

DINÁMICA DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO PARA PRODUCTOS CON CICLO DE VIDA CORTO

Diana Alejandra Ramírez Londoño, Estudiante de Ingeniería Industrial; Mariana Valencia Tobón, Estudiante de Ingeniería Industrial, Jaime Alberto Sánchez Velázquez Ms(c) Ing. Administrativa correos electrónicos: dianisramirez@hotmail.com; mariv90@hotmail.com; jsanchev@gmail.com

Resumen: En el presente trabajo se formula y evalúa mediante el uso del software IThink, un modelo de simulación continua para gestionar la cadena de suministro en productos con ciclo de vida corto, esto con el fin de evidenciar el comportamiento dinámico del sistema desde los escenarios del minorista, fabricante y mercado. Se realizaron análisis de sensibilidad con el fin de determinar qué cambios en las variables críticas producirán una gestión más eficiente de la cadena. Este modelo proporciona una herramienta útil para la toma de decisiones.

Palabras Clave: Cadena de suministro, Ciclo de vida corto, Simulación Continua, Bucles de retroalimentación, Escenarios de comportamiento.

Abstract: The workshop is formulated and evaluated through “IThink” software, which simulates a continuous model used to manage the supply chain of products with short lifecycle, as a main purpose to demonstrate the dynamic system behavior, from the scenarios of view a retailer, manufacture and the market. Sensitivity analyzes were performed in order to determine what changes in critical variables will produce more efficiently in the chain management. This model is useful for decision making.

Keywords: Behavior Scenarios, continuous simulation, feedback loops, short cycle life, Supply chain.

1. INTRODUCCIÓN

En el artículo “Systems dynamics modelling of a manufacturing supply chain system” [1], los autores afirman que la cadena de suministros es la integración de factores involucrados en los procesos de producción y distribución de los productos, es por esto, que la gestión de la cadena de suministro se convierte en un aspecto fundamental para garantizar el éxito de las compañías, en donde éstas deben conocer tanto los factores y actores críticos que hacen parte de la cadena, y como su comportamiento puede impactar el sistema productivo.

Para administrar adecuadamente la cadena de abastecimiento es necesario tener presente el tipo de producto que se produce, bien sea de ciclo de vida corto o largo.

Se entiende por ciclo de vida al tiempo que un producto permanece en el mercado desde su etapa de introducción hasta su desaparición o declive. Según el documento “Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation” [2], los productos de ciclo de vida corto se caracterizan porque su duración en el mercado corresponde a período limitado de tiempo, generalmente menor a un año; luego de dicho periodo los artículos quedan completamente expulsados del mercado, puesto que se convierten en obsoletos, por lo general no en términos de sus características físicas, sino en términos de la popularidad de la marca o de la evolución tecnológica; ejemplos de estos son: juguetes, artículos de moda y tecnología.

Por otro lado se encuentran aquellos de ciclo de vida largo en los cuales su etapa de producción es extensa y sus fases de crecimiento, madurez y declive son mayores a los nombrados anteriormente.

Conociendo las diferencias entre los dos tipos de productos que se encuentran en el mercado, y según lo citado por los autores E. Briano, C. Caballini, P. Giribone y R. Revetria [3], se hace fundamental que la gestión de la cadena de suministro en productos con ciclo de vida corto sea más flexible para responder fácilmente ante los cambios del mercado, de tal forma, que se reduzca la vulnerabilidad y la ocurrencia de eventos impredecibles perjudiciales para la compañía.

Con el fin de analizar el comportamiento de la cadena de suministro antes de llevar a cabo su implementación, se recurre a la modelación como guía para lograr un mapeo del problema bajo condiciones reales; dado que el uso de modelos analíticos o estáticos no ofrece claridad y profundidad en el tema estudiado. Según Filipov [4] “La simulación puede considerarse como un conjunto de reglas (ecuaciones, diagramas de flujo, máquinas de estado), las cuales definen como el sistema que está siendo modelado cambiará en el futuro, considerando

el estado actual”. Para el caso puntual de estudio, donde se consideran cinco escenarios, la modelación juega un papel de vital importancia ya que permite visualizar cómo se ven afectados cada uno de los actores luego de realizar cambios en las variables críticas del sistema en conjunto. Con base a esto y sabiendo que la cadena de suministro se encuentra en un nivel medio de abstracción donde se requiere mayor nivel de detalle, se recurrió a la dinámica de sistemas ya que ésta permite resolver problemas complejos y de gran precisión.

