

DISEÑO DE UN MODELO COLABORATIVO DE INVENTARIO: CASO INDUSTRIA TEXTIL

Fernando Gonzalez Solano

Universidad Autónoma Del Caribe
Calle 90 No 46-112 Barranquilla, Colombia
eng.frgonzalez@gmail.com

Erick Orozco Acosta

Universidad Simon Bolivar
Carrera 54 No 58-28 Barranquilla, Colombia
eorozco15@unisimonbolivar.edu.co

RESUMEN

Debido a la necesidad que tienen las compañías del sector textil de mejorar el rendimiento colaborativo entre ellas, es pertinente el diseño de modelos coordinados de inventarios entre productor y clientes principales. Este es el fundamento de esta investigación donde en primera instancia se diagnosticó el sistema actual de distribución de la empresa textil y el proceso de compras de los clientes mediante el uso SCOR (Supply Chain Operations Reference model). Posteriormente se determinaron los puntos críticos en el sistema logístico, y finalmente se diseñó un sistema de inventarios colaborativo que se replicó en un ambiente simulado para observar las mejoras entregadas por el nuevo diseño en ciertos indicadores, como rotación de inventarios, nivel promedio de inventario, costo de inventario y sincronización de la demanda con la oferta de la empresa textil. Es importante de este trabajo es la metodología para diagnosticar el nivel de coordinación empresarial.

PALABRAS CLAVE: Cadenas de suministro, Inventarios, SCOR.

ÁREA PRINCIPAL: L & T, IND, SI.

ABSTRACT

Due to the need for textile companies to improve collaborative performance between them are relevant coordinated inventory models between producer and major customers. This is the foundation of this research which was diagnosed in the first instance was diagnosed the current distribution system of textile producer, and process purchases customer through the use of SCOR. Subsequently, they identified the critical points in the logistics system and finally, they designed a collaborative inventory system replicated in a simulated environment to observe the delivered improvements by the new design in some indicators, such as inventory rotation, average inventory level, inventory cost and demand synchronization with the supply of textile manufacturer. An important point of this research is the methodology to diagnose the business coordination level.

KEY WORDS: Inventories, SCOR, Supply chain.

MAIN AREA: L & T, IND, SI.

1 INTRODUCCION

Al trazar los planes de crecimiento, posicionamiento y expansión, muchas empresas piensan de esta hacia adentro y en cómo mejorar internamente. Las prácticas colaborativas van más allá de esta concepción, al darle la visión a las empresas respecto al lugar que ocupan en la cadena de suministro y los beneficios que pueden obtener trabajando en conjunto con las demás empresas creando de esta forma ventajas competitivas.

La empresa estudiada en el siguiente trabajo presenta problemas de descoordinación generales en la toma de decisiones con sus clientes, siendo entonces apta para entrar a analizar el sistema colaborativo actual, o la ausencia de este, que conlleven a encontrar problemas y proponer mejoras para alcanzar el nivel de colaboración ideal que le genere ventajas competitivas y atienda mejor las necesidades con sus clientes y/o proveedores.

Las dos hipótesis manejadas en este trabajo de investigación son: a-La empresa presenta un problema generalizado de aplicación de cultura colaborativa con sus clientes; b- Es posible diseñar un esquema coordinado de gestión de inventario que permita mejorar las relaciones comerciales de la compañía en cuento a niveles de servicio.

Los procesos o etapas de esta investigación apuntarán a una metodología o modelo que permita diseñar un sistema de inventario coordinado de la empresa con sus principales clientes. En la sección Estado del Arte se presentan un marco conceptual actual acerca de la Colaboración Logística, el cálculo de su índice, las herramientas, tecnologías, los beneficios y costos de la colaboración, las principales prácticas colaborativas así como los modelos de inventarios.

En la sección siguiente se describe el análisis del proceso, el uso de la herramientas de diagnóstico como SCOR, una herramienta estándar para diagnosticar la gestión de la cadena de suministro desarrollada por el Supply Chain Council; seguidamente la detección de los procesos críticos y la descripción, el cálculo del indicador de colaboración, teniendo en cuenta los pilares bases: intercambio de información, sincronización de decisiones y alineación de incentivos.

Como análisis complementario se presenta el un estudio del impacto de la variación de precios de la compañía, para ahondar en la descoordinación de la empresa. Y finalmente, se presenta el esquema propuesto de coordinación de inventarios, junto a unos resultados de un modelo de simulación que se desarrollo en ARENA 13.0 que permite comprobar la efectividad del esquema diseñado.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Colaboración en cadenas de suministro

2.1.1 Definición de colaboración

Según Simatupang & Sridharan (2002b) la colaboración en cadenas de suministro es definida cuando dos o más empresas trabajan conjuntamente en estrecha cooperación para crear una ventaja competitiva y beneficios más altos que los que pueden lograr por sí solas. Simatupang & Sridharan (2002a) También se la definen como la estrecha cooperación entre los socios comerciales autónomos o unidades de participación que realizan esfuerzos conjuntos para responder a las necesidades del cliente con costos más bajos.

