

# LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA LOGÍSTICA EN EL SECTOR CÁRNICO BOVINO DE BOGOTÁ, D.C.: UNA PERSPECTIVA\*

*Operations Research in the Management of Logistics Knowledge within  
Bovine Meat Sector of Bogota, D.C.: A Perspective*

GUILLERMO MONTES PANIZA\*\*, ALDO PIÑEDA GERALDO\*\*\*

*Recibido: 11 de Febrero de 2015. Aceptado: 20 de Abril de 2015*

## RESUMEN

El presente artículo es producto de la segunda etapa del proyecto denominado «Optimización de la Cadena de Distribución del Conglomerado Pymes del Sector Cárnico de Bovino de Bogotá, D.C.». Se hizo una revisión de referencias sobre la optimización de la cadena de distribución y la gestión del conocimiento en la logística. El objetivo fue encontrar y/o determinar procesos sistemáticos de cómo gestionar las técnicas de investigación de operaciones en la optimización logística, capaces de maximizar el rendimiento total de la cadena de distribución. El estudio fue analítico ya que se hizo una revisión bibliográfica en internet, revistas y libros, orientados hacia la cuantificación y el desarrollo de recursos analíticos necesarios para modelar y resolver problemas de la logística.

**Palabras clave:** investigación de operaciones, gestión, gestión del conocimiento, gestión sector cárnico, perspectivas de la investigación de operaciones.

## ABSTRACT

This article is the product of the second stage of the project «Optimization of Supply Chain Conglomerate Pymes of Bovine Meat Sector Bogotá, D.C.». A review of references on optimizing the supply chain and knowledge management in logistics was made. The aim was to find and/or systematic processes to determine how to manage operations research techniques in logistics, able to maximize the overall performance of the supply chain optimization. The study was analytical as it became a literature review on the Scopus database, magazines and books oriented development quantification and analytical resources needed to model and solve logistics problems.

**Keywords:** operations research; management; knowledge management; management meat sector; prospect for operations research.

\* Artículo corto del grupo de investigación OCA: operaciones, calidad y administración. Dependiente del Centro de investigaciones y de la Facultad de Ingeniería Industrial.

\*\* Ingeniero Industrial de la Universidad INCCA de Colombia. Especialista en Auditoría de Sistemas. Especialista en Gerencia de Producción. Candidato a Maestría en Investigaciones de Operaciones y Estadística de la Universidad Tecnológica de Pereira. Docente-Investigador de la Corporación Universitaria Republicana, Bogotá. Colombia. Correo electrónico: gemontes28@gmail.com

\*\*\* Antropólogo Físico de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de México, D.F. Especialista en Ergonomía de la Universidad El Bosque. Especialista en Derecho Laboral y Seguridad Social de la Corporación Universitaria Republicana. Docente-Investigador de la Corporación Universitaria Republicana, Bogotá. Colombia. Correo electrónico: apineda@urepublicana.edu.co

## INTRODUCCIÓN

La tendencia de hoy en día y cada vez más creciente en la empresa es gestionar el conocimiento, uniéndolo a los objetivos del negocio con el fin de asegurar el éxito, el cual al fin y al cabo, se traduce en adquirir y mantener competitividad de categoría mundial y con el fin de proyectar al mercado un claro mensaje de su compromiso con la gestión del conocimiento. Bajo este enfoque se desarrolla una perspectiva de la investigación de operaciones en la gestión del conocimiento de la investigación: «Optimización de la cadena de distribución del conglomerado Pymes del sector cárnico de bovino de Bogotá, D.C.» Para ello se acude a la orientación que suministra el sistema de gestión del conocimiento en la empresa, en el sentido de que todos estos deben orientarse a minimizar la energía consumida y maximizar la energía producida para la adquisición y producción de nuevos conocimientos e igualmente agreguen valor a la organización.

Desde esta perspectiva, es una visión de la investigación de operaciones sobre la gestión del conocimiento, ya que es inherente a ella la minimización de costos o maximización de ganancias. Sin embargo, para Hamdy Taha [1] al minimizar costos se maximizan ganancias y viceversa. Siendo así, la gestión del conocimiento en busca de minimizar energías debe explicitar totalmente el conocimiento para su captación, aprendizaje, aplicación y almacenamiento en el caso de la investigación mencionada, de mostrar claramente los usos y aplicaciones, con el fin de lograr su máxima utilización (ganancia), es decir, divulgación, captación y uso en el sector cárnico de bovino de las Pymes de Bogotá, D. C.

Para abarcar la explicitación de conocimientos se aborda de forma práctica (en qué consiste, descripción, importancia) un aspecto de cada proceso logístico de la cadena de distribución y se proporcionan los conocimientos en pro del éxito del sector cárnico.

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los cambios que actualmente se están produciendo en nuestro entorno colombiano por la internacionalización de la economía y la apertura

de mercado (tratados con México, Chile, Triángulo Norte, CAN, MERCOSUR, Canadá, Estados Unidos, EFTA, Unión Europea, Turquía, Panamá, Venezuela y Corea) dificulta la permanencia de empresas nacionales en el mercado nacional e internacional [2] y están teniendo una poderosa influencia sobre las prácticas que están adoptando las industrias, incluyendo las pymes del sector cárnico, para gestionar las operaciones de negocio. Para hacer frente a la competencia derivada de la internacionalización, la planeación estratégica [3], permite a las empresas realizar un análisis del entorno específico en el que se desenvuelven, determinando sus fortalezas y debilidades en un momento determinado, y a través de acciones proyectuales pueden mejorar su posición.

Mientras que un sistema adecuado de la cadena de distribución logística tiene la especial importancia para entender y realizar efectivamente dichas prácticas. El Programa de Innovación Logística [4], dice:

Son muchos los retos a los que las empresas deben enfrentarse hoy en día. No basta con hacer las cosas bien, es necesario ser excelentes. La creciente competitividad y los fenómenos de globalización a los cuales nos enfrentamos en la actualidad, exigen de las empresas respuestas cada vez más eficientes, procesos y estrategias que le permitan sobrevivir y crecer en un mundo en continuo cambio, en el cual el cliente es quien asume cada vez más el poder de negociación y quien al final define el éxito o fracaso de todo el engranaje empresarial que se encuentra tras la fabricación de un producto. El panorama se hace aún más complicado cuando nos damos cuenta de que el trabajo de producción y comercialización no termina en la venta como tal, sino cuando el cliente ha aceptado, ha quedado satisfecho con el producto y ha pagado. Es entonces cuando podemos decir que todo este tejido organizativo ha cumplido su misión. Las empresas son conscientes de que, a medida que avanza el tiempo, cada cliente individual cobra más importancia, y de que para satisfacerlo no basta con que una de las empresas que colabora en el desarrollo de los productos lo haga bien; un producto será de buena calidad, será competitivo, sólo si ha pasado por procesos de excelencia a lo largo de toda la cadena de suministro [4] (p. 3).

Por su parte [5], dicen que cada vez más los mercados exigen alta calidad de los productos, eficiencia en los tiempos de entrega, bajos costos y una adecuada gestión dentro de la cadena de suministro, debe ir perfilada hacia la entrega de productos de alta calidad en el lugar correcto al precio correcto.

