

Sistema de medición de inventarios de una empresa de serigrafía

Inventory management for a screen printing company

Claudia Yulieth Ramírez Zuluaga

Ingeniera industrial, Universidad Católica de Oriente.

claudia.ramirez1152@uco.net.co

Semillero de Investigación en Ingeniería Multidisciplinar SIMIO

Diana Cristina Seguro Cifuentes

Ingeniera industrial, Universidad Católica de Oriente.

diana.seguro6909@uco.net.co

Semillero de Investigación en Ingeniería Multidisciplinar SIMIO

John Fernando López Velásquez

Docente de la Universidad Católica de Oriente

Magíster en Ingeniería-Ingeniería de Sistemas

Grupo de Investigación Gimú

jlopez@uco.edu.co

Coautor Corresponsal:

Jaime Andrés Gutiérrez-Monsalve

Docente de tiempo completo, Ingeniería Industrial

jgutierrez@uco.edu.co

Grupo de Investigación en Ingeniería Multidisciplinar

Universidad Católica de Oriente

ORCID: 0000-0003-3118-6824

Resumen

La serigrafía textil surge en la década de los años sesenta como un método de impresión manual o industrial. El estampado se transfiere, por medio de calor, a camisas, bolsos y demás productos en tela. Las empresas que adoptan estos procesos deben controlar estrictamente los niveles de inventarios porque cantidades elevadas de materias primas generan altos costos de almacenamiento y faltantes en insumos crean costos innecesarios de transporte y paros. Se implementó un sistema de medición de inventarios en una empresa de serigrafía colombiana, a partir del diagnóstico del proceso, la construcción del diagrama de flujo y un modelo de predicción ARIMA; además, se proyectaron los niveles de inventario en papel y tintas, necesarios para garantizar la producción durante los siguientes 12-18 meses, minimizando el costo de almacenamiento y transporte. Por último, se construyó una macro en Excel, con funciones de cuadro de mando de control, con el fin de tener indicadores de reorden y mantener actualizados las predicciones del modelo ARIMA, necesarias para el cálculo de los pedidos bajo una cantidad óptima. Los resultados de esta investigación permitieron disminuir en un 5,7 % los costos totales de pedido, reducir en 16,6 % los costos de almacenamiento y transporte, garantizar el abastecimiento de las materias y generar un ahorro total anual de US \$ 43.745 (COP \$ 164.043.750, a junio 6 de 2020), respecto al segundo mejor escenario.

Palabras clave

Cadena de suministro; Almacén; Gestión de inventarios; Serigrafía

Abstract

Textile screen printing emerged in the 1960s as a method of manual or industrial printing using a porous mesh from art to printing paper. The print is transferred by heat on shirts, bags and other fabric products. Companies which adopt these processes must strictly control their inventory because large amounts of raw materials generate high storage costs and shortages in supplies, creating unnecessary transportation costs and stoppages. An inventory measurement system was implemented in a Colombian screen printing company. Based on the diagnosis of the process, the construction of the flow diagram and an ARIMA prediction model, the inventory levels of paper and inks during the following 12-18 months were projected, minimizing the cost of storage and transportation. Finally, a macro was built in Excel with control dashboard functions in order to have reorder indicators and keep the predictions of the ARIMA model updated, necessary for the calculation of orders under an optimal quantity. The results of this research made it possible to reduce total order costs by 5.7%, reduce storage and transportation costs by 16.6%, guarantee the supply of materials and generate total annual savings of US\$43,745 (COP \$164,043,750 as of June 6, 2020) compared to the second best scenario.

Key words

Supply chain; Warehouse; Inventory management; Screen printing.

Introducción

Un sistema de medición de inventarios se desarrolla con el fin de notificar, alertar y orientar, de forma clara, el cumplimiento de las metas establecidas por la empresa, en cuanto a los requerimientos de materias primas, productos en proceso y productos terminados. Esta medición requiere de la coordinación y buena comunicación de todas las áreas, así como de una gestión estratégica y táctica, con el fin de disminuir significativamente los costos de almacenamiento y transporte, a partir de los puntos óptimos de reorden e inventario (González Arroyave, 2012).

Asimismo, la medición de inventarios en una empresa es crucial para ofrecer un buen servicio, en tanto, si se garantiza el acceso a la información para la toma de decisiones y se conocen los históricos de producción, materias primas y procesos, se pueden desarrollar modelos precisos para predecir los consumos de materias primas con la debida anticipación, y, por tanto, minimizar los costos de almacenamiento y transporte sobre el punto de reorden de materias primas.

No contar con una buena medición de inventarios puede acarrear problemas en los costos, tiempos de producción y entrega, e insatisfacción en la calidad percibida por el cliente, ya que la organización no contaría con las herramientas para una adecuada planeación, que permita conocer la cantidad idónea de inventario de materias primas en el tiempo, y que

estas suplan las necesidades de producción, sin encarecer el almacenamiento y el transporte.

En este orden de ideas, la creación y consolidación de un modelo de inventarios se basa en la capacidad de generar una predicción adecuada de la producción en el tiempo. El modelo ARIMA (modelo autorregresivo integrado de media móvil) es un modelo robusto que se utiliza para realizar predicciones. Con base en datos históricos, este se hace más preciso a medida que se genera mayor número de datos reales porque autoaprende. Este modelo permite identificar, en una serie de tiempo, la variabilidad asociada a la media móvil y es capaz de identificar la tendencia global y el nivel de estacionalidad a partir del comportamiento de datos históricos. La validación estadística del modelo ARIMA se reporta a partir de los siguientes test de hipótesis:

Test de Dickey–Fuller: describe si el comportamiento de los datos es estacionario, siempre y cuando el valor de p sea mayor al valor de la significancia. La hipótesis nula relaciona que los datos tienen un comportamiento estacional.

Test Box–Ljung: refiere la autocorrelación de datos actuales con datos pasados, siempre y cuando el valor de p sea mayor al valor de la significancia. La hipótesis nula indica que existe una correlación positiva con los históricos específicos en la serie de tiempo.

Test de Kolmogorov-Smirnov: especifican si los residuales son normales cuando el valor de p sea mayor al valor de la significancia (Guisande y Vaamonde, 2012). La hipótesis nula está relacionada con que los residuales del modelo ARIMA se comportan de manera normal; eso es lo adecuado.

Son varios los trabajos que reportan las ventajas de la implementación de un sistema de inventarios, utilizando modelos predictivos o series de tiempo. Por ejemplo, Pérez-Vergara et al. (2013) y Durán (2012) concluyeron que la administración de los inventarios en las organizaciones es compleja; por ello, se hace fundamental generar un sistema de medición de inventarios adecuado que permita reducir los costos y mejorar el servicio ofrecido por la empresa. Para lograr esto, es necesario tener datos históricos confiables de las materias primas, los cuales permitan hacer pronósticos de demanda para calcular el tiempo óptimo de reorden, garantizando existencias de materias primas y optimizando los costos de compras a partir del conocimiento del proceso productivo. Esta referencia fue útil para establecer el diagnóstico del proceso de serigrafía y la identificación de las etapas críticas que afectan tanto el almacenamiento como la producción.

Por otro lado, Bahamón Cortés y Palacio Lince (2014) desarrollaron un sistema de medición de inventarios, usando pronósticos con el fin de anticiparse a la demanda y poder planificar a tiempo estrategias en la organización; para esto, se hizo una recopilación de datos fidedignos y se determinó que cada ítem o producto tenía una demanda diferente, por lo que cada referencia debía manejarse con un modelo de predicción diferenciado, para el cálculo de las

cantidades óptimas en el tiempo de reorden. Esta referencia es importante para desarrollar el modelo de predicción de inventario por cada uno de los ítems de materia prima.

López (2015), por otra parte, propuso desarrollar un manual para el sistema de medición de inventario, donde, a partir de protocolos y pasos específicos en el área de producción, se evidenciara el adecuado seguimiento de las materias primas. Igualmente, en este trabajo se concluyó que los sistemas básicos de Kardex o Excel no son suficientes para la medición del inventario, por lo que se pueden presentar inexactitudes en las cantidades físicas que conllevan a una incorrecta toma de decisiones. De ahí la importancia de implementar modelos predictivos avanzados para determinar, con cierta confianza y precisión, la demanda de materias primas en el tiempo. El aporte para este artículo fue la inclusión de herramientas estadísticas más avanzadas, como el uso del software estadístico R.

También, Arciniegas (2013) desarrolló un estudio cualicuantitativo que permitió establecer qué cantidades se debían de tener en stock para minimizar los costos. Este modelo permitió al departamento de compras hacer pedidos de volúmenes pertinentes, de acuerdo con las necesidades reales en el momento en producción. Esta referencia fue importante para desarrollar el modelo de gestión y el cuadro de mando del sistema de gestión de inventarios para la toma de decisiones.

En este punto, es importante indicar que este trabajo se desarrolló en una empresa de serigrafía textil, ubicada en el municipio de Rio-negro-Antioquia, dedicada al diseño y fabricación de estampados, basados en la técnica

llamada serigrafía textil, donde las principales materias primas son la pintura y el papel (Gómez Galán, 2012). La simplicidad del proceso permite que muchas de sus operaciones se hagan manualmente, originando un menor control sobre las materias primas utilizadas. Por ello, se hizo importante una medición de inventarios que sirviera de apoyo a las diferentes áreas de la empresa, con el fin de optimizar los procesos, controlarlos de una mejor manera y predecir la demanda para no incurrir en faltantes o sobrantes de materia prima (González Arroyave, 2012; Morales, 2016).