Para Hovart (2001), al colaborar las empresas obtienen ciertas ventajas competitivas como la integración de la oferta y la demanda, para así reducir los inventarios; Barrat (2004) agrega que la colaboración ayuda al mayor éxito en promociones y lanzamientos de productos nuevos y una mayor efectividad en la toma de decisiones al estar basadas en información exacta y fiable; y Frankel et al. (2002) establece que la colaboración facilita la integración de los procesos de los clientes/proveedores a los procesos internos de la organización.

Simatupang & Sridharan (2002a) clasifican la colaboración como: horizontal, cuando se realiza con los clientes externos y/o internos y con los proveedores, o vertical, cuando se realiza con competidores directos e indirectos. La colaboración se debe realizar con un pequeño número de clientes y/o proveedores de importancia estratégica, para esto se deben seguir dos pasos: Segmentación, en esta paso los clientes se diferencian por comportamiento de compras y necesidades de servicio, mientras que los proveedores de acuerdos a capacidad de distribución y requisitos de servicio. Clasificación, una vez realizada la segmentación de los clientes y/o proveedores, se debe decidir si se toma el enfoque de colaboración o el enfoque de libre competencia.

Barrat (2004) establece que para realizar la colaboración se deben tener en cuenta varios elementos de la cultura colaborativa, que facilitan el desarrollo de la misma, estos se clasifican en tres grupos. El primer grupo son los elementos estratégicos, dentro de los cuales se encuentran: apoyo de la alta dirección, apoyo inter-organizacional, tecnología y Enfoque empresarial. El segundo grupo son los elementos implícitos de la colaboración tales como: límites de la colaboración, alineación de procesos, sincronización de decisiones y el establecimiento de indicadores. Por último, están los elementos culturales que son: honestidad y apertura, reciprocidad, intercambio de información y confianza interna y externa.

2.1.2 Beneficios y costos de la colaboración

Los beneficios de la colaboración incluyen la reducción de los costos del proceso, los costos de los niveles de inventario, y los asociados al producto; costos que resultan de la coordinación de demanda actual de los clientes con los planes de producción del proveedor. Por otra parte, la colaboración agiliza ciclo del producto al mercado, mejora los niveles de servicio mejorado, y da mejor comprensión de las necesidades del cliente final a lo largo de toda la cadena.

Los costos involucrados en la colaboración en la cadena de suministro caen en dos grandes categorías: el costo total de posesión del sistema y el costo de oportunidad por asociación. El costo total de posesión consiste en los costos del sistema de implementación e integración, los costos de coordinación y la integración de los procesos de negocios entre socios, y los costos de traducción de y la integración entre los sistemas (McLaren et al., 2002).

2.2 Modelos coordinados de inventarios

Ismail et al. (2011), Desarrolló una regla de decisión en una cadena de suministro de dos niveles que consta de dos centros de distribución y dos minoristas, donde cada miembro de la cadena de suministro utiliza una política de inventario (Q, R), e incurre gastos de cartera, así como los pedidos y los costos de transporte. Los centros de distribución reaprovisionan sus inventarios de un proveedor externo, y los minoristas de reaprovisionan el inventario de uno de los dos centros de distribución. Cuando un vendedor está dispuesto a reponer su inventario minorista que debe decidir si se debe reaprovisionar desde el primer o segundo centro de distribución.

La regla de decisión minimiza el costo total esperado asociado de los pedidos pendientes en el momento del pedido colocación, los minoristas se utilizan en varias ocasiones esta regla de decisión como una heurística. Ismail et al. (2011) realizó un estudio de simulación que compara la política propuesta bajo diferentes condiciones contra las políticas tradicionales pedido y el análisis numérico muestra que, a lo largo de un amplio conjunto de escenarios, la política propuesta supera a las políticas tradicionales en promedio.

Mutlu & Çetinkaya (2010) examinaban una reposición de inventario conjunta y el problema de la planificación de envío que surge en el contexto de un inventario gestionado por el

proveedor (VMI) en la organización. Ya que una política de consolidación de envío temporal está llevando a cabo, los requisitos de inventario en el proveedor se ven afectados por el tiempo y la cantidad de tamaño de la compra.

Se identifico que el problema de los vendedores es determinar una política integrada para el reaprovisionamiento de inventario y de liberaciones de compra y para establecer sus parámetros. Mutlu & Çetinkaya (2010) desarrollaron modelos analíticos para el cálculo de esas políticas integradas donde es económico utilizar el transporte comunes para el transporte de salida y se propusieron métodos algorítmicos para establecer los valores de la política óptima de los parámetros.

Tinglong et al. (2007) presentan un modelo integrado de inventario manejado por el proveedor (VMI) compuesto por un proveedor único y múltiples compradores, donde proveedores compra y procesa las materias primas y ofrece productos terminados a varios compradores. Se desarrolla un modelo conjunto de costeo relevantes con una producción y demanda constante, bajo el supuesto de que los ciclos de los compradores orden puede ser diferente y que cada comprador puede aprovisionarse más de una vez en un ciclo de producción, en el que las decisiones de inversión también se considera y se propone un procedimiento para el establecimiento de la cantidad óptima de inversión y la decisión de reaprovisionamiento para todos los clientes y el proveedor.

