,29	480	761	439	1,483	761	721	1,003
19	2485	Normal	300,000	239,316		1,645	2	0,29	2,29	300	686	362	1,281	686	595	981
20	17303	Exponencial	448,483		0,000918		3	0,43	2,43	600			3,263	1,089	2,174	2,663
21	2291	Normal	270,192	277,310		1,645	8	1,14	3,14	450	849	492	1,658	849	809	1,208
22	20790	Normal	233,462	186,932		1,645	8	1,14	3,14	250	734	331	1,279	734	545	1,029
23	17161	Exponencial	396,412		0,000803		8	1,14	3,14	400			3,732	1,246	2,486	3,332
24	13957	Normal	200,000	159,374		1,645	3	0,43	2,43	175	486	248	894	486	409	719
25	12013	Normal	197,731	116,660		1,645	2	0,29	2,29	150	452	176	742	452	290	592

### 3.5 Macro

Una vez formulada la política de inventario según las distribución que seguía cada producto ya sea exponencial o normal, se procedió con la elaboración de la macro que consta de 3 botones relacionados a la gestión de los productos, su consulta correspondiente y la cantidad a pedir de acuerdo al inventario como se observa en la figura 59.

**Figura 59**

*Botones con macro asignada*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Nivel de servicio	0,98			Gestionar	Consultar	Pedir				
2		Tiempo de Revisión	2									
3												
4		Orden	Código	Distribución	Media	Desviación Estándar	Lami	Factor Seguridad	L (d)	L (Semana)	T	Invent
5		1	1868	Normal	2434,620	1261,150		2,054	3	0,50	2,50	1650
6		2	10991	Normal	1731,769	1087,350		2,054	3	0,50	2,50	1050
7		3	1874	Normal	1423,462	718,253		2,054	3	0,50	2,50	780
8		4	1871	Normal	1210,000	668,073		2,054	8	1,33	3,33	780

#### 3.5.1 Botón Gestionar

El botón gestionar se diseñó considerando cambios que puedan presentarse con respecto al tiempo de entrega y el inventario, dado que puede ser que el producto tarde menos o más tiempo en llegar a sus instalaciones y el inventario debe irse actualizando por lo que debe ser modificable. Así como también el registro de un nuevo producto, donde se consideró el uso de esta política de inventario para otras sucursales donde sus artículos de mayor venta sean otros. De acuerdo a la figura 60, se muestran 3 botones que serían: buscar. Cambiar y registrar, los cuales permitirán la actualización de la información de los productos.

**Figura 60**

*Macro asignada para el botón gestionar*

Visualizar/Agregar/Eliminar ✕

Código del producto:  Buscar Cambiar Registrar

---

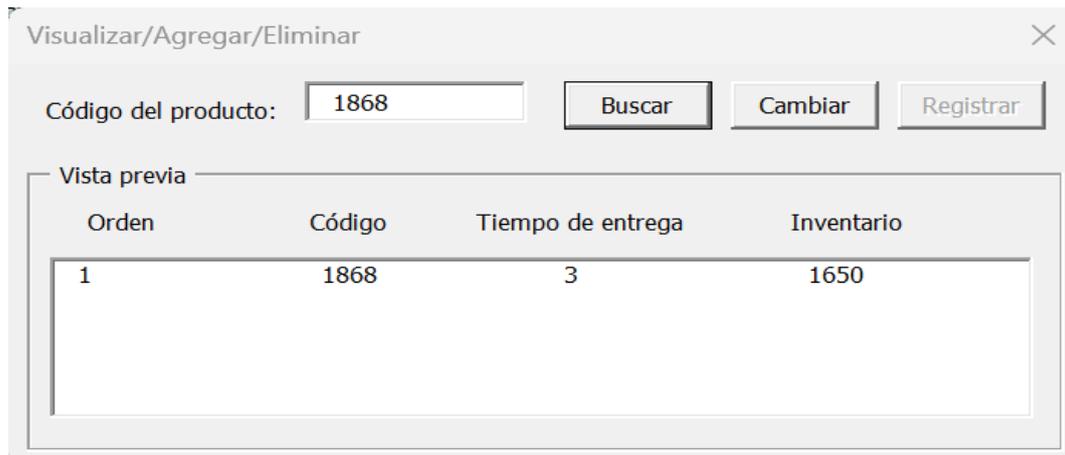
Vista previa

Orden	Código	Tiempo de entrega	Inventario
1	1868	3	1650
2	10991	3	1050
3	1874	3	780
4	1871	8	780
5	10981	8	700
6	17152	8	750

En caso de querer visualizar la información de un producto en específico, se debe de escribir el código del artículo y presionar el botón de buscar. Donde se evidenciará solo la información de este como se observa en la figura 61, además de desactivar el botón de registro ya que no se está registrando un nuevo artículo, sino solo visualizando.

### Figura 61

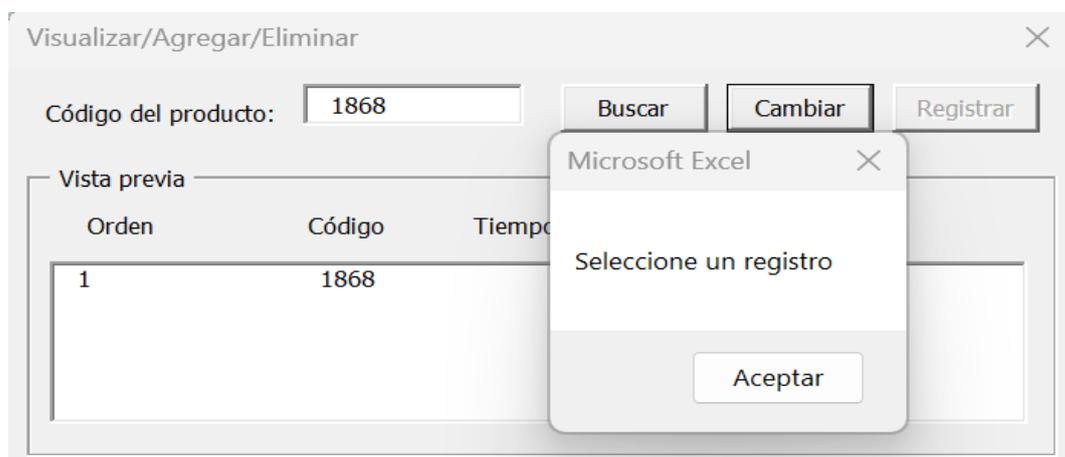
*Función del botón buscar en la macro de gestionar*



Si se desea cambiar el tiempo de entrega o el inventario, se debe presionar el botón de cambiar, habiendo seleccionado el producto a cambiar. Puesto que, en caso de no haber seleccionado, aparecerá un mensaje como recordatorio tal como se muestra en la figura 62.

### Figura 62

*Mensaje como recordatorio de seleccionar el producto*



Una vez seleccionado el producto para posteriormente cambiar la información, se expande la macro mostrando los datos que se pueden modificar de acuerdo a la figura 63. Asimismo, se evidencian otros tres botones: eliminar, modificar y estadísticas. El botón eliminar quita el producto de la base de datos en caso de que ese artículo en alguna otra sucursal no sea de prioridad, así no se lo toma en consideración. Por otro lado, el botón modificar permitiría realizar el cambio del tiempo de entrega, así como del inventario.

**Figura 63**

*Función del botón cambiar en la macro de gestionar*

Visualizar/Agregar/Eliminar

Código del producto:

Vista previa

Orden	Código	Tiempo de entrega	Inventario
1	1868	3	1650

Datos

Orden:

Código del producto:

Tiempo de entrega:

Inventario:

Como se mencionó anteriormente, la política de inventario se diseñó de acuerdo a las distribuciones de sus productos. Por ende, en caso de algún cambio referente a la distribución normal con su media y desviación estándar o la distribución exponencial con su media, se puede modificar al presionar el botón de estadísticas, la misma que expande la macro mostrando los datos que antes tenía de acuerdo a la figura 64. Para cambiar los datos de la distribución solo se debe presionar el botón de editar.

### Figura 64

Función del botón estadísticas en la macro de gestionar

The screenshot shows a software window titled "Visualizar/Agregar/Eliminar" with a close button (X) in the top right corner. The interface is divided into several sections:

- Top Section:** A search bar labeled "Código del producto:" with the value "1868" entered. To the right are three buttons: "Buscar", "Cambiar", and "Registrar".
- Vista previa (Preview):** A table with the following data:

Orden	Código	Tiempo de entrega	Inventario
1	1868	3	1650
- Datos (Data):** A form with four input fields: "Orden:" (1), "Código del producto:" (1868), "Tiempo de entrega:" (3), and "Inventario:" (1650). To the right of these fields are three buttons: "Eliminar", "Modificar", and "Estadísticas".
- Estadísticas (Statistics):** A form with three input fields: "Distribución:" (Normal), "Media:" (2434,62), and "Desviación Estándar:" (1261,15). To the right of these fields are three buttons: "Editar", "Añadir", and "Limpiar".

Una vez que se realizaron los cambios del artículo, se debe presionar el botón limpiar. Dicho botón volverá al tamaño inicial que tenía, así como se muestra en la figura 65, permitiendo seguir modificando otros artículos si desea el usuario. De tal forma, que mostrará la lista de los productos, evidenciando los cambios realizados.

**Figura 65**

*Función del botón limpiar en la macro de gestionar*

Visualizar/Agregar/Eliminar

Código del producto:

Vista previa

Orden	Código	Tiempo de entrega	Inventario
1	1868	3	1650
2	10991	3	1050
3	1874	3	780
4	1871	8	780
5	10981	8	700
6	17152	8	750

Además, el botón registrar permite agregar nuevos artículos en caso de que el usuario desee, debiendo registrar los campos antes mostrados y presionando el botón añadir tal como se muestra en la figura 66. El botón añadir automáticamente, registrará la información del nuevo producto.

**Figura 66**

*Función del botón registrar en la macro de gestionar*

Visualizar/Agregar/Eliminar

Código del producto:

Vista previa

Orden	Código	Tiempo de entrega	Inventario
1	1868	3	1650
2	10991	3	1050
3	1874	3	780
4	1871	8	780
5	10981	8	700
6	17152	8	750

Datos

Orden:

Código del producto:

Tiempo de entrega:

Inventario:

Estadísticas

Distribución:

Media:

Desviación Estándar:

### 3.5.2 Botón Consultar

El botón consultar se diseñó para visualizar los datos referentes al consumo promedio, inventario requerido, inventario de seguridad y la cantidad a pedir a los proveedores, dichos datos han sido previamente formulados. De acuerdo a la figura 67, se muestra de forma general los datos de todos los artículos, a diferencia del botón gestionar no es necesario escribir el código del producto, sino que presenta un cuadro desplegable que posee todos los códigos de la base de datos para que el usuario seleccione el que solo desea visualizar.

**Figura 67**

*Macro asignada para el botón consultar*



Consulta de Productos

Código del Producto: 1868 [▼] [Buscar] [Visualizar costo]

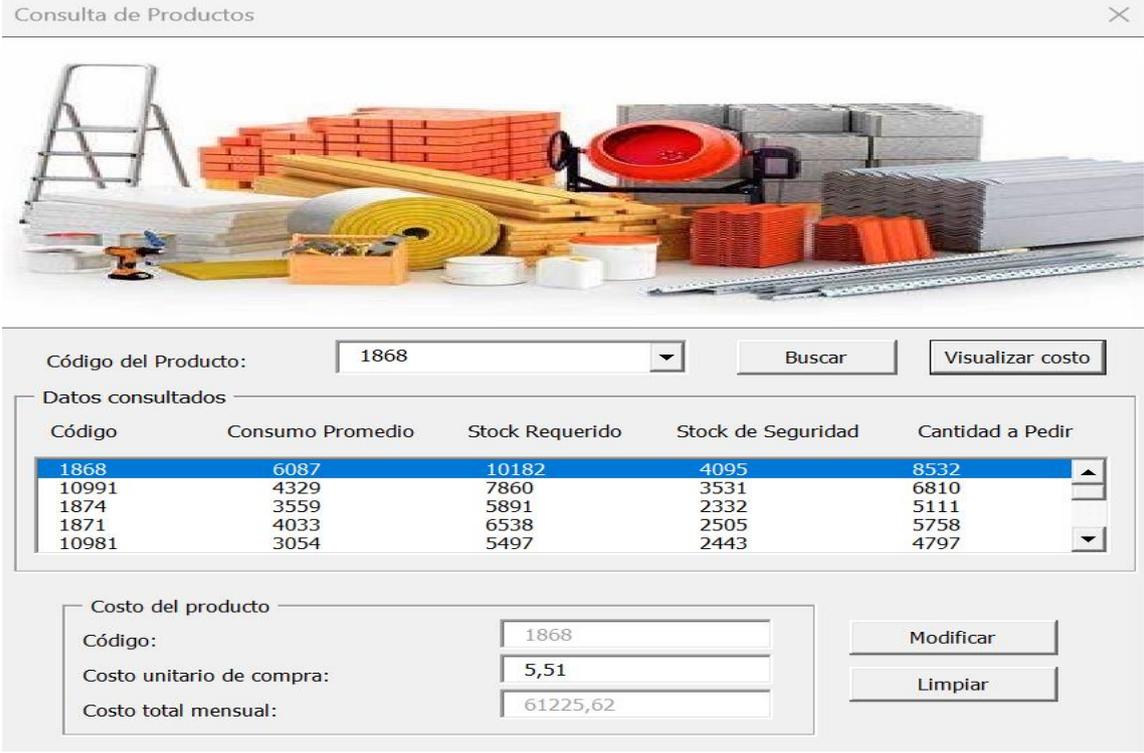
Datos consultados

Código	Consumo Promedio	Stock Requerido	Stock de Seguridad	Cantidad a Pedir
1868	6087	10182	4095	8532
10991	4329	7860	3531	6810
1874	3559	5891	2332	5111
1871	4033	6538	2505	5758
10981	3054	5497	2443	4797

Para visualizar el costo, previamente se tuvo que haber seleccionado la fila del artículo, caso contrario aparecerá un mensaje como recordatorio. De acuerdo a la figura 68, al presionar el botón de visualizar costo, se expande la macro mostrando el costo de pedido

### Figura 68

*Función del botón visualizar costo en la macro de consultar unitario*



The screenshot shows a software window titled "Consulta de Productos" with a close button in the top right corner. Below the title bar is a banner image of various construction materials including a ladder, pipes, and blocks. Below the image is a search interface with a dropdown menu for "Código del Producto:" containing the value "1868", a "Buscar" button, and a "Visualizar costo" button. Below this is a table titled "Datos consultados" with the following data:

Código	Consumo Promedio	Stock Requerido	Stock de Seguridad	Cantidad a Pedir
1868	6087	10182	4095	8532
10991	4329	7860	3531	6810
1874	3559	5891	2332	5111
1871	4033	6538	2505	5758
10981	3054	5497	2443	4797

Below the table is a section titled "Costo del producto" with three input fields: "Código:" (1868), "Costo unitario de compra:" (5,51), and "Costo total mensual:" (61225,62). To the right of these fields are "Modificar" and "Limpiar" buttons.

### 3.5.3 Botón Pedir

El botón pedir se diseñó para actualizar el inventario y a su vez visualizar la cantidad a pedir a los proveedores. De acuerdo a la figura 69, se muestra la información de todos los artículos y para modificar se debe seleccionar el código del artículo en el cuadro despegable, presionar el botón buscar y posteriormente presionar el botón modificar o seleccionar el artículo desde el cuadro de vista previa y presionar modificar.

**Figura 69**

*Macro asignada para el botón pedir*

The screenshot shows a window titled "Pedir" with a search bar containing "1868" and buttons for "Buscar" and "Modificar". Below is a "Vista previa" section with a table:

Código	Inventario	Cantidad a Pedir
1868	1650	8532
10991	1050	6810
1874	780	5111
1871	780	5758
10981	700	4797

Al haber presionado el botón modificar, se expande la macro y muestra el valor del inventario que es apto a modificar. Una vez cambiado el valor se presiona el botón de actualizar que modificará la cantidad en la base de datos tal como se muestra en la figura 70.

**Figura 70**

*Función del botón modificar en la macro de pedir*

The screenshot shows the "Pedir" window with the "Modificar" section expanded. The search bar still shows "1868". The table from Figure 69 is present, with the first row (1868, 1650, 8532) highlighted in blue. Below the table, the "Modificar" section contains input fields for "Codigo" (1868) and "Inventario:" (1650), along with "Actualizar" and "Pedido" buttons.

Por otra parte, el botón pedido expande la macro según la figura 71 y muestra la cantidad a pedir de acuerdo al inventario actualizado. Luego de haber visualizado el nuevo valor de la cantidad a pedir, se puede registrar para su actualización en la vista previa.

### Figura 71

*Función del botón pedido en la macro de pedir*

The screenshot shows a window titled 'Pedir' with a search bar containing '1868' and buttons for 'Buscar' and 'Modificar'. Below this is a 'Vista previa' section containing a table with three columns: 'Código', 'Inventario', and 'Cantidad a Pedir'. The first row is highlighted in blue. Below the table are input fields for 'Codigo' (1868) and 'Inventario:' (1650), with an 'Actualizar' button. A 'Frame3' section contains a 'Cantidad a Pedir' field (8532) and a 'Registrar' button. The 'Pedido' button is also visible.

Código	Inventario	Cantidad a Pedir
1868	1650	8532
10991	1050	6810
1874	780	5111
1871	780	5758
10981	700	4797

De acuerdo a la figura 72, al haber presionado el botón registrar vuelve a su tamaño inicial para que el usuario pueda seguir modificando otros artículos. De tal forma que, puede ir actualizando el inventario a su vez que conoce como puede ir variando la cantidad a solicitar.

### Figura 72

*Función del botón registrar en la macro de pedir*

The screenshot shows the 'Pedir' window in its initial state. The search bar still contains '1868'. The 'Vista previa' table is visible, but the first row is no longer highlighted. The 'Registrar' button is now disabled, and the 'Pedido' button is no longer visible. The 'Actualizar' button remains active.

Código	Inventario	Cantidad a Pedir
1868	1650	8532
10991	1050	6810
1874	780	5111
1871	780	5758
10981	700	4797

### 3.6 Simulación

Según la tabla 6, se pudo evidenciar los resultados de las simulaciones realizadas para cada uno de los productos de la categoría A. Además, se mostró un porcentaje mayor en la demanda atendida a comparación de la no atendida que era mínima. Siendo el 17,727% el mayor porcentaje calculado de demanda no atendida en el producto con código 30771.

**Tabla 6**

*Resumen de las simulaciones realizadas a los productos de categoría A*

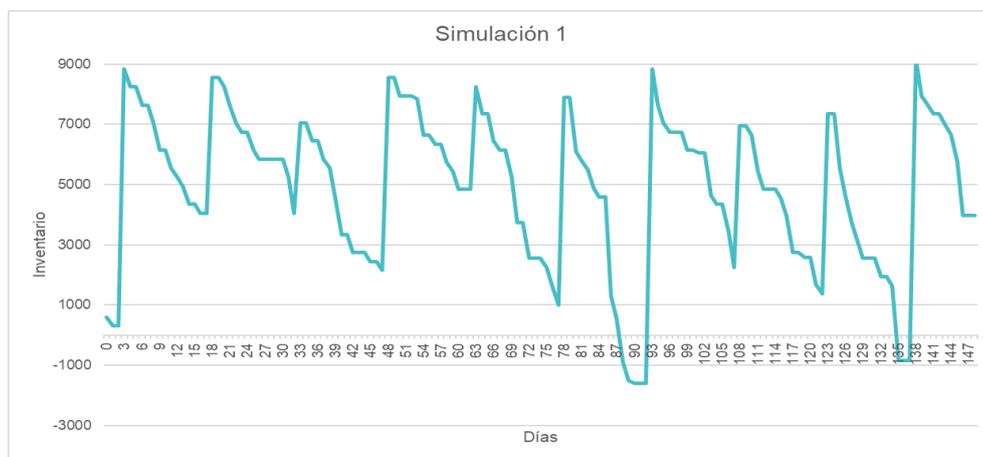
<b>Orden</b>	<b>Producto</b>	<b>% Demanda no Atendida</b>	<b>% Demanda Atendida</b>
1	1868	3,689%	96,311%
2	10991	2,618%	97,382%
3	1874	2,617%	97,383%
4	1871	7,635%	92,365%
5	10981	0,002%	99,998%
6	17152	0,062%	99,938%
7	11000	6,502%	93,498%
8	17155	1,549%	98,451%
9	17158	5,978%	94,022%
10	20789	6,693%	93,307%
11	10984	4,077%	95,923%
12	873	7,573%	92,427%
13	11002	0,000%	100,000%
14	30237	3,129%	96,871%
15	10982	0,082%	99,918%
16	10985	0,000%	100,000%
17	1377	7,109%	92,891%
18	1877	2,960%	97,040%
19	2485	0,000%	100,000%
20	17303	0,000%	100,000%
21	2291	1,037%	98,963%
22	20790	11,913%	88,087%
23	17161	0,000%	100,000%
24	13957	1,882%	98,118%
25	12013	1,179%	98,821%
26	13961	5,724%	94,276%
27	19625	0,474%	99,526%
28	11650	3,630%	96,370%
29	31482	0,000%	100,000%
30	17593	0,421%	99,579%
31	2484	0,334%	99,666%
32	17304	5,921%	94,079%

33	949	3,511%	96,489%
34	903	7,880%	92,120%
35	30772	0,000%	100,000%
36	30771	17,727%	82,273%
37	13956	0,000%	100,000%
38	1388	0,000%	100,000%
39	17594	0,000%	100,000%
40	960	1,518%	98,482%
41	1395	0,000%	100,000%
42	1485	1,275%	98,725%
43	17164	4,557%	95,443%
44	25087	0,000%	100,000%
45	945	4,219%	95,781%
46	18729	3,010%	96,990%
47	874	3,591%	96,409%
48	11017	1,383%	98,617%
49	11331	0,000%	100,000%

De acuerdo a la figura 73, el producto con código 1868 que seguía una distribución normal presentó pedidos pendientes entre los días 88 y 92 con 1605 unidades, y entre los días 135 y 137 con 855 unidades. Para la simulación de este producto, se tomó en consideración 148 días con un inventario total de 66670 unidades. Por ende, el porcentaje de los pedidos no atendidos fue del 4%, siendo el 96% de la demanda atendida.