Para el caso de estudio el uso de la dinámica permite además, estimar el comportamiento del sistema a futuro luego de realizar cambios en las variables principales.

2. ANTECEDENTES

La gestión de la cadena de suministros es fundamental para garantizar el éxito de las compañías, es por esto, que las empresas se empeñan porque todas las actividades y procesos que se realizan dentro de la cadena se desarrollen lo mejor posible, garantizando así la satisfacción del cliente. De esta forma, se crean funciones para cumplir con los pedidos de los clientes, las cuales incluyen el desarrollo de productos, marketing, operaciones, distribución, finanzas y servicio al cliente; además de las relaciones que se establecen con los fabricantes, proveedores, transportistas, almacenistas, minoristas, y consumidores finales.

Es necesario que las organizaciones determinen el ciclo de vida del producto, entendido como el conjunto de todas las etapas por las que pasa un producto desde el mismo momento en que es lanzado para su venta, hasta que se deja de comercializarlo teniendo siempre en cuenta el volumen de venta, para identificar si se trata de un bien con ciclo de vida corto o largo, y así, gestionar adecuadamente la cadena de suministros; considerando los diversos factores, procesos, actividades, personas y equipos requeridos para llevar a cabo la fabricación y venta del artículo deseado[6].

Se encontró bibliografía referida a productos con ciclo de vida corta, referido a una temporada especial de ventas. Los autores Rodríguez y Vidal [7] afirman que en diversos sectores manufactureros, el ciclo de vida de los productos es cada vez más corto. La aplicación directa de técnicas convencionales de pronóstico y control de inventarios a productos de corto ciclo de vida (SLCPs) no es efectiva porque su demanda es transitoria, no estacionaria y altamente variable. En el artículo, se desarrolló un método heurístico de fácil implementación para el control de inventarios de SLCPs durante su temporada de ventas. El método heurístico comprende un submodelo de un sólo

despacho al comienzo de la temporada de ventas y un submodelo que considera múltiples despachos a lo largo de dicha temporada. Ambos modelos trabajan bajo un ambiente de inventario manejado por el proveedor (VMI) dentro de una cadena de abastecimiento con una bodega y N detallistas, donde se busca minimizar el costo total relevante del sistema, compuesto por los costos de devoluciones, los costos de faltantes y los costos fijos de despacho. Estos últimos costos han sido escasamente considerados en la literatura para productos de corto ciclo de vida. En el modelo de múltiples entregas, se determina el tamaño de envío mediante una adaptación del conocido modelo de la cantidad económica de pedido (EOQ). El inventario de seguridad es determinado mediante la razón crítica del modelo del vendedor de periódicos. Con base en datos reales de ventas de una empresa productora de textos escolares, se compara el desempeño del método heurístico con la estrategia actual de despachos de la firma. En los dos casos de prueba, el costo total relevante del método heurístico fue menor que el de la actual política de control de la compañía.

En el artículo “Systems dynamics modelling of a manufacturing supply chain system” [8], en el cual los autores afirman que la cadena de suministros es la integración de factores involucrados en los procesos de producción y distribución de los productos, y por ende, es necesario crear modelos dinámicos para optimizar y elevar la cadena de suministros. Para esto, se presenta un modelo de dinámica de sistemas en el cual se simula el funcionamiento de una cadena de suministros de complejidad media para una empresa que fabrica centrales con un sistema bajo pedido. Como conclusiones se obtienen que las operaciones realizadas en la red dependen de la capacidad para entender la cadena como un todo, el análisis de las interacciones de los componentes en el sistema, y el suministro de información. La estructura del modelo que se plantea es construida bajo 8 escenarios de la vida cotidiana en la empresa productora de centrales, considerando los indicadores claves como niveles de inventario, producto en proceso, órdenes atrasadas y satisfacción del cliente, y a su vez, comparándolos antes y después de la implementación del modelo de dinámica de sistemas.

En la publicación “Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation” [9], la cual hace parte de un proyecto de investigación Italiano, en donde se exponen aspectos que deben tenerse en cuenta para gestionar la cadena de suministros en productos con ciclo de vida corta empleando dinámica de sistemas, como son el modelo, la elasticidad y su competitividad. Para esto los autores realizan 3 estudios sobre el tema; el primero, se refiere a enumerar las

diferencias entre los productos con ciclo de vida corto y largo teniendo en cuanto la planeación, pronósticos, manufactura, inventarios y proveedores; el segundo, consta de un modelo de dinámica de sistemas para gestionar la cadena de suministros en circunstancias donde aparezca una amenaza de terremoto, y considerando que la oferta del mercado se encuentra dividida en dos grandes competidores cada uno con el 50% de participación; y el último, hace referencia a la creación de un modelo de dinámica de sistemas que evalúa la competitividad y atractivo de dos empresas con productos de ciclo de vida corta, basándose en las políticas de dirección de cada una de éstas.