Mohammed et al. (2010) articulan del problema conjunto de tamaño de lote económico (JELP) en el contexto de una cadena de suministro de tres etapas que consta de un solo proveedor, único fabricante y los minoristas múltiples. El objetivo es especificar los tiempos y las cantidades de logística de entrada y de salida para todas las partes involucradas para que la cadena en todo el ordenamiento total, la instalación, la materia prima y los costos de inventario terminado de retención del producto se reducen al mínimo.

En el desarrollo del modelo, el tiempo de ciclo en cada etapa se fija para ser un múltiplo entero de que para la etapa posterior al lado. Para tener un parecido más a la práctica, los envíos de un determinado lote se permiten que tengan lugar durante la producción y no después de producir la totalidad del lote. Mohammed et al. (2010) utilizan un método sin derivadas para obtener una solución para el modelo desarrollado y presentan n ejemplo numérico con fines ilustrativos.

Liu et al. (2009) realizan un modelo particular de descuento a corto plazo descuento que el distribuidor ofrece un precio reducido para los pedidos de los minoristas que se coloca al comienzo de su ciclo de reaprovisionamiento, en un sistema de distribución en el que no cooperan un distribuidor con múltiples minoristas, cada uno con demandas sensibles a los.

En dicha investigación Liu et al. (2009) examinan estrategias de descuento en el valor del precio como un mecanismo para coordinar el distribuidor con los minoristas en el establecimiento de precios y pedidos. Dicho análisis revela que, en el presencia de minoristas homogéneos, el beneficio del distribuidor aumentó debido a la coordinación general está disminuyendo en el número de minoristas y de la tasa de costo de inventario de espera. A pesar de un aumento de la tasa de costo de mantener inventario tiene un efecto negativo en el beneficio del distribuidor, que puede tener un efecto positivo efecto sobre las ganancias de los minoristas.

Banerjee et al. (2007) desarrollan un modelo matemático, con el objetivo de minimización de costos, de la coordinación de las decisiones de reaprovisionamiento para los inventarios de compras, producción y distribución, asociada a un solo producto, en un determinista, en un contexto de múltiples escalones en una cadena de suministro. Dicha coordinación se logra mediante la vinculación de los inventarios en los niveles diferentes de la

cadena a través de la toma de decisiones integrada. La estructura de la cadena de suministro examinada se compone de un único fabricante con múltiples minorista y proveedores.

Para alcanzar el objetivo del modelo, Banerjee et al. (2007) sugieren un como solución un algoritmo heurístico de dos fases que ilustran a través de un ejemplo numérico detallado. Por otra parte, una serie de problemas adicionales, que incorpora una variedad de configuraciones paramétricas, se resuelven para examinar y explorar algunas de las características sobresalientes de las soluciones obtenidas.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo central de este proyecto está enfocado en el diseño de un modelo coordinado de inventarios que contribuya a solucionar el problema de descoordinación presente en una empresa textil dedicada a la fabricación de dotaciones industriales (camisas, pantalones, zapatos, entre otros).

Por la naturaleza del negocio de esta empresa, la cual depende de manera directa de las necesidades de sus clientes para activar su sistema de producción, esta no administra grandes cantidades de inventario, ya que sus necesidades están determinadas por la entrada de nuevos trabajadores en las empresas clientes y también por la renovación de dotaciones que por ley en la República de Colombia se tiene que hacer cada 4 meses.

El enfoque que se maneja acerca de la coordinación está centrado en los siguientes 4 aspectos: intercambio de información, sincronización de decisiones, alineación de incentivos y disposición de los clientes a desarrollar estos modelos coordinados de inventario. Estos cuatro pilares, llevan a la idea de que un modelo coordinado debe estar soportado por unas buenas prácticas colaborativas empresariales, ya que los 4 aspectos mencionados son puntos esenciales en la buena colaboración inter-organizacional.

Para presentar el diseño del modelo coordinado de inventarios, es necesario primero comprobar que en la empresa estudiada no se estén dando prácticas colaborativas que indiquen a su vez que en la tampoco se están dando modelos coordinados de inventario. En este trabajo se propone una metodología novedosa para el cálculo del indicador de colaboración. Para realizar todos estos desarrollos, lo primero que se debe realizar según el diseño metodológico de esta investigación es el análisis del estado actual del sistema estudiado.

3.1 Análisis del estado actual del sistema.

Para el análisis del estado actual del sistema se utilizó el modelo de referencia de operaciones o procesos de la cadena de suministro, SCOR (Supply Chain Operations Reference Model). Este es un modelo desarrollado por el Supply-Chain Council como una herramienta estándar para diagnosticar la gestión de la cadena de suministro. El modelo SCOR permite, mediante la utilización de una estructura determinada de procesos, describir cadenas de suministro utilizando un conjunto común de definiciones. Como resultado, industrias dispares pueden ser enlazadas para describir cualquier cadena de suministro en toda su amplitud sea simple o compleja. Asimismo, el modelo proporciona las bases para mejorar dichas cadenas de suministro.