En esta empresa, la mayoría de las materias primas son importadas; sin embargo, también se han desarrollado proveedores nacionales que se utilizan, como plan de contingencia, cuando se agotan dichos materiales. Una de las dificultades más recurrentes de la empresa consistía en que el director de producción no conocía la demanda de cada producto utilizado en el proceso, por lo que los consumos realizados se hacían con base en los consumos del mes anterior y se generaban recurrentes inexactitudes entre el inventario físico y las estimaciones del sistema, llegándose a encontrar importantes diferencias en muchos de los meses analizados por la falta de un sistema eficaz de medición de inventarios (información personal).

Adicionalmente, al no contar con una bodega de almacenamiento, cada área tenía sus insumos a la mano, y esto ocasionaba poco control del consumo de materias primas (Pinzón et al., 2010).

Por lo anterior, el principal objetivo de esta investigación fue el diseño de un sistema de

medición de inventarios, conociendo las cantidades mínimas y máximas que se deben de tener en el stock, en un tiempo determinado, para cumplir con la demanda de producto. Partiendo de la información suministrada por la empresa, se determinaron los procesos críticos del proceso de serigrafía, así como las materias primas más críticas. Con estos estimados se construyó un modelo predictivo, utilizando un modelo ARIMA para determinar las cantidades y los tiempos de reorden en aras de minimizar los costos asociados con las materias primas, faltantes o sobrantes. Con el aplicativo, desarrollado en Excel y software estadístico R, la empresa tiene información más confiable, la cual servirá para tomar decisiones estratégicas y tácticas para un acertado pronóstico de la demanda.

Los resultados de este artículo incluyen la construcción del diagrama de flujo, el cual permitió conocer la transformación de la materia prima e información asociada con cada etapa del proceso y sus puntos críticos. Con esta información se construyó un modelo ARIMA para cada materia prima, y con ello se predijo las cantidades y los costos de almacenamiento, reorden y transporte para garantizar la producción en el tiempo. Con estos resultados se determinó el tiempo y la cantidad óptima de reorden. Por último, para visualizar y gestionar táctica y estratégicamente el sistema de medición de inventarios se creó un cuadro de mando de control en Excel, alimentado por el software R, con su respectivo manual de funcionamiento y validación, en una interfaz amigable que permitió facilitar la toma de decisiones en la empresa de serigrafía estudiada.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de un sistema de medición de inventarios se utilizó el paradigma empírico analítico, a partir de un enfoque cuantitativo, siguiendo los pasos del método científico y utilizando información secundaria del consumo histórico de materias primas en su proceso (tinta y papel). En el diagnóstico del proceso productivo se hicieron reiteradas visitas, en las que se obtuvo información que permitió conocer los flujos de materias primas, productos e información para la elaboración de una orden de producción, la cual se consideró como unidad de análisis. Dentro de las variables de interés en este estudio se tienen el stock de inventarios, los flujos de pintura y papel, así como los requerimientos de materias primas por orden de producción en el tiempo. Asimismo, con el fin de determinar los flujos de demanda de la empresa, se hizo uso de información retrospectiva, desde julio de 2018 y hasta diciembre de 2019. Con esta data se construyeron modelos predictivos ARIMA, por cada una de las referencias de materias primas, y se desarrollaron los indicadores que permitieron conocer el costo y las cantidades de materiales que se requerirán, por lo menos durante los próximos 18 meses, utilizando series de tiempo. El modelo utilizado para establecer el pronóstico de materias primas fue de naturaleza probabilística y, por tanto, todas las proyecciones se establecieron a partir de intervalos de confianza del 95 %.

Metodología para el cumplimiento de los objetivos específicos

Diagrama de flujo de proceso en bloques (BFD)

Para establecer el diagrama de flujo en el proceso de serigrafía se diseñó un BFD (diagrama de flujo del proceso en bloques); en este diagrama se identificaron las diferentes etapas del proceso de elaboración de los estampados en la serigrafía. En este caso, se seleccionaron los datos históricos disponibles de consumo general del papel y los datos del consumo de pintura. Posterior a esto, se establecieron las etapas y las interacciones del proceso en el que la disponibilidad de materias primas era crítica; finalmente, se caracterizaron las variables y los flujos de materia asociados con cada etapa. Toda esta información se consignó utilizando una metodología basada en la norma ISO 9001 (Icontec, 2015). El diagrama de flujo que se obtuvo como resultado fue validado por el personal de producción y gerencia de la empresa analizada.

Diseño de los indicadores y medidas de consumo de materias primas en la empresa

Con el diagrama de flujo de proceso se identificaron los ítems de las materias primas más críticas (papel y pintura). La construcción y sistematización de los indicadores se realizó a partir de la implementación de la metodología de KPI'S (indicadores claves de desempeño o medidores de desempeño); estas son métricas y cálculos que sintetizan información importante de la organización, y su finalidad consiste en fortalecer el análisis de los datos que se tienen para propiciar una buena toma de decisiones y optimizar los recursos (Mora, 2018). En este caso, con los modelos de indicadores se buscó medir y analizar los consumos de tinta y papel, para que, conociendo la situación real

de la demanda y su evolución en el tiempo, los modelos predictivos fueran válidos y precisos.

Para la creación de las fichas de indicadores se tuvieron en cuenta el nombre, la fórmula, el ponderador, la frecuencia, el valor de la meta, unidad de medida y semáforo. Todos los indicadores fueron validados por la dirección de la empresa (Mora, 2018). Sin embargo, en este proyecto los indicadores solo se utilizaron como una unidad de medida y la dirección no fijó las metas ni semáforos de éstos. Las fichas de indicadores que se generaron en este estudio se adjuntan en el anexo fichas de indicadores.

Desarrollo del cuadro de mando de control

Posteriormente, cuando se identificaron, construyeron y validaron las fichas de indicadores, se desarrolló un aplicativo en Excel con su respectivo manual y requerimientos de entrada de datos. Este cuadro de mando permitió visualizar los indicadores de medición de inventario en la organización, así como la eficacia o la efectividad de la implementación de estos indicadores en las variables: tiempo de reorden, punto mínimo de reorden y costos asociados. El modelo se probó verificando la concordancia entre la salida del cuadro de mando, diseñado con la disponibilidad de materias primas. Además de Excel, se exploró la posibilidad de trabajar con el software estadístico R.

Resultados y análisis

De acuerdo con los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados.

Diagrama del flujo de proceso en bloques

Inicialmente, se establecieron los flujos de materiales en las diferentes etapas de producción y venta de la empresa, tal y como se muestra en la Figura 1. Con la orden de producción se establecieron las variables y los flujos de materia prima e información asociada con cada etapa del proceso; además, se identificaron los niveles de stock necesarios para la elaboración del producto. Se utilizó como modelo el trabajo realizado por Carro Paz y González Gómez (2012).

En el proceso productivo se realizó un seguimiento, desde la recepción del pedido hasta el envío del producto terminado al cliente, a partir del seguimiento y tránsito de las órdenes de producción. Dentro de los procesos administrativos se planean, organizan, ejecutan y controlan las ventas; dentro de los operativos se realizan los procedimientos de apoyo para garantizar que se cumplan los requerimientos del cliente y por último, en los procesos de logística, se hace la verificación de los estándares del producto y se realiza el envío según lo acordado con el cliente.