Respecto a la primera investigación llevada a cabo por Briano, Caballini, Giribone y Revetria [10], se encuentra que los productos como los juguetes, artículos de moda o aparatos electrónicos, tienen características diferentes a los bienes cuyo ciclo de vida es largo, lo cual implica que la forma de gestionar la cadena de suministros y los factores de competitividad son diferentes entre los 2 tipos. Los artículos con ciclo de vida corto se caracterizan por producirse en un período inferior a un año, se vuelven obsoletos rápidamente debido a las tendencias de la moda, popularidad de la marca e innovaciones tecnológicas, es por esto, que las empresas fabricantes de estos productos tienen que responder al mercado continuamente a través de una cadena de suministros resistente y flexible, la cual reduzca la vulnerabilidad de la compañía frente a eventos no deseados, a su vez, se hace necesaria una estimación precisa en la demanda para no ocasionar excesos de inventarios ni tampoco escasez de los productos. Como conclusiones a lo planteado por los autores, se debe realizar una planeación primaria para cada producto, los métodos empleados son heurísticos, cualitativos y por analogía para realizar los pronósticos, los sistemas de manufactura son flexibles, híbridos y automáticos, los inventarios son reducidos, y los proveedores son pocos ya que éstos ofrecen la mayoría de las materias primas requeridas para elaborar los productos. A su vez, para desarrollar esta fase, se implementó un modelo para gestionar la cadena de suministros en productos con ciclo de vida corto, el cual contiene las fases de materia prima, productos en proceso (WIP) y artículos terminados, considerando que sólo se cuenta con un proveedor, el pronóstico de la demanda se estima mediante el doble suavizamiento exponencial, los parámetros del modelo son los tiempos de entrega y la demanda inicial, y como conclusión, se encuentra que éstos tienen impactos en las cantidades de unidades vendidas y en la rentabilidad de las compañías.

En el segundo estudio Briano, Caballini, Giribone y Revetria [11] consideran que es necesario crear cadenas de suministros fuertes, flexibles, y con capacidades

para enfrentar oportuna y eficazmente acontecimientos inesperados como guerras, desastres naturales, y ataques terroristas. Es así, como los autores recurren a la metodología de “Análisis de vulnerabilidad” propuesto por Asbjornslett y Rausand [12] en donde se evidencian las amenazas y puntos críticos que tienen los productos con ciclo de vida corto. Posteriormente, se clasifican los posibles riesgos según el método de Christopher y Towill (2002) [13] en internos, externos o ambientales. Para el estudio del caso, Briano, Caballini, Giribone y Revetria [14] eligen como riesgo ambiental la aparición de un terremoto y tienen en cuenta dos proveedores de materia prima sugeridos por Yossi Sheffi (2005) [15] en “La Mejor Estrategia de Suministro”, la cual considera una cadena resistente. Es así, como se elabora un modelo de dinámica de sistemas por medio del software Studio de Powersim para mostrar el comportamiento de la cadena de suministros en productos con ciclo de vida corta. Como resultado se encuentra que debido al terremoto, sólo logra sobrevivir un proveedor quién garantiza el flujo continuo de materia prima para la compañía trabajando hasta en un 50% de su capacidad de producción.

Finalmente, para el tercer análisis, Briano, Caballini, Giribone y Revetria [16] hacen una comparación entre dos empresas con productos de ciclo de vida corto tomando como referencia parámetros de competitividad, los cuales afectan las ventas, la cadena de suministros y el volumen de producción de éstas. Para ello, es necesario considerar los factores cuantitativos del producto como son el precio, la cuota del mercado y el número de ventas en un período determinado, al igual, que los aspectos cualitativos en los cuales la calidad del producto se presenta por la percepción del cliente. Como consecuencia, se formula una matriz denominada “Matriz Direccional de políticas” propuesta por General Electric y desarrollada por McKinsey & Company, donde se relacionan los factores cualitativos y cuantitativos.