El modelo SCOR integra conceptos bien conocidos relacionados con la reingeniería de procesos, al reflejar el estado actual de los procesos y definir el estado que en el futuro se desea alcanzar; el benchmarking, al cuantificar el funcionamiento de empresas similares y establecer objetivos basados en los resultados de los mejores en su categoría; y la identificación de mejores

prácticas, al caracterizar las prácticas de gestión y las soluciones de software que conducen a ser los mejores en cada categoría.

3.1.1 Aplicación del modelo SCOR

El desarrollo del modelo SCOR en la empresa Dotaciones Industriales M&N se realizó para diagnosticar el estado actual en cuatro niveles de profundidad.

En el nivel 1, se observaron las actividades empresariales realiza la empresa y fueron los siguientes:

- Compras: Se dan los procesos de compras de productos que satisfacen directamente la demanda actual final y la demanda de materias primas o productos semi-procesados.
- Producción: Son los procesos donde se programan actividades que transforman el material comprado a un estado final que satisface la demanda del mercado de acuerdo a lo planeado.
- Despacho: Se dan los procesos que llevan directamente los bienes a satisfacer la demanda actual. Incluye el manejo de órdenes, transporte, distribución, etc.
- Devoluciones: Se dan los procesos de asociados con el retorno o recepción de productos devueltos por alguna razón, ya sea de la empresa a los proveedores, o de los clientes a la empresa.

En el nivel 2, se establecieron las categorías de procesos que la empresa realiza con respecto al nivel 1 y las categorías de los clientes que se relacionan con estos:

- En compras: S1. (Compras productos almacenados) y S2. Compras productos hechos sobre pedido
- En Producción: M1. (Fabricar para almacenar), M2. (Fabricar sobre pedido) y M3. (Fabricar productos personalizados)
- En Despachos: D1. (Despacho de productos almacenados), D2. (Despacho de productos sobre pedido) y D3. (Despacho de productos personalizados)
- En Devoluciones: SR1. (Devolución de productos defectuosos), SR3. Devolución de productos sobrantes, DR1. (Devolución de productos defectuosos) y DR3. (Devolución de productos sobrantes)

En cuanto a los clientes los procesos que se relacionan con Dotaciones industriales) M&N fueron: En compras: S1. (Compras productos almacenados), S2. (Compras productos hechos sobre pedido) y S3. (Compras productos especializados). Y en Devoluciones: DS1. (Devolución de productos defectuosos) y DS3. (Devolución de productos sobrantes). La siguiente gráfica muestra el diagrama de hilos del Nivel 2:

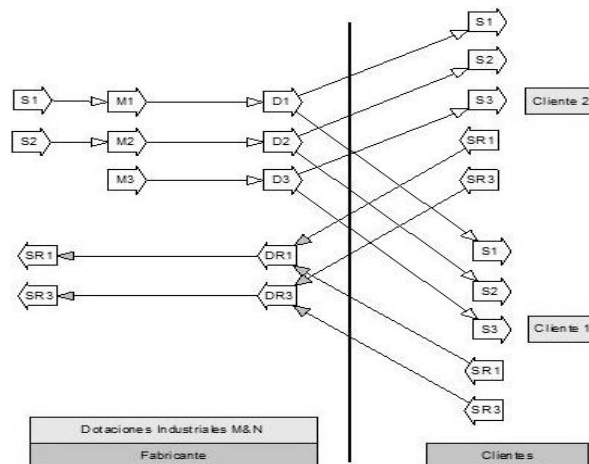


Figura 1: Diagrama de hilos del sistema actual

3.1.2 Procesos críticos detectados

De manera general los procesos críticos detectados fueron:

Programación de las compras de productos (Scheduling Product Deliveries) en Compras de productos para Stock (Source Stocked Product) y en compras de productos sobre pedido (Source Make to order Product); esto es porque la empresa no tiene un sistema adecuado para determinar cada cuanto tiempo debe abastecerse, qué cantidad es la necesaria y que alternativas colaborativas puede emplear para realizar estas compras.

En Producir, Producir para almacenar (Make to Stock), Producir por pedido (Make to order) y Producir producto personalizado (Engineer to order) Planeación de las Actividades de Producción (Schedule Production Activities), porque falta organización en la planeación de estas, sobre todo cuando son para producir en Stock, la producción misma y el control de esta (Produce and Test) porque no se tiene estandarizado el proceso productivo y los métodos de calidad.