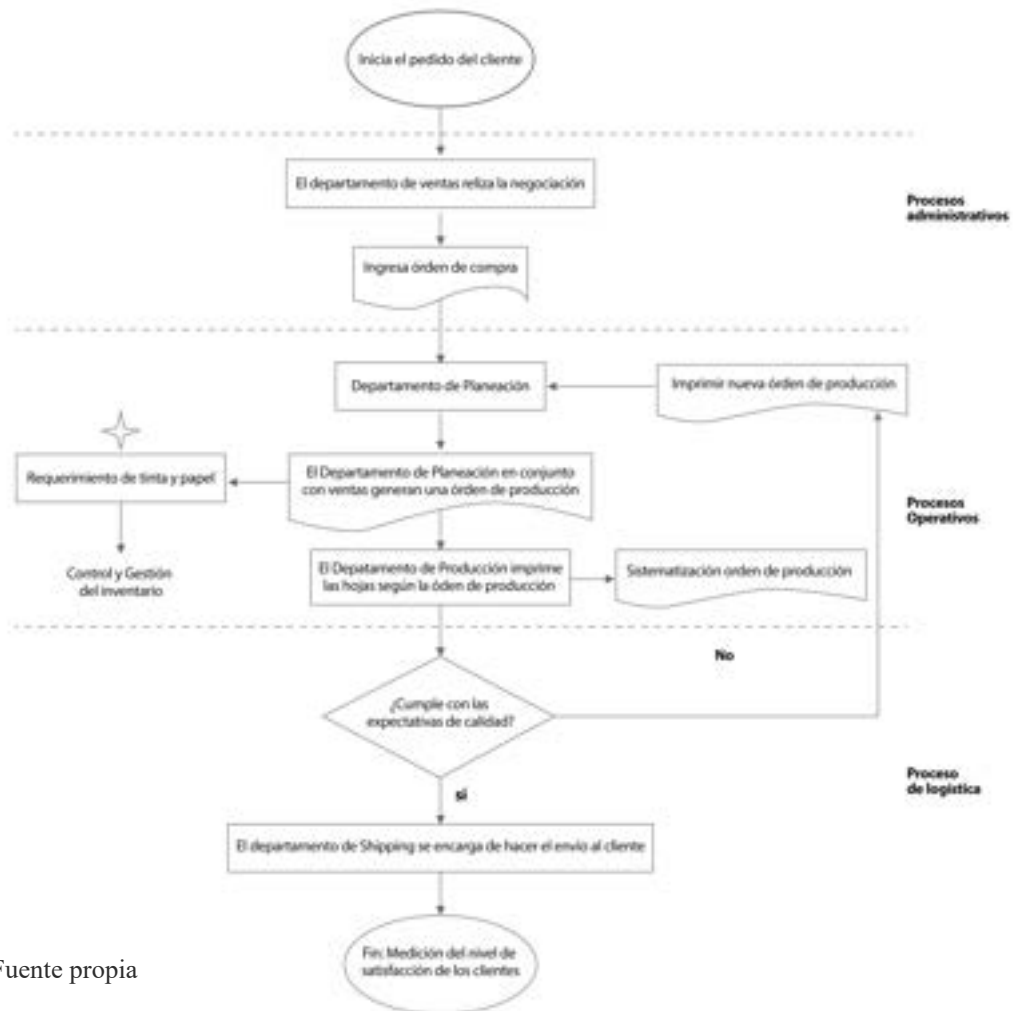
Todo esto se hace a través de procesos administrativos, operativos y de logística: las órdenes de pedido ingresan al departamento de ventas, donde se tramitan las órdenes de compra del cliente; luego, ésta pasa al departamento de planeación, quien crea una orden de producción que es validada por ventas. Como el papel y la tinta son indispensables en la serigrafía, se presentan los requerimientos de tinta y papel a la unidad de producción, esto con el

fin de medir, gestionar y controlar el inventario para garantizar la suficiencia de insumos y la entrega a tiempo de la orden de producción.

Subsecuentemente, estos requerimientos pasan al departamento de producción donde se imprimen las hojas, según la orden de producción; luego, si el producto cumple con las

expectativas de calidad va al departamento de “shipping” o envío, donde se realiza el envío. Si el pedido no está completo o correcto, se imprime una nueva orden hasta lograr la producción de un producto a satisfacción. Por último, se tiene un formulario que permite medir el nivel de satisfacción de los clientes (Figura 1).

Figura 1
Diagrama de flujo de bloques (BFD) de la empresa de serigrafía.



Nota. Fuente propia

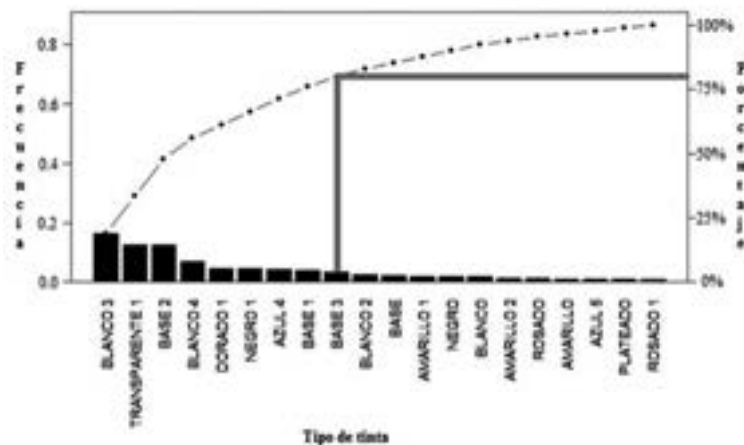
Diseño de los indicadores y medidas de consumo de materias primas en la empresa

Para el desarrollo del segundo objetivo se organizaron los datos con el fin de identificar los picos, puntos críticos y materias primas con más rotación, realizando pronósticos cuantitativos. En primer lugar, se construyó un gráfico de Pareto, determinando los tipos de tinta más utilizados a partir de la cantidad de

papel empleado. Allí se encontró que las tintas que representan el 80 % de la producción, de acuerdo con la media, correspondían a las tintas blanco 3, transparente 1, base 2, blanco 4, dorado 1, negro 1, azul 4, base 1 y base 3, tal y como se observa en la Figura 2. Sin embargo, en el cuadro de mando de control este análisis será variable, de acuerdo con el comportamiento de la demanda de tintas en el tiempo de observación esperado.

Figura 2

Gráfico de Pareto que relaciona la media para tipo de tinta, entre julio de 2018 y diciembre de 2019



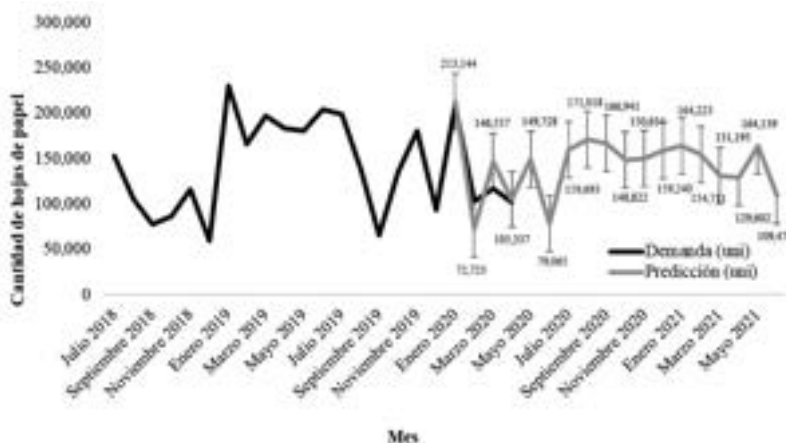
Nota. Fuente propia

Debido a que el papel es la materia prima más relevante en este proceso, y del cual depende el consumo de tintas, en la Tabla 1 se muestra el comportamiento de la demanda futura, utilizando el modelo ARIMA y los datos históricos de la demanda, desde julio de 2018 hasta diciembre de 2019; con esto, se confirma la estacionalidad de la demanda y se valida el modelo, comparando el esperado con

el real durante los meses de enero y abril de 2020 (Figura 3). En contraste, las proyecciones modeladas contienen el límite inferior, la media, el límite superior y el error estándar de los datos analizados con un 95 % de confianza (Tabla 1). Es de anotar que la empresa no ha sufrido, hasta el momento, disminuciones significativas de su demanda por efectos del COVID-19.

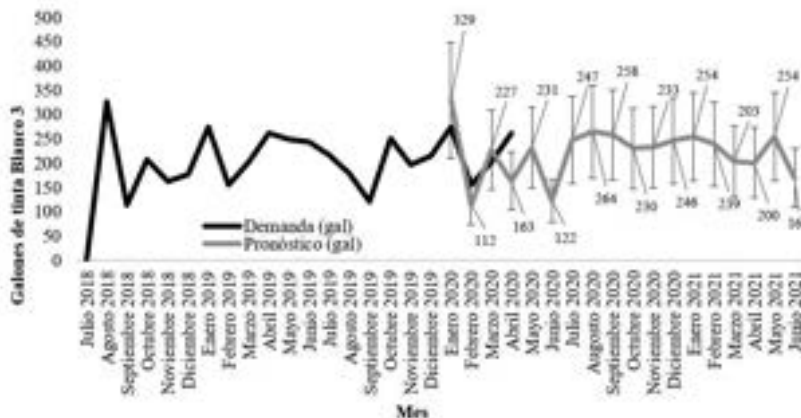
Los consumos de tinta también se modelaron utilizando un modelo ARIMA. En la Figura 4 se observa la predicción para la tinta Blanco 3 evidenciando que su comportamiento es muy similar al del papel, por lo que se confirma la alta correlación entre la demanda de ambos insumos. Las demás gráficas y tablas que se utilizaron para hacer la proyección de los pedidos se podrán encontrar en el anexo A1.

Figura 3
Comportamiento de la demanda y consumo de papel por modelo ARIMA



Nota. Elaboración propia

Figura 4
Consumo de tinta Blanco 3 por modelo ARIMA



Nota. Elaboración propia

Tabla 1

Proyecciones de la demanda y el consumo de papel, así como la estimación de la predicción al 95 % de confianza

Proyección	Papel			
	Media	Li (95%IC)	Ls (95%IC)	Error std
Ene-20	213.144	159.655	266.633	30.882
Feb-20	72.723	19.234	126.213	30.882
Mar-20	146.557	93.068	200.047	30.882
Abr-20	105.337	51.848	158.826	30.882
May-20	149.728	96.239	203.217	30.882
Jun-20	79.065	25.576	132.554	30.882
Jul-20	159.693	106.204	213.183	30.882
Ago-20	171.018	117.529	224.507	30.882
Sep-20	166.941	113.452	220.430	30.882
Oct-20	148.822	95.333	202.311	30.882
Nov-20	150.634	97.145	204.123	30.882
Dic-20	159.240	105.751	212.730	30.882
Ene-21	164.223	110.734	217.712	30.882
Feb-21	154.711	101.222	208.200	30.882
Mar-21	131.195	77.705	184.684	30.882
Abr-21	129.602	76.113	183.091	30.882
May-21	164.139	110.650	217.628	30.882
Jun-21	109.470	55.981	162.959	30.882

Nota. Elaboración propia

Validación del modelo ARIMA para la predicción de la demanda

Todas las respectivas validaciones se hicieron en la empresa por parte del personal encargado, quien verificó los consumos de materia prima desde enero hasta abril de 2020, y los niveles de inventario para ver si el modelo funcionaba adecuadamente.