La dinámica de sistemas es muy efectiva en sistemas complejos que cuenten con no linealidades, bucles de retroalimentación, y tiempos de retraso, los cuales afectan el comportamiento de todo el sistema

3. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología estándar usada para el modelado con dinámica de sistemas se compone esencialmente de 5 pasos: Definición del problema y sus límites, formulación de la estructura del modelo, formulación del código del modelo, pruebas y análisis de sensibilidad, y finalmente, conclusiones. Estos pasos se describen a continuación:

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y SUS LÍMITES

Hoy en día se evidencia la necesidad de gestionar la cadena de suministros según el ciclo de vida del producto, puesto que las actividades, tecnologías, metodologías y decisiones que deben ser tomadas para llevar a cabo su producción difieren del tipo de vida que este tenga, sea largo o corto.

Cuando se trabaja con productos cuya vida útil es larga, las estrategias implementadas para desarrollarlos dependen de ciertas características que hacen parte de las empresas que trabajan con dichos productos, éstas son: manejo de una planificación global, estimación de las ventas para toda la compañía, variedad de productos ofrecidos, uso de sistemas automatizados, comunicación tradicional, producción en línea, administración de inventarios, largos plazos de entrega y numerosos proveedores.

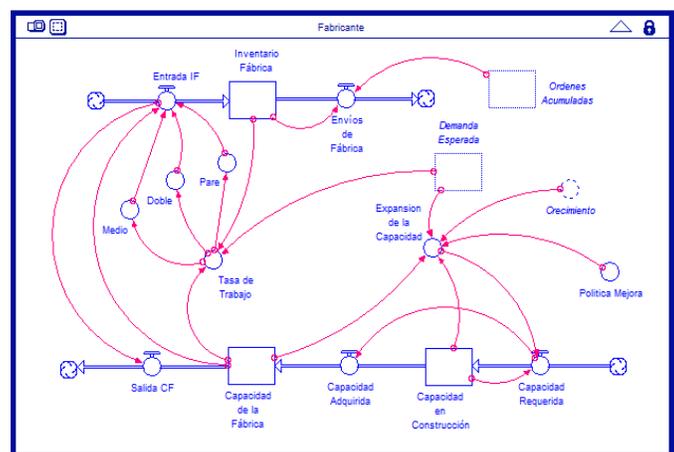
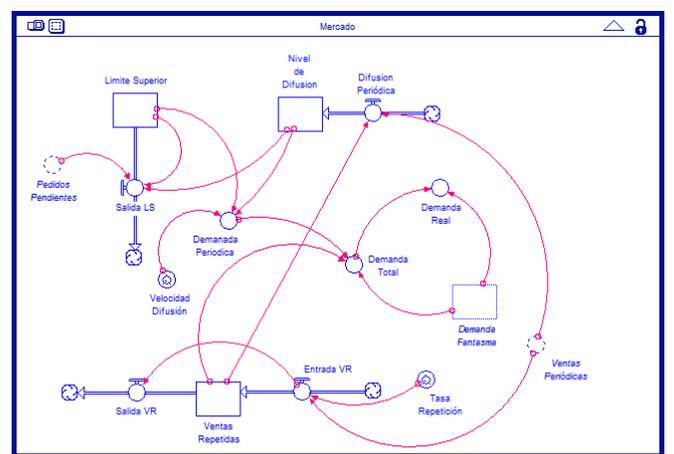
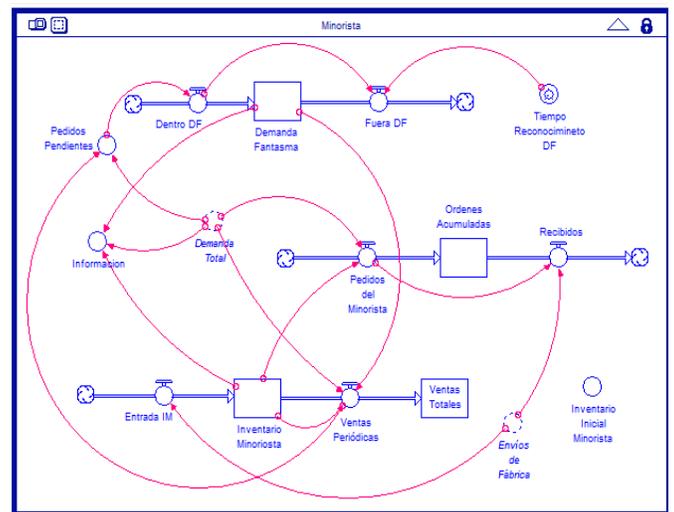
A diferencia de las características mencionadas anteriormente, las empresas cuyo enfoque son productos con ciclo de vida corto trabajan bajo una planeación primaria, la estimación de la demanda se hace para cada producto, se usan sistemas de manufactura flexible, outsourcing, fabricación bajo pedido, niveles bajos de inventarios de materia prima y productos terminados, y se tiene alianza con pocos proveedores.