En los despachos: de productos de stock y productos por pedido (Deliver Stocked Product y Deliver Make-to-order product): los procesos de Recibir, ingresar y validar el pedido (Receive, enter and validate order) porque existen problemas colaborativos en la parte financiera; reservar cantidad del inventario y determinar la fecha de envío (Reserve inventory and determine delivery date), porque no se tiene establecido un sistema adecuado de inventario, hay variaciones de este y también de las fechas de envíos; consolidar las ordenes (Consolidate Orders), porque existen problemas al organizar los distintos pedidos; empaçar producto (Pack product), no tener un sistema adecuado de empaque que evite generar demoras y retrasos; cargue del vehículo (Load vehicle and generate shipping docs) por la falta de un sistema de distribución; y el envío del producto (Ship product) por la limitación con el transporte que manejan para distribuir los productos. En los despachos de productos especializados (Deliver Engineer-to-order product), la negociación y recepción del contrato (Negociate and receive contract), por los problemas financieros que presentan algunos clientes, y el envío del producto (Ship product) por el precario sistema de distribución.

De manera específica en la siguiente gráfica muestra el Nivel 3 para el proceso de M.1, Make to Stock, Fabricar para almacenar:

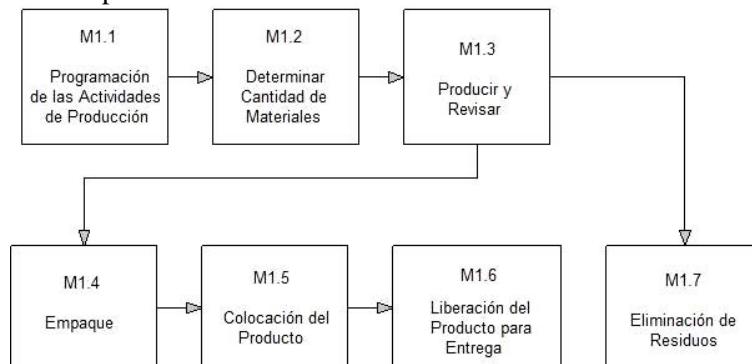


Figura 2: Nivel 3-M.1, Make to Stock, Fabricar para almacenar.

Para realizar el nivel 4, siendo este completamente específico a la empresa y no establecido en SCOR, se realizaron entrevistas, observaciones y análisis a las actividades de los procesos y se diagramó teniendo en cuenta la situación actual correspondiente a la Colaboración. En el gráfico siguiente se muestra el desarrollo del M1.1 Schedule Production Activities (Planeación de las actividades de producción). Este fue seleccionado por ser uno de los procesos críticos detectados:

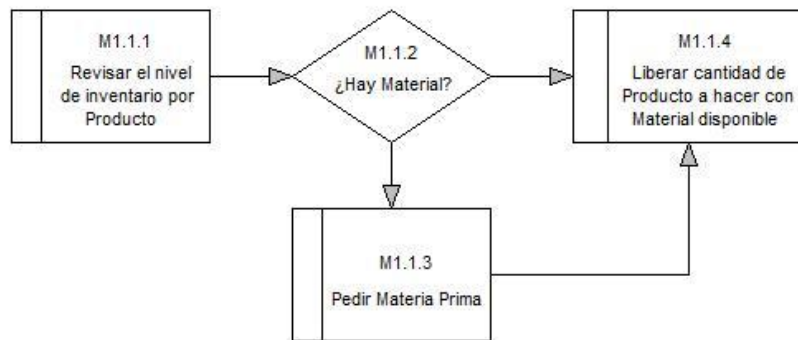


Figura 3: Nivel 4-M1.1 Schedule Production Activities (Planeación de las actividades de producción)

En éste, la empresa revisa el nivel de inventario por producto, si tiene material libera la orden de selección de las cantidades, si no, realiza los pedidos correspondientes y luego también lo libera. Es un proceso con problemas porque la empresa no realiza la medición adecuada al inventario, la cantidad del inventario a producir no tiene bases estadísticas e ingenieriles adecuadas.

Teniendo en cuenta el diagnóstico de los procesos actuales, se puede obtener como conclusión que el sistema de inventario de la empresa no está coordinado con las necesidades de sus clientes inmediatos, pues esta fábrica para inventario cada vez que tenga materia prima o que tenga presupuesto para invertir en la compra de esta. Esta decisión de producción no da idea de coordinación inter-empresarial, por lo que se procede a validar esta hipótesis inicial con el desarrollo de una encuesta que nos permita comprobar esta conclusión obtenida, y medir el nivel de descoordinación en la empresa.

3.1.3 Calculo del indicador de colaboración.

Para el desarrollo de este indicador, primero que todo se toma como referencia a Simatupang, T.M., & Sridharan, R. (2002a), donde el desarrollo cierto pilares que son base fundamental de la colaboración empresarial.

1. Intercambio de información
2. Sincronización de decisiones
3. Alineación de incentivos

Adicional a estos 4, se agrega la disposición a la colaboración, ya que esta marca el nivel de confianza que existe en la actualidad, y bien se conoce que el aspecto fundamental para la colaboración es la alta confianza existente entre las partes potencialmente involucradas.

Para este fin se desarrolló una encuesta como instrumento de medición de la colaboración en la cadena de suministro, en la cual se caracterizó cada dimensión en un grupo de actividades, luego se analizó el instrumento para identificar ítems ambiguos y preguntas mal formuladas y se aplicaron las mejoras necesarias.