Según la Cámara de Comercio para Medellín [6] «un error en cualquiera una de las etapas de la cadena de suministro (abastecimiento, producción, almacenamiento, transporte, y servicio al cliente) puede afectar a múltiples áreas de la empresa y acarrear graves consecuencias para el negocio» [6] (p. 1).

Como puede verse, esta sentida problemática genera la necesidad de optimizar todo el proceso de la cadena de distribución logística del conglomerado Pymes del sector industrial cárnico de bovinos en Bogotá, D. C., para responder rápida y flexiblemente a las demandas del mercado en entrega y garantizar una excelente atención al cliente.

## NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Hillier y Lieberman [7] proporcionan las siguientes características: investigación de operaciones indica que investiga las operaciones de la organización, por lo tanto, se aplica a problemas relacionados con la dirección y la coordinación de actividades de una organización, independiente si es de manufactura, construcción, telecomunicación, servicios públicos, salud, fuerzas militares y planeación financiera, entre otras.

Acude al término investigación porque utiliza el método científico para explorar los diversos problemas que deben ser enfrentados: observación y formulación del problema; construcción del modelo matemático científico (hipótesis), el cual abstracta la esencia del problema; validación del modelo (prueba de hipótesis); interpretación y análisis de resultados para que el tomador de decisiones pueda usar cuando sea necesario; implantación del modelo y la solución. Una tercera es su visión organizacional y/o sistémica ya que intenta resolver conflictos entre los componentes administrativos de la organización de tal forma que los

resultados favorezcan a la organización y no solo a una parte de ella.

Intenta encontrar una mejor solución (solución óptima), para el problema en estudio, una mejor y no la mejor porque es posible que existan muchas mejores. Como no se puede esperar que una persona sea experta en múltiples aspectos del trabajo de investigación de operaciones o de los problemas que se estudian, se necesita un grupo de personas con diversas experiencias y aptitudes, incluso que considere todas las ramificaciones del problema dentro de la organización; por lo que ella requiere un enfoque de trabajo en equipo.

## GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

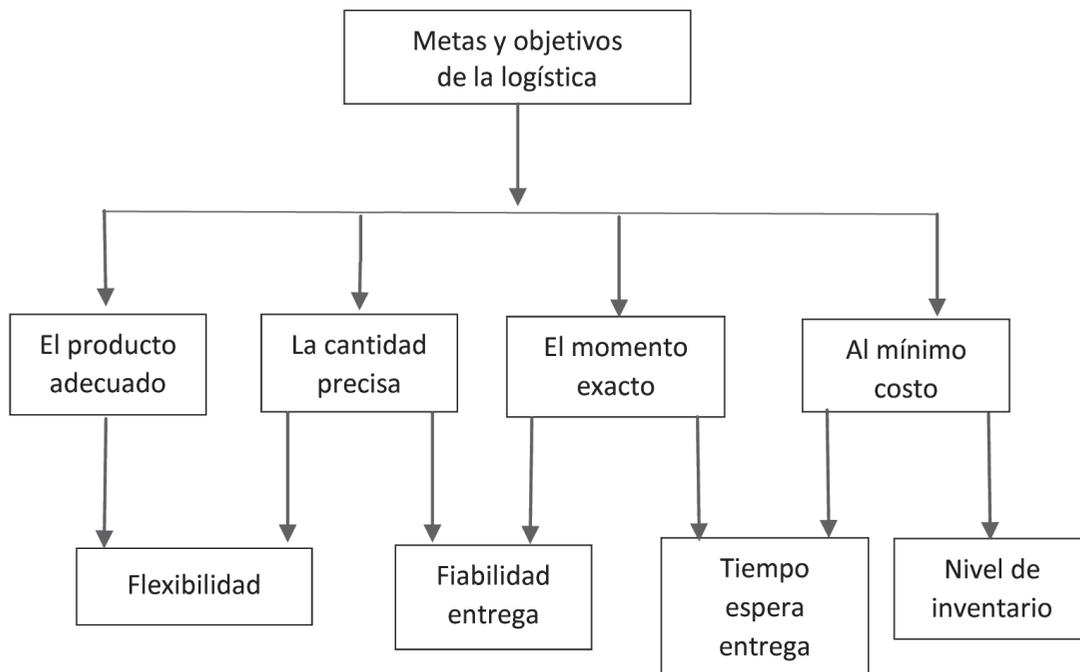
Para la Corporación Universitaria Republicana (2014) «La teoría de la gestión del conocimiento en las organizaciones se orienta a plantear explicaciones sobre los procesos, mecanismos e instrumentos relacionados con la circulación de información y con la producción y el uso del conocimiento en estas» (p. 1). En ese sentido y más adelante estima que «el conocimiento en las organizaciones se concibe como un proceso que sustenta la naturaleza y actividades de estas, la producción de bienes y servicios, y la capacidad competitiva, siendo el manejo y uso racional de la información que circula dentro y hacia afuera de las organizaciones la principal estrategia para desarrollarla» [8] (p. 1).

## LOGÍSTICA, OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y OPTIMIZACIÓN

El Council of Logistic Management [9] define la logística como:

«La parte del proceso de la Cadena de Suministro encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con estos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de cumplir con las expectativas del consumidor».

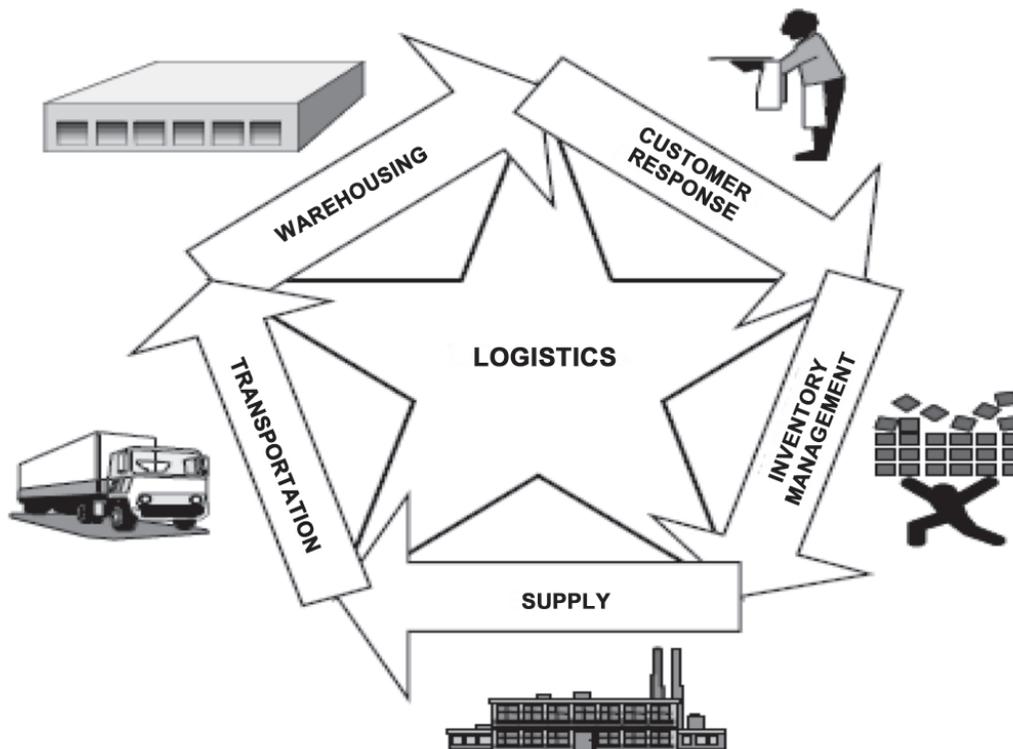
Los principales objetivos y metas de la logística se presentan en la Fig. 1.