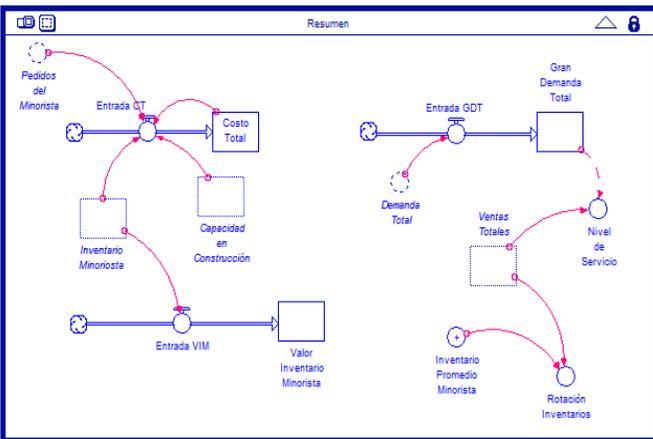
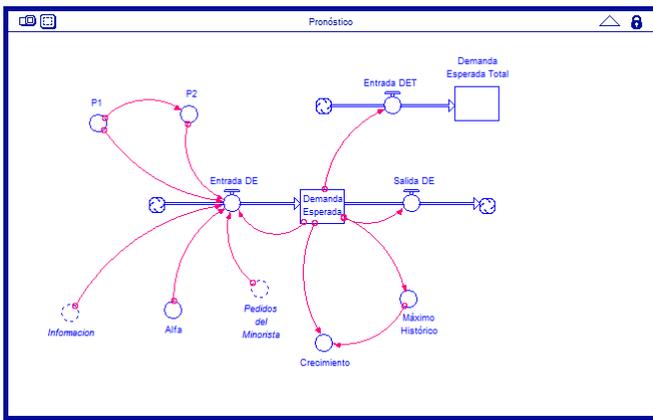
Analizando las diferencias en cuanto a las estrategias de administración y producción referentes a los posibles ciclos de vida del producto, es necesario gestionar la cadena de suministros para cada una de éstas, determinando los factores que tienen influencia sobre el flujo de materiales y procesos. Es decir, para lograr una gestión de la cadena de suministro efectiva es indispensable como punto de partida identificar las metodologías de la compañía, y por tanto el tipo de producto que ésta fábrica; para así contar con bases que permitan simular los diversos escenarios que se puedan presentar en la oferta y demanda del producto.

3.2 FORMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL MODELO

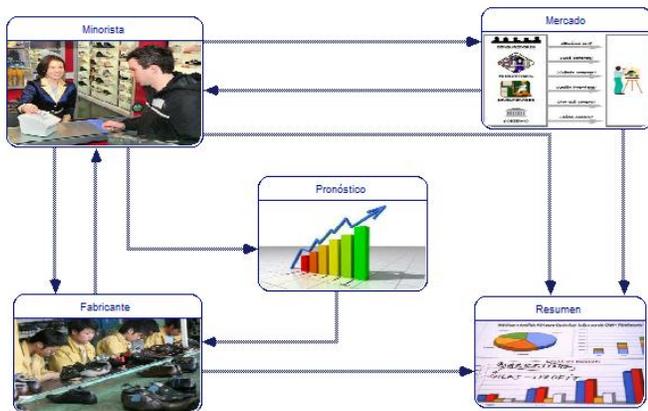
La estructura del modelo considera cuatro escenarios principales; minorista, fabricante, mercado y resumen/ análisis financiero.

Se estima un periodo con un horizonte de tiempo de 104 semanas, correspondiente a 2 años.





3.2.1 MODELO CONCEPTUAL



3.3 FORMULACIÓN DEL CÓDIGO DEL MODELO

Para la selección de las variables y ecuaciones del modelo, no se estableció una metodología particular de elección. Dichas variables se definieron mediante la revisión de la literatura, considerando las utilizadas por otros autores en problemas similares.

Tomando como base el trabajo realizado por Toru Higuchia y Marvin D. Troutt: “Dynamic simulation of the supply chain for a short life cycle product” [17], se definieron las variables y ecuaciones que soportan el modelo construido.