La encuesta se realizó vía telefónica a los clientes más importantes. De un total de 60 clientes se escogieron 12 para la aplicación de la misma. Para validar los resultados y la consistencia del instrumento se realizó la prueba de Alfa de Cronbach, el cual se separó en cuatro factores correspondientes a cada una de las cuatro dimensiones del índice.

En esta encuesta se dieron valoraciones a las respuestas de 0 a 4, donde 4 presenta un alto nivel, y 0 el más bajo.

Tabla 1: Validación de la encuesta

Ítems de la escala	Media	Desviación Estándar	Correlación Ítem-Total	α
<i>Escala de intercambio de información</i>	2,05	1,82		0,79
1. Intercambios previos	1,00	1,81	0,53	
2. Pronóstico de necesidades	1,83	1,80	0,07	
3. Cambio de precios	3,08	1,38	0,48	
4. Política de inventarios	0,33	1,15	0,34	
5. Inconvenientes de entrega	3,67	1,15	0,40	
6. Estado del pedido	2,42	1,00	0,41	
7. Capacidad de respuesta	2,00	2,09	0,20	
<i>Escala de sincronización de decisiones</i>	2,17	1,87		0,85
1. Sincronizaciones previas	1,00	1,81	0,85	
2. Pedidos especiales/excepcionales	3,50	1,24	0,43	
3. Política de precios	2,00	1,71	0,67	
<i>Escala de alineación de incentivos</i>	1,11	1,82		0,83
1. Compra de pedidos frecuentes	0,33	1,15	0,44	
2. Cambios en órdenes de pedido	1,67	2,06	0,81	
3. Garantía de entregas para picos de demanda	1,33	1,97	0,59	
<i>Escala de disposición para la colaboración</i>	2,50	1,98		0,87
1. Recursos para la colaboración	1,33	1,97	0,89	
2. Apertura y honestidad	3,67	1,15	0,63	

Los coeficientes alfa presentados en la Tabla 1 para las escalas de las dimensiones del índice de colaboración fueron mayores a 0.75, indicando que la escala tuvo en buen nivel de consistencia.

Por cada uno los ítems presentados en la tabla anterior, se realizó una pregunta que fue respondida por cada uno de las 12 empresas encuestadas. Posteriormente, se procedió a realizar el cálculo del promedio y de la desviación estándar por cada una de las preguntas realizadas. Si el resultado de la media esta sesgado hacia el 4, esto implica que ese ítems la empresa no tiene problemas a nivel de coordinación empresarial, pero si la media esta sesgada hacia el 0, implica que la empresa si tiene problemas para coordinar procesos colaborativos con sus clientes. Seguidamente se obtiene un promedio por cada uno de los 4 pilares, y para el cálculo del índice de colaboración, se asumió una ponderación igual para cada una de las dimensiones. El puntaje del índice de colaboración fue de 1.96 con una desviación estándar igual a 0.62. En la Tabla 2 se presenta un resumen del cálculo del indicador global de colaboración.

Tabla 2: Resumen de cálculo de Indicador de Colaboración

ÍNDICE DE COLABORACIÓN	1,96
Intercambio de información	2,05
Sincronización de decisiones	2,17
Alineación de incentivos	1,11
Disposición para la colaboración	2,50

Teniendo en cuenta los resultados presentados en la Tabla 2 se puede decir que el nivel de colaboración de la empresa está en un índice aproximado del 50%, lo que indica que las decisiones y actividades respecto a sus clientes no están siendo coordinadas, lo que comprueba la hipótesis inicial de que la empresa actualmente no tienen un sistema de inventario coordinado con sus clientes.

3.1.4 Análisis de la variación de precios.

Como un análisis complementario, para entregar más veracidad al valor de verdad de la hipótesis inicial, se estableció un análisis comparativo entre las cantidades despachadas y los precios que estos pedidos tenían en el tiempo.

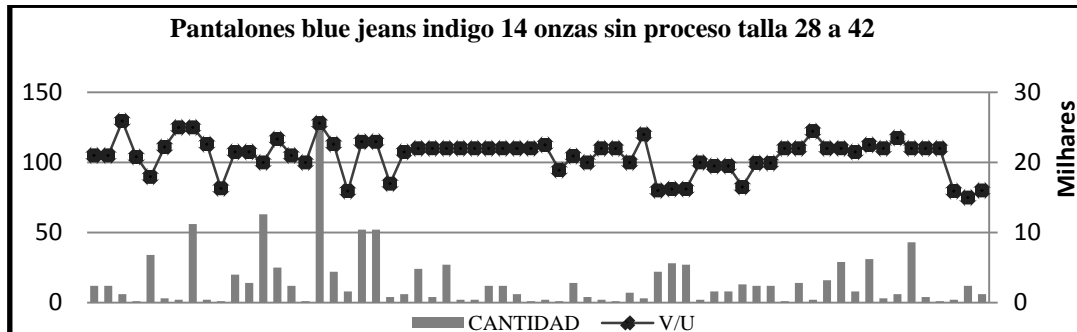


Figura 4: Análisis de variación de precios para el producto principal de la empresa.