**Figura 73**

*Simulación de la política de inventario para el producto con código 1868*

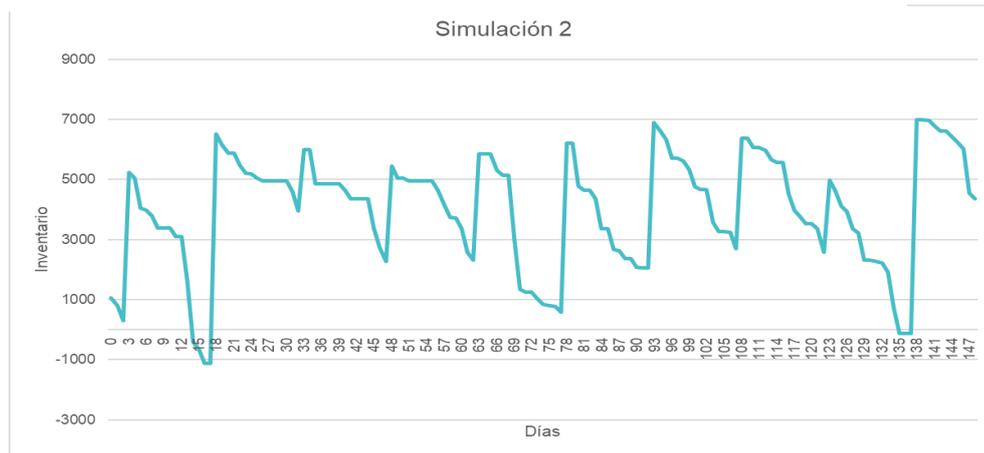


Según la figura 74, el producto con código 10991 que seguía una distribución normal mostró pedidos pendientes entre los días 14 y 17 con 1132 unidades, y entre los días 135 y

137 con 133 unidades. Para la simulación de este producto, se tomó en consideración 148 días con un inventario total de 48319 unidades. Por ende, el porcentaje de los pedidos no atendidos fue del 3%, siendo el 97% de la demanda atendida.

### Figura 74

Simulación de la política de inventario para el producto con código 10991



De acuerdo la figura 75, el producto con código 11002 que seguía una distribución exponencial no presentó pedidos pendientes. Así mismo, para la simulación de este producto se tomó en consideración 148 días con un inventario total de 3765 unidades. Por ende, el porcentaje de los pedidos no atendidos fue del 0%, siendo el 100% de la demanda atendida.

### Figura 75

Simulación de la política de inventario para el producto con código 11002



### 3.7 Análisis de costos

#### 3.7.1 Diferencia de Costos

Para lograr medir la mejora ocasionada por la política, se realizó un análisis de costos donde se tomó la cantidad total pedida por producto durante los 148 días de simulación, y se lo multiplicó por su costo unitario consiguiendo de esa manera un costo semestral, lo que se llevó a un costo mensual para facilitar la comparación

De manera similar, se procedió con la demanda proporcionada de acuerdo a medias móviles y se calculó lo pedido diariamente multiplicándolo por el costo unitario y luego por 30 días para conseguir el valor mensual.

**Tabla 7**

*Diferencia de costos*

<b>Costo mensual total obtenida mediante media móvil</b>	<b>Costo mensual total obtenida mediante la simulación</b>	<b>Diferencia</b>
\$631.314,00	\$564.213,17	\$67.100,83

Se logra observar en la Tabla 7, que existió una mejora de \$67.100,83 que equivale a un 11%. Lo que demostró la efectividad de nuestra propuesta, ya que logró una reducción considerable para los gastos mensuales de la empresa en estudio.

#### 3.7.2 Implementación de la herramienta

Según la tabla 8, para el primer año de implementación de la política de inventario mediante la macro, se tomaron en cuenta varios aspectos, como lo son:

**Tabla 8**

*Costos de implementación de la macro*

<b>Costos de Implementación</b>	
<b>Producto o Servicio</b>	<b>Valor</b>
Creación de macro	\$500 USD fijo
Mano de obra	\$600 USD fijo
Capacitación	\$100 USD fijo
Manual de Guía	\$30 USD fijo
Servicios Básicos (electricidad / internet)	\$150 USD mensual

Licencias de software	\$264 USD anual
Mantenimiento	\$50 USD anual

Se puede observar que los valores relacionados a la creación y primer uso de la macro son valores fijos, pero además son costos que estarían considerados dentro de los costos del primer año, ya que luego de la obtención de la macro, no se volverían a incurrir en estos. De acuerdo a esto, se obtuvo un costo total para el primer año de \$3314,00 incluyendo costos de mantenimiento, servicios básicos y licencias de software.

### **3.8 Entregables**

Con respecto a los entregables que serán otorgados a la empresa son los siguientes:

- Clasificación ABC de acuerdo con la ley de Pareto, donde se evidenciaron los productos de la categoría A analizados en este proyecto según la demanda.
- Análisis de costos, se detalla el cálculo de los costos de pedir y de mantener el inventario. Adicionalmente, se muestra el análisis de la situación actual vs la propuesta.
- Plantilla semiautomática del programa Excel mediante macros, de tal forma que el usuario pueda optimizar el proceso de aplicar las políticas de inventario periódica de acuerdo con su distribución tanto normal como exponencial.

## Capítulo 4

## **4.1 Conclusiones y recomendaciones**

### **4.1.1 Conclusiones**

Se logró determinar una gestión adecuada de los productos tomando en consideración los tiempos de entrega que tenían. Esto fue posible mediante la aplicación de las políticas de inventario de revisión periódica de acuerdo con la distribución de la demanda de cada uno de los artículos, que permitió obtener las cantidades a pedir como también conocer los costos que conllevan.

La política de revisión periódica se elaboró partiendo de conocer qué productos eran los de mayor demanda, a través de la clasificación ABC que permitió determinar la cantidad de productos que formaban parte de la categoría A. Esto permitió centrarse en esos productos con mayor detalle dado que son los que mayor valor de ventas tienen para la empresa y realizarlo de forma personalizada de acuerdo con la distribución de la demanda de tales productos.

Para determinar la distribución de cada producto se hizo uso del software Experfit, además se consideró usar la data de cada producto por semanas; puesto que, aglomeraba mejor la información. De tal forma que, de los 49 productos solo 34 seguían una distribución normal mientras que los 15 productos restantes seguían una distribución exponencial.

El análisis de los distintos pronósticos proporcionó una base sólida para equilibrar los niveles de stock con los costos asociados, lo que es fundamental para una gestión eficiente del inventario. Se espera que la implementación de estos hallazgos conduzca a una optimización significativa de los niveles de inventario mientras se mantiene un nivel de servicio adecuado.

### **4.1.2 Recomendaciones**

- Para la elaboración de la clasificación ABC se pudo haber realizado por un criterio distinto, considerando costos reales y no estimados, a fin de tener una categorización más asertiva con los productos que poseen y no simplemente guiarse por la demanda.

- Es recomendable verificar la distribución de la demanda de cada producto ya que puede seguir una distribución normal, exponencial, uniforme o alguna otra. En caso de comprobar si sigue una distribución normal y este sea rechazado por las tres pruebas de bondad de ajuste, se debe continuar con la distribución exponencial donde con una sola prueba en el que no sea rechazado, es válido. En caso de, que no siga ninguna de las tres distribuciones mencionadas, se debe comprobar ajustando automáticamente la distribución en el programa.
- El usuario puede hacer uso de las macros entregadas siempre y cuando los productos sigan una distribución normal o exponencial como se evidenció en este proyecto para los 49 artículos de la categoría A. Puesto que, al seguir una distribución distinta se emplean otras fórmulas para la elaboración de la política de revisión periódica.

## Referencias

- Abdulah S., A. M. (2015). *Forecast-Driven Inventory Management for the Fast-Moving*. Massachusetts Institute of Technology.
- Darzi, M., & Khakzar, M. (2020). Effects of government's policy on supply chain coordination with a periodic review inventory system to reduce greenhouse gas emission. *Computers & Industrial Engineering*.
- Enríquez Zárate, L. G., & Rodríguez Lozada, M. Á. (2020). Beneficios de utilizar el Análisis ABC en la administración de inventarios en una Pequeña y Mediana Empresa (PyME) comercializadora en Tlaxcala, México. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/02CA2020-01.pdf>
- González, A. (2018). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. In *Revista chilena de ingeniería* (Vol. 28, Issue 1).
- Hanafi, R., Mardin, F., Asmal, S., Setiawan, I., & Wijaya, S. (2019). Toward a green inventory controlling using the ABC classification analysis: A case of motorcycle spares parts shop. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012012>
- Kot, S., Grondys, K., & Szopa, R. (2014). Theory of inventory management based on demand forecasting. *Polish Journal of Management Studies*, 148-156.
- Munyaka, B., Jean-Claude, & Yadavalli, S. (2022). Inventory management concepts and implementations: a systematic review. *South African Journal of Industrial Engineering*.
- Naciones Unidas (2018), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
- Ndlala, P., Mbohwa, C., & Sobiyi, K. (2017). *The application inventory control systems in warehouse*. <https://ujcontent.uj.ac.za/esploro/outputs/conferencePaper/The-application-inventory-control-systems-in/9910563407691>
- Paredes Rodríguez, A. M., Osorio Gómez, J. C., Paredes Rodríguez, A. M., & Osorio Gómez, J. C. (2021). Simulación dinámica de una política de inventario R, S en una cadena de suministro de artículos ferreteros. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 20(39), 185–211. <https://doi.org/10.22395/RIUM.V20N39A11>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). *¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?* Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Wahedi, H., Heltoft, M., Christophersen, G., Severinsen, T., Saha, S., & Nielsen, I. (2023). *Forecasting and Inventory Planning: An Empirical Investigation of Classical and*

Machine Learning Approaches for Svanehøj's Future Software Consolidation.  
*Applied Sciences.*, 13(15):8581.

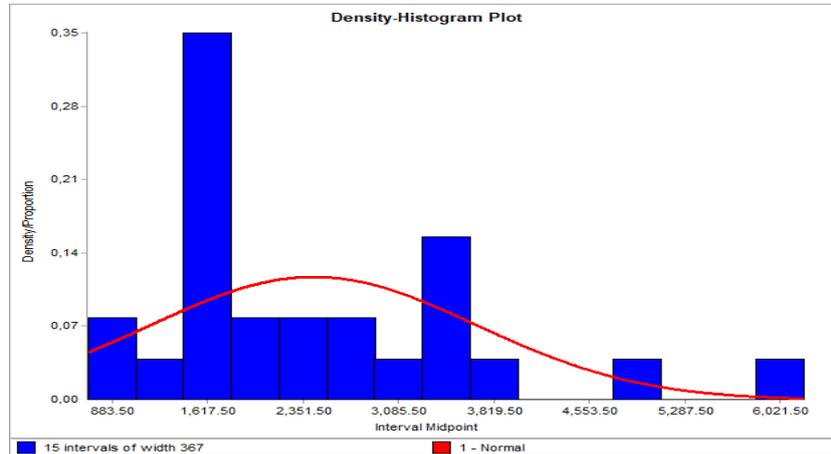
Yue, Z., Xiaobei, S., & Yugang, Y. (2023). Inventory control strategy: based on demand forecast error. *Modern Supply Chain Research and Applications*, pages 74-101.

Zipkin, X., & Chao, P. H. (2008). Optimal Policy for a Periodic-Review Inventory System under a Supply Capacity Contract. *Operations Research* 56, no. 1, 59–68

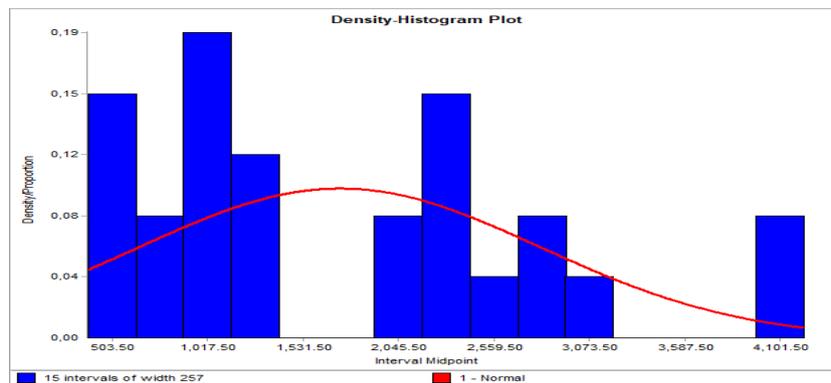
## Anexos

A continuación, se presentan los gráficos de las distribuciones de cada producto de la categoría A obtenidas de Experfit:

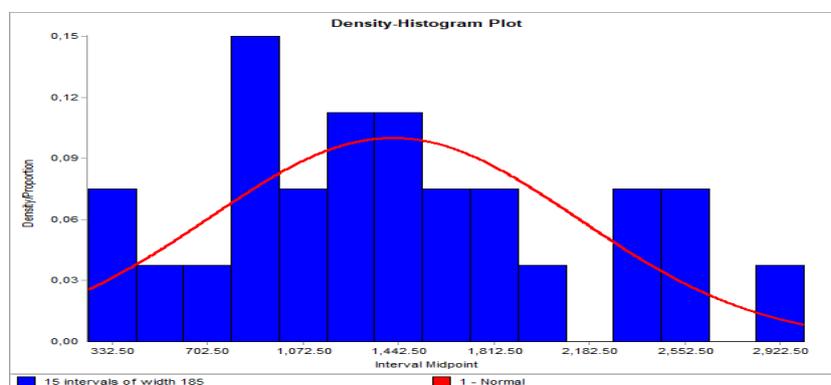
### 1. Código del producto: 1868



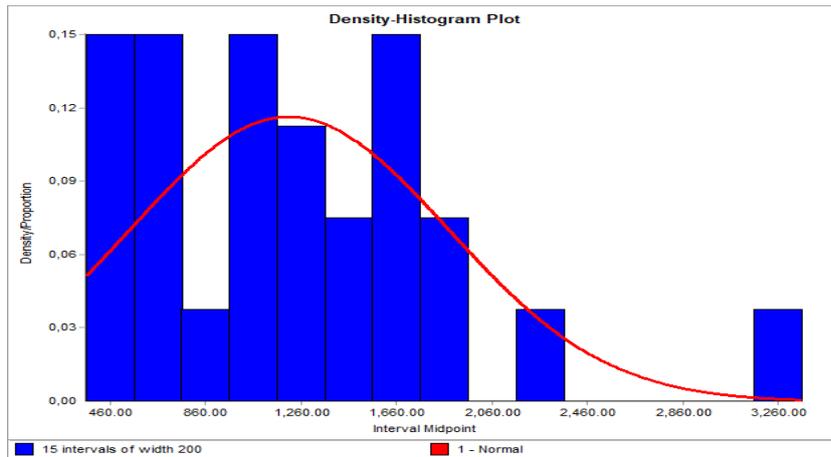
### 2. Código del producto: 10991



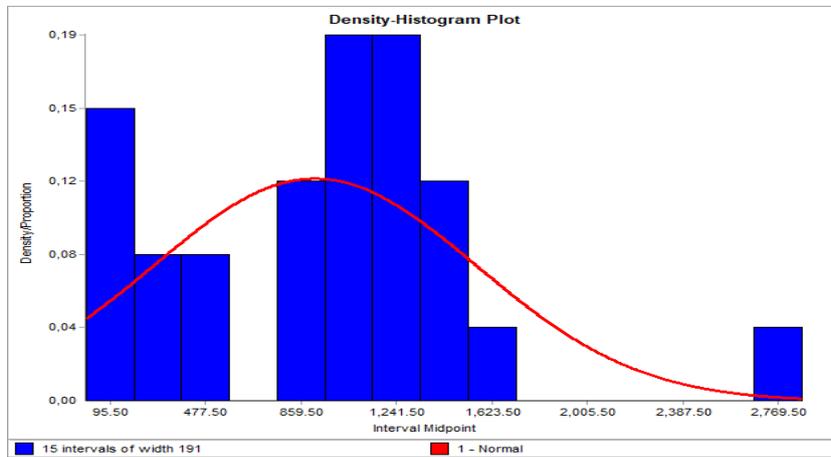
### 3. Código del producto: 1874



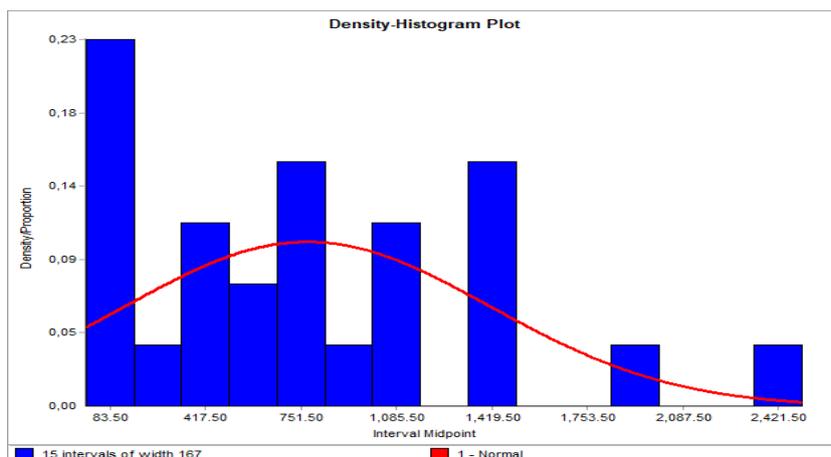
4. Código del producto: 1871



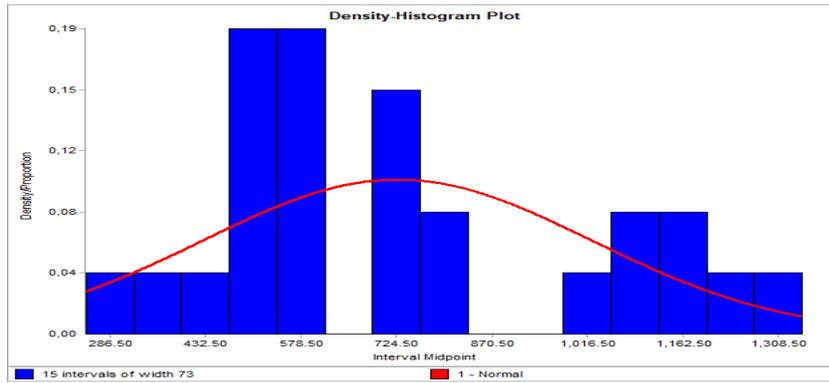
5. Código del producto: 10981



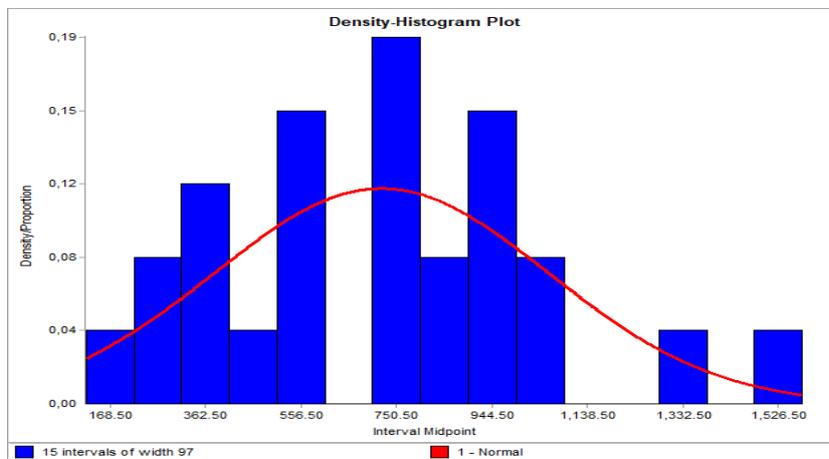
6. Código del producto: 17152



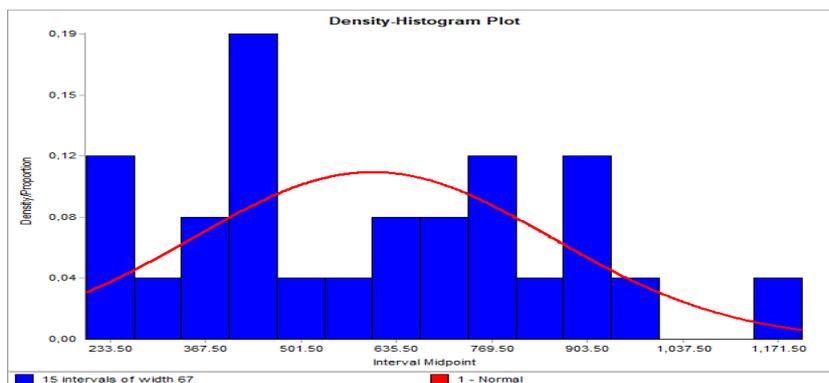
7. Código del producto: 11000



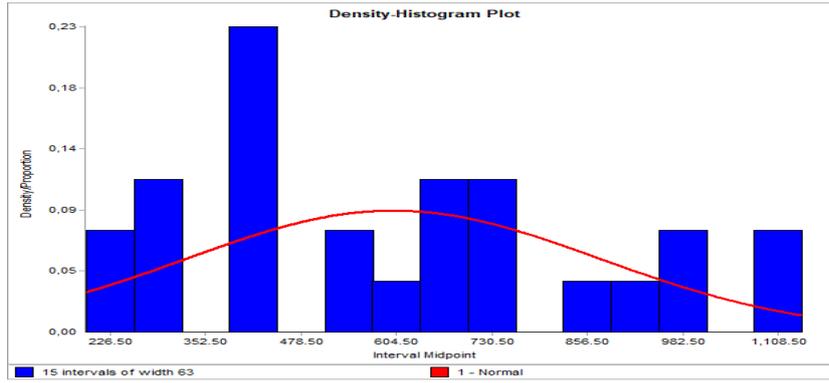
8. Código del producto: 17155



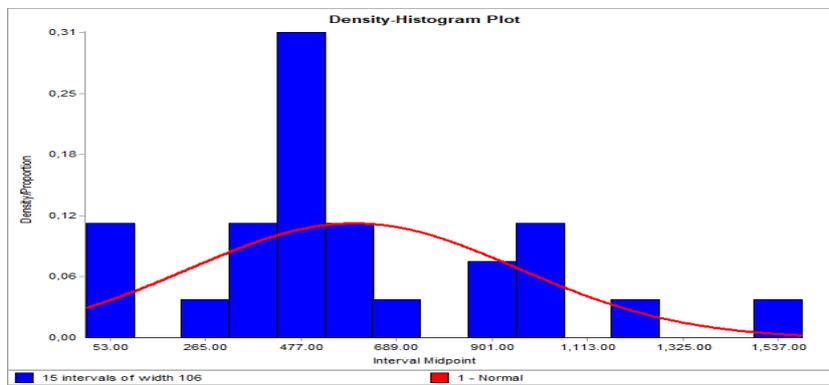
9. Código del producto: 17158



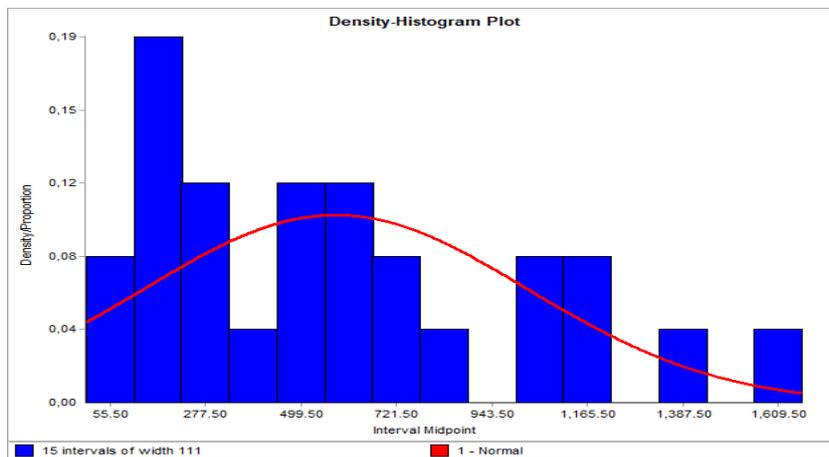
10. Código del producto: 20789



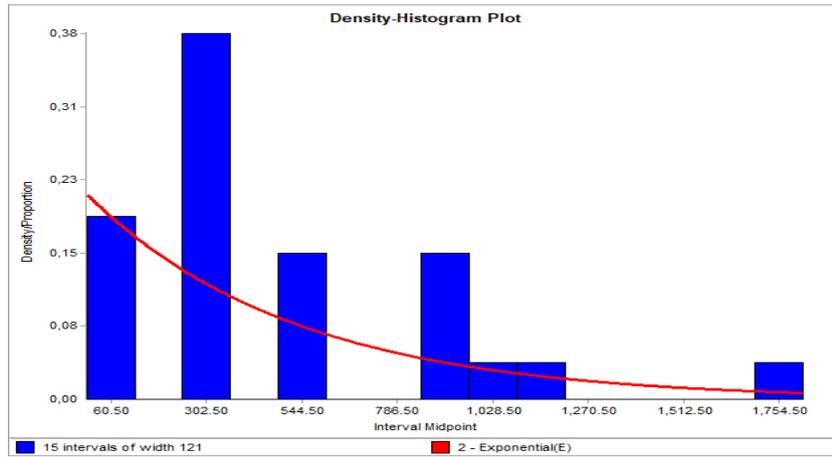
11. Código del producto: 10984



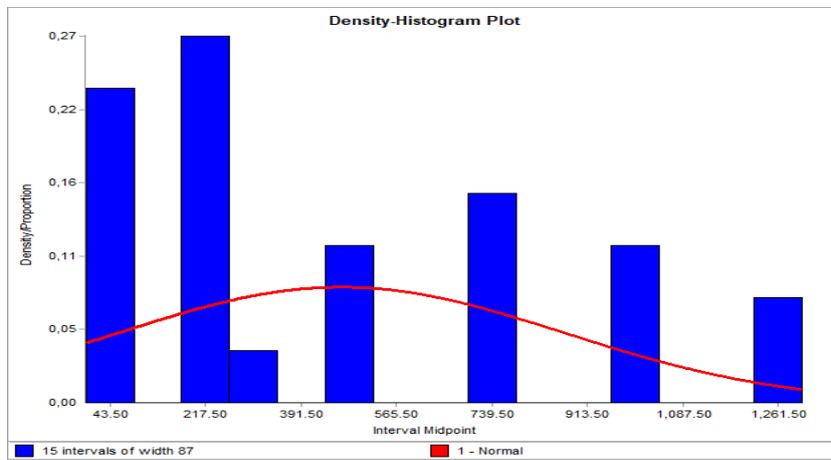
12. Código del producto: 873



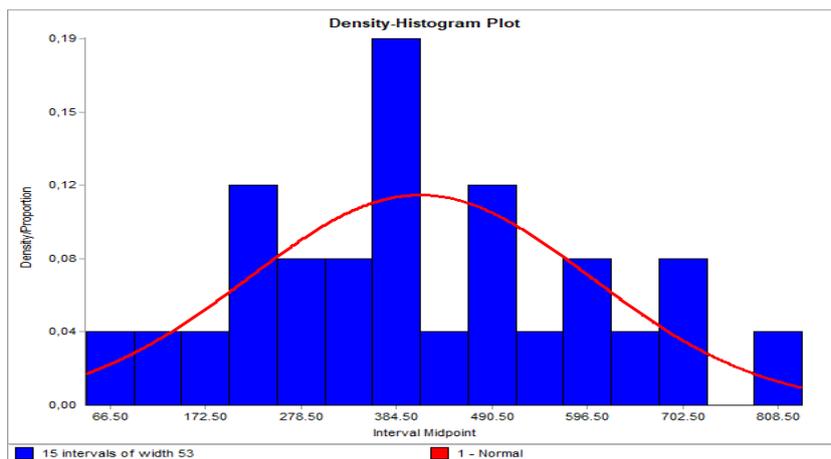
13. Código del producto: 11002



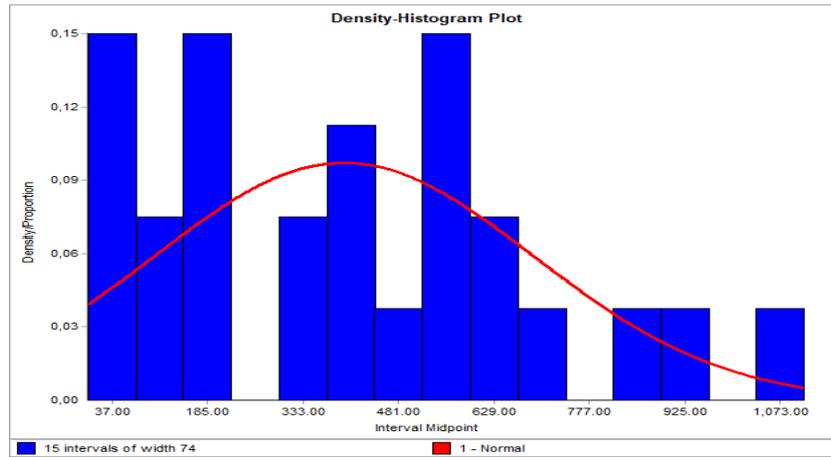
14. Código del producto: 30237



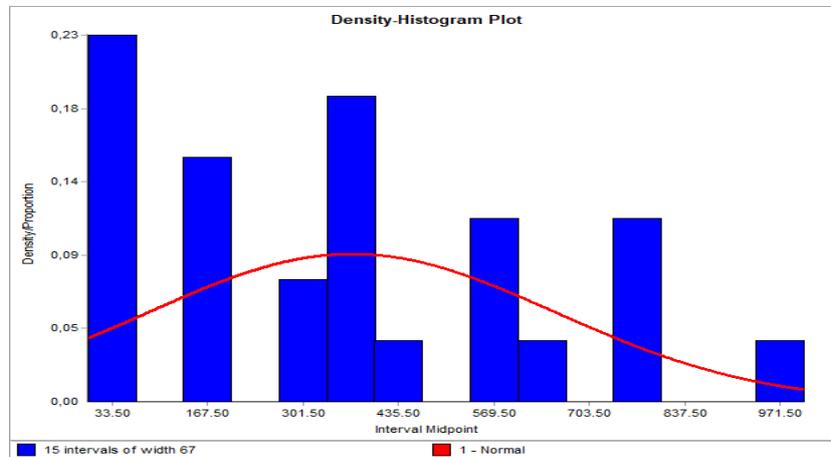
15. Código del producto: 10982



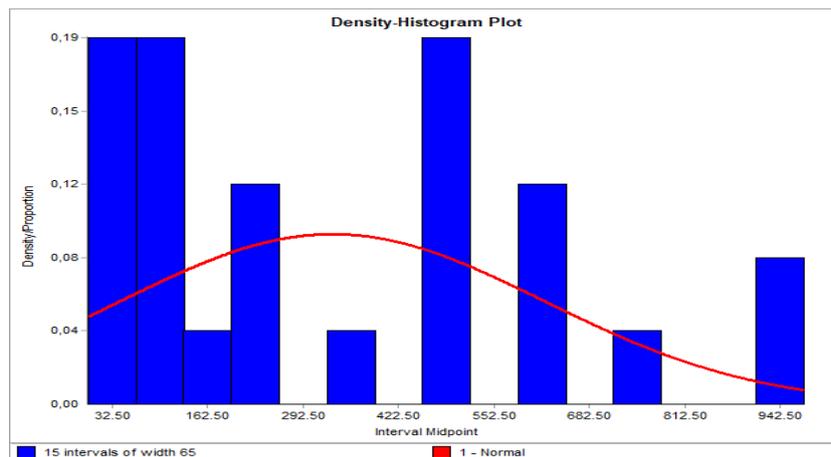
16. Código del producto: 10985



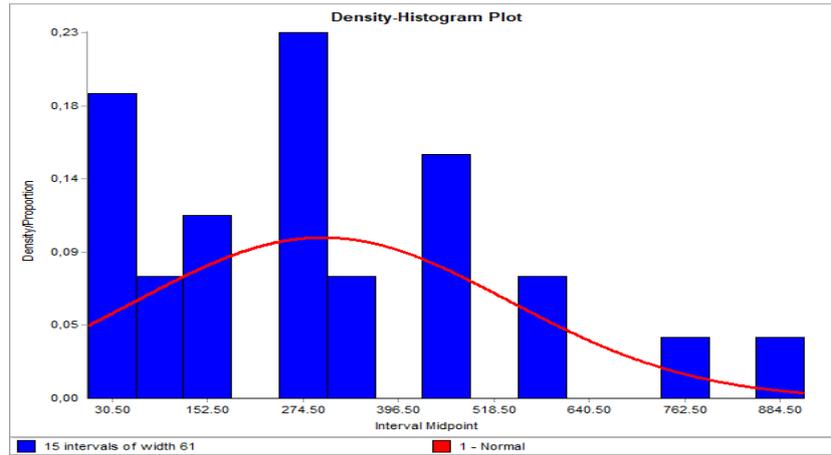
17. Código del producto: 1377