Con esta información se realizó una gráfica de error comparando los consumos con el inventario de materia prima (Figura 5), y se calculó el porcentaje de cumplimiento del modelo respecto a la demanda real (Figura 6).

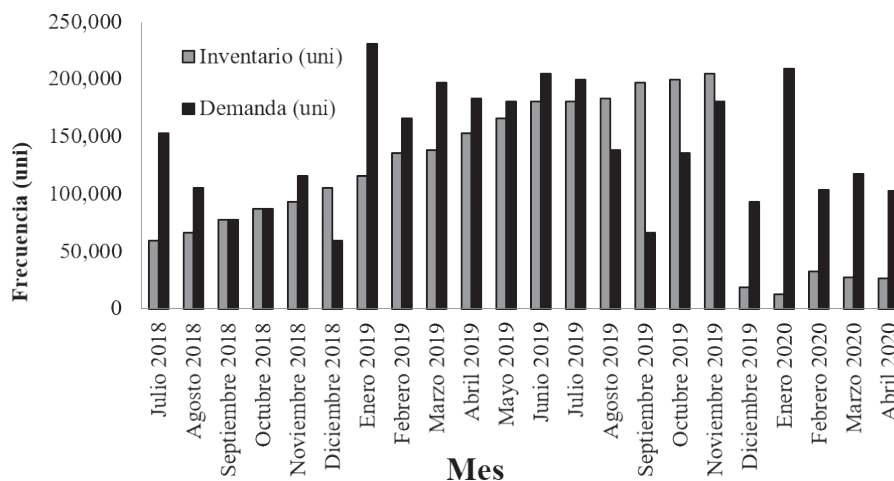
La línea oscura indica la demanda real de papel y la línea clara la predicción del modelo ARIMA, corrido a partir de datos históricos desde julio de 2018-diciembre de 2019. Las

barras de error denotan el intervalo de confianza del 95 % del valor real.

La línea oscura indica la demanda real de la tinta Blanco 3 y la línea clara la predicción del modelo ARIMA, corrido a partir de datos históricos desde julio de 2018-diciembre de 2019. Las barras de error denotan el intervalo de confianza del 95 % del valor real.

Figura 5

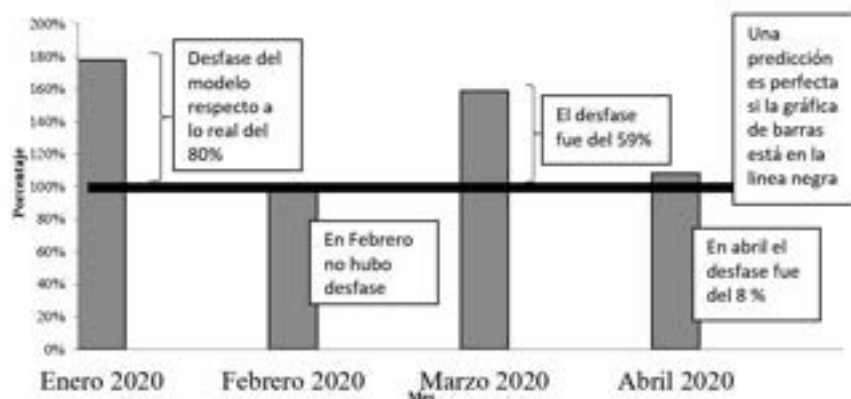
Validación a partir del desfase del inventario real, con la predicción de la demanda desde julio de 2018 hasta abril de 2020 en unidades



Nota. Elaboración propia. Si las barras grises son del mismo tamaño que las barras negras no hubo desfase entre el inventario de materias primas pronosticado y la demanda de las mismas en todas las referencias.

Figura 6

Validación del modelo, a partir del pronóstico de la demanda en los meses de Enero–Abril de 2020 de todas las materias primas



Nota. Elaboración propia. Si la barra se pone en el 100 %, el modelo predijo perfectamente el comportamiento de la demanda en todos los ítems.

Para los datos analizados se estableció una confianza del 95 %; además, con cada modelo ARIMA se reportaron los diferentes test que permitieron evaluar el comportamiento de los datos estudiados y el análisis respectivo con relación a dichas pruebas de hipótesis para cada predicción, tal y como se muestra en la Tabla 2 y la Tabla 3. Estos indicadores son muy importantes para determinar la confianza en la toma de decisiones respecto al modelo predictivo.

Tabla 2

Valores de p para los test que arroja el modelo ARIMA del papel

Tinta/Test	Valor de p test Dickey - Fuller	Valor de p test Box - Ljung	Valor de p test Kolmogorov - Smirnov	Observaciones
Papel	0,18	0,63	0,25	Comportamiento normal de la serie

Nota. Elaboración propia

Tabla 3

Valores de *p* para los test que arroja el modelo ARIMA de la tinta blanco 3

Tinta/Test	Valor de <i>p</i> test Dickey - Fuller	Valor de <i>p</i> test Box - Ljung	Valor de <i>p</i> test Kolmogorov - Smirnov	Observaciones
Blanco 3	0,33	0,50	0,04	Los residuales no son normales.

Nota. Elaboración propia

Dado el interés de la empresa por minimizar los costos, se procedió con el cálculo de los costos totales anuales de reorden, a partir de los resultados arrojados por el modelo ARIMA (Figura 7); así se establecieron los costos de transporte y almacenaje (Figura 8), con un horizonte máximo de 18 meses, utilizando técnicas de simulación. En los costos totales anuales se tuvieron en cuenta los costos de las materias primas, costos de transporte y costos

de almacenaje. En esta simulación, el punto óptimo de reorden es de 6 meses; sin embargo, si solo se consideraran los costos de transporte y almacenaje, el costo mínimo se obtendría en pedidos de 13 meses; es importante resaltar que el deterioro del papel y las tintas, adicional al costo de administrar el inventario hacen inviable este punto de reorden; por ello, el tiempo óptimo de reorden para la empresa es de 6 meses.

Figura 7

Costos totales anuales respecto al tiempo de reorden en meses



Nota. Elaboración propia. Este costo incluye materias primas, transporte y almacenamiento. El costo ha sido calculado para que se refleje como una anualidad, y poder realizar comparativos adecuados.

Desarrollo de un sistema de visualización estadístico de los indicadores de medición de inventarios (cuadro de mando de control)

Luego de diseñar las fichas de indicadores, se integraron las predicciones obtenidas por el modelo ARIMA y los asociados a los puntos de reorden en un cuadro de mando de control, construido en Excel, para una visualización amigable del sistema de gestión de inventarios. Este cuadro de mando, si es alimentado adecuadamente, de acuerdo con las indicaciones del manual del usuario, permitirá determinar los puntos óptimos de reorden, planificar la cantidad de materia prima a ordenar, y proyectar la demanda, el espacio y la logística de transporte necesaria para mantener en funcionamiento el proceso productivo durante los próximos 6 meses. Ordenando en el punto óptimo, la empresa se ahorrará US \$ 43.745 (COP \$ 164.043.750, a junio 6 de 2020), lo cual corresponde a un 5.7 %, respecto al segundo mejor escenario que corresponde a un reorden de siete meses.

Interfaz del cuadro de mando de control desarrollado

A continuación, se muestra la estructura básica del cuadro de mando de control que permite

visualizar el sistema de gestión de inventarios de la empresa de serigrafía. La interfaz se desarrolló en inglés, debido a requerimientos expresos de la dirección de la empresa de serigrafía (Ver Figura 9, 10, 11, 12, 13).

Un demo del cuadro de mando de control desarrollado puede ser consultado y utilizado para futuros desarrollos en este link: <https://cutt.ly/AZgJcwp> (Anexo3).

Menú principal: Cuando el usuario ingresa al cuadro de mando de control encontrará un menú compuesto por cuatro íconos, los cuales lo guiarán hacia diferentes ítems: *Data entry*, *Model*, *Model vs real* y *Cost*. Si desea regresar al menú principal bastará con dar un clic sobre el botón cancelar o la “X” que se muestra en el costado superior derecho de cada ícono. En el ícono *Data entry* podrá acceder a las hojas donde se ingresan los datos para hacer todos los cálculos del cuadro de mando de control, el ícono *Model* da acceso a las hojas donde se tiene la información de la predicción del modelo ARIMA, el ícono *Model vs Real* permite consultar la información de cada materia prima (papel y tintas), y el ícono *Cost* conduce a los cálculos que el modelo propone en cuanto a costos.