El comportamiento normal de la Figura 4 es que cuando aumenten las barras que indican cantidad, el precio V/U disminuya, por lo que la correlación entre estos dos comportamientos debiera ser aproximadamente 1. Si este comportamiento no sigue ese patrón, se puede afirmar que no existe coordinación entre las decisiones de despacho de la empresa y los procesos de compras de los clientes. Esta descoordinación en el establecimiento de una política de precios, puede causar que las decisiones de inventarios tampoco sean coordinadas.

3.1.5 Diseño del modelo coordinado de inventarios.

Teniendo en cuenta las características de la empresa descritas a lo largo de la sección 3.1, para desarrollar el modelo coordinado de inventarios, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Mejorar intercambio de información con los clientes, es decir que estos puedan entregar la información de la programación en contratación de nuevos trabajadores en la empresa, así como también cual es el programa de renovación de dotaciones que se van a realizar.
- ✓ No liberar una orden de producción hasta que no exista una necesidad en los clientes. Estas necesidades están expresadas en:
 - Contratación de trabajadores.
 - Renovación de dotaciones.
- ✓ Establecer una política de establecimiento de precios que permitan realizar acuerdos colaborativos de mediano y largo plazo.
- ✓ Establecer órdenes de compras maestras que permitan estabilizar los precios en periodos de tiempo determinados.
- ✓ Establecer estrategias para que los precios de las materias primas no afecte la fijación de precios.
- ✓ Aplicación del Inventario Manejado por el Proveedor (VMI)

Debido a la naturaleza de la empresa, esta no debe tener una política de inventarios de revisión continua ni periódica, ya que por la naturaleza del negocio su sistema de producción debe ser pull, debido a que es prácticamente imposible realizar push para aumentar sus ventas porque no es factible que una empresa cliente compre dotaciones cuando no tenga una necesidad real de abastecimiento. En la Figura 3 se presenta como es el esquema actual de administración de inventarios de la empresa, y en este se puede observar que la decisión de producción se limita a saber si hay material con que producir o no, es decir que siempre y cuando exista materia prima se mantendrá un nivel de inventario, pero esto sin tener en cuenta las necesidades reales de los clientes.

En la Figura 5 podemos observar el diseño propuesto para la gestión coordinada del sistema de inventario de la empresa estudiada. Bajo este esquema la compañía debe mantener un stock de seguridad igual a la diferencia entre el pico de demanda más alto y la demanda promedio, basado en los conceptos de producción esbelta.

Con este modelo se logra balancear la producción respecto al mercado, y se hace de este la restricción general de todo el sistema, ya que este es el que marcará el ritmo de funcionamiento desde el momento de su implementación. En el modelo de simulación desarrollado en ARENA 13.0 que se elaboró para observar el funcionamiento del actual proceso de gestión de inventario, se pudo observar que se presentaban excesos de inventarios en ciertos periodos de tiempo, y en otros se presentaban excesivos faltantes, debido a que la empresa recibía pedidos instantáneos sin tener un conocimiento previo de la necesidad del cliente.

En el nuevo modelo se pretende usar conceptos claves del inventario manejado por el proveedor (VMI), ya que durante el proceso M1.1.3 se pretende que la empresa le comunique al cliente sobre la necesidad de sus productos, y si esta acepta la petición se procederá a realizar el envío de la mercancía.

Basado en el modelo de simulación realizado, se represento el nuevo esquema coordinado de inventario. La principal mejora que se observo fue la disminución de la cantidad de productos faltantes en la empresa. Se logro disminuir este indicador hasta un 2%.