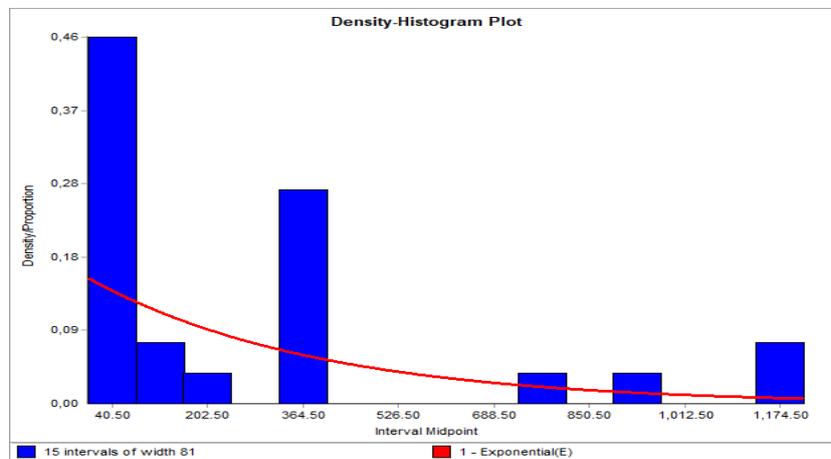
18. Código del producto: 1877



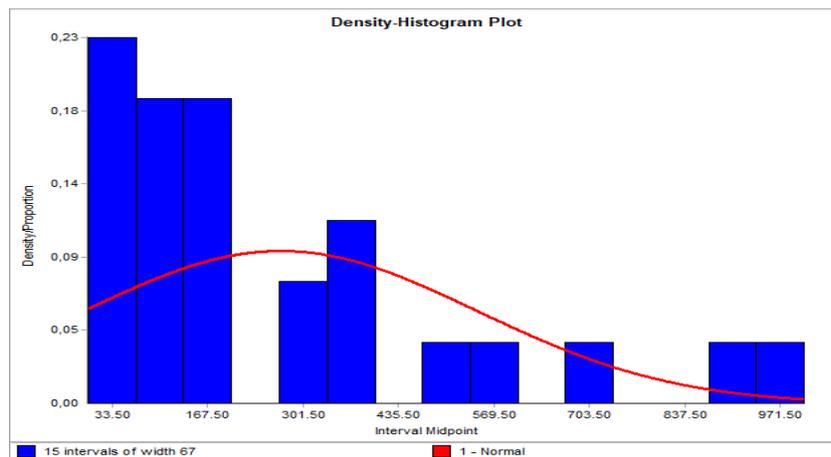
19. Código del producto: 2485



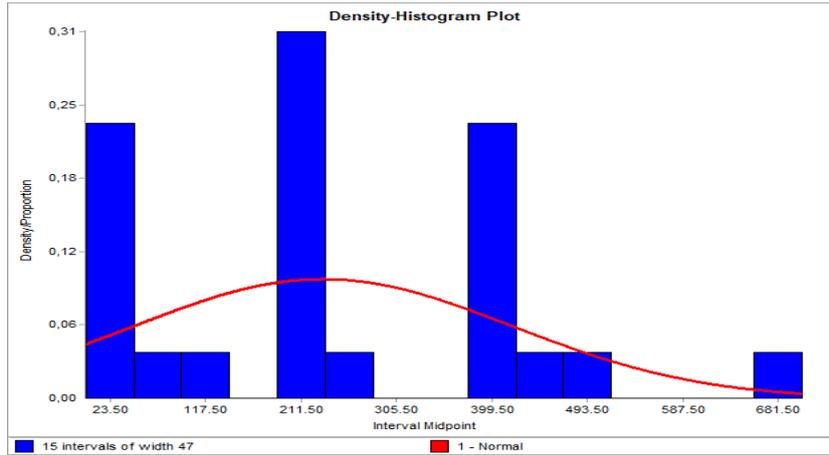
20. Código del producto:17303



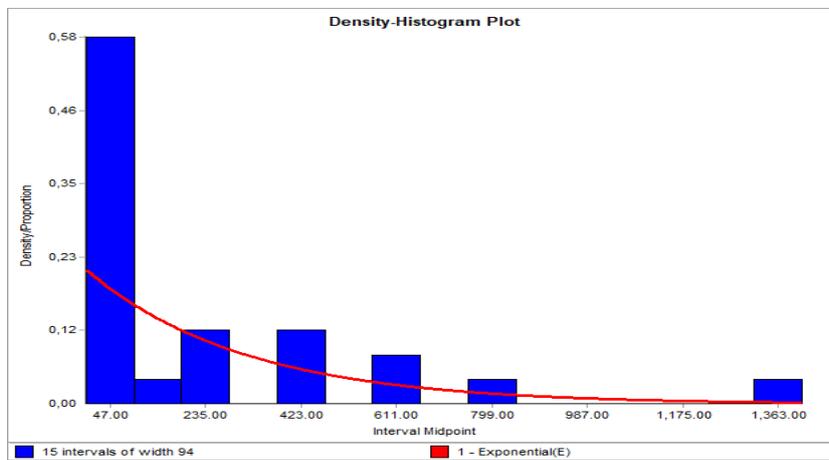
21. Código del producto: 2291



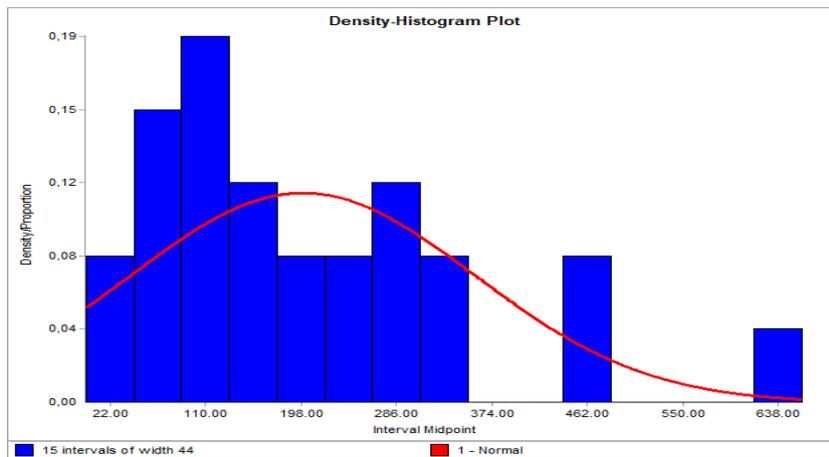
22. Código del producto:20790



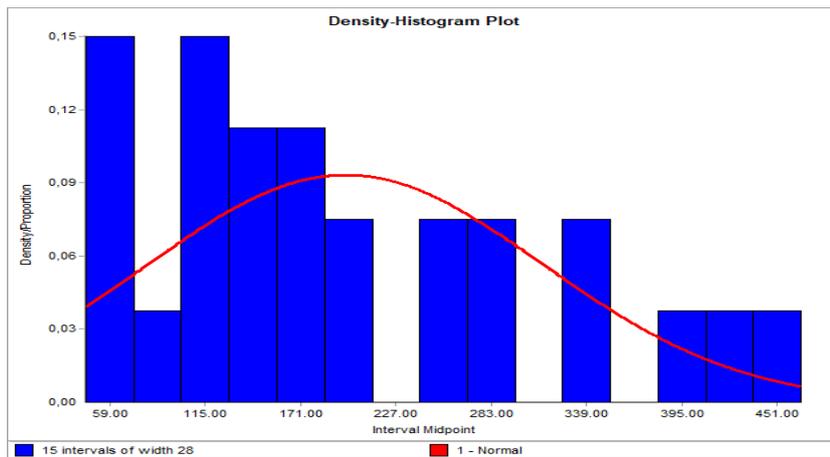
23. Código del producto:17161



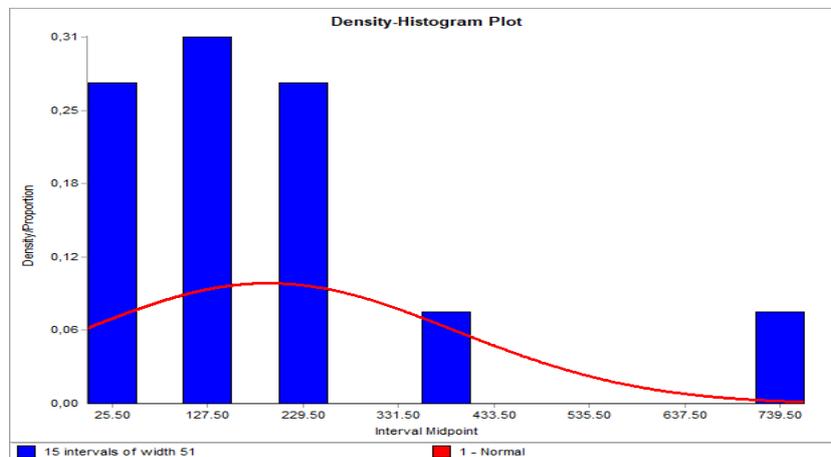
24. Código del producto: 13957



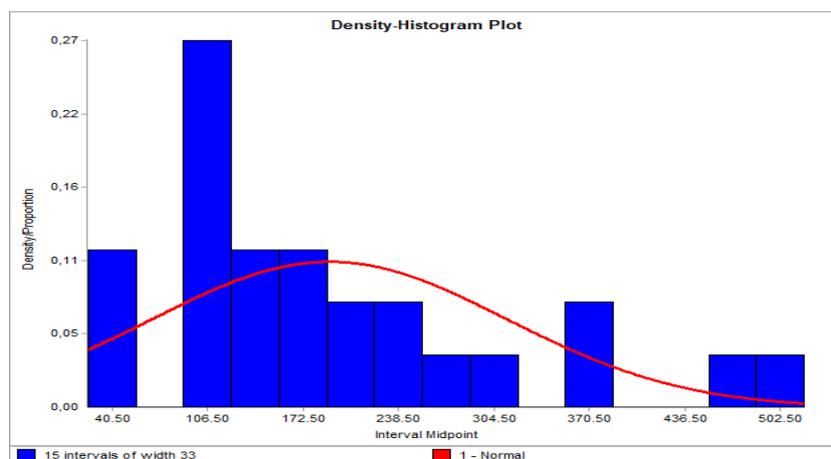
25. Código del producto: 12013



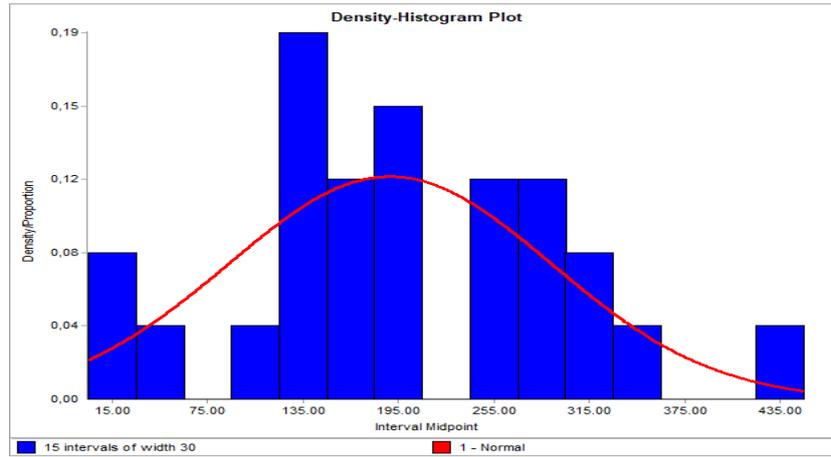
26. Código del producto: 13961



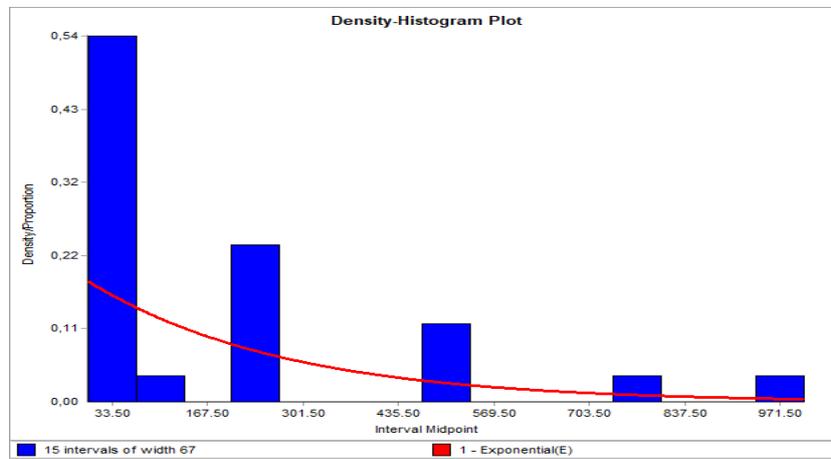
27. Código del producto: 19625



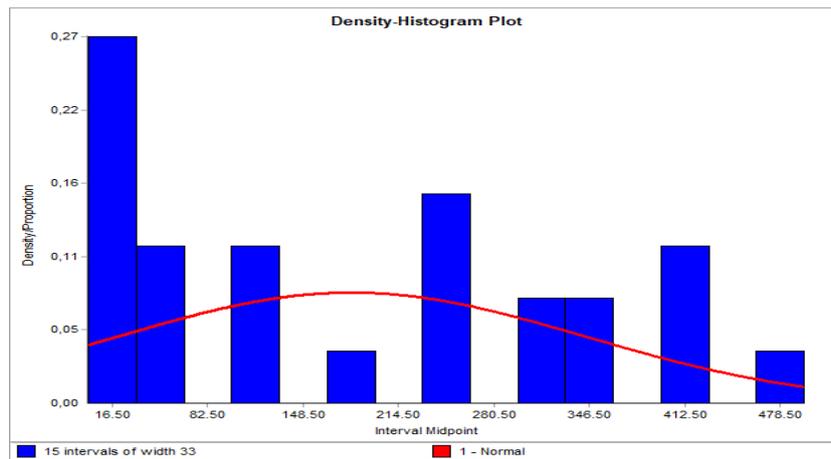
28. Código del producto: 11650



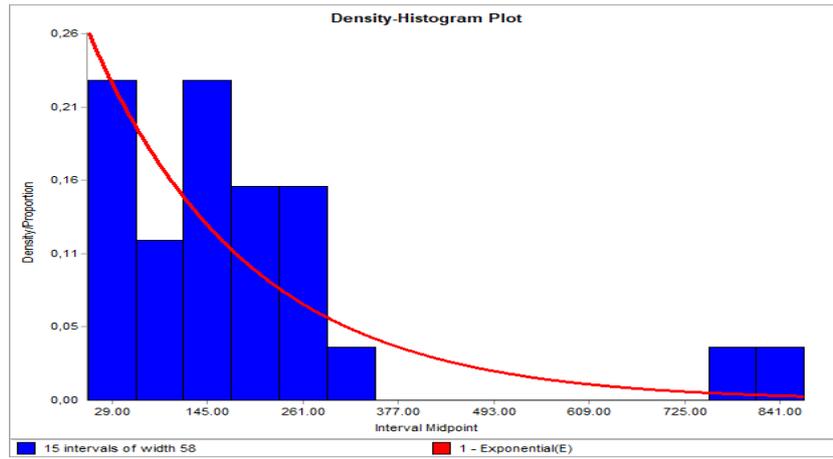
29. Código del producto: 31482



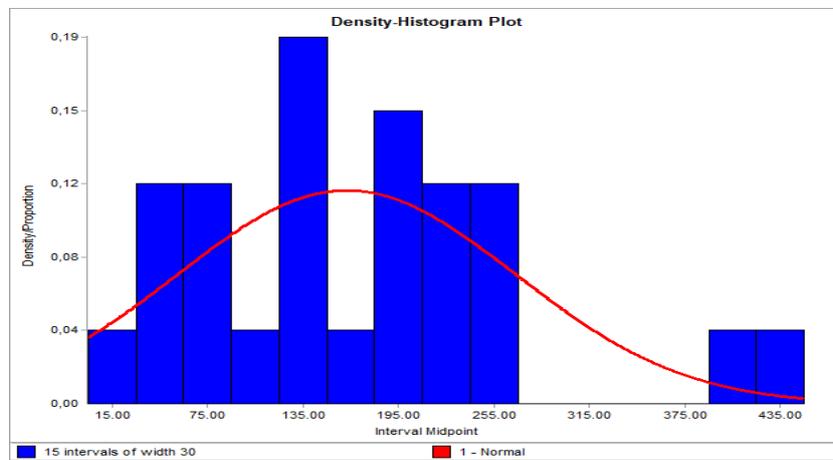
30. Código del producto. 17593



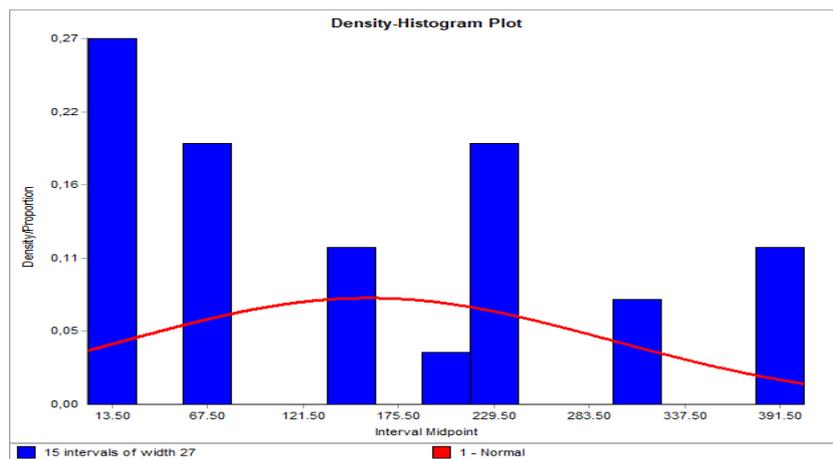
31. Código del producto: 2484



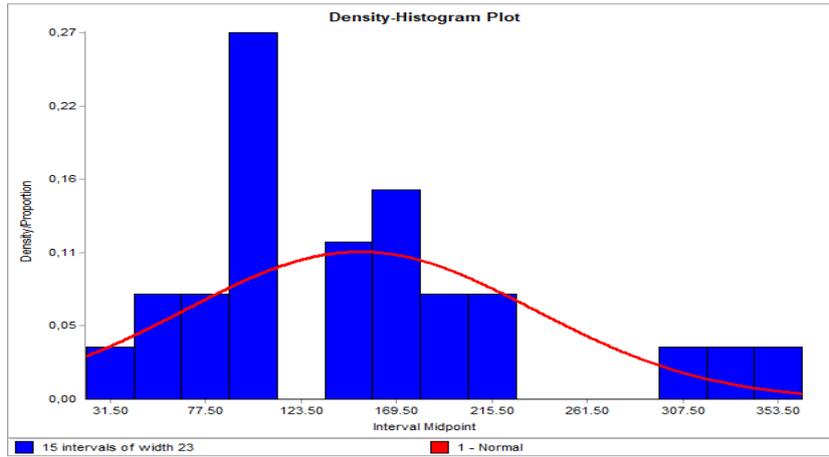
32. Código del producto: 17304



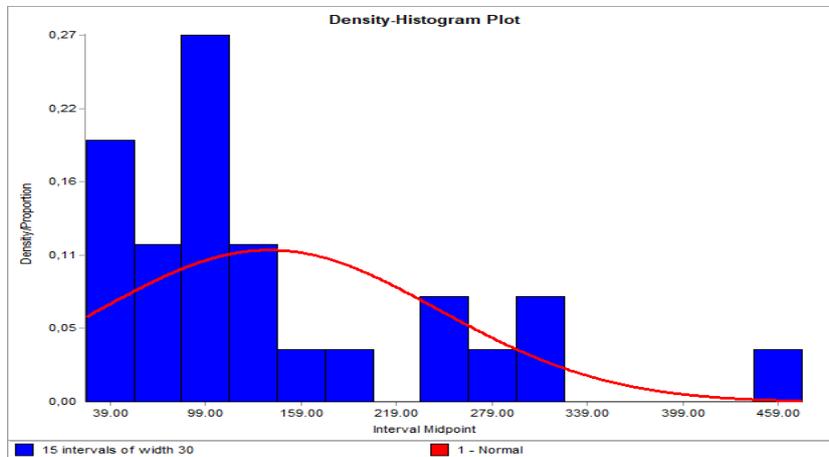
33. Código del producto: 949



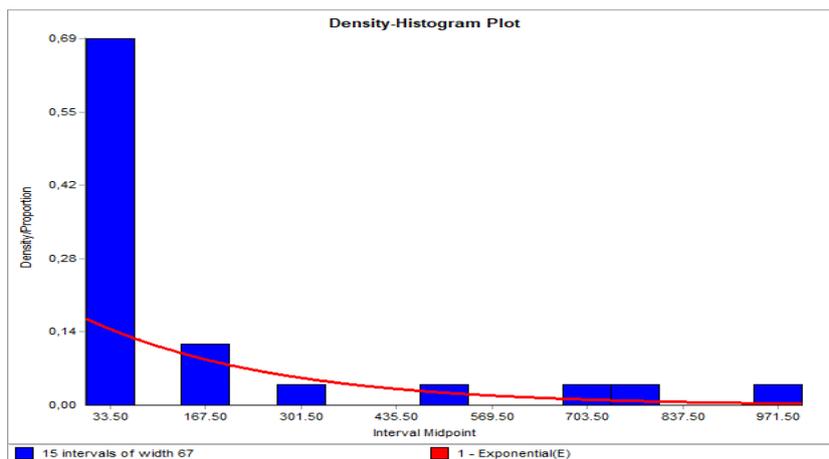
34. Código del producto: 903