Fuente: IMANTS, BVBA. (1999).

Fig. 1. Metas y objetivos de la logística.

Las actividades interdependientes de la logística [10] son: respuesta al cliente, planificación y gestión de inventario, gestión de almacenamiento, abastecimiento, y transporte (Fig. 2).



Fuente: Frazelle, 2002.

Fig. 2. Actividades interdependientes de la logística.

La respuesta al cliente vincula la logística externamente a la base de clientes e internamente a las ventas y la comercialización, se optimiza cuando la política de servicio al cliente genera el menor costo de pérdida de ventas en inventario y distribución se identifica y se ejecuta. La respuesta al cliente incluye las siguientes actividades:

- Desarrollar y mantener la política de servicio al cliente.
- Satisfacción y monitoreo al cliente.
- Entrada de pedidos.
- Procesamiento de pedidos.
- Facturación.

La planificación y gestión de inventario, tiene como objetivo determinar y mantener los niveles de inventarios más bajos que satisfagan los requisitos y la política de servicio, establecidos en la política de servicio al cliente. Incluye las siguientes actividades:

- Pronóstico.
- Solicitar a ingeniería la cantidad.
- Optimización del nivel de servicio.
- Planificación de la reposición.

La gestión de abastecimiento (suministro). Se denomina oferta el proceso de construcción de inventario, mediante producción o adquisiciones, a los objetivos establecidos en la planificación de inventarios. El objetivo de la gestión de la oferta es minimizar el costo total de adquisición, para dar el cumplimiento de la disponibilidad, tiempo de respuesta y los requisitos de calidad estipulados en la política de servicio al cliente y el plan maestro de inventario. Incluye las siguientes actividades:

- Desarrollar y mantener una política de servicio a los proveedores.
- Proveedores.
- Integración de proveedores.
- Procesamiento de órdenes de compra.
- Proceso de compra y pago.

La gestión de transporte tiene como objetivo conectar a todos los puntos de entrega y recogida, dentro de los requisitos de tiempo de respuesta establecidos en la política de servicio al cliente y las limitaciones de la infraestructura de transporte,

al menor costo posible. La logística de transporte incluye las siguientes actividades:

- Diseño y optimización de redes (rutas).
- Gestión de envíos.
- Gestión de la flota y contenedores.
- Gestión del transportador.
- Gestión de la carga.

La gestión del almacenamiento, esta actividad retrata la eficiencia o ineficiencia de toda la cadena de suministro. Tiene como objetivo reducir al mínimo el costo de mano de obra, el espacio y herramientas en el almacén, cumpliendo el tiempo de ciclo y el envío de los requisitos de la política de servicio al cliente y los requisitos de capacidad de almacenamiento del almacén. Incluye las siguientes actividades:

- Recepción de productos.
- Entrada/Salida del stock de los productos.
- Almacenamiento.
- Movimiento.
- Preparación de pedidos.
- Gestión de la información.
- Envío.

Para la optimización de los problemas logísticos [10] se requiere una combinación de técnicas de optimización: optimización de la política de servicio al cliente, cantidad óptima de compra, determinación de fuentes de productos óptimos y la elección de lugares óptimos para los centros de distribución, entre otros. El principio en todos ellos es el mismo, hay una función objetivo cuantificable que debe ser optimizada (minimizada o maximizada) y un conjunto de restricciones cuantificables que hacen difícil optimizar la función objetivo; por ejemplo; para determinar la política óptima de servicio al cliente, el objetivo es reducir al mínimo los costos logísticos totales, incluyendo los costos de manejo de inventarios, costos de tiempo de respuestas (almacenamiento y transporte) y costos de ventas perdidas. Las restricciones son la disponibilidad de inventario y los requisitos de tiempo de respuesta que conforman la política de servicio al cliente. Matemáticamente se tiene:

Función objetivo = Minimizar (Costos totales logísticos = CTL) = Costos de inventario (CI) + Costos de tiempo de respuesta (CTR) + Costo de ventas perdidas (CVP)

Sujeto a:

- Disponibilidad de inventario (DI) > inventario objetivo de servicio al cliente (ISC)
- Tiempo de respuesta (TR) < tiempo de respuesta de atención al cliente (TAC)
- En términos de la programación lineal el modelo es:  

$$\text{Min (CTL)} = \text{CI} + \text{CTR} + \text{CVP}$$
 Sujeto a:  $\text{DI} > \text{ISC}$   
 $\text{TR} < \text{TAC}$   
 $\text{DI}, \text{ISC}, \text{TR}, \text{TAC} > 0$

Bajo el enfoque de la programación lineal, un avance fundamental en la logística es la representación gráfica de las cadenas de suministro y compensaciones relacionadas; así por ejemplo, el problema de optimización del servicio al cliente se representa y soluciona gráficamente.

### 1.1. Predicción de ventas en el sector cárnico

Para Pilot [4] la predicción de las ventas empleando los pronósticos constituye una parte fundamental de la cadena de suministro, por las implicaciones que las variaciones en la demanda suponen en los procesos gestión de aprovisionamiento, gestión de stocks, gestión de almacenes y producción; además, por los beneficios que se obtienen al realizar correctamente los pronósticos.

#### *Modelos de investigación de operaciones*

Para la realización del pronóstico en el sector cárnico de bovino, se puede acudir a uno o varios de los siguientes métodos de series de tiempo, los cuales hacen la predicción bajo la suposición que las ventas futuras es una función de las ventas pasadas [11]. Pronósticos como: método de Brown: para el pronóstico de las ventas de productos salchichas y rellena, cuya demanda es una serie de tiempo con componente estacional [12]. Método Holt: para mortadela y hamburguesas cuya serie de tiempo tiene tendencia lineal sin variación estacional [13]. Método Winter: para, solomillo y jamones cuya demanda es una serie de tiempo con tendencia lineal y variación estacional.

Según Imants, BVBA [14] el análisis de regresión puede emplearse para predecir las ventas de los productos cárnicos como resultado de cambios en una o varias variables independientes como es

la publicidad y la promoción. La Minería de Datos [15] para determinar productos, clientes potenciales, clasificación de clientes (buenos o malos) y cantidad de productos a pedir, entre otros.

### 1.2. Gestión del abastecimiento

En conclusión, este proceso logístico se encarga de la selección y gestión de proveedores de mercancías y servicios, la negociación de precios y términos de compra, así como la adquisición de mercancías y servicios de calidad.