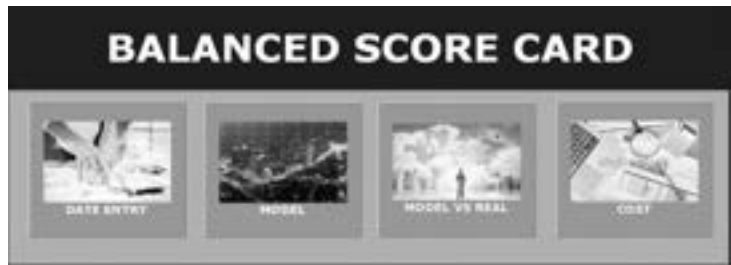
Figura 8

Costos de almacenaje y transporte de acuerdo con el mes de reorden

Nota. Elaboración propia. Este costo incluye únicamente, transporte y almacenamiento. El costo ha sido calculado para que se refleje como una anualidad y poder realizar comparativos adecuados.



Figura 9
Menú principal del Cuadro de mando de control



Nota. Elaboración propia

Figura 10
Icono Data Entry y sus ítems



Nota. Elaboración propia

Figura 11
Icono Model y sus ítems



Nota. Elaboración propia

Figura 12
Icono Model vs real y sus ítems



Nota. Elaboración propia

Figura 13
Icono Cost y sus ítems



Nota. Elaboración propia.

Ícono Data entry

Consumption. Al seleccionar el ícono *Data Entry* y luego el ítem *Consumption*, el usuario tendrá ingreso a la base de datos donde se registran todos los consumos de materia prima de la empresa que se tienen mes a mes. Para agilizar el proceso, en el lado superior izquierdo encontrará un menú de acceso rápido; allí podrá hacer clic sobre la celda en la que se selecciona el mes de consumo, y a un lado de la celda aparecerá una flecha que permite desplegar un menú para elegir el mes de consumo

que se requiere agregar; posteriormente, se hace el mismo procedimiento para adicionar el nombre de la materia prima que se añadirá a la base de datos. Luego debe dar clic en la celda *Access Here* (Figura 14); esto lo conducirá a la celda que cuenta con las características específicas, elegidas anteriormente, y la resaltará de color amarillo (Figura 15). Si el usuario quiere regresar al menú de acceso rápido debe dar clic sobre las fechas ubicadas en la parte superior de la tabla (Figura 16). Para regresar al menú principal se debe hacer clic sobre la flecha que aparece bajo el menú de acceso rápido.

Figura 14
Menú de acceso rápido



Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Ítem Consumption y menú de acceso rápido

DESCRIPTION	CONSUMPTION JULY 2018	CONSUMPTION AUGUST 2018	CONSUMPTION SEPTEMBER 2018	CONSUMPTION OCTOBER 2018	CONSUMPTION NOVEMBER 2018	CONSUMPTION DECEMBER 2018	CUM. YEAR
BLACK							
RED							
GREEN							
BLUE							
YELLOW							
PURPLE							
PINK							
WHITE							
GRAY							
BROWN							
ORANGE							
PINK 2							
BLACK 2							
GREEN 2							
RED 2							
BLUE 2							
YELLOW 2							
PURPLE 2							
PINK 3							
WHITE 2							
GRAY 2							
BROWN 2							
ORANGE 2							
PINK 4							
BLACK 3							
GREEN 3							
RED 3							
BLUE 3							
YELLOW 3							
PURPLE 3							
PINK 5							
WHITE 3							
GRAY 3							
BROWN 3							
ORANGE 3							
PINK 6							
BLACK 4							
GREEN 4							
RED 4							
BLUE 4							
YELLOW 4							
PURPLE 4							
PINK 7							
WHITE 4							
GRAY 4							
BROWN 4							
ORANGE 4							
PINK 8							
BLACK 5							
GREEN 5							
RED 5							
BLUE 5							
YELLOW 5							
PURPLE 5							
PINK 9							
WHITE 5							
GRAY 5							
BROWN 5							
ORANGE 5							
PINK 10							
BLACK 6							
GREEN 6							
RED 6							
BLUE 6							
YELLOW 6							
PURPLE 6							
PINK 11							
WHITE 6							
GRAY 6							
BROWN 6							
ORANGE 6							
PINK 12							
BLACK 7							
GREEN 7							
RED 7							
BLUE 7							
YELLOW 7							
PURPLE 7							
PINK 13							
WHITE 7							
GRAY 7							
BROWN 7							
ORANGE 7							
PINK 14							
BLACK 8							
GREEN 8							
RED 8							
BLUE 8							
YELLOW 8							
PURPLE 8							
PINK 15							
WHITE 8							
GRAY 8							
BROWN 8							
ORANGE 8							
PINK 16							
BLACK 9							
GREEN 9							
RED 9							
BLUE 9							
YELLOW 9							
PURPLE 9							
PINK 17							
WHITE 9							
GRAY 9							
BROWN 9							
ORANGE 9							
PINK 18							
BLACK 10							
GREEN 10							
RED 10							
BLUE 10							
YELLOW 10							
PURPLE 10							
PINK 19							
WHITE 10							
GRAY 10							
BROWN 10							
ORANGE 10							
PINK 20							
BLACK 11							
GREEN 11							
RED 11							
BLUE 11							
YELLOW 11							
PURPLE 11							
PINK 21							
WHITE 11							
GRAY 11							
BROWN 11							
ORANGE 11							
PINK 22							
BLACK 12							
GREEN 12							
RED 12							
BLUE 12							
YELLOW 12							
PURPLE 12							
PINK 23							
WHITE 12							
GRAY 12							
BROWN 12							
ORANGE 12							
PINK 24							
BLACK 13							
GREEN 13							
RED 13							
BLUE 13							
YELLOW 13							
PURPLE 13							
PINK 25							
WHITE 13							
GRAY 13							
BROWN 13							
ORANGE 13							
PINK 26							
BLACK 14							
GREEN 14							
RED 14							
BLUE 14							
YELLOW 14							
PURPLE 14							
PINK 27							
WHITE 14							
GRAY 14							
BROWN 14							
ORANGE 14							
PINK 28							
BLACK 15							
GREEN 15							
RED 15							
BLUE 15							
YELLOW 15							
PURPLE 15							
PINK 29							
WHITE 15							
GRAY 15							
BROWN 15							
ORANGE 15							
PINK 30							
BLACK 16							
GREEN 16							
RED 16							
BLUE 16							
YELLOW 16							
PURPLE 16							
PINK 31							
WHITE 16							
GRAY 16							
BROWN 16							
ORANGE 16							
PINK 32							
BLACK 17							
GREEN 17							
RED 17							
BLUE 17							
YELLOW 17							
PURPLE 17							
PINK 33							
WHITE 17							
GRAY 17							
BROWN 17							
ORANGE 17							
PINK 34							
BLACK 18							
GREEN 18							
RED 18							
BLUE 18							
YELLOW 18							
PURPLE 18							
PINK 35							
WHITE 18							
GRAY 18							
BROWN 18							
ORANGE 18							
PINK 36							
BLACK 19							
GREEN 19							
RED 19							
BLUE 19							
YELLOW 19							
PURPLE 19							
PINK 37							
WHITE 19							
GRAY 19							
BROWN 19							
ORANGE 19							
PINK 38							
BLACK 20							
GREEN 20							
RED 20							
BLUE 20							
YELLOW 20							
PURPLE 20							
PINK 39							
WHITE 20							
GRAY 20							
BROWN 20							
ORANGE 20							
PINK 40							
BLACK 21							
GREEN 21							
RED 21							
BLUE 21							
YELLOW 21							
PURPLE 21							
PINK 41							
WHITE 21							
GRAY 21							
BROWN 21							
ORANGE 21							
PINK 42							
BLACK 22							
GREEN 22							
RED 22							
BLUE 22							
YELLOW 22							
PURPLE 22							
PINK 43							
WHITE 22							
GRAY 22							
BROWN 22							
ORANGE 22							
PINK 44							
BLACK 23							
GREEN 23							
RED 23							
BLUE 23							
YELLOW 23							
PURPLE 23							
PINK 45							
WHITE 23							
GRAY 23							
BROWN 23							
ORANGE 23							
PINK 46							
BLACK 24							
GREEN 24							
RED 24							
BLUE 24							
YELLOW 24							
PURPLE 24							
PINK 47							
WHITE 24							
GRAY 24							
BROWN 24							
ORANGE 24							
PINK 48							
BLACK 25							