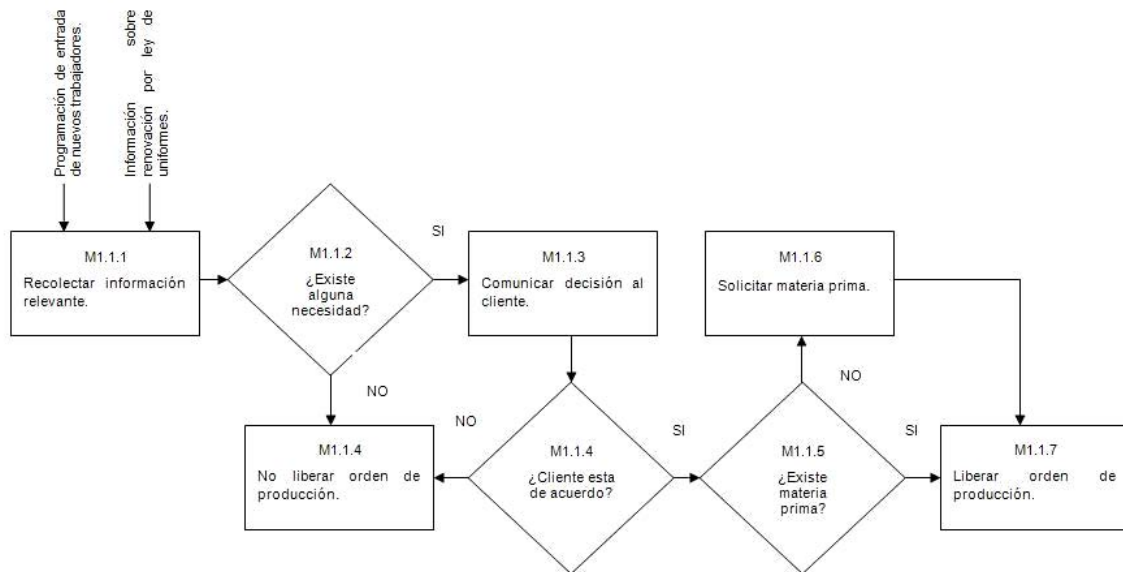


Figura 5: Diseño del modelo coordinado de gestión de inventarios

Con este nuevo modelo propuesto, y basado en la simulación desarrollada en ARENA 13.0 se puede decir que este esquema de coordinación de la gestión de inventarios entregará buenos resultados para la empresa estudiada respecto a los clientes que decidan entrar en un posible acuerdo comercial donde se suscriban los términos de este nuevo esquema.

Es importante tener en cuenta que todos los detalles del modelo coordinado deben quedar consignados en un documento firmado por ambas partes donde se garantice la confiabilidad de la información, ya que en el proceso M1.1.1 los clientes le entregaran a la empresa información que es de manejo interno para cada uno de ellos.

4 CONCLUSIONES

Con el desarrollo metodológico que se diseñó en esta investigación, teniendo en cuenta los objetivos planteados, se lograron obtener conclusiones que indican que los modelos coordinados de inventarios ayudan a aumentar la rotación del inventario y a disminuir los niveles promedios de estos en la cadena de suministro. Seguidamente también se pudo concluir que un modelo coordinado de inventarios es parte fundamental para el desarrollo de una estrategia colaborativa en la cadena de suministro, ya que de esta forma es que se puede sincronizar con alto nivel la relación oferta-demanda en el mercado.

En esta investigación se obtuvieron dos conclusiones importantes. La primera es el desarrollo de un esquema genérico para diagnosticar prácticas colaborativas en cadenas de suministro de dos niveles a través de un análisis cualitativo y cuantitativo. En este desarrollo se logró diseñar una encuesta que permitió calcular el nivel de colaboración de la empresa basado en 4 dimensiones: intercambio de información, sincronización de decisiones, alineación de incentivos y disposición hacia la colaboración. Para este fin se entregó una valoración de 0 a 4 a cada pregunta, por lo que el indicador de colaboración tiene una escala continua entre estos dos valores, teniendo como objetivo el valor de 4. Un desarrollo metodológico que permitiera el cálculo de colaboración empresarial no se encontró en la literatura revisada. El segundo es el desarrollo del modelo coordinado de inventario que involucra ciertas variables del mercado que otros modelos encontrados en la literatura no los involucraba, como los conceptos básicos del inventario manejado por el proveedor. Un aspecto importante de este segundo aporte, es el que el nuevo diseño se realizó bajo el esquema de SCOR, combinado con conceptos de VMI. Estos dos aspectos no fueron encontrados en la literatura existente.

REFERENCIAS

- Banerjee, A., Kim, S.L., Burton, J.** (2007). Supply chain coordination through effective multi-stage inventory linkages in a JIT environment. *International Journal of Production Economics*, 108, 271-180.
- Barrat, M.** (2004). Understanding the meaning of collaboration. *Supply Chain Management*, 9(1), 30-42.
- Hovart, L.** (2001). Collaboration: the key to value creation in supply chain management. *Supply Chain Management*, 6(5), 205-207.
- Liu, Y.T., Wang, W.M., & Hsieh, C.C.** (2009). Coordinating Ordering and Pricing Decisions in a Two-stage Distribution System. *IEEE*.
- McLaren, T., Head, M., & Yuan, Y.** (2002). Supply chain collaboration alternatives: understanding the expected costs and benefits. *Electronic Networking Applications and Policy* Volume, 12(4), 348-364.
- Mutlu, F., & Çetinkaya, S.** (2010). An integrated model for stock replenishment and shipment scheduling under common carrier dispatch costs. *Transportation Research Part E*, 844-854
- Simatupang, T.M., & Sridharan, R.** (2002a). An integrative framework for supply chain collaboration. *The International Journal of Logistics Management*, 16(2), 15-30.
- Simatupang, T.M., & Sridharan, R.** (2002b). The collaborative supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 13 (1), 15-30.
- Simatupang, T.M., Sridharan, R.** (2004). A benchmarking scheme for supply chain collaboration. *Benchmarking: An International Journal*, 11(1), 9-30.
- Simatupang, T.M., & Sridharan, R.** (2005a). Supply chain discontent. *Business Process Management Journal*, 11 No 4, 349-369.
- Simatupang, T.M., & Sridharan, R.** (2005b). The collaboration index: a measure for supply chain collaboration. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(1), 44-62.
- Tinglong, Z. et al.** (2007). An integrated vendor-managed inventory model for a two-echelon system with order cost reduction. *International Journal of Production Economics*, 109, 241-253