#### *Modelos de Investigación de Operaciones*

En el control de costos: el modelo de inventario determinístico con descuentos en los precios, con el fin de obtener el menor costo de compras de materias primas y materiales [7]; el modelo de inventario determinístico con restricción, cuando se tienen restricciones de capital o almacenamiento [1].

Para la selección de proveedores: modelos de localización [16] como el modelo del costo de transportación tasa-volumen-distancia que minimiza el costo de suministro total y/o el modelo centro de gravedad para encontrar la mejor ubicación que minimice los costos de suministro; modelo del transporte [1], que asigna a través de un proceso iterativo el transporte de productos al menor costo; método simplex [13] para determinar el menor costo de transporte; problema de asignación, el cual permite asignar la carga al proveedor de menor costo.

Planeación de rutas [17] modelo del transporte para seleccionar de entre varias alternativas la ruta de menor costo (tiempo) en la entrega de productos al cliente, punto de venta o almacén; modelo del flujo minimizante [18] para determinar la ruta más corta de entre varias rutas alternas en la entrega de productos; el problema de asignación para asignar al medio de transporte de menor costo la entrega de productos; la simulación Montecarlo [19], para obtener posibles tiempos alternos de ruta, costos por concepto de vehículo transportador y otros costos, con el fin de seleccionar la alternativa que más acerque a los objetivos de la empresa:

Para la entrega/recolección de pedidos: el modelo del agente viajero y el del flujo minimizante [18].

En el Control de existencias y disminución de los costos de existencia: modelos de inventarios determinísticos y estocásticos [7].

Evaluación de proveedores: los criterios de análisis de decisión en condiciones de riesgo y bajo incertidumbre [20].

Mantenimiento del nivel de existencias; los modelos de inventarios determinísticos [21].

En la comunicación compradores con proveedores: las redes de optimización determinísticas y estocásticas [18] en EDI, Sell side, market place, buy side.

### 1.3. La gestión de almacenes

Se recuerda que es el proceso que consiste en la recepción, almacenamiento y movimiento de los productos dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo, así como el tratamiento e información de los datos generados.

#### *Modelos de Investigación de Operaciones*

En el diseño de la red de distribución, para ubicación de almacenes o puntos de ventas, y planeación de rutas: el modelo de transporte [18], modelos de localización de Von Thunen, Hoover, Weber, Grenhut y centro de gravedad [16], redes estocásticas, problema del agente viajero [18].

Para determinar el número de almacenes: los modelos transporte, asignación, centro de gravedad.

Para la optimización en el aprovisionamiento de productos: el modelo del transporte con el fin de obtener el costo mínimo, las redes estocásticas y determinísticas con el fin de obtener el flujo mínimo.

Para la reducción del costo por escasez: modelos de inventarios determinísticos para determinar la cantidad de productos a pedir.

En el flujo de productos: problema de asignación para determinar el menor costo lo mismo que el método simplex [20].

Para mantener el nivel de inventario requerido: modelos de inventario determinísticos y estocásticos; simulación Montecarlo [22].

En el cross-docking: modelo del transporte y problema de asignación que determinan el menor costo (pesos o kilometraje), redes para obtener el menor recorrido o tiempo.

Entrega de productos: los modelos de colas para estimar parámetros de desempeño del sistema [7].

Para la selección de medios: los modelos de transporte, asignación y simplex para minimizar costos [7].

En la codificación: los modelos de inventarios determinísticos en la reducción de stock.

En tipos de almacenes: los modelos de transporte y asignación [1]; modelos de simulación [22] para determinar el tipo de almacén.

### 1.4. Gestión de Stocks

Son las cantidades de productos utilizados como soporte a la producción y al servicio al cliente con el fin de minimizar costos y dar un mayor nivel de servicio [14].

#### *Modelos de Investigación de Operaciones*

En la estrategia de fabricación DTO y MTO: los modelos determinísticos de inventario para las materias primas carnes en canal.

En la estrategia de fabricación ATO: modelos de inventario determinísticos para productos semielaborados como jamones, mortadelas.

En la estrategia de fabricación MTS: modelos de inventario determinísticos para productos terminados mortadelas, jamones, salchichas.

Para los tipos de stocks: el stock operativo de seguridad (mortadelas, jamones, salchichas).

En los métodos de gestión de stocks: el método determinista para sistemas de producción MTS (mortadelas, jamones, salchichas), el método clásico para sistemas de producción con demanda variable (mortadelas, jamones, salchichas), y el método de reaprovisionamiento continuo para productos de gran consumo como salchichas, jamones y salchichón.

Políticas de stocks: sistema de reaprovisionamiento, nivel de gestión de stocks (SKU), objetivos relacionados con los stocks, el modelo de gestión de stocks, el sistema de control de stocks, la información sobre los stocks para los productos jamones, salchichas, carnes ahumadas, salchichón, mortadelas.

Además, se emplea la clasificación ABC de inventario; por último, los elementos de un sistema de inventario (costos, demanda, producto, horizonte de planeación) se determinan mejor en la logística de cárnicos que en cualquier otra industria, debido a que abarca una gran cantidad de empresas [7].

### 1.5. Gestión de pedidos y distribución

La gestión de pedidos y distribución, como se dijo, consiste en el conjunto de actividades que se realizan para la cumplimentación de pedidos del cliente a la vez que asegura el máximo valor de la cadena de suministro y el servicio al cliente [4]. Modelos de Investigación de Operaciones. Los modelos de Programación Lineal (simplex, transporte y asignación) para selección de medios de entrada de pedidos, optimización en la preparación de pedidos, selección de medios de transporte, transporte de mercancías, planeación de rutas, logística inversa.

### 1.6. Servicio al cliente

Es un proceso que consiste en la medida de actuación del sistema logístico para proporcionar en el tiempo necesario y lugar necesario los productos o servicios requeridos por el cliente [4]. Modelos de Investigación de Operaciones. Transporte para la optimización de envíos especiales de pedido, envío y devoluciones de pedidos; modelos de teoría de colas para atención al cliente (call center). Modelos de inventarios, política de inventario y métodos de stocks en el nivel de servicio al cliente.

## 2. Gestión del conocimiento de los modelos de investigación de operaciones

La investigación de operaciones no es una colección de modelos matemáticos, se trata primordialmente de la solución del problema [18], por

lo que se debe seleccionar el modelo adecuado, conocer explícitamente los fundamentos teóricos y matemáticos, usos, aplicaciones y extensiones del modelo; en segundo lugar, la gestión del conocimiento, como lo explica Tejeda, exige el conocimiento explícito del proceso para poderlo unir a los objetivos del negocio, toda vez que la empresa y la cadena de suministro es un conjunto de partes interrelacionadas, so pena de suboptimizar todo el proceso logístico a cambio de optimizar el proceso de una sola empresa u optimizar un proceso a cambio de optimizar todo el proceso logístico [10]; además del conocimiento de los principios de la cadena de suministro se requiere el conocimiento explícito de los demás aspectos, los cuales incluye los siguientes aspectos [10, 23]:

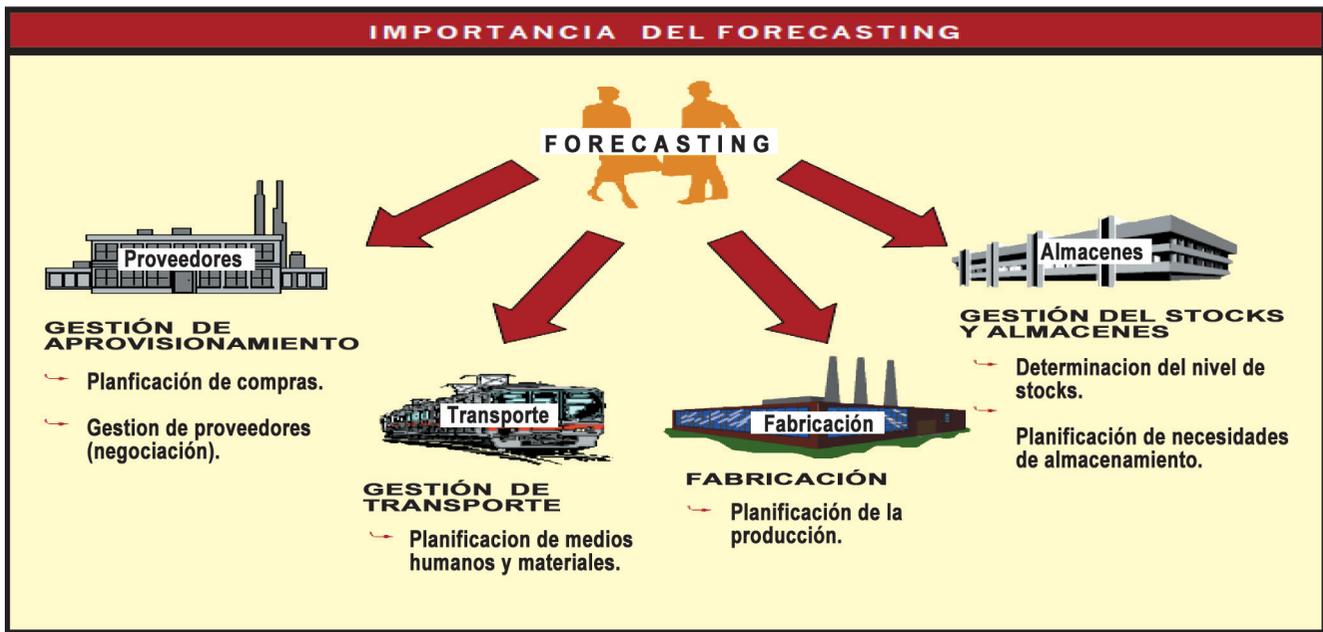
### 2.1. Importancia del proceso logístico

Para uso del modelo matemático debe conocerse la importancia del proceso logístico dentro de la cadena de suministro [24] ya que se visualiza su aplicación y efectos que tendrá dentro del proceso total; por ejemplo (Fig. 3) en la predicción de ventas resulta conveniente conocer la importancia que tiene sobre la cadena de suministro.

Como puede verse, la realización del pronóstico exige un proceso estricto, sistemático y el concurso de cinco áreas funcionales de la empresa: abastecimiento, transporte, fabricación, stocks, y de almacenes; e indirectamente la gestión financiera.

### 2.2. Conocimientos de los costos del proceso logístico

Operar el sistema logístico genera diversos costos que son objetivos de disminuir con el fin de asegurar un capital de trabajo; por ejemplo, en la gestión de almacenes se generan los siguientes costos [25]. Por infraestructura: costo de las instalaciones, medios de transporte y demás medios. Por gestión: registro de la actividad diaria, procedimientos e instrucciones de trabajo, evolución de indicadores de gestión, datos técnicos de la mercancía almacenada). De oportunidad: costo por escasez, de mantenimiento del inventario: costo del dinero, seguros, obsolescencia, merma, seguros y maquinaria, entre otros.



Fuente: Pilot, 2002.

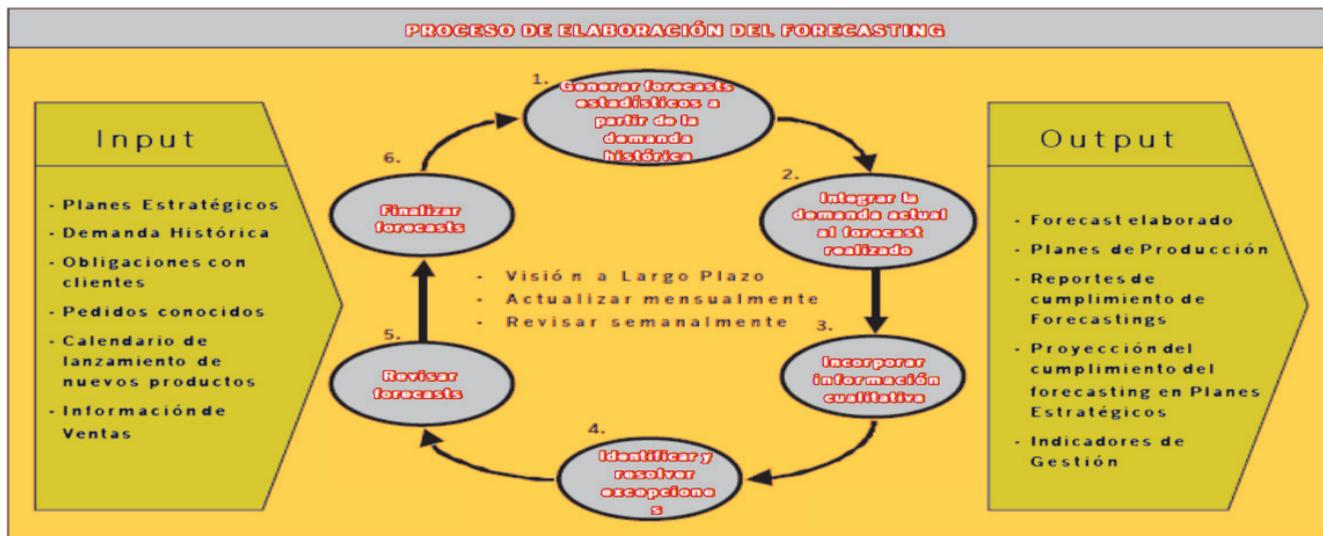
Fig. 3. Importancia del Forecasting.

### 2.3. Proceso para la elaboración del proceso logístico

Conocer plenamente todo el proceso de elaboración garantiza el éxito en la realización del proceso logístico; por ejemplo: la elaboración del pronóstico no debe dejarse a expensas del criterio de quien lo realiza ni tampoco consiste en incluir los datos en la aplicación informática e interpretar los datos (Fig. 4).

### 2.4. Entender el flujo de la información

El conocimiento de los flujos de información entre procesos logísticos es fundamental para planificar y responder a lo largo de la cadena de suministro; la gestión de los flujos de información permite la captura y comunicación a través de la cadena de suministro [23]; se requiere conocer información destacada [14] como:



Fuente: Pilot (2002).

Fig. 4. Proceso para la realización del pronóstico.

- Cuál es la información necesaria para la toma de decisiones efectivas en cada proceso de la cadena de suministro.
- Qué información debe fluir en cada proceso de la cadena de suministro.