Figura 17
Ítem Cost income - Hoja principal de costos de inventario

PAINTING PRICE INCOME PER GALLON (DOL)	
WHITE	\$ 284,95
BLACK	\$ 295,50
GREEN	\$ 284,95
BLUE	\$ 284,95
SILVER	\$ 284,95
GOLD	\$ 284,95
PURPLE	\$ 120,99
VIOLET	\$ 120,99
ORANGE	\$ 284,95
YELLOW	\$ 284,95
RED	\$ 284,95
BASE 1	\$ 284,95
BASE 2	\$ 284,95
BASE 3	\$ 284,95
BASE 4	\$ 284,95
BASE 5	\$ 284,95
BASE 6	\$ 284,95
BASE 7	\$ 284,95
BASE 8	\$ 284,95
BASE 9	\$ 284,95
BASE 10	\$ 284,95
BASE 11	\$ 284,95
BASE 12	\$ 284,95
BASE 13	\$ 284,95
BASE 14	\$ 284,95
BASE 15	\$ 284,95
BASE 16	\$ 284,95
BASE 17	\$ 284,95
BASE 18	\$ 284,95
BASE 19	\$ 284,95
BASE 20	\$ 284,95
BASE 21	\$ 284,95
BASE 22	\$ 284,95
BASE 23	\$ 284,95
BASE 24	\$ 284,95
BASE 25	\$ 284,95
BASE 26	\$ 284,95
BASE 27	\$ 284,95
BASE 28	\$ 284,95
BASE 29	\$ 284,95
BASE 30	\$ 284,95
BASE 31	\$ 284,95
BASE 32	\$ 284,95
BASE 33	\$ 284,95
BASE 34	\$ 284,95
BASE 35	\$ 284,95
BASE 36	\$ 284,95
BASE 37	\$ 284,95
BASE 38	\$ 284,95
BASE 39	\$ 284,95
BASE 40	\$ 284,95
BASE 41	\$ 284,95
BASE 42	\$ 284,95
BASE 43	\$ 284,95
BASE 44	\$ 284,95
BASE 45	\$ 284,95
BASE 46	\$ 284,95
BASE 47	\$ 284,95
BASE 48	\$ 284,95
BASE 49	\$ 284,95
BASE 50	\$ 284,95
BASE 51	\$ 284,95
BASE 52	\$ 284,95
BASE 53	\$ 284,95
BASE 54	\$ 284,95
BASE 55	\$ 284,95
BASE 56	\$ 284,95
BASE 57	\$ 284,95
BASE 58	\$ 284,95
BASE 59	\$ 284,95
BASE 60	\$ 284,95
BASE 61	\$ 284,95
BASE 62	\$ 284,95
BASE 63	\$ 284,95
BASE 64	\$ 284,95
BASE 65	\$ 284,95
BASE 66	\$ 284,95
BASE 67	\$ 284,95
BASE 68	\$ 284,95
BASE 69	\$ 284,95
BASE 70	\$ 284,95
BASE 71	\$ 284,95
BASE 72	\$ 284,95
BASE 73	\$ 284,95
BASE 74	\$ 284,95
BASE 75	\$ 284,95
BASE 76	\$ 284,95
BASE 77	\$ 284,95
BASE 78	\$ 284,95
BASE 79	\$ 284,95
BASE 80	\$ 284,95
BASE 81	\$ 284,95
BASE 82	\$ 284,95
BASE 83	\$ 284,95
BASE 84	\$ 284,95
BASE 85	\$ 284,95
BASE 86	\$ 284,95
BASE 87	\$ 284,95
BASE 88	\$ 284,95
BASE 89	\$ 284,95
BASE 90	\$ 284,95
BASE 91	\$ 284,95
BASE 92	\$ 284,95
BASE 93	\$ 284,95
BASE 94	\$ 284,95
BASE 95	\$ 284,95
BASE 96	\$ 284,95
BASE 97	\$ 284,95
BASE 98	\$ 284,95
BASE 99	\$ 284,95
BASE 100	\$ 284,95

COST INCOME

TAX (PESOS)	\$ 3410,34
MONTHLY WAREHOUSE COST (DOL)	\$ 3225,55
CONTAINER 20' (DOL)	\$ 1.580,00
CONTAINER 40' (DOL)	\$ 1.790,00

CONTENEDOR 20 PIES

CAPACITY (FT³): 1170,40

Internal dimensions in international system:
 12,02 meters long x 2,352 meters wide x 2,381 meters high, supports a load of around 28 tons (25,000 kg)

CONTENEDOR 40 PIES

CAPACITY (FT³): 2390,10

Internal dimensions in international system:
 12,02 meters long x 2,352 meters wide x 2,381 meters high, supports a load of around 28 tons (25,000 kg)

Nota. Elaboración propia

Figura 18
Formulario para ingresar los costos de materia prima

DATA ENTRY									
WHITE		BASE		BLACK		BLUE		PINK	
WHITE	\$ 284,95	BASE	\$ 284,95	BLACK	\$ 295,50	BLUE	\$ 284,95	PINK	\$ 284,95
WHITE 2	\$ 120,99	BASE 1	\$ 284,95	BLACK 1	\$ 295,50	BLUE 1	\$ 284,95	TRANSPARENT	\$ 284,95
WHITE 3	\$ 120,99	BASE 2	\$ 284,95	BLACK 2	\$ 120,99	BLUE 2	\$ 284,95	TRANSPARENT 1	\$ 251,00
WHITE 4	\$ 120,99	BASE 3	\$ 284,95	ORANGE		BLUE 3	\$ 120,99	TRANSPARENT 2	\$ 251,00
GOLD		GREEN		ORANGE	\$ 284,95	BLUE 4	\$ 120,99	YELLOW	
GOLD	\$ 284,95	GREEN	\$ 284,95	ORANGE 1	\$ 284,95	BLUE 5	\$ 120,99	YELLOW	\$ 284,95
GOLD 1	\$ 120,99	GREEN 1	\$ 284,95	ORANGE 2	\$ 120,99	SILVER		YELLOW 1	\$ 284,95
PURPLE		GREEN 2	\$ 284,95	RED		SILVER	\$ 120,99	YELLOW 2	\$ 256,70
PURPLE	\$ 120,99	GREEN 3	\$ 120,99	RED	\$ 284,95	VIOLET		YELLOW 3	\$ 120,99
PURPLE 1	\$ 120,99	WHITE		RED 1	\$ 284,95	VIOLET 1	\$ 120,99	YELLOW 4	\$ 120,99
PURPLE 2	\$ 120,99	BASE 1	\$ 284,95	RED 2	\$ 284,95				
PURPLE 3	\$ 120,99	BASE 2	\$ 284,95						
CAPTURE DATA					CANCEL				

Nota. Elaboración propia

Figura 19

Formulario para ingresar los costos de almacenaje y transporte

		TRM	\$ 3.410,24
		MONTHLY	\$ 3.225,50
CONTAINER 20'		CONTAINER 40'	
FREIGHT	\$ 1.200,00	FREIGHT	\$ 1.410,00
SHIPPING COSTS	\$ 300,00	SHIPPING COSTS	\$ 60,00
BL RELEASE	\$ 60,00	BL RELEASE	\$ 1.410,00
TOTAL	\$ 1.560,00	TOTAL	\$ 1.790,00
CAPTURE DATE		CANCEL	

Nota. Elaboración propia

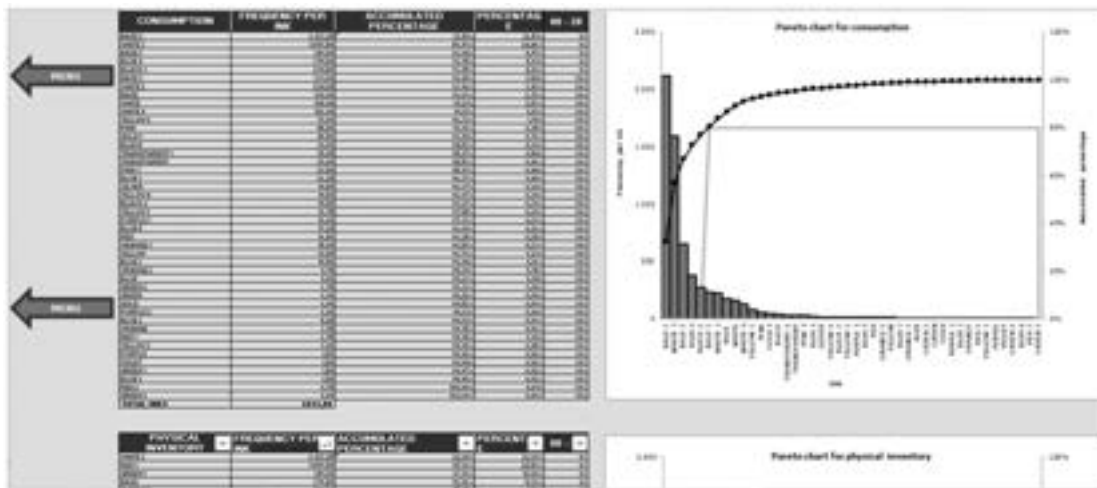
Ícono *Model*

Pareto chart. Al seleccionar el ícono *Model* y luego el ítem *Pareto chart*, el usuario podrá saber qué tintas representan el 80 % de los consumos y del inventario, de acuerdo con la suma de éstas en determinada temporada; esto le permitirá establecer los consumos críticos. Para saber, a partir del gráfico, cuáles son las tintas que constituyen el 80 % del consumo o del inventario, el usuario deberá tomar la tinta siguiente, a la tinta que toca la línea gris (Figura 20). Si desea analizar otra temporada deberá dirigirse al menú principal (ver Figura 9), seleccionar el ícono *Data entry*, luego elegir, según el caso, el ítem *Consumption o Physical* (ver Figura 10) y dirigirse a la última columna de ingreso de consumos o inventarios, donde encontrará la suma de éstos; en esa

sumatoria deberá cambiar el rango que quiere sumar, ya que éste será el que se tendrá en cuenta en el Pareto.