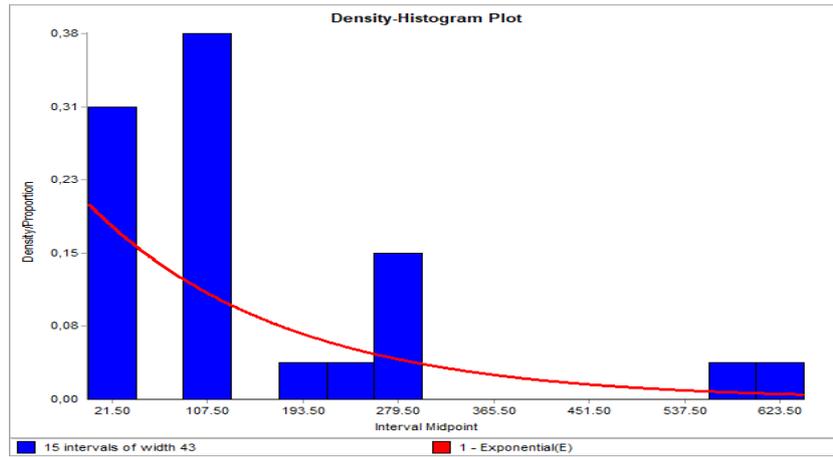
35. Código del producto: 30772



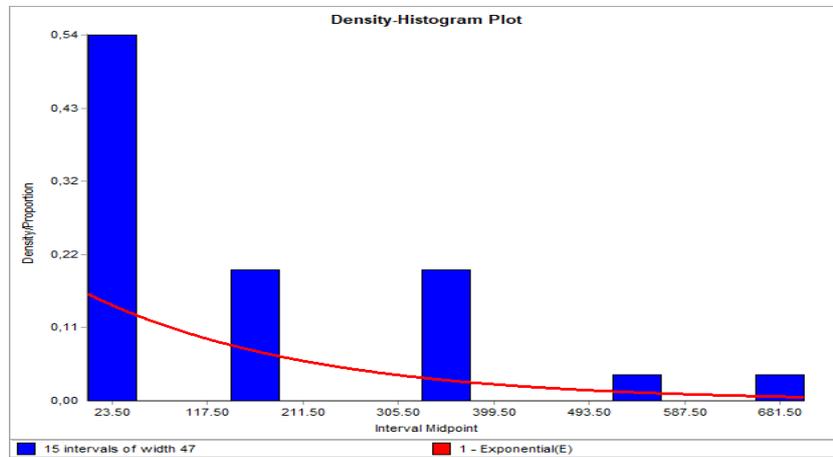
36. Código del producto. 30771



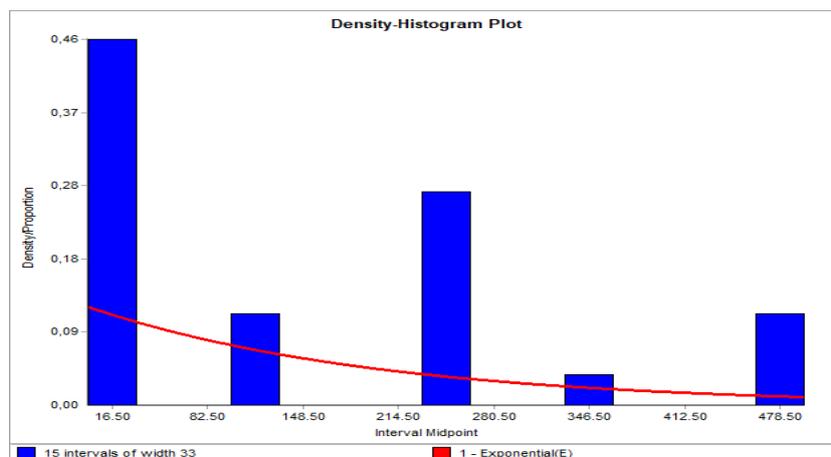
37. Código del producto: 13956



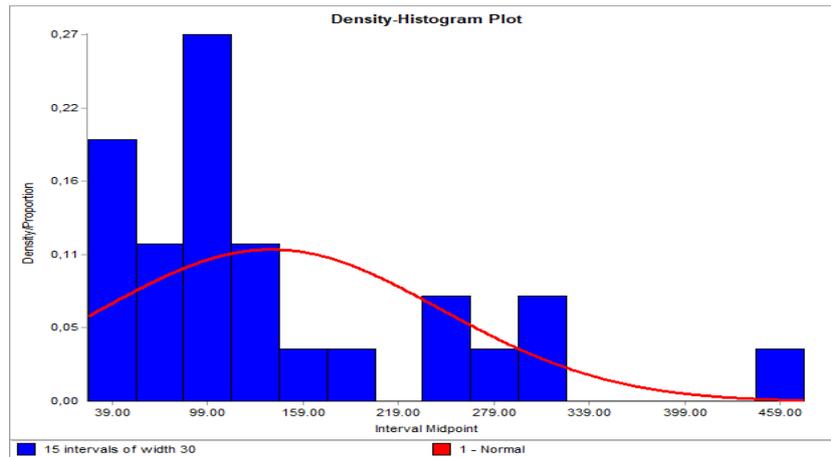
38. Código del producto: 1388



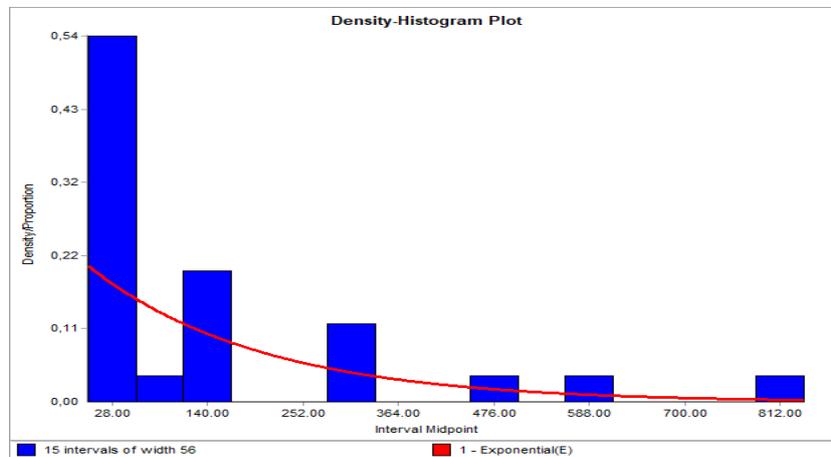
39. Código del producto: 17594



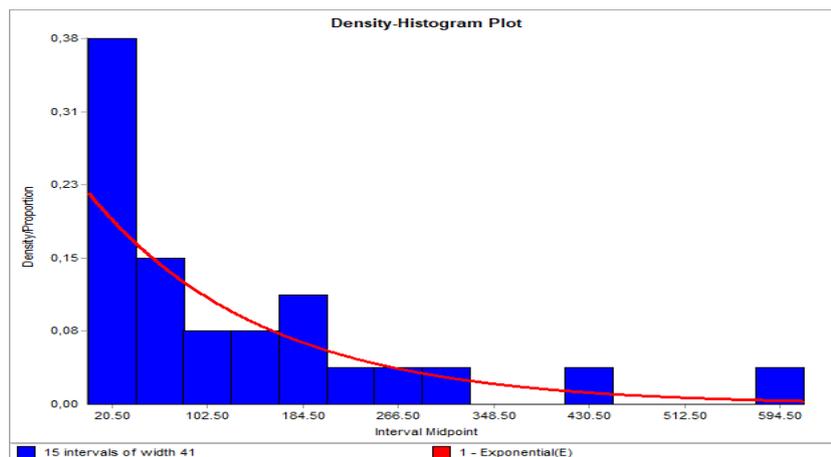
40. Código del producto: 960



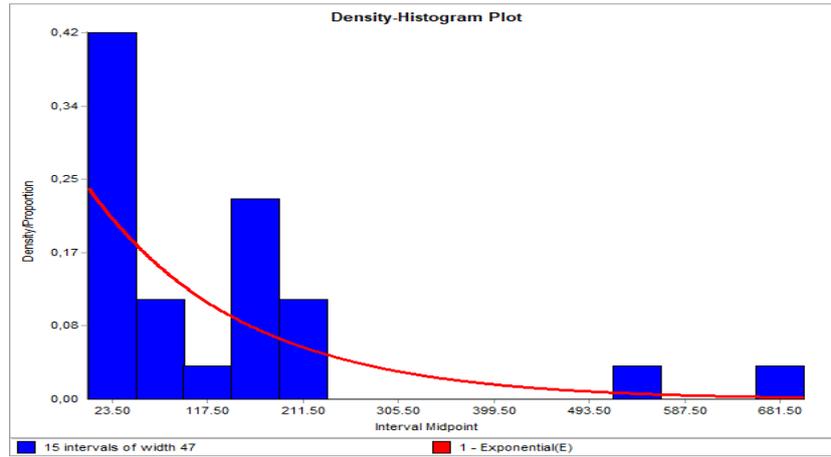
41. Código del producto: 1395



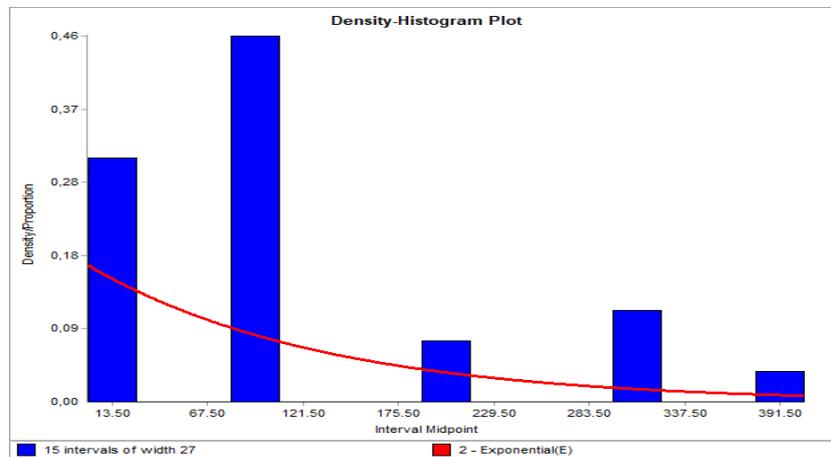
42. Código del producto: 1485



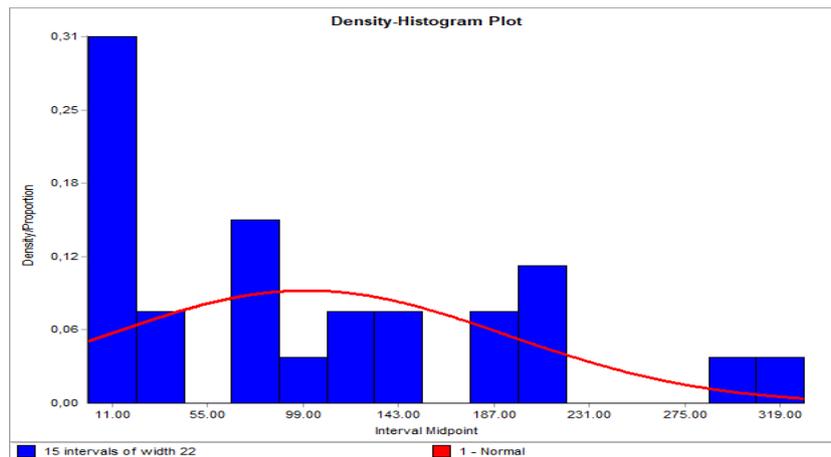
43. Código del producto: 17164



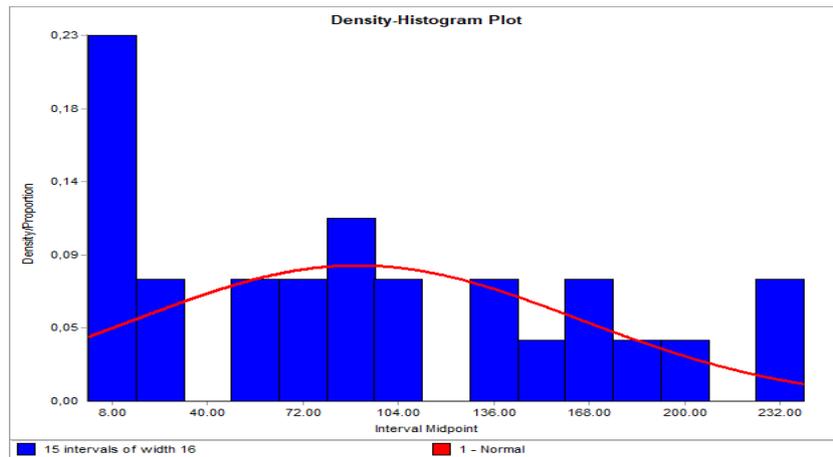
44. Código del producto: 25087



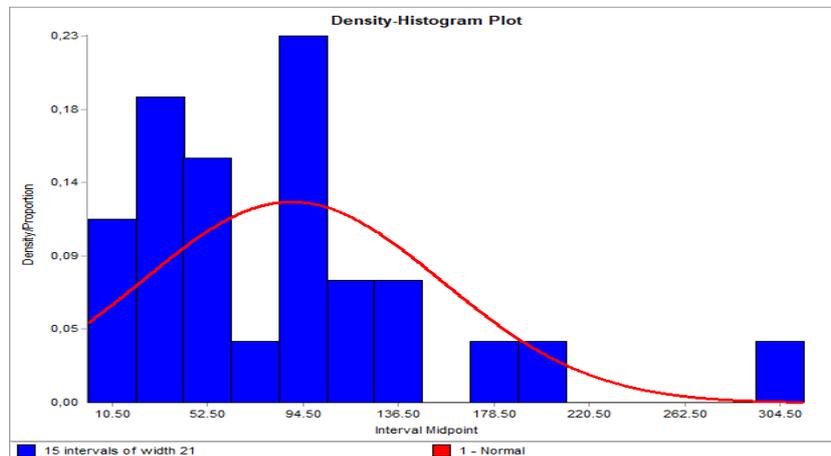
45. Código del producto: 945



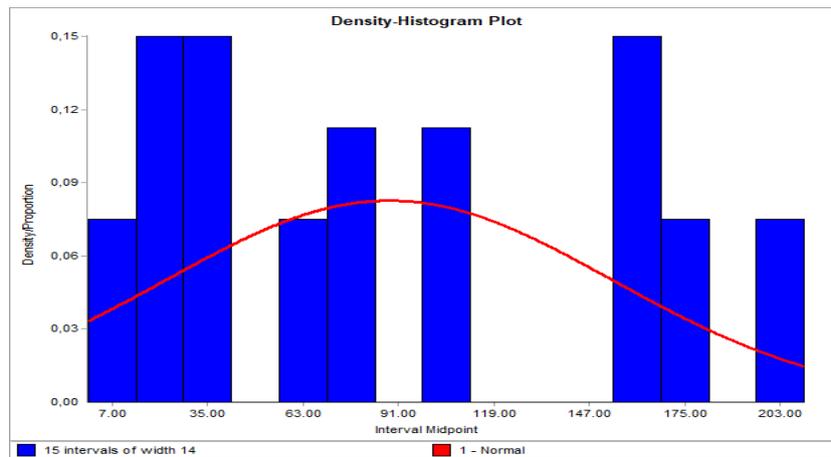
46. Código del producto: 18729



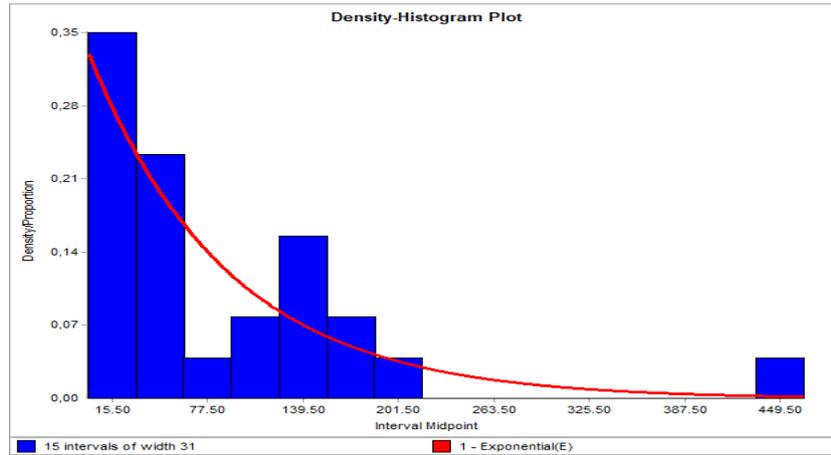
47. Código del producto: 874



48. Código del producto: 11017



#### 49. Código del producto: 11331



Por otra parte, se muestran las simulaciones realizadas para cada producto de la categoría A con el stock requerido de la política de inventario aplicada y los tiempos de entrega para cada producto determinado.