La cadena de suministro, puede ayudar a la empresa a obtener una ventaja competitiva en el mercado si cuenta con un sistema de información integrado en toda la organización, que monitorice recorriendo la cadena desde las ventas, análisis de la demanda, producción, distribución y planificación de compras. Además, la cadena de suministro integrada comparte información para optimizar los niveles de inventario de los distribuidores, ratios de producción, requerimientos y capacidades necesarias, y flujos de entradas de materias primas [26]. Por su parte Montoya-Torres [27] indican que para minimizar costos, reducir niveles de inventario, cumplir con los pedidos, desarrollar nuevos productos, cumplir con pedidos en el tiempo requerido y entregar productos de alta calidad con el precio justo, se debe lograr colaboración en la cadena logística, lo cual significa establecer relaciones a largo plazo, ajustar y alinear acciones, decisiones, objetivos y compartir información entre los miembros de la cadena.

### 2.5. Motivar a los empleados

Es fundamental conocer cómo motivar a los empleados para desarrollar el proceso, la ventaja competitiva se logra con el recurso humano; en cuanto a la gestión del servicio al cliente Toro [28] propone los siguientes parámetros para motivar al personal en el desarrollo de la estrategia de servicios, desarrollar confianza en sí mismos para lo cual recomienda: desarrollar confianza en sí mismos, modelar roles, crear desafíos, crear ambiente entretenido, crear compromiso, delegando, premiar el excelente servicio y castigar el mal servicio. Administrar la información y desarrollar equipos de trabajo.

### 2.6. Perfil y habilidades del gestor del proceso

No solo se trata de conocer la aplicación informática que soporta la realización del modelo matemático, las personas encargadas deben conocer las entradas y salidas del proceso, información de soporte, incluso de saber pasar el informe gerencial, tener conocimientos complementarios, dominios y

cualidades tales que le permitan realizar efectivamente el modelo matemático. Por ejemplo, en la realización del pronóstico el primer paso es estadístico, no se considera información cualitativa, el pronosticador requiere de los siguientes conocimientos [4, 12].

Los procesos de negocio de la compañía: a nivel de transformación y de gestión, lo cual le permitirá validar, variar y explicar las cantidades del pronóstico. Del sector y su problemática: la escasez de materia prima (ganado, condimentos) o una dificultad prevista de transporte podría conllevar a la disminución de las cantidades en el pronóstico de uno o varios de los productos.

Los productos y servicios de la compañía: si el producto es único, competidores, los complementarios y sustitutos, posicionamiento en el mercado. Como el costo por concepto de inventario (o escasez) es un concepto y como las empresas son diferentes, hay que conocer bien el producto y los costos que genera para poder determinar su costo de inventario.

Del mercado (características, tendencias, competidores y precios, entre otros): la entrada de un nuevo productor puede variar el pronóstico; asimismo, una baja de los precios podría también disminuirlo; por el contrario, la salida de un productor posicionado en el mercado puede conllevar al aumento del pronóstico.

De las políticas internas de la compañía (calidad, comercial, marketing): una nueva política comercial o de calidad podría aumentar cantidades de un producto del mercado o eliminarlo. La aplicación informática que soporta la automatización del pronóstico: el conocimiento de la aplicación le permite validar o determinar las características de la demanda (aleatoriedad, ciclicidad, tendencia, estacionalidad), asimismo, emplear varios métodos y seleccionar el mejor de ellos; simular la demanda [22].

#### *Requiere de los siguientes dominios:*

Del proceso y la política de elaboración de pronósticos: dejar de considerar una etapa del proceso o una política podría generar un pronóstico basado en suposiciones dando como resultado un pronóstico falso o impreciso.

De los procesos relacionados con la logística: le permite conocer la importancia del pronóstico, es decir, su incidencia y ventajas en los demás procesos logísticos. Dominio del idioma inglés para entendimiento de las aplicaciones informáticas. Además, ser especialista en los productos de la compañía y en los mercados del entorno: para confirmar o variar con mayor autoridad cantidades de uno o varios de los productos pronosticados. Tener capacidad de análisis y decisión con base en los datos que refleja el pronóstico y a la experiencia adquirida; para detectar y eliminar situaciones atípicas [12] o aumentar/disminuir las cantidades pronosticadas con base en la experiencia que tenga del comportamiento aleatorio o estacional de la demanda de los productos y capacidad de liderazgo: motivado y entusiasmo para elaborar el pronóstico, capacidad para superar problemas

## 2.7. Objetivos de cada proceso logístico

No es posible seleccionar y aplicar modelos de investigación de operaciones en la cadena de suministro si no se conocen los objetivos de cada proceso logístico<sup>10</sup>, precisamente con el modelo lo que se busca es cumplir con dichos objetivos. En la gestión del abastecimiento se tienen los siguientes objetivos desde el punto de vista de la investigación de operaciones [10]: Minimizar el costo total de la gestión de compra de acuerdo al plan de negocio de la compañía. Minimizar el riesgo de aprovisionamiento o fluctuación de los precios. Gestionar a los proveedores para reducir el gasto y mejorar la calidad de las mercancías y servicios. Optimizar el costo del aprovisionamiento con base en el riesgo a asumir. Pero también deben conocerse los objetivos que direccionan las actividades en la organización; además de los objetivos que interesan a la Investigación de Operaciones se tiene los siguientes:

Apoyar en el logro de los objetivos estratégicos de la empresa como el plan comercial, creación de valor para el cliente, y estrategia de producción, entre otros [29]. Soportar y responder a los cambios bruscos de la demanda [21].

Gestionar a los proveedores para reducir el gasto y mejorar la calidad de los productos y servicios [10].

Mejorar la calidad de los productos/servicios y su flujo [17].

Establecer relaciones de partenariado con los proveedores y encontrar una fuente de suministro confiable y competente [30].

## 2.8. Medidas para la mejora del proceso logístico

Como el modelo matemático abarca los aspectos más relevantes del sistema [18] y se basa en aspectos teóricos, antes y después de implementar el modelo matemático se pueden emplear medidas de mejoramiento del proceso logístico; por ejemplo en la gestión de stocks se tienen las siguientes medidas de mejoramiento que contribuyen a minimizar el costo [4, 10]:

- Verificación del lead time teórico con el lead time real.
- Análisis de productos sin ventas (no salen), análisis de los consumos en los últimos meses.
- Realización de la gestión de stocks con base en las referencias.

## 2.9. Organización

Es fundamental conocer la organización que va a implementar, usar y controlar el uso del modelo matemático, con ello el manual del usuario del modelo será entendido y bien recibido; por ejemplo, la organización encargada de la gestión del almacén se presenta en la Fig. 5.

Dentro de las funciones se encuentran:

Responsable de recepción: controlar y supervisar las actividades que se llevan a cabo desde la recepción hasta la zona de almacenamiento estable; actividades que comprenden inspecciones, identificación y mantenimiento en zona transitoria y actividades de traslado a la zona definitiva.