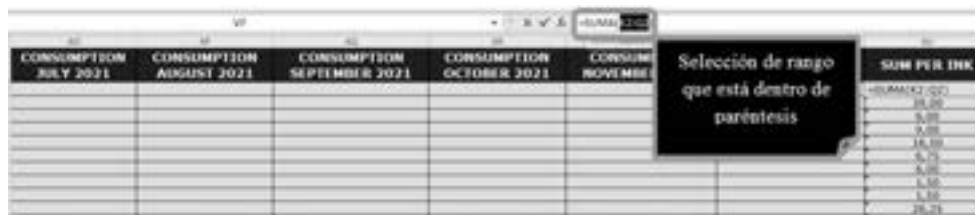
Para cambiar el rango de la suma debe dar clic sobre la primera fila que contiene datos de la suma en esa columna; continuamente desplazarse hacia la barra de fórmulas, seleccionar el valor que aparece dentro del paréntesis (Figura 21), seleccionar las celdas de esa fila que quiere sumar (Figura 22) y presionar la tecla enter; luego de tener organizada la fórmula, en la primera fila de esa columna, el usuario deberá dar clic sobre esa celda nuevamente y ubicar el puntero en el extremo inferior derecho de esa celda hasta que aparezca una cruz delgada (+), en ese momento se da doble clic para arrastrar la fórmula en toda la columna (Figura 23).

Figura 20
Apartado Pareto chart



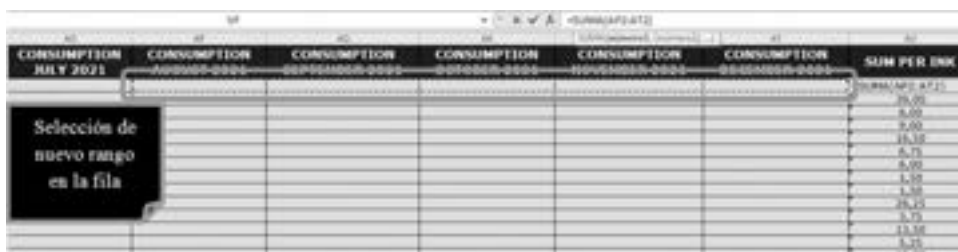
Nota. Elaboración propia

Figura 21
Selección de rango de fórmula para el gráfico de Pareto



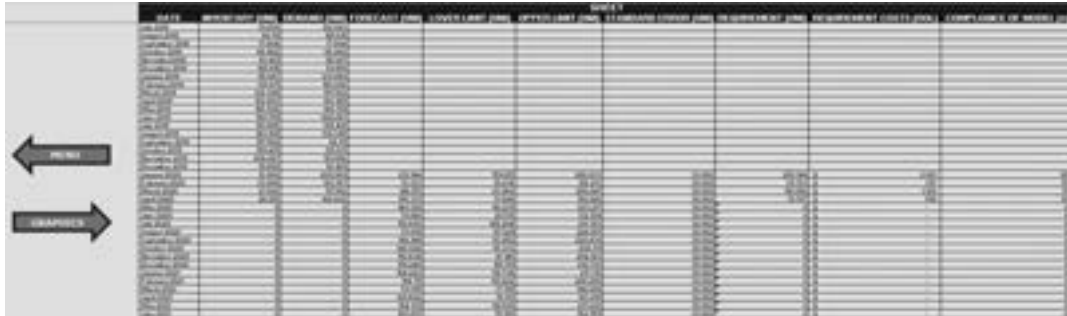
Nota. Elaboración propia

Figura 22
Modificación de rango de datos para el gráfico de Pareto



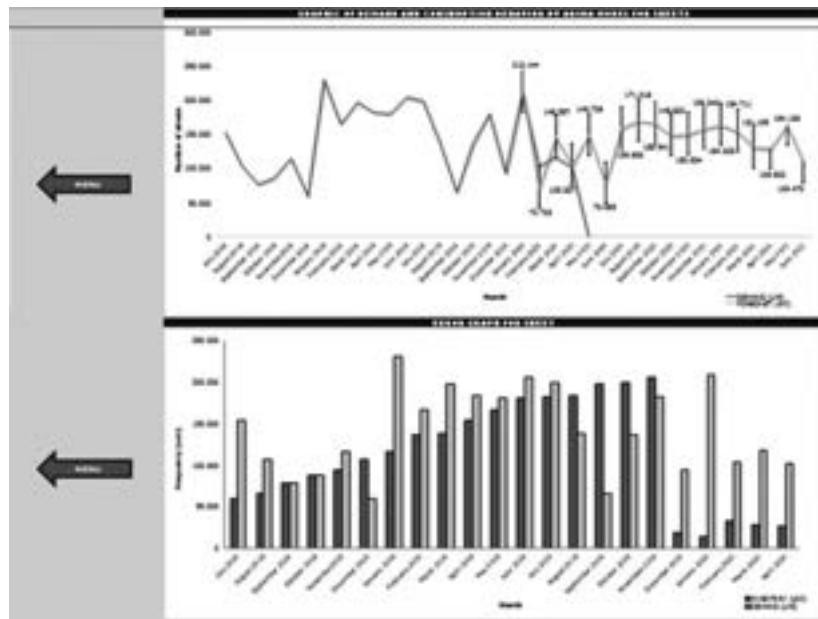
Nota. Elaboración propia

Figura 26
Datos de ítem Sheet



Nota. Elaboración propia

Figura 27
Gráficas de ítem Sheet



Nota. Elaboración propia

Otros ítems. Para los demás ítems que se encuentran en el ícono *Model vs real*, el usuario puede proceder de la misma manera que se explica en el ítem *Sheet*.

Ícono *Cost*

Expense. Al seleccionar el ícono *Cost* y luego el ítem *Expense*, el usuario podrá visualizar una simulación con la media, el límite inferior y el límite superior de la cantidad de materia prima a pedir para determinados meses y los costos asociados a esta (Figura 28), además de los costos de transporte y almacenaje (Figura 29). Si desea ver el valor de un mes en específico puede filtrar mediante los botones que se encuentran en los costados de las tablas (Figura 30), y si luego de hacer el filtro desea volver a ver la información de todos los meses de reorden deberá borrar el contenido que tenga en la celda de criterio para el filtro y pulsar nuevamente el botón filtrar.

Figura 28
Cantidad de materia prima a pedir y costos asociados

Nota. Elaboración propia

Figura 29
Costos de almacenaje y transporte

Nota. Elaboración propia

Figura 29
Costos de almacenaje y transporte

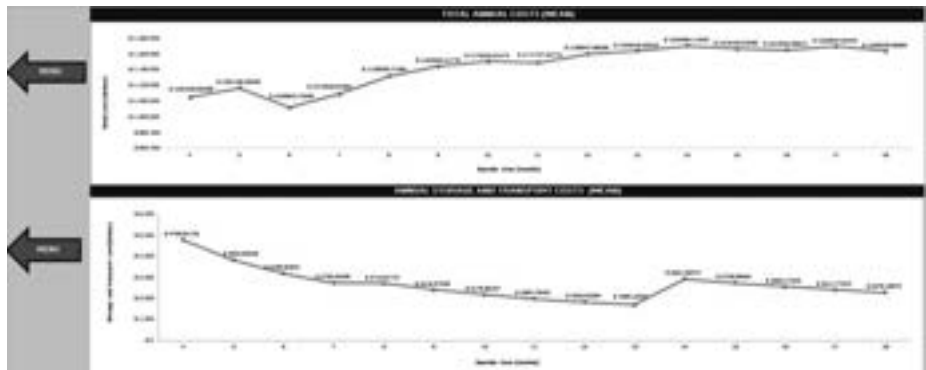
Nota. Elaboración propia

Figura 30
Filtro por orden de reorden

Nota. Elaboración propia

Cost. Al seleccionar el ícono *Cost* y luego el ítem *Cost*, el usuario tendrá acceso a las gráficas de costos totales anuales y costos de almacenaje y transporte anuales para la media, el límite superior y el límite inferior (Figura 31).

Figura 31
Gráficas de costos



Nota.
 Elaboración propia

Discusión

Para tener un sistema de gestión de inventarios adecuado es necesario contar con un modelo de predicciones que permita determinar la futura demanda. En la actualidad, las empresas tienen a su alcance modelos sencillos que predicen lo que sucederá en los próximos meses, más no modelos robustos que permitan estimar la incertidumbre con el fin de usar los datos históricos de la organización.

Teniendo en cuenta lo anterior, Sanchez López (2013) aplicaron el modelo ARIMA para estudiar la serie del comportamiento de los datos obtenidos de una empresa productora de leche. Allí se utilizaron series de tiempo con media y varianza constante, evitando métodos de variables independientes, y se logró establecer pronósticos acertados en la producción lechera, aun cuando la serie presentaba gran variabilidad. Con esto se pudo probar que el modelo ARIMA es una excelente herramienta para las predicciones de los datos estacionarios, como es el caso de la demanda de la empresa de serigrafía (Sánchez-López et al., 2013).

Melo y Santana (2016), de igual manera, encontraron que la metodología ARIMA es muy útil y rápida para realizar predicciones, como también para analizar datos que son estacionales (subidas y bajadas periódicas que se presentan de forma constante en el tiempo) y para mejorar la exactitud en los pronósticos. En este artículo, debido a la estacionalidad, se optó por el modelo ARIMA y se obtuvieron datos muy precisos (MELO-MORÍN YSANTANA-ESPARZA, 2016).