#### 1. Código del producto: 1868



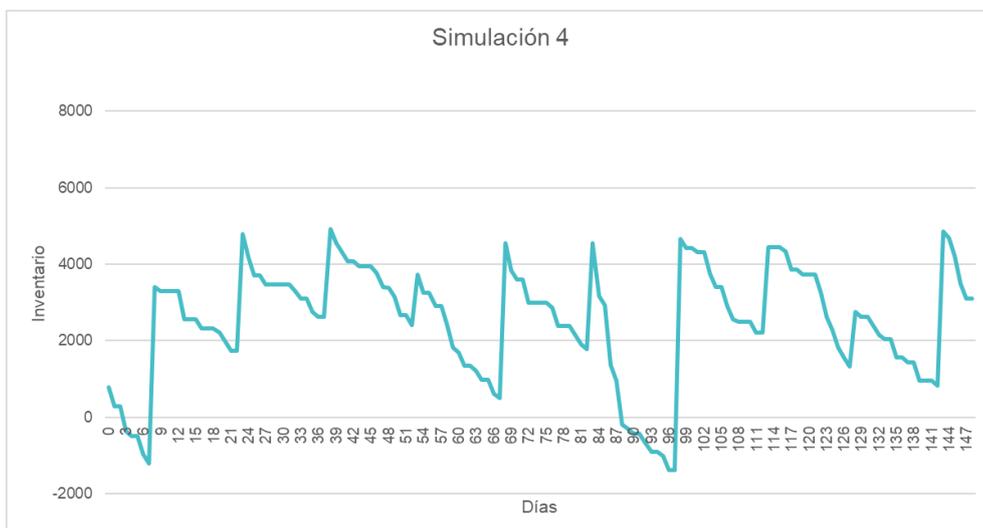
2. Código del producto:10991



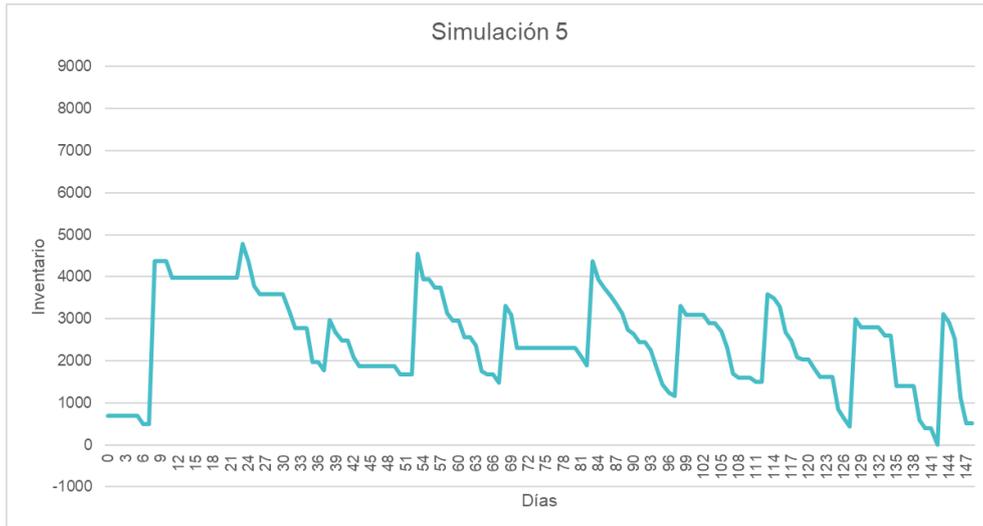
3. Código del producto: 1874



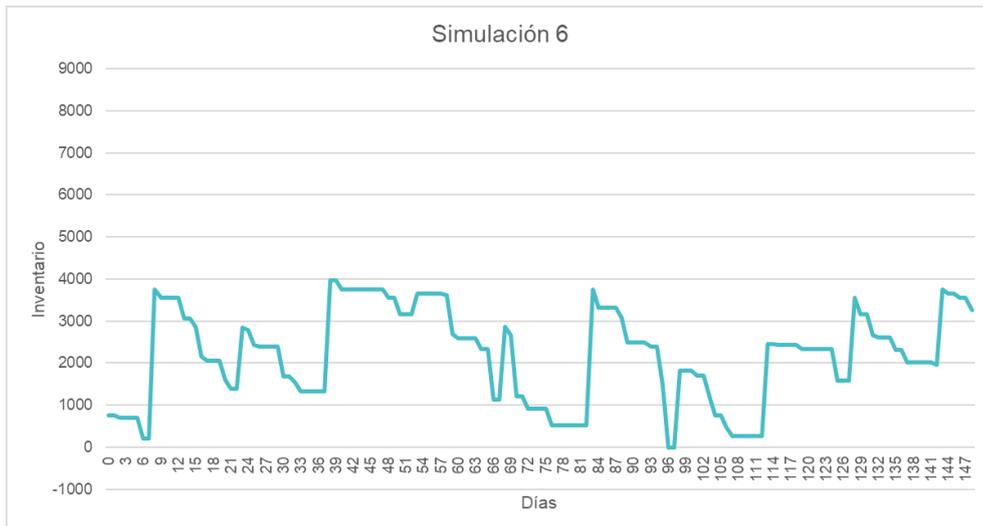
4. Código del producto: 1871



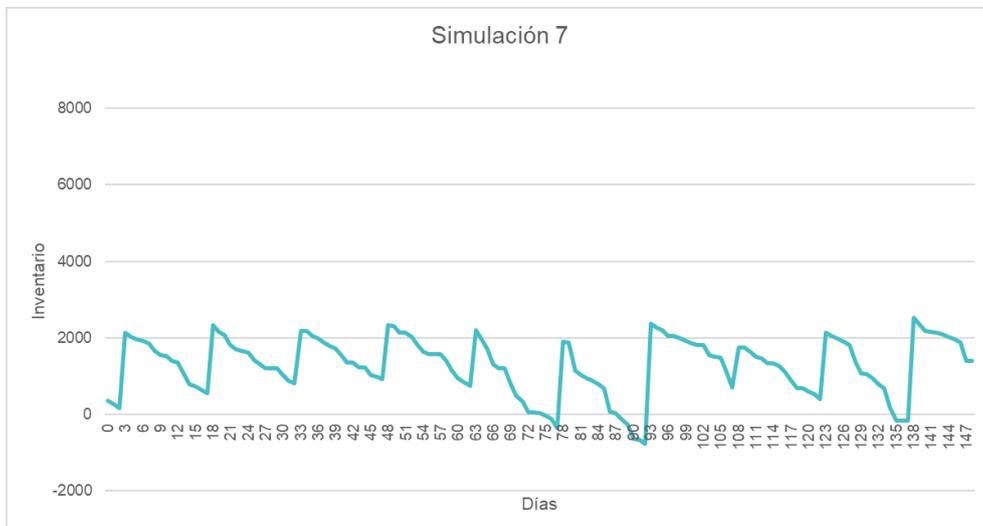
5. Código del producto: 10981



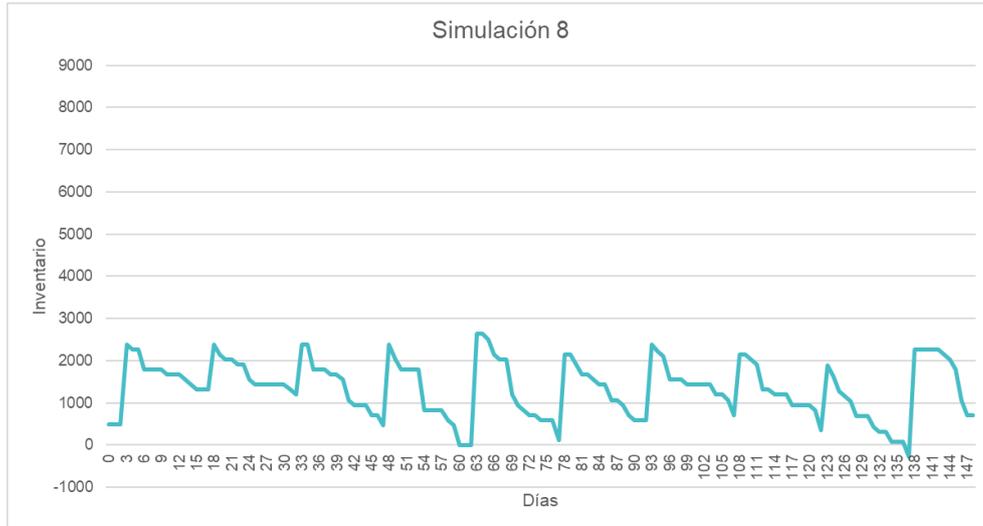
6. Código del producto: 17152



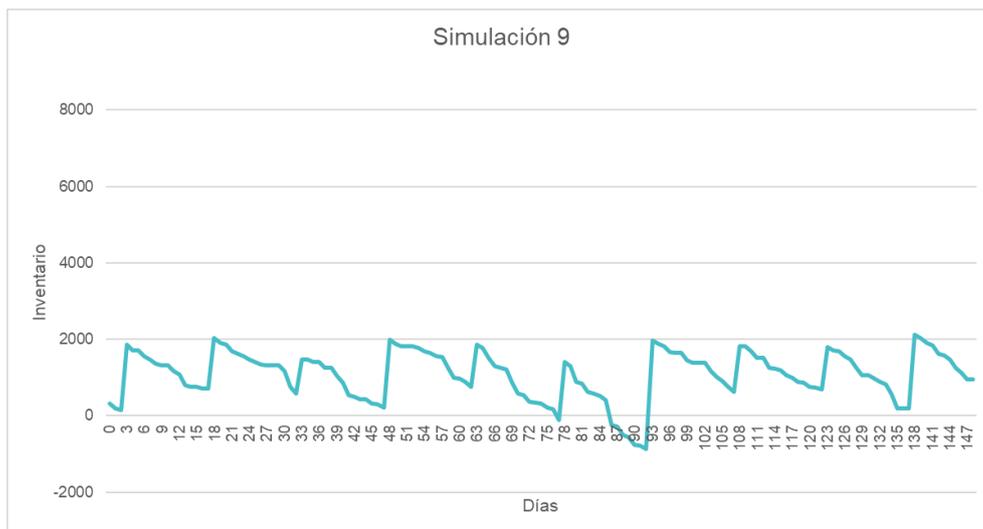
7. Código del producto: 11000



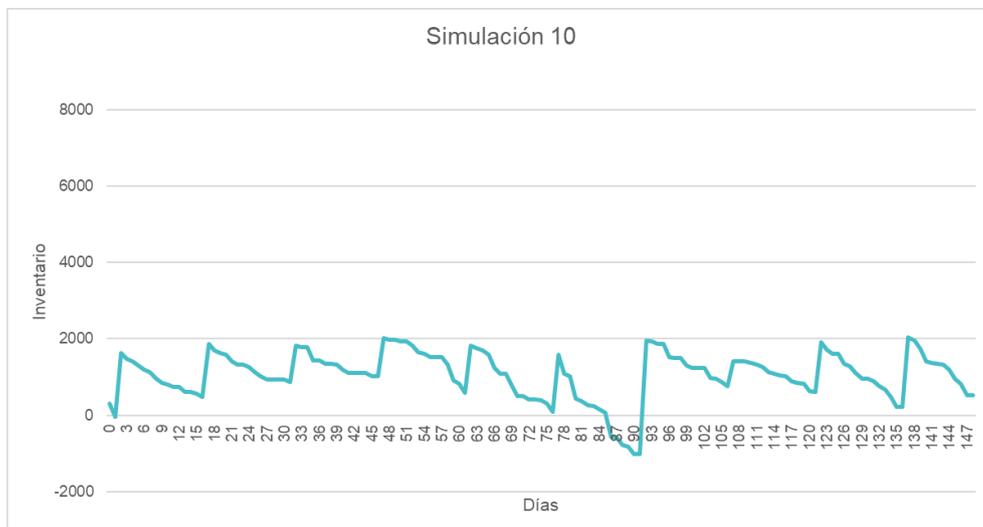
8. Código del producto: 17155



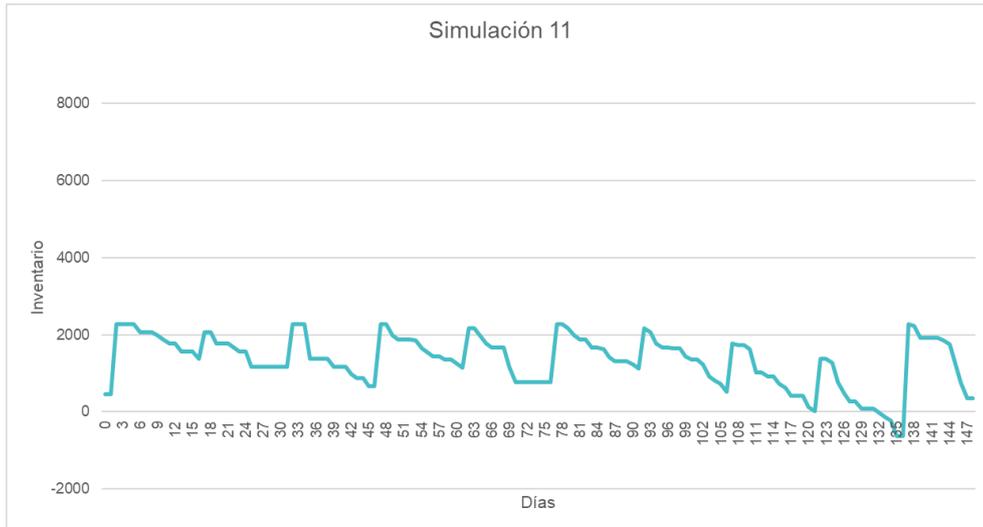
9. Código del producto: 17158



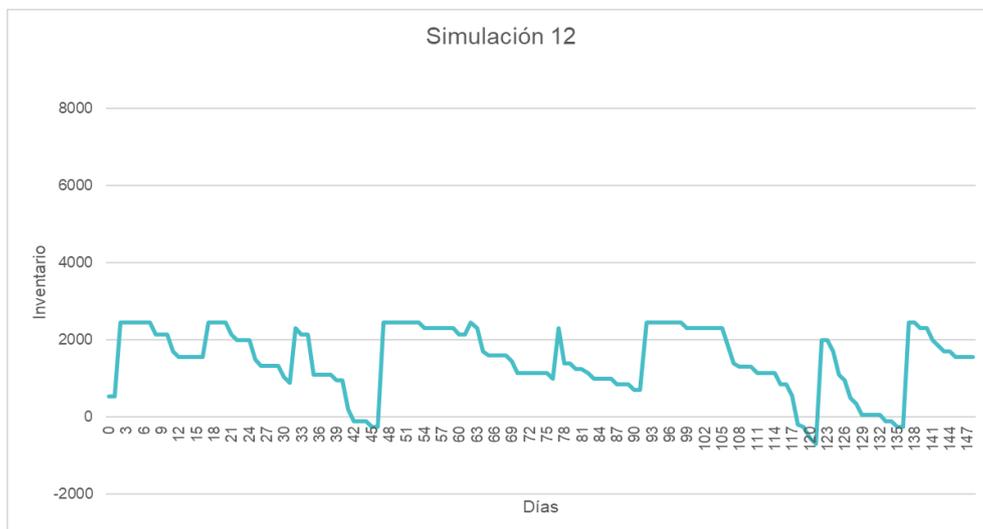
10. Código del producto: 20789



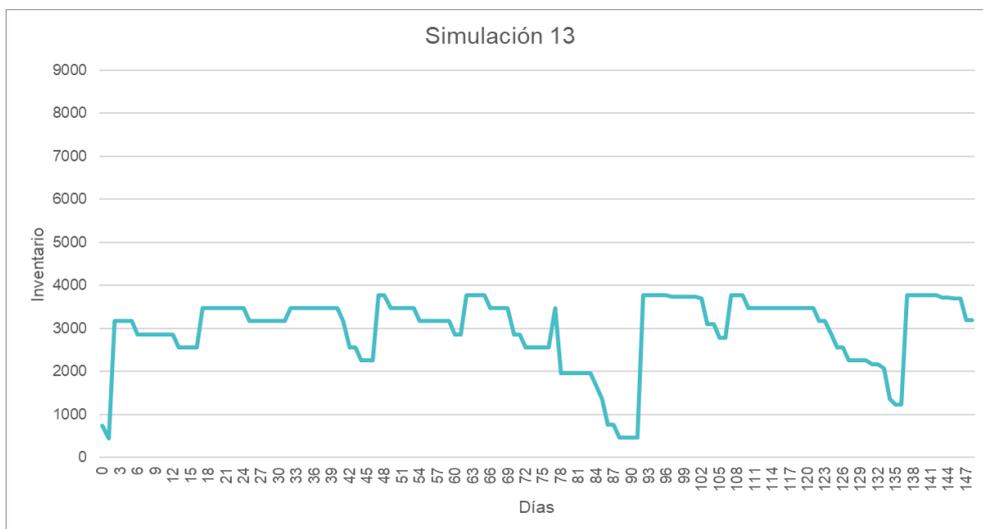
11. Código del producto: 10984



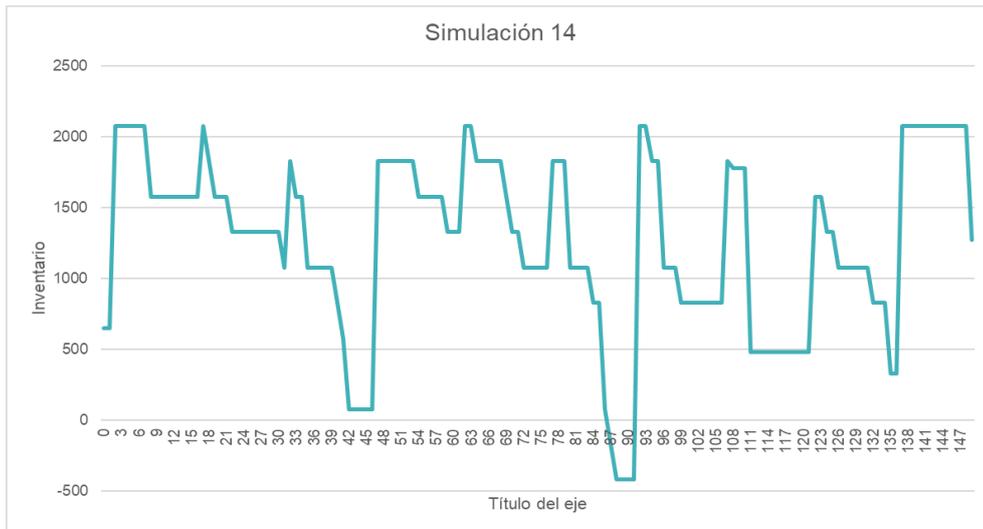
12. Código del producto: 873



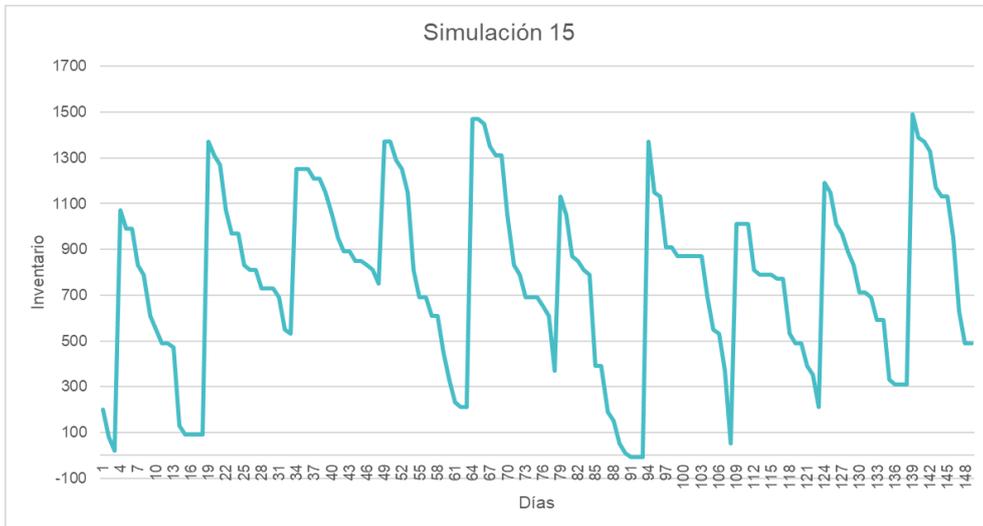
13. Código del producto: 11002



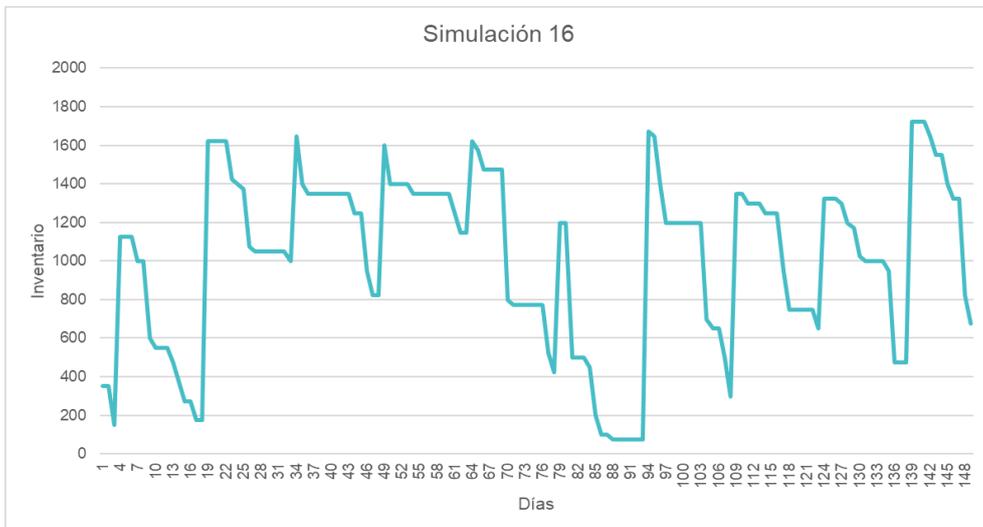
14. Código del producto: 30237



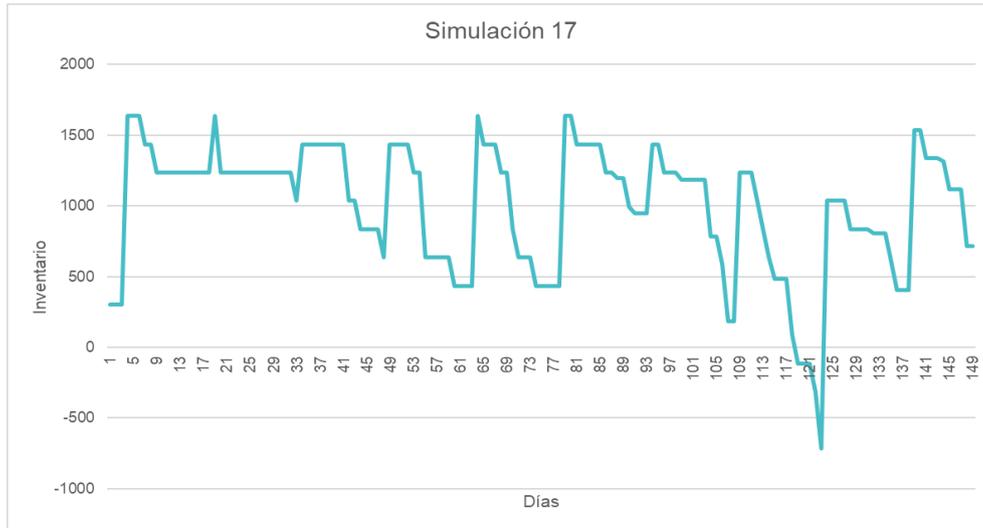
15. Código del producto: 10982



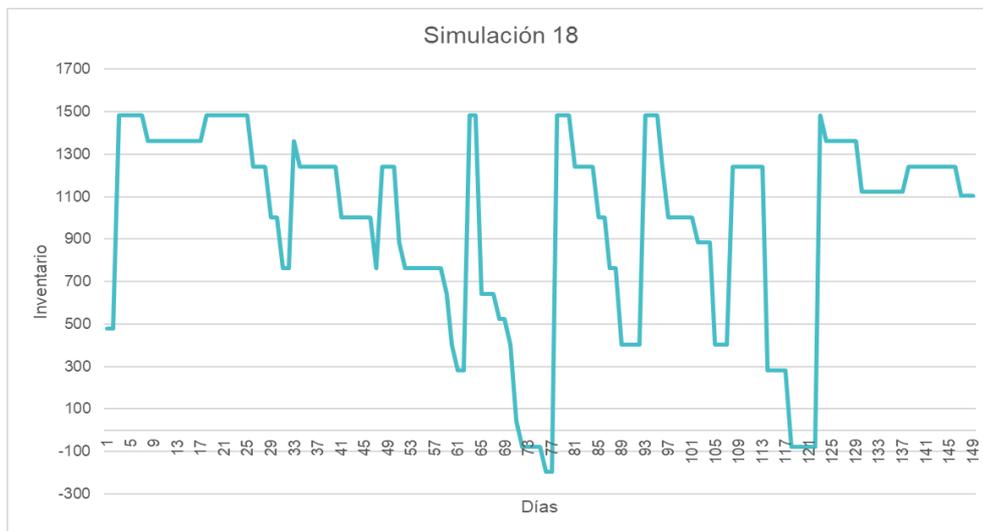
16. Código del producto: 10985