Responsable de almacenamiento: ubicación de mercancías en las zonas apropiadas y conservación de la mercancía en las condiciones indicadas y responsable del movimiento: asegurar el cumplimiento de las normas de traslado almacenadas en zonas del almacén o salida del mismo hacia zonas que le aporten valor agregado, o al exterior para la expedición a otra planta, instalación o al cliente. Res-



Fuente: Pilot, 2002.

Fig. 5. Organización de un almacén.

ponsabilidad de todos: se genere y fluya de manera óptima información para la organización.

### 2.10. Indicadores de gestión

Conocer los indicadores de gestión que utiliza el proceso logístico es fundamental, puesto que se conocerá qué mide y qué medirá [31] del modelo matemático. Indicadores de la gestión de pedidos y distribución son [4]: costo por entrega y por kilómetro recorrido, costo de distribución entre ventas, clientes entre ventas, costo medio por pedido e índice de densidad de envío de pedidos.

### 2.11. Principales problemas del proceso

Que se presentan en el proceso de la cadena de suministro, con ello se logra no incurrir en ellos y prevenir problemas relacionados; los principales problemas de la gestión de stocks son: errores en la previsión de inventarios, exceso de stocks de seguridad, falta de comunicación producción-gestión de stocks, fallas de programación, cuellos de botella y almacenes saturados [4, 10].

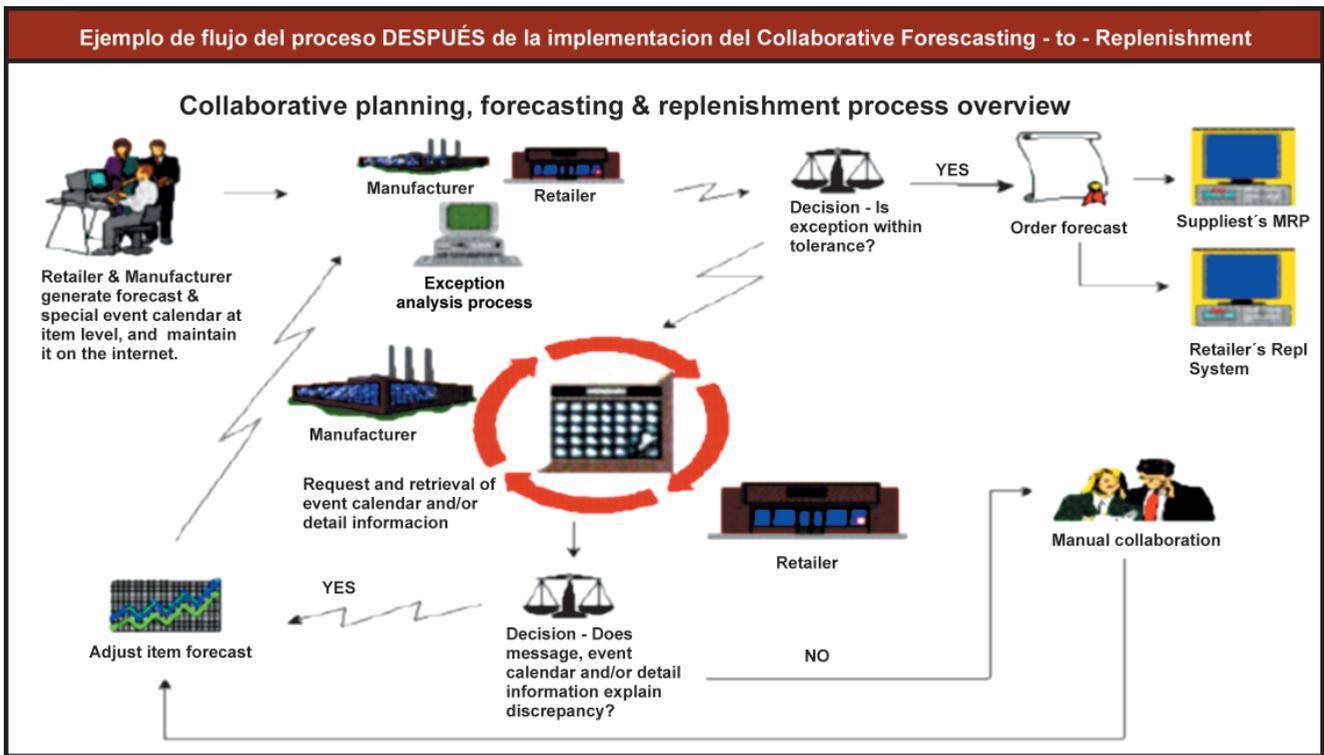
### 2.12. Tecnología y sistemas de información

Como en la gestión de la cadena de suministro la gestión de la información es vital para el éxito de una planificación precisa; además existe la tendencia que la información se distorsione de abajo hacia arriba, inclusive de un proceso hacia otro, es conveniente estar al tanto de las tecnologías que permiten un flujo adecuado de información. Así por ejemplo; existen soluciones informáticas que proporcionan módulos de gestión de la demanda, inventarios, entre otros. Que facilitan el cálculo con base en las necesidades del cliente; por ejemplo, a continuación se enumeran soluciones informáticas de la gestión de la demanda: Net WORKS/

Demand: acceder y actualizar información de forecast. Supply Chain Integration, con las siguientes soluciones informáticas: Collaborative Planing/forecasting, Collaborative Procurement, Vendor-manager inventory. RHYTHM APPLICATION, con el Global Forecasting processes. SAS. GENTHIA. La Fig. 6 ilustra la aplicación en una empresa del Collaborative Forecasting.

### 2.13. Implementación

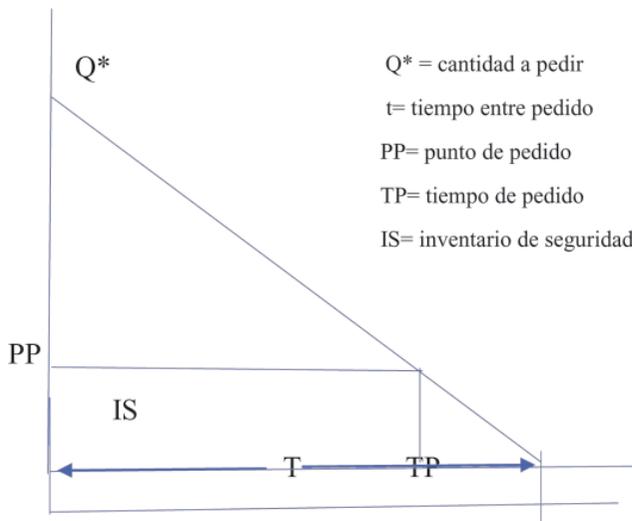
Los modelos funcionan sobre algunos supuestos los cuales no necesariamente se presentan, por lo que se debe acudir al análisis de sensibilidad [32], pero muchas veces el modelo no considera situaciones de la realidad, es entonces cuando el modelador o gestor del conocimiento debe acudir a la inventiva para solucionar el problema. Por ejemplo, en la gestión de inventarios de una cadena de distribución de un solo almacén, si se aplica el modelo de CEP y el cliente demora en la entrega puede acudir a tiempo de pedido (días antes que demora en entregar el proveedor) o al punto de pedido (nivel donde debe hacerse el pedido). Si aun así el cliente entrega tarde, se puede acudir al inventario de seguridad [21]. Si sigue persistiendo el incumplimiento, puede acudir a un sistema de inventario Q con demanda determinística/aleatoria y tiempo de entrega aleatorio [7, 33]. De persistir el incumplimiento puede emitirse una orden de compra abierta con el fin de generar más compromiso al proveedor. Si continúa el incumplimiento, establecer relaciones ganadora [34]. Si no se ha podido eliminar el incumplimiento podrá acudir a la asesoría y asistencia técnica al proveedor para implementar justo a tiempo [34] o Lean Manufacturing [35]. La firma de un contrato con sanción es un último recurso para evitar el incumplimiento.