Asimismo, en este estudio y a partir de los históricos, se realizó un gráfico de Pareto para determinar el tipo de demanda de la empresa, indicando que se estaba frente a una demanda estacionaria de pintura y papel. Con esta información se determinó que el modelo ideal para la predicción de dicha demanda era el modelo ARIMA, en aras de obtener la estimación de los costos y el punto óptimo de reorden, y así mantener los niveles de stock adecuados. En contraste, se usó el programa *Rwizard* para aplicar el modelo; este arrojó la predicción de dieciocho meses, con una validación muy ajustada a lo que sucedió con la demanda en los primeros cuatro meses del 2020.

De otro lado, Marín, Garcia y Giraldo (2013) determinaron que los inventarios son cada vez más importantes en las compañías, ya que, por medio de éstos, es posible controlar los productos en existencia, teniendo lo necesario en stock para cumplir con la demanda, y en los costos del capital, para invertir en la materia prima; además de otros requerimientos indispensables como el transporte y almacenaje. Es por eso por lo que en este artículo se incluyeron los costos que permiten a la empresa tomar mejores decisiones, optimizándolos y manteniendo siempre la mejor calidad. Adicionalmente en este estudio se consideró que existen tres tipos de costos en los inventarios: costo de ordenar, costo de almacenamiento y costo de penalización, siendo los tres muy importantes y que se pueden satisfacer utilizando herramientas de predicciones (Marin et al., 2013).

En este orden de ideas, en la empresa de serigrafía se busca que estos costos estén contro-

lados, cumpliendo siempre con las expectativas de los clientes y manteniendo un costo en la cadena de inventarios muy razonable, de manera que la empresa pueda generar mayores ganancias. En este punto, es importante mencionar que Pérez Martínez, Fernández y Cepeda (2014) identificaron que si una empresa quiere obtener mayores ganancias debe prestar atención a los procesos que generan desperdicios. Por ello se deben evitar incurrir en faltantes y sobrantes de materia prima. Con el modelo que se planteó para la empresa de serigrafía se cumplen ambos requisitos, teniendo en bodega las cantidades necesarias para lograr la producción de ese determinado tiempo; además, con ello, se reducen los gastos de compras, almacenamiento y penalización (Pérez Martínez et al., 2014).

Por último, se construyó un cuadro de mando integral que ofrece una visión general de los resultados obtenidos en el modelo ARIMA, calculando los consumos y costos para cada tiempo de reorden; este desarrollo también tiene la posibilidad de guardar el histórico, tanto de los datos reales de la empresa como los historiales de las predicciones y los comportamientos de la demanda. La información obtenida a partir del cuadro de mando permite a la empresa tomar decisiones, tanto en el área de logística (compras, transporte, inventarios y almacenaje) como en el área financiera; además de ser un soporte para la creación de los presupuestos anuales.

Así las cosas, Sánchez Lozano (2019) exponen que los sistemas logísticos deben ser evaluados en la medida del tiempo, y analizar su cumplimiento para que se puedan tomar

decisiones acertadas; para esto, las organizaciones necesitan de un instrumento que les permita observar información clara, acertada y a tiempo. Rodríguez, Comas, de Oca et al. (2018) describen el cuadro de mando integral como una herramienta muy útil para conectar varias áreas y muy completa en cuanto a la visualización de todos los aspectos que sean importantes en aras de realizar cambios o evaluar procesos en toda la compañía (Rodríguez et al., 2018; Sánchez Lozano, 2019).

Igualmente, Muñoz Barrenechea (2014) argumenta que, en la actualidad, las empresas presentan más contratiempos, mayores exigencias del mercado y competencia, por lo que se deben tener estrategias adecuadas; allí es donde el cuadro de mando integral se convierte como la solución para solucionar problemas dentro de las empresas. Por ser esta una herramienta tan completa se decidió incluirla en este artículo, consolidando allí toda la información necesaria para evaluar el modelo (Muñoz Barrenechea, 2014).

Conclusiones

A partir del diagnóstico de los flujos de materia prima en las diferentes etapas del proceso, se identificaron los puntos y materiales críticos que requieren medición de inventarios. Por ello, y con el fin de ofrecerle más orden y trazabilidad al proceso, se le sugiere a la empresa agregar en la orden de producción las cantidades necesarias para realizar determinada producción.

Se pronosticaron, diseñaron y estandarizaron los indicadores de medición de inventarios,

generando así las fichas de indicadores y la optimización de los costos de materias primas, transporte y almacenaje.

Con las fichas de indicadores estandarizadas se desarrolló un cuadro de mando de control que permite visualizar los indicadores de medición y los presupuestos del inventario de la organización; a su vez, se desarrolló un manual para su adecuado manejo. A medida que la empresa continúe ingresando los datos de sus consumos a este aplicativo se obtendrán modelos y análisis cada vez más precisos. Se sugiere a la organización implementar, en un futuro, en su cuadro de mando de control, un método de clasificación ABC de las tintas en stock.

Tabla de Anexos o Apéndices

Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo	Enlace google drive
Anexo 1	Propio	PDF	https://cutt.ly/OZdZRiK
Anexo 2: Ficha de indicadores	Propio	PDF	https://cutt.ly/AZdZYyT
Anexo 3: Cuadro de mando	Propio	Excel	https://cutt.ly/AZgJcwp

Referencias bibliográficas

- Arciniegas, G. (julio-diciembre, 2013). Modelo de gestión de inventarios para empresas comerciales de la ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura. *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, 2(2),11-26. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521752181003>
- Bahamón Cortés, V., & Palacio Lince, A. F. (2014). *Desarrollo de un modelo de pronósticos e inventarios para items clase a en una empresa comercial de la ciudad de Cali* [Proyecto de pregrado, Universidad Icesi]. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78830/3/palacio_modelo_pronosticos_2014
-

- Durán, Y. (enero-junio, 2012). Administración del inventario: Elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Visión Gerencial*, (1), 55-78. <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545892008.pdf>
- Fernandez, S. (s.f.). *Modelo ARIMA*.
- Gómez Galán, A. (2012). *Materias y productos en impresión: Impresión en serigrafía y tampografía (MF0201_2)*. IC Editorial.
- González Arroyave, C. (2012). *Estandarización y mejora de procesos productivos en la empresa estampados Color Way SAS* [Informe de práctica, Corporación Universitaria Lasallista]. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/714/1/INFORME%20DE%20PRACTICA%20CAROLINA%20GONZALEZ%20ARROYAVE.pdf>
- Guisande, C., & Vaamonde, A. (2012). *Gráficos estadísticos con R*. Editorial Diaz de Santos. 1ra Edición.
- Icontec. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001. 571, 47*.
- Icontec. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normograma/NORMA%20ISO%209001%202015.pdf>
- López, A. (2015). *Propuesta para elaborar un manual de procedimientos para el manejo y control de inventarios en la empresa Tractec SAS* [Trabajo monográfico de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1477/2/TGT-225.pdf>
- Marin, J. A. A., Garcia, J. A. G., & Gómez, O. D. C. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia et Technica*, 18(4), 743–747.
- Melo-Morín, j., & Santana-Esparza, g. (2016). Minado de series de tiempo utilizando la metodología ARIMA. *Revista de Investigación y Desarrollo*, 2(5), 21–31.
- Mora, L. (2018). *Indicadores de la gestión logística* (Vol. 2). Eco Ediciones.
- Morales, J. (2016). *Sistema de control interno y gestión de inventario en el almacén de pinturas Pintuimport en la ciudad de Santo Domingo* [Tesis de pregrado, Universidad Regional Autónoma de las Américas]. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/3770/1/TUSD-CYA014-2016.pdf>
-

- Muñoz Barrenechea, D. (2014). Cuadro de mando integral para la Planta Industrializadora de Sal y Alimentos Bolivianos SRL. *Revista Perspectivas*, 33, 151–175.
- Pérez Martínez, L., Pérez Olguín, D., Fernández Gaxiola, M., & Zepeda Miranda, I. (2014). Reducción y control de inventarios. *Ingeniería de Procesos: Casos Prácticos*, 38–47.
- Pérez-Vergara, I., Cifuentes-Laguna, A., Vásquez-García, C., & Ocampo, D. (mayo-agosto, 2013). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. *Ingeniería Industrial*, 34(2), 227-236. <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v34n2/rii11213.pdf>
- Pinzón, I., Perez, G., & Arango, M. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica. *Revista Universidad EAFIT*, 46(160), 9-21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/751>
- Rodríguez, R. C., de Oca Sánchez, J. E. M., Villacis, M. D. M., & Fiallos, B. G. V. (2018). Integración de herramientas para el control de gestión. Caso de estudio en una empresa comercializadora. *Revista UNIANDES Episteme*, 5(2), 101–114.
- Sánchez-López, E., Barreras-Serrano, A., Pérez-Linares, C., Figueroa-Saavedra, F., & Olivas-Valdez, J. A. (2013). Aplicación de un modelo ARIMA para pronosticar la producción de leche de bovino en Baja California, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(3), 315–324.
- Sánchez Lozano, E. K. (2019). *Propuesta de un sistema de gestión logística basado en la matriz FODA para la empresa Agro inversiones Mario, Morales 2019*.
-