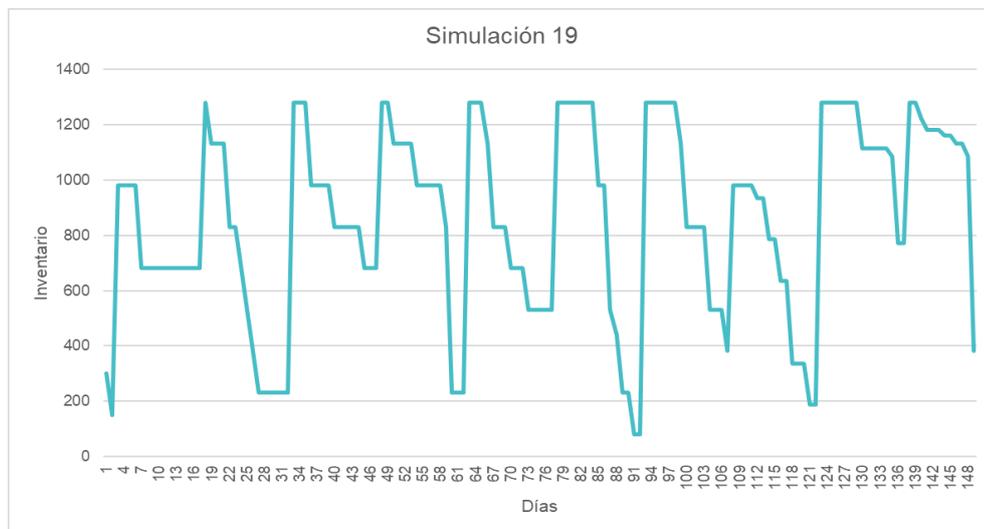
17. Código del producto: 1377



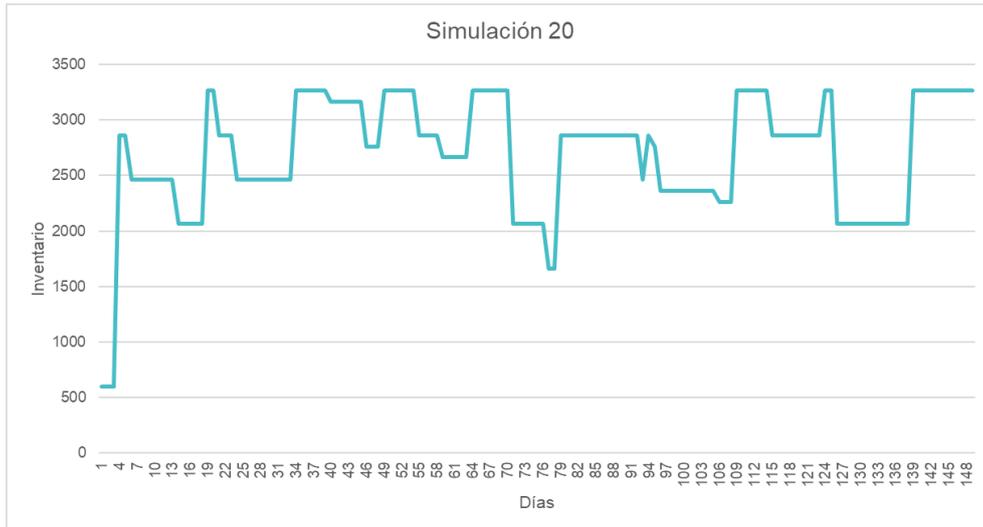
18. Código del producto: 1877



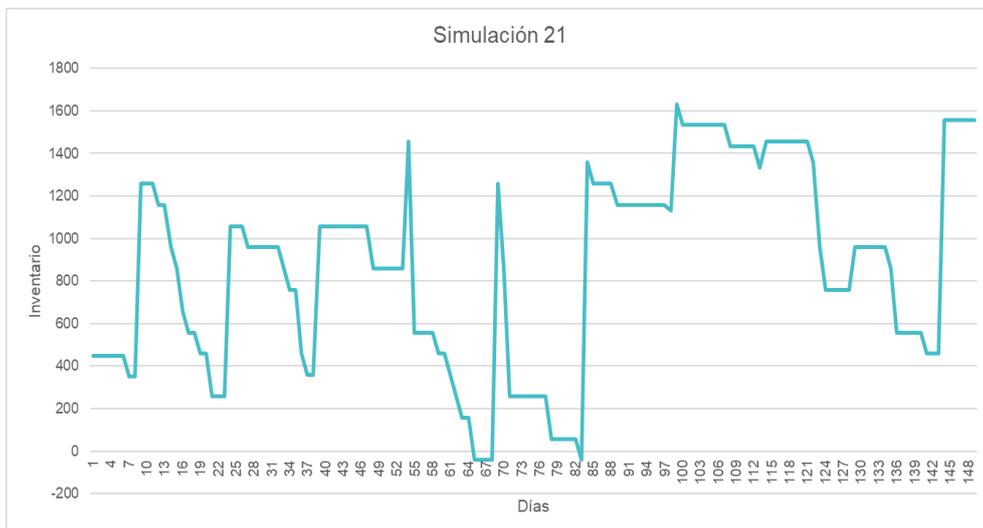
19. Código del producto: 2485



20. Código del producto: 17303



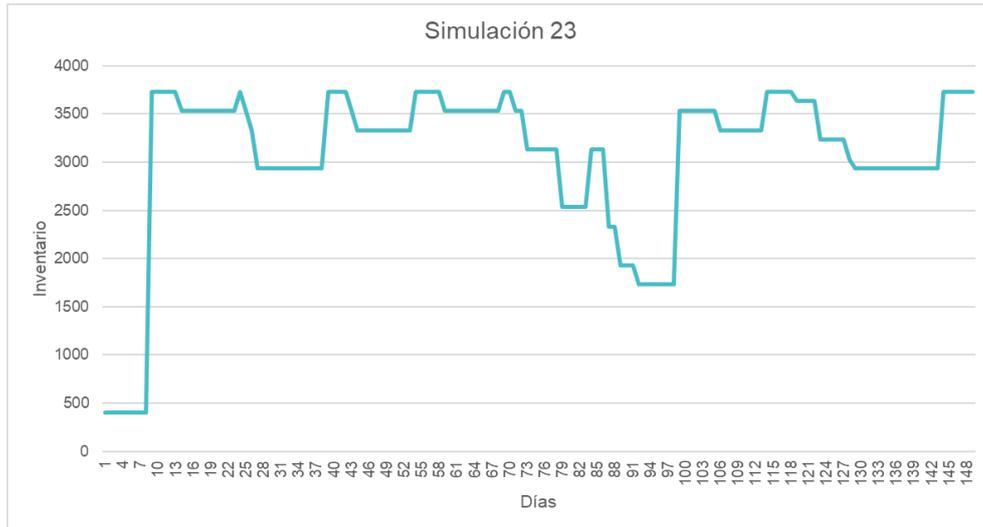
21. Código del producto: 2291



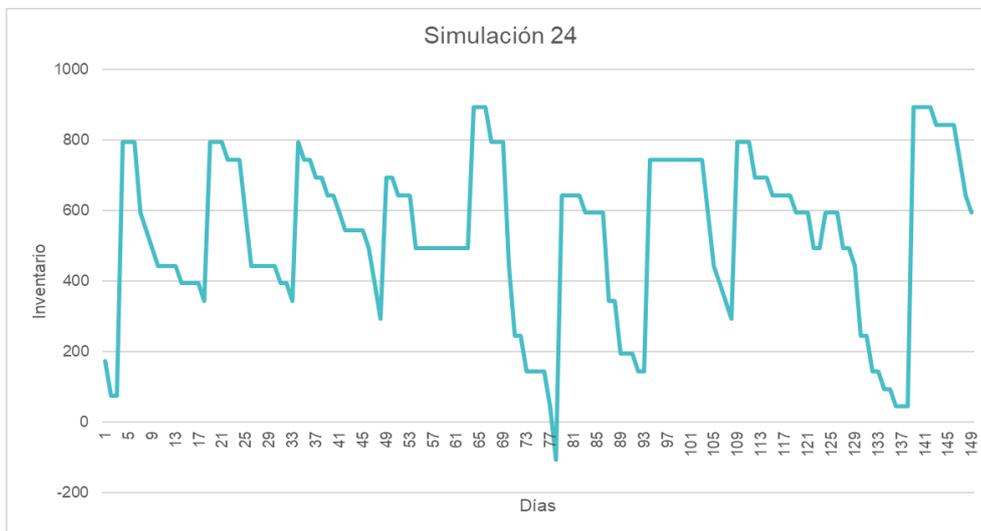
22. Código del producto: 20790



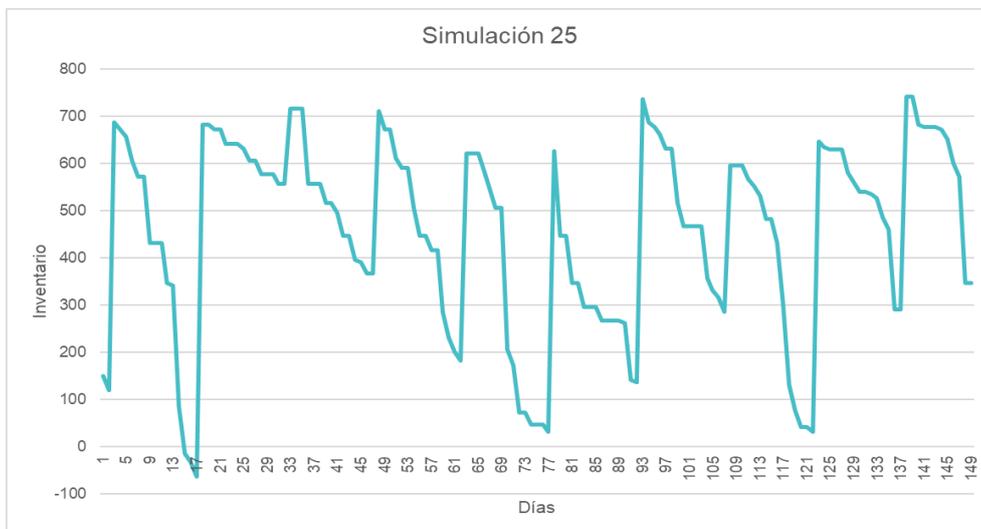
23. Código del producto: 17161



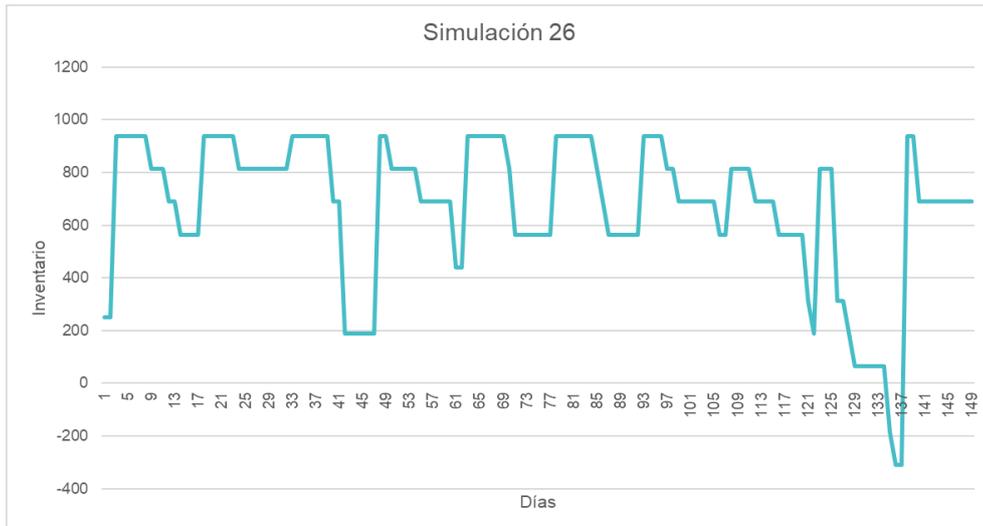
24. Código del producto: 13957



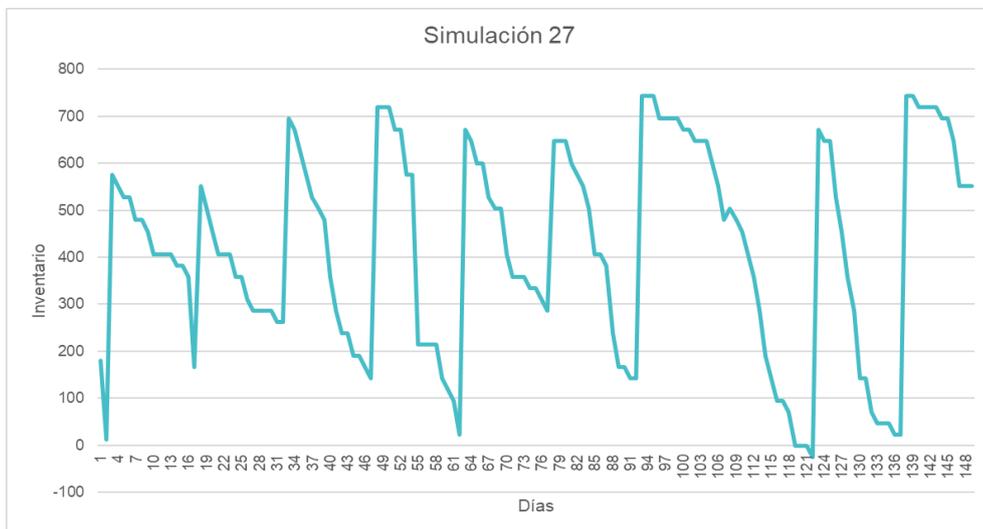
25. Código del producto: 12013



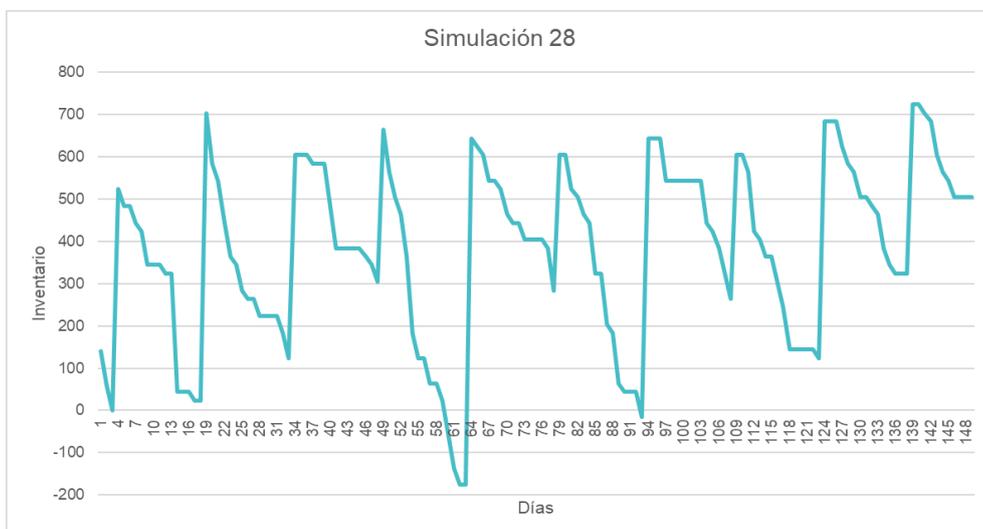
26. Código del producto: 13961



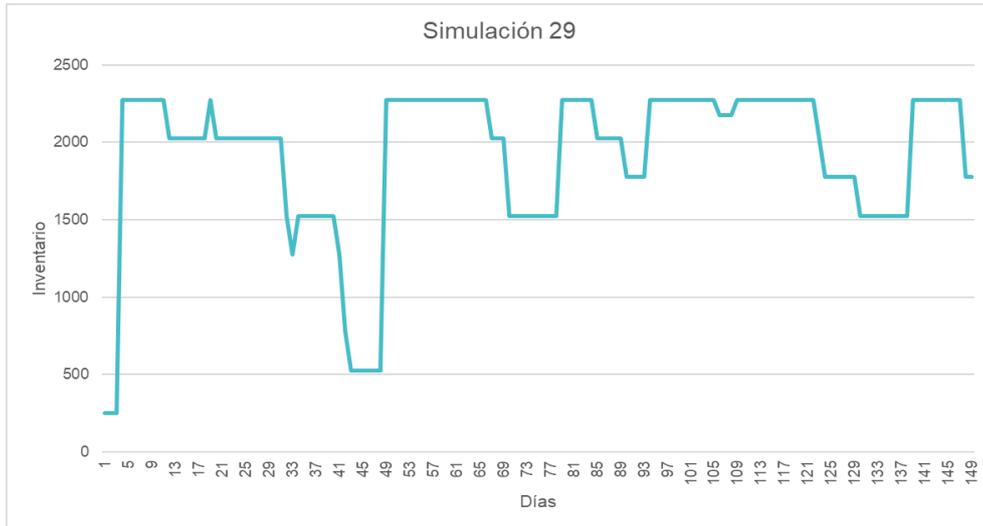
27. Código del producto: 19625



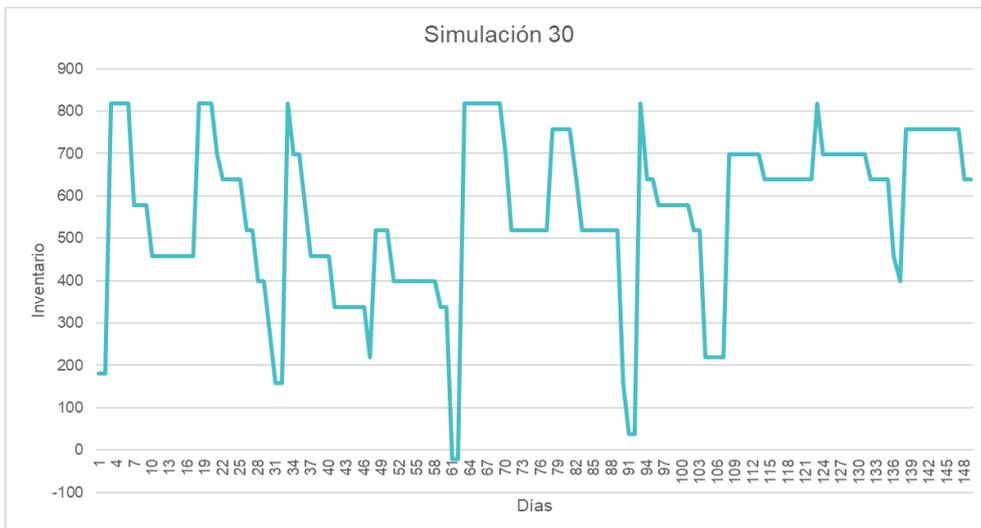
28. Código del producto: 11650



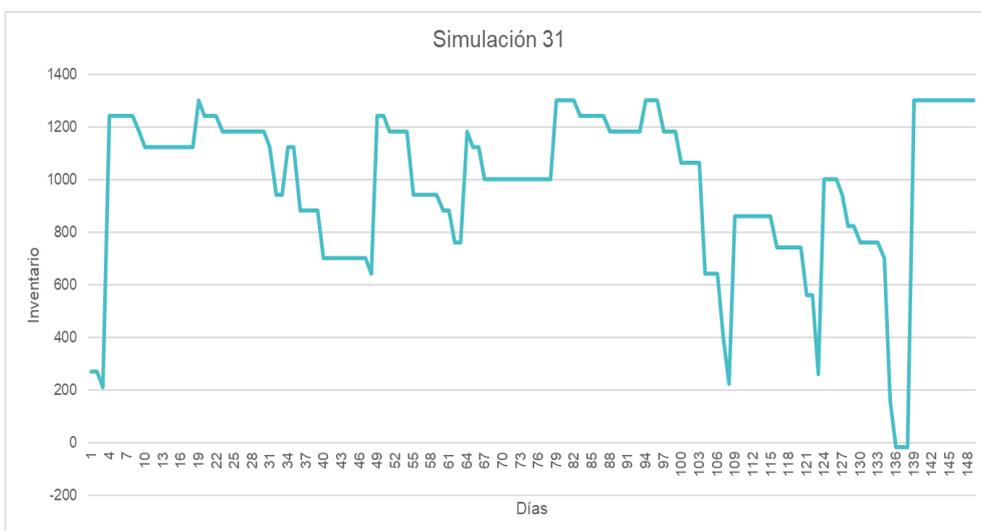
29. Código del producto: 31482



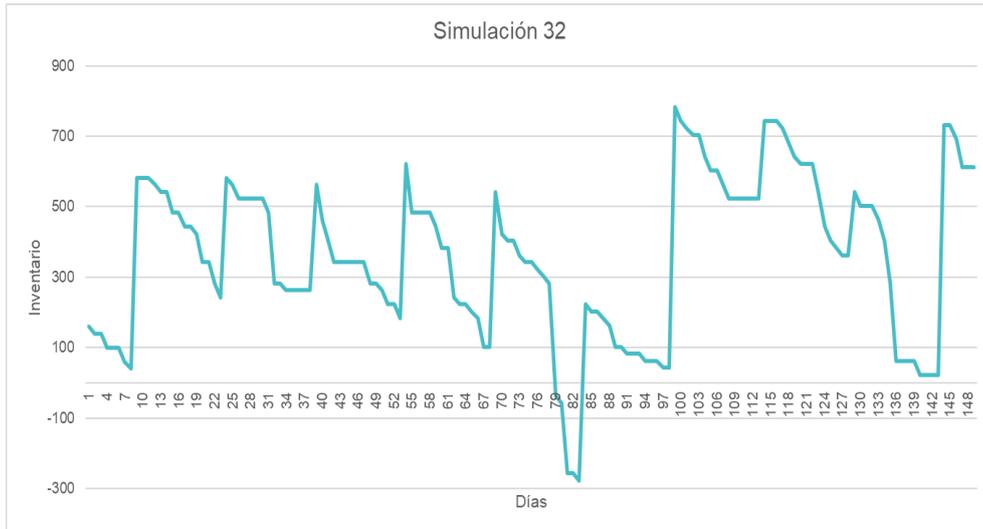
30. Código del producto: 17593



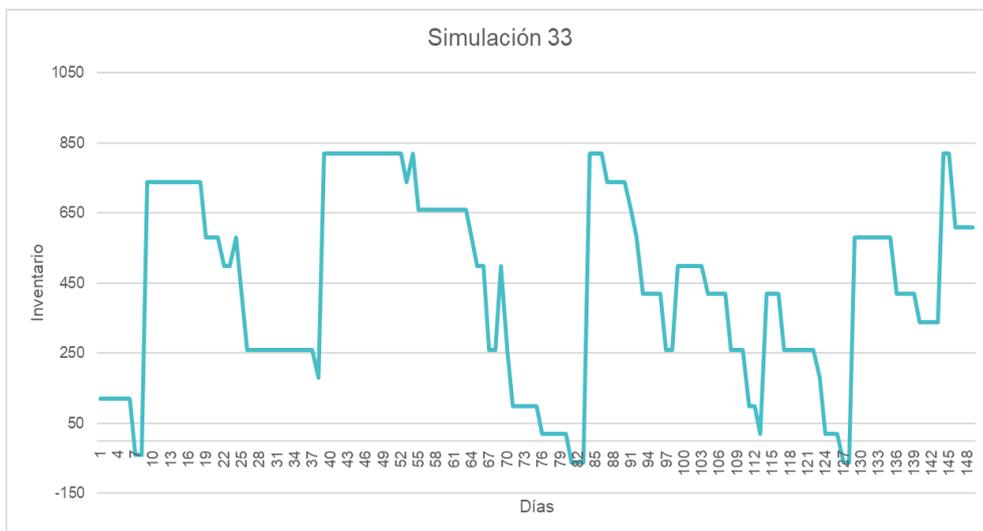
31. Código del producto: 2484



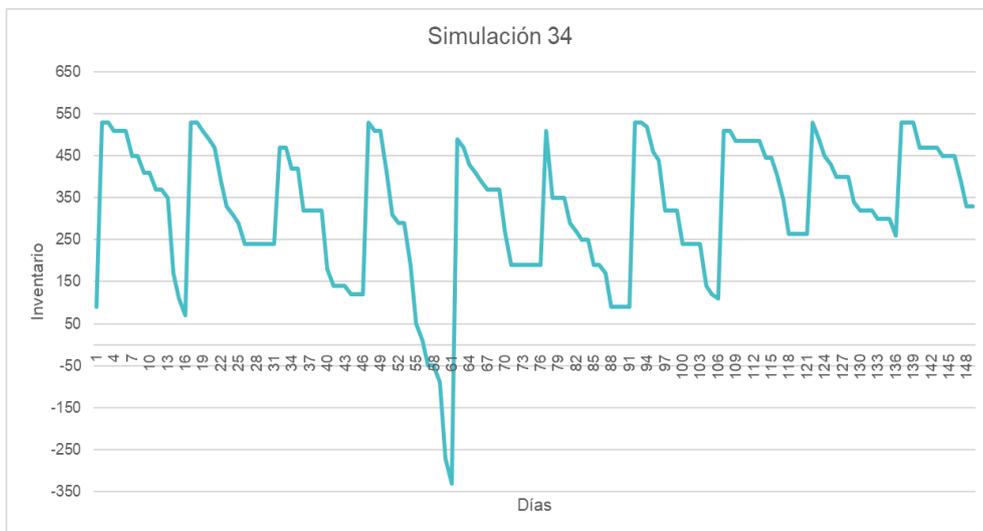
32. Código del producto: 17304