Fuente: Pilot, 2002.

Fig. 6. Aplicación en una empresa del Collaborative Forecasting.

### Modelo CEP con alternativas de implementación



### CONCLUSIONES

En los problemas de optimizaciones logísticas, por cierto complejas y multifuncionales, se requiere una combinación de técnicas de optimización acom-

pañada de buenas y mejores prácticas de negocios, el sentido común y habilidad para desarrollar soluciones viables. En ese sentido apunta la gestión del conocimiento, para la optimización con modelos de investigación de operaciones también requiere gran cantidad de sentido común, habilidad y buenas prácticas en la captación, aprendizaje, divulgación, aplicación y almacenamiento del conocimiento para la producción de bienes y servicios, y el desarrollo propio de la ventaja competitiva de la organización.

### REFERENCIAS

- [1] H. A. Taha and J. d. I. Cera Alonso, *Investigación de operaciones una introducción*. México: Alfaomega, 1995.
- [2] D. Tomta and C. C., «Cadenas productivas y productividad de las Pymes,» *Criterio Libre*, vol. 7, pp. 145-164, 2009.
- [3] H. Serna Gómez, *Gerencia estratégica : teoría, metodología alineamiento, implementación y mapas estratégicos, índices de gestión : incluye guía para el diagnóstico estratégico*. Bogotá: 3R editores, 2003.

- [4] Programa-de-Innovación-Logística, «Pilot Sistemas de Información y Herramientas en SCM,» ed. Instituto Aragonés de Fomento.: Zaragoza, 2002.
- [5] B. K. Mishra, S. Raghunathan, and X. Yue, «Information sharing in supply chains: Incentives for information distortion,» *IIE Transactions*, vol. 39, pp. 863-877, 2007.
- [6] Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2014). Herramientas empresariales. Perspectivas de la gestión logística. Available: <http://herramientas.camaramedellin.com.co/Inicio/Fortalezcasuempresa/BibliotecaProduccionyOperaciones/Perspectivasdelagestionlogistica.aspx>
- [7] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introducción a la investigación de operaciones*. México D.F. [etc.]: McGraw-Hill, 2010.
- [8] Corporación-Universitaria-Republicana, «Gestión del conocimiento: estrategia de la Corporación Universitaria Republicana para el proceso de reconocimiento como universidad y para el aseguramiento de la calidad institucional,» ed. Corporación Universitaria Republicana: Bogotá D.C., 2014.
- [9] Council-of-Logistic-Management, «Definition of Logistic,» ed, 1991.
- [10] E. Frazelle, *Supply Chain Strategy. The Logistic of supply chain management.*. United States of America.: Mc Graw Hill, 2002.
- [11] J. H. Heizer, B. Render, J. Elmer Murrieta Murrieta, and G. Haaz Díaz, *Principios de administración de operaciones*. México [etc.]: Pearson Educación, 2009.
- [12] V. M. Guerrero Guzmán, *Análisis estadístico de series de tiempo económicas*. México D.F. (México: Thomson Editores, 2003.
- [13] W. L. Winston, *Investigación de operaciones : aplicaciones y algoritmos*. México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1994.
- [14] IMANTS-BVBA. (1999). *Guía de gestión de la cadena de suministro*.
- [15] J. Hernández Orallo, M. J. Ramírez Quintana, and C. Ferri Ramírez, *Introducción a la minería de datos*. Madrid: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [16] J. R. Meredith, *Administración de las operaciones Un énfasis conceptual*. México D.F. (México: Limusa, 1999.
- [17] R. H. Ballou and C. Mendoza Barraza, *Logística : administración de la cadena de suministro*. México: Pearson/Educación, 2004.
- [18] J. Prawda, *Métodos y modelos de investigación de operaciones*. México: Limusa, 1995.
- [19] C. Zapata, *Análisis probabilístico y Simulación*. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Colombia, 2010.
- [20] D. R. Anderson, D. J. Sweeney, and T. A. Williams, *Introducción a los modelos cuantitativos para la administración*. México: Iberoamérica, 1993.
- [21] D. W. Fogarty, J. H. Blackstone, T. R. Hoffmann, and M. d. C. Hidalgo y M, *Administración de la producción e inventarios*. México: CECSA, 1994.
- [22] J. Soto, *Simulación de sistemas dinámicos. Módulo fundamentos teóricos de simulación discreta.* : Universidad tecnológica de Pereira, Maestría en investigación de operaciones y estadística. Pereira, Colombia. , 2013.
- [23] J. J. Anaya Tejero, *Logística integral : la gestión operativa de la empresa*. Pozuelo de Alarcón, Madrid: ESIC, 2011.
- [24] S. E. Fawcett and G. M. Magnan, «The rhetoric and reality of supply chain integration,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 32, pp. 339-361, 2002.
- [25] F. Villalba, *Organización logística. Costos logísticos*. Bogotá., 2010.
- [26] A. Casanovas and L. Cuatrecasas, *Logística empresarial / August Casanovas, Lluís Cuatrecasas*. Barcelona: Gestión 2000, 2001., 2001.
- [27] J. R. Montoya-Torres and D. O. Vargas, «Análisis del concepto de colaboración en la cadena de suministro: Una revisión de la literatura científica.»
- [28] A. Toro, *Logística y Servicio*: Universidad EAN. Maestría en administración de negocios. Bogotá., 2010.
- [29] A. Serna and O. Ortiz, «Ventajas y desventajas de la historia clínica electrónica,» *Enferm*, vol. 8, pp. 14-17, 2005.
- [30] C. O'Neal and K. Bertrand, *Marketing Justo a tiempo: guía para el profesional de marketing industrial*. Bogotá: Norma, 1993.
- [31] J. M. Beltrán Jaramillo, *Indicadores de gestión : guía práctica para estructurar acertadamente esta herramienta clave para el logro de la competitividad*. Santafé de Bogotá: 3R Editores, 2008.
- [32] H. Moskowitz and G. P. Wright, *Investigación de operaciones*: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1982.
- [33] J. E. Shamblin and G. T. Stevens, *Investigacion de operaciones : un enfoque fundamental*. Medellín: McGraw-Hill Interamericana, 1975.
- [34] E. J. Hay and M. Cárdenas, *Justo a tiempo : la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Colombia: Norma, 2003.
- [35] G. E. F. Villaseñor, *Manual De Lean Manufacturing/ Manual of Lean Manufacturing Guia Basica*: Editorial Limusa S.A. De C.V., 2007.