3.3.1 VARIABLES DEL MODELO

Escenario	Nombre Variable	Característica
Minorista	Demanda Fantasma	Se presenta cuando el minorista experimenta desabasto en los productos, y por ende, duplica los órdenes al fabricante
	Órdenes Acumuladas	Cantidad de requerimientos que son planeados por parte del minorista y fabricante
	Inventario Minorista	Nivel de existencias del minorista
	Ventas Totales	Ventas periódicas
	Demanda Total	Corresponde a la sumatoria de la demanda Periódica, demanda fantasma y ventas repetidas
Mercado Fabricante	Límite Superior	Número teórico de clientes potenciales que se emplean en el modelo de la curva logística
	Nivel de Difusión	Rapidez con la que se propaga un nuevo producto en el mercado, está dada por la cantidad de clientes que lo adquieren en un período determinado
	Ventas Repetidas	Porcentaje de clientes que repiten la compra del producto
	Inventario Fábrica	Nivel de existencias en el

		fabricante
	Capacidad Fábrica	Capacidad de fabricación disponible
	Capacidad Construcción	Capacidad de fabricación en construcción
Pronóstico	Demanda Esperada Total	Demanda esperada en un período de tiempo
Resumen	Costo Total	Costo asociado a la cadena de suministro
	Rotación Inventarios	Tasa que relaciona las ventas totales con el inventario del minorista

3.3.2 DIAGRAMA CAUSAL

Los diagramas causales presentan bucles de retroalimentación positivos o negativos; Bucles positivos tienden a reforzar o ampliar lo que está sucediendo en el sistema, por el contrario, bucles negativos lo contrarrestan. Éstos crean la complejidad dinámica del sistema.

Los circuitos de retroalimentación pueden presentar dos tipos de interacciones, positiva o negativa; cuando hay una relación directa entre las variables, es decir, si al aumentar una de éstas la otra presenta el mismo comportamiento la relación causal es positiva, mientras que si se aumenta una de éstas la otra disminuye o viceversa ésta es negativa.

Luego de definir la estructura de la cadena de suministro para un producto con ciclo de vida corto, se realizó el diagrama causal considerando las variables que juegan un papel primordial dentro del sistema, con el fin de visualizar las relaciones entre ellas y su impacto, evidenciándose así los patrones de comportamiento y los parámetros claves a considerar para la prevención de eventos futuros.

A continuación se muestra el diagrama con los bucles de retroalimentación teniendo en cuenta el modelo a simular.

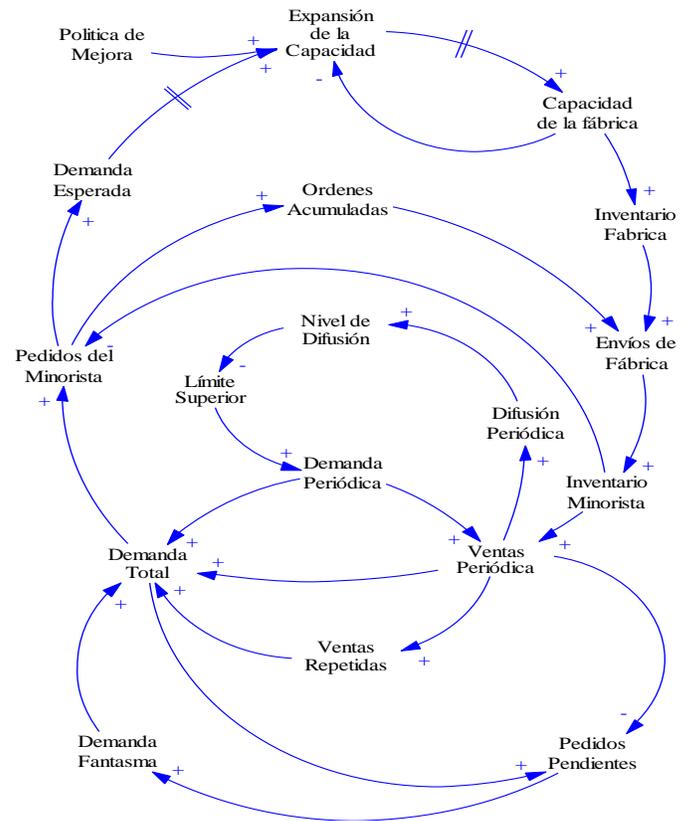


Figura 1. Bucle de Retroalimentación

Según los bucles de retroalimentación presentes en la estructura del sistema y teniendo en cuenta para su interpretación las relaciones causales, se puede afirmar lo siguiente de los comportamientos:

- Al incrementarse la demanda total el minorista aumenta la cantidad de pedidos, lo cual genera mayor demanda esperada para el fabricante y la necesidad de expandir su capacidad de fábrica; a su vez se ocasiona un crecimiento del inventario tanto del fabricante como el minorista y por consecuencia sus ventas periódicas, esto impacta además la demanda total, la cual se eleva con la percepción de mayor presencia de clientes.
- A mayor demanda periódica el minorista experimenta un incremento en sus ventas, logrando con esto una reducción de sus pedidos pendientes. Un aumento de estos pedidos incrementa la demanda fantasma al igual que una reducción la disminuye. A su vez, incrementos en la demanda periódica conllevan al aumento de las ventas realizadas periódicamente, por lo cual la rapidez con la que se da a conocer el producto es mayor y la población objetivo disminuye puesto que se logrará atender mayor proporción del mercado. Estos comportamientos representados en el diagrama causal por dos de los bucles que inician en la demanda

periódica forman un pico elevada de ésta, lo que gráficamente se ilustra como una campana.

- Igualmente, se puede concluir que al considerar una política de mejora y expansión de la capacidad, la fábrica contará con un mayor volumen de producción y por tanto a futuro necesitará menor crecimiento de la línea de fabricación.

3.3.3 ECUACIONES DEL MODELO

Órdenes Acumuladas

Inicial=0
 Flujo Entrante: Pedidos del Minorista=
 $\text{MAX}(\text{Demanda_Total}-\text{Inventario_Minorista},0)$
 Flujo Saliente: Recibidos=
 $\text{Envíos_de_Fábrica}+\text{DELAY}(\text{Pedidos_del_Minorista}-\text{Envíos_de_Fábrica},4)$

Demanda Fantasma

Inicial=0
 Flujo Entrante: Dentro DF= $\text{Pedidos_Pendientes}*0.2$
 Flujo Saliente: Fuera DF= $\text{DELAY}(\text{Dentro_DF},\text{Tiempo_Reconocimiento_DF})$

Inventario Minorista

Inicial= $\text{Inventario_Inicial_Minorista}$
 Flujo Entrante: Entrada IM= Envíos_de_Fábrica
 Flujo Saliente: Ventas Periódicas= $\text{MIN}(\text{Inventario_Minorista},\text{Demanda_Total}-\text{Demanda_Fantasma})$

Ventas Totales

Inicial= 0
 Flujo Entrante: Ventas Periódicas=
 $\text{MIN}(\text{Inventario_Minorista},\text{Demanda_Total}-\text{Demanda_Fantasma})$

Límite Superior

Inicial= $45000000*.5$
 Flujo Saliente: Salida LS=
 $\text{IF}(\text{Limite_Superior}>\text{Nivel_de_Difusion}) \text{ then Pedidos_Pendientes} * 0.1 \text{ else } 0$

Nivel de Difusión

Inicial= 100000
 Flujo Entrante: Difusión Periódica=
 $\text{Ventas_Periódicas}-\text{Ventas_Repetidas}$

Ventas Repetidas

Inicial= 0
 Flujo Entrante: Entrada VR= $\text{DELAY}(\text{Ventas_Periódicas}*\text{Tasa_Repetición}/100,1)$
 Flujo Saliente: Salida VR = $\text{DELAY}(\text{Entrada_VR},1)$

Inventario Fábrica

Inicial= 37500

Flujo Entrante: Entrada IF=
 $\text{DELAY}(\text{Capacidad_de_la_Fábrica}*(2^{\text{Doble}}*((1/2)^{\text{Medio}})*(0^{\text{Pare}}),1)$
 Flujo Saliente: Envíos de la Fábrica =
 $\text{MIN}(\text{Inventario_Fábrica},\text{Ordenes_Acumuladas})$

Capacidad de la Fábrica

Inicial= 37500
 Flujo Entrante: Capacidad Adquirida=
 $\text{DELAY}(\text{Capacidad_Requerida},3)$
 Flujo Saliente: Salida CF = $\text{Entrada_IF}/160$

Capacidad en Construcción

Inicial= 0
 Flujo Entrante: Capacidad Requerida= IF
 $(\text{Capacidad_en_Construcción}=0) \text{ then Expansion_de_la_Capacidad} \text{ else } 0$
 Flujo Saliente: Capacidad Adquirida = $\text{DELAY}(\text{Capacidad_Requerida}, 3)$

Demanda Esperada Total

Inicial=0
 Flujo Entrante: Entrada DET= Demanda_Esperada

Demanda Esperada

Inicial=0
 Flujo Entrante: Entrada DE=
 $(\text{Pedidos_del_Minorista}*P1+\text{Informacion}*P2)*\text{Alfa}+\text{Demanda_Esperada}*(1-\text{Alfa})$
 Flujo Saliente: Salida DE= Demanda_Esperada

Costo Total

Inicial= $(\text{Capacidad_de_la_Fábrica}-100)*50$
 Flujo Entrante: Entrada CT=
 $\text{Pedidos_del_Minorista}*20+\text{MAX}(\text{Inventario_Minorista},0)*2.5+\text{Capacidad_en_Construcción}*50+\text{Costo_Total}*0.18/52$

Valor Inventario Minorista

Inicial=0
 Flujo Entrante: Entrada VIM=
 $\text{MAX}(\text{Inventario_Minorista},0)*2.5$

Grand Demanda Total

Inicial=0
 Flujo Entrante: Entrada GDT= Demanda_Total

3.4 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Luego de la ejecución del modelo construido, se analizaron las variables críticas que impactan de manera significativa el comportamiento del sistema. Dicho análisis se muestra a continuación:

3.4.1 VELOCIDAD DE DIFUSIÓN

Teóricamente la velocidad de difusión es la rapidez con la que un producto es conocido en el mercado, ésta se basa en el comportamiento de la curva logística. Con el fin de analizar el impacto de dicha variable en la demanda total, demanda periódica y la capacidad de la fábrica, se tomó como base la ecuación de la derivada de la curva logística, la cual está definida por: $\alpha \cdot \text{nivel de difusión} \cdot (\text{limite superior} - \text{nivel de difusión})$; α es el parámetro que determina la velocidad con que un producto se da a conocer en el mercado, su interpretación muestra que a valores mayores de alfa la velocidad de difusión es mayor. Para el caso de estudio se tomaron diversos valores de alfa ($\alpha = 0.00000001$, $\alpha = 0.000000015$, $\alpha = 0.000000025$) con el fin de evaluar el impacto de la velocidad de difusión en la demanda que se tendrá de un producto y en la capacidad que generará la empresa para responder a ésta.

Como se evidencia en las **figuras 2, 3 y 4** al aumentar la velocidad de difusión se produce un pico elevado de la demanda total y periódica, esto genera una reacción de aumento máximo en la capacidad de la fábrica, generándose así altos niveles de inventarios que pueden resultar riesgosos para la compañía.

Observando la tendencia de la demanda y la habilidad de manufactura al variar la velocidad de difusión, se puede concluir que para productos con ciclo de vida corto, la demanda gráficamente muestra una campana más estrecha, es decir, la demanda crece y decae más rápidamente, ya que la velocidad de difusión es mayor.

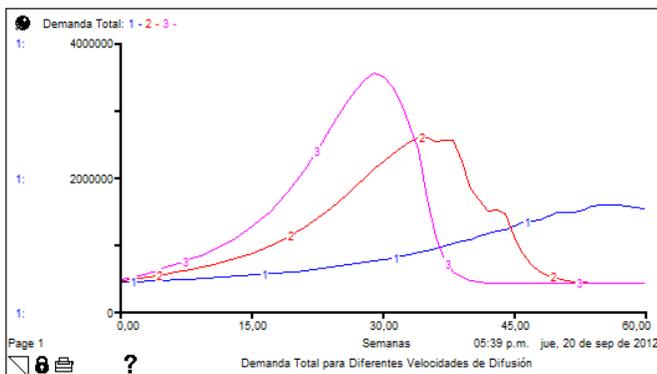


Figura 2. Demanda Total para diferentes Velocidades de Difusión

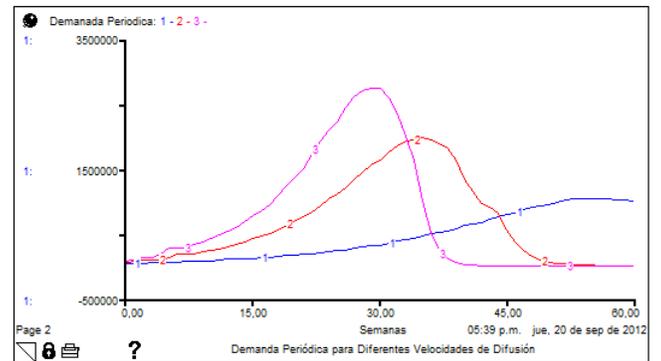


Figura 3. Demanda Periódica para diferentes Velocidades de Difusión