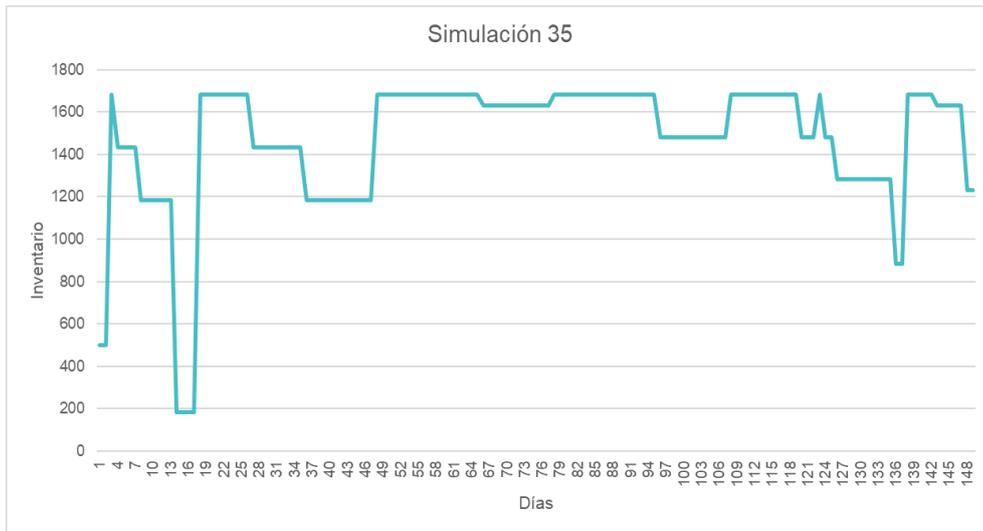
33. Código del producto: 949



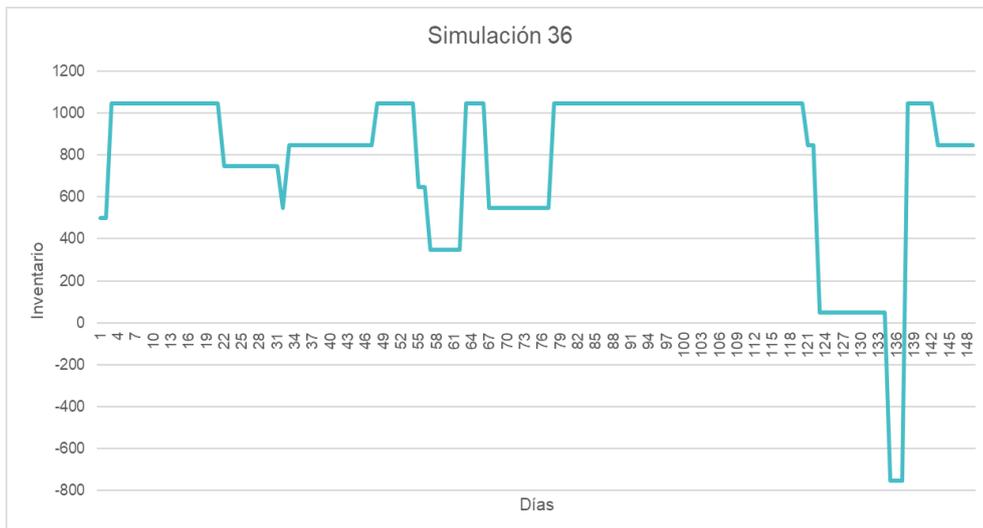
34. Código del producto: 904



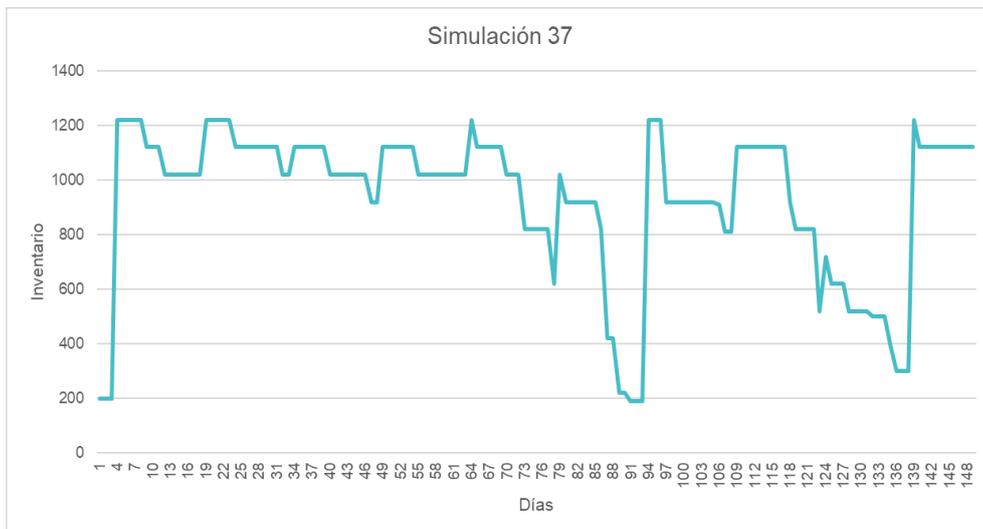
35. Código del producto: 30772



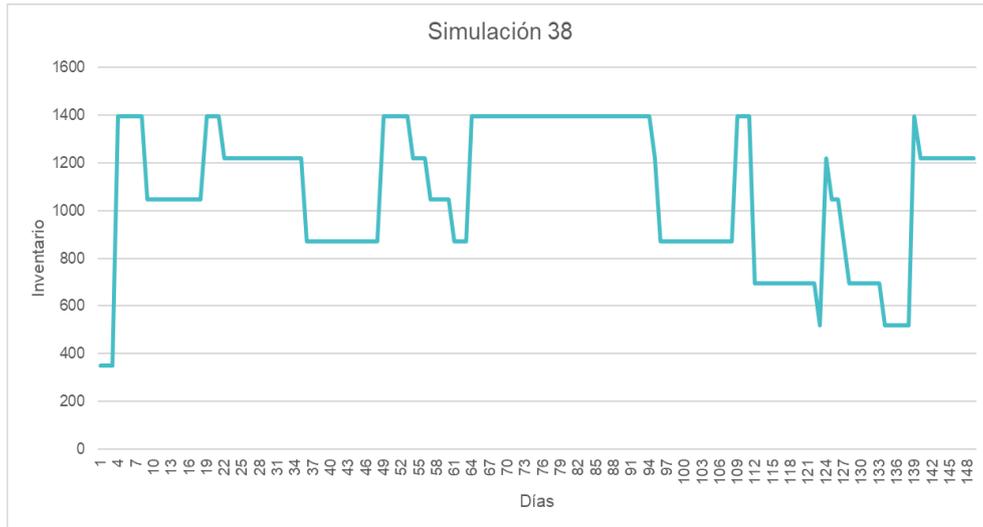
36. Código del producto: 30771



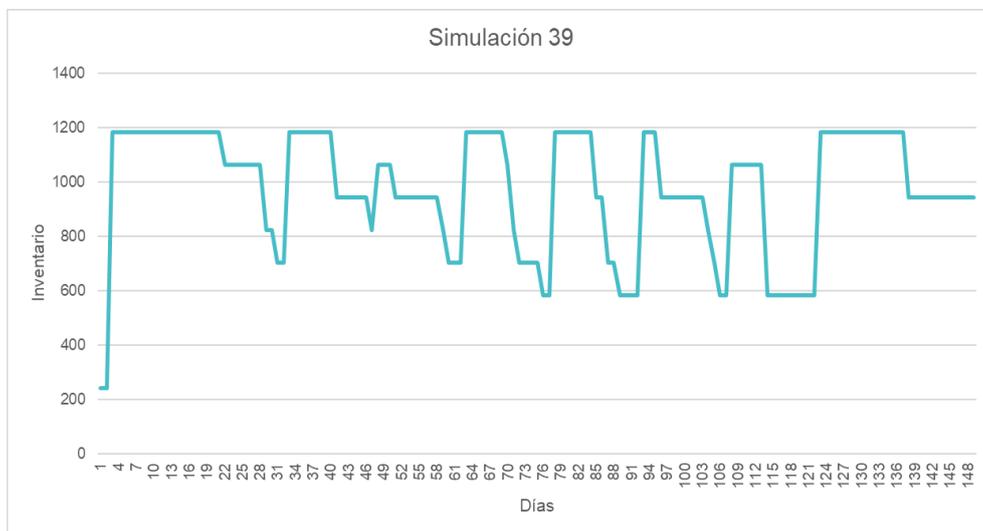
37. Código del producto: 13956



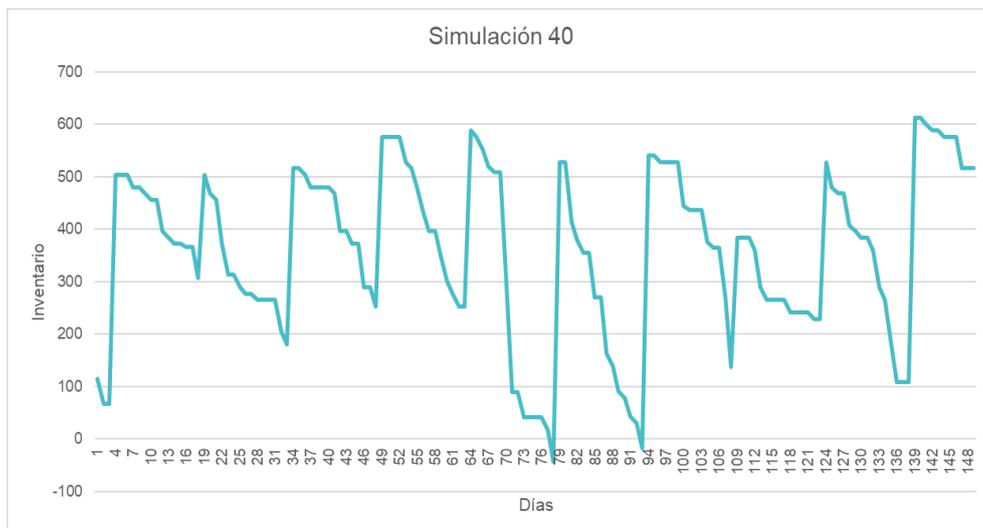
38. Código del producto: 1388



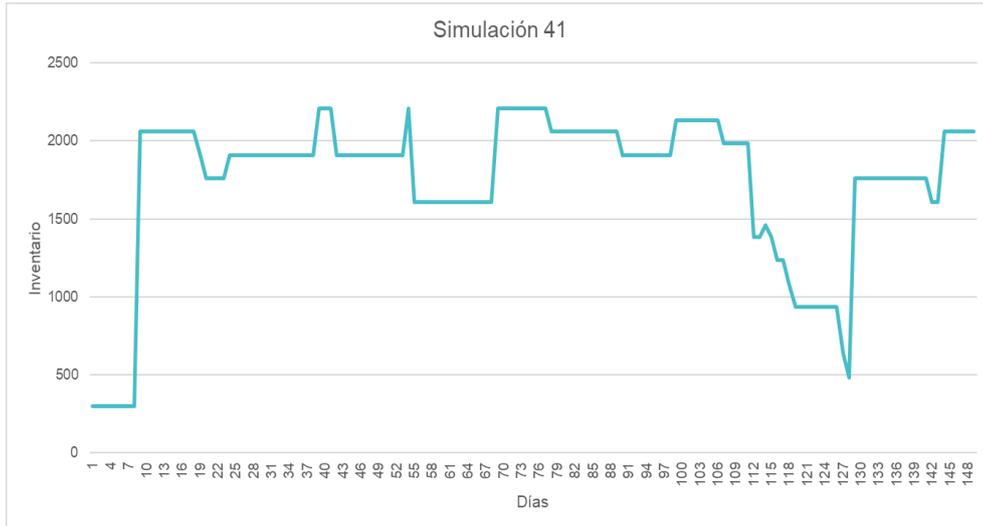
39. Código del producto. 17594



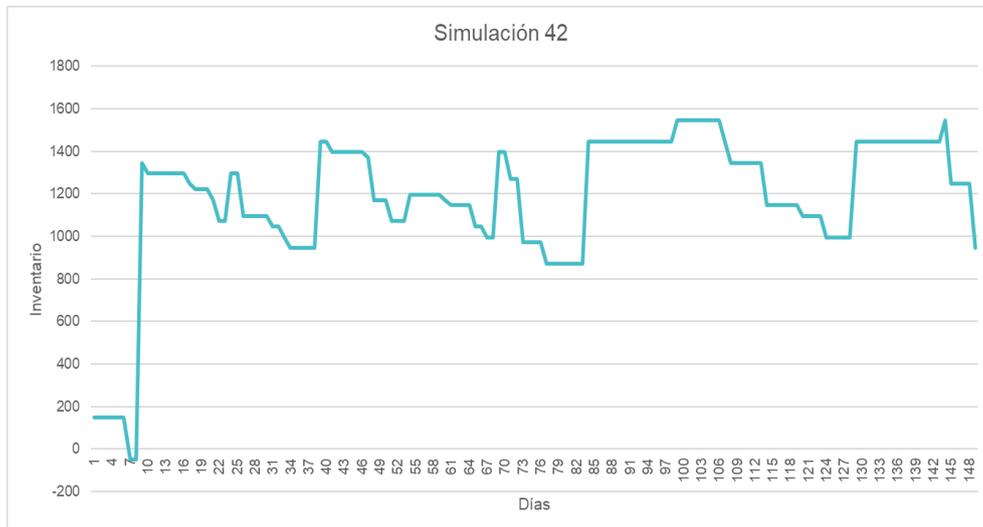
40. Código del producto: 960



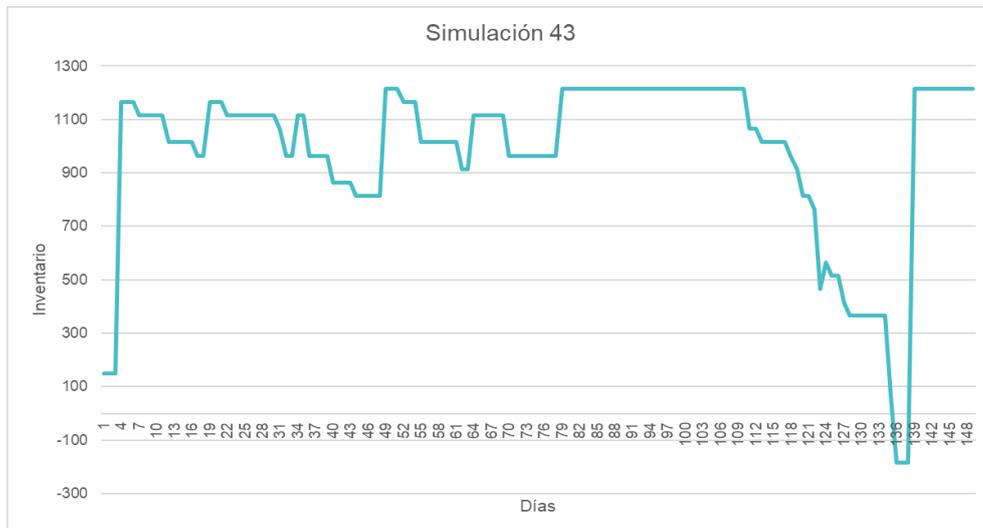
41. Código del producto: 1395



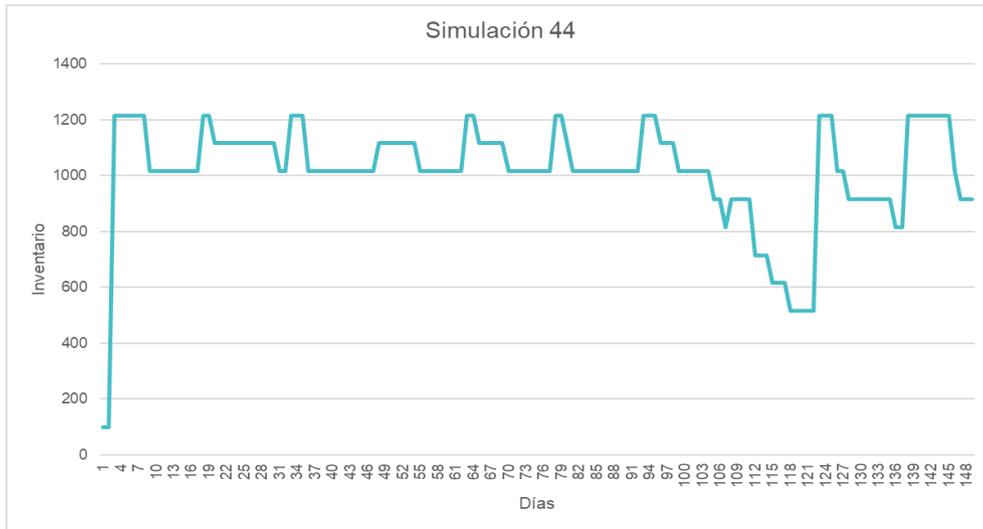
42. Código del producto: 1485



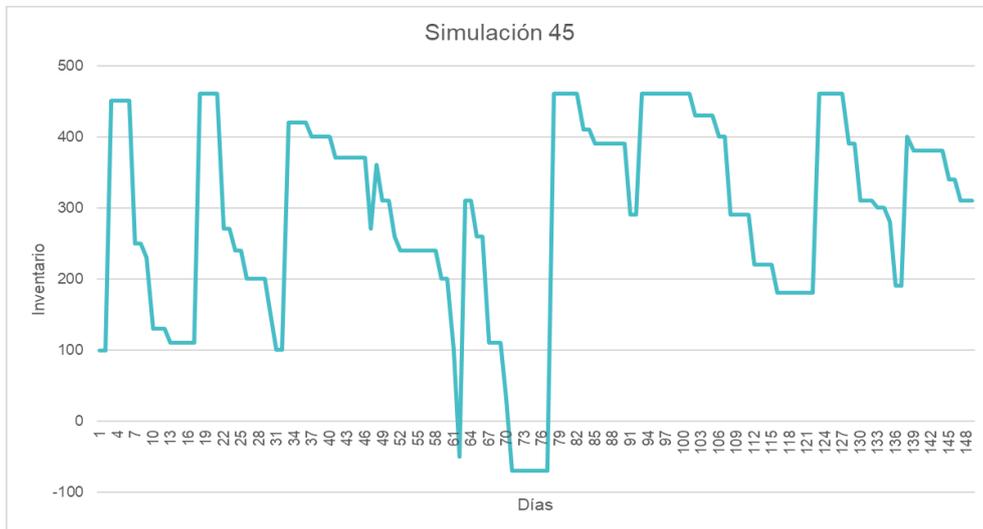
43. Código del producto: 17164



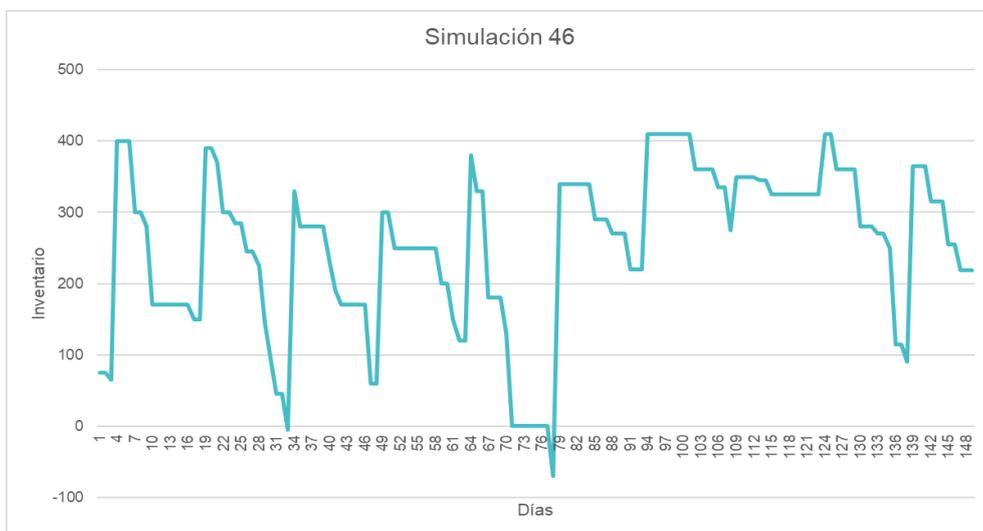
44. Código del producto: 25087



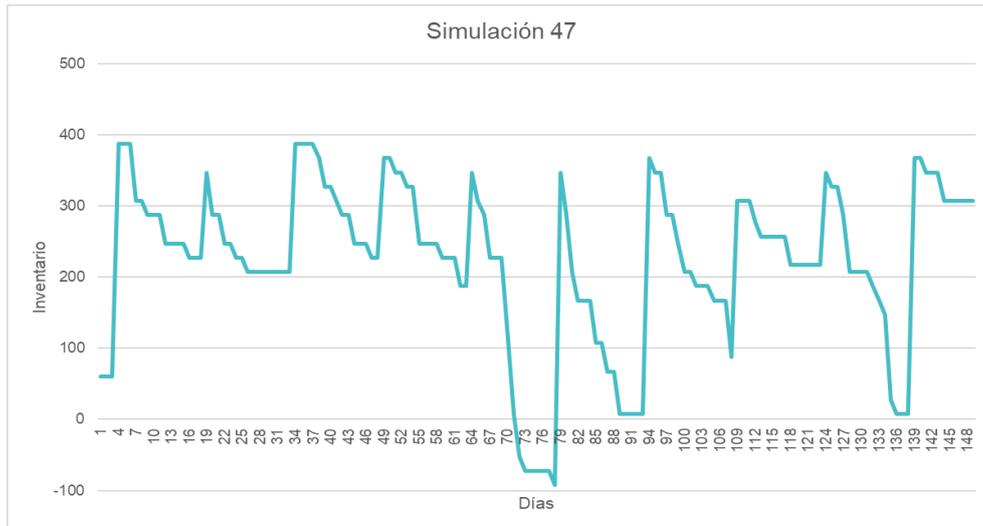
45. Código del producto. 945



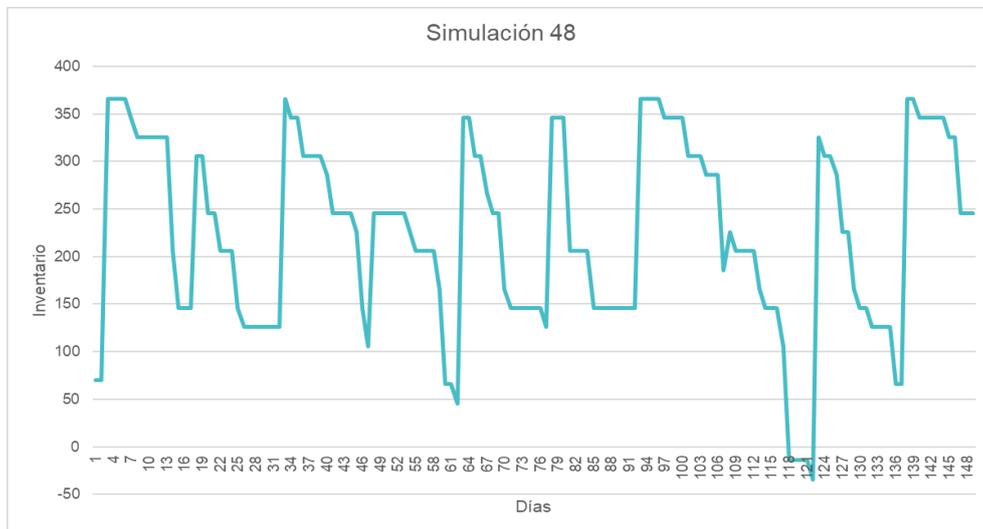
46. Código del producto: 18729



47. Código del producto: 874



48. Código del producto: 11017



49. Código del producto: 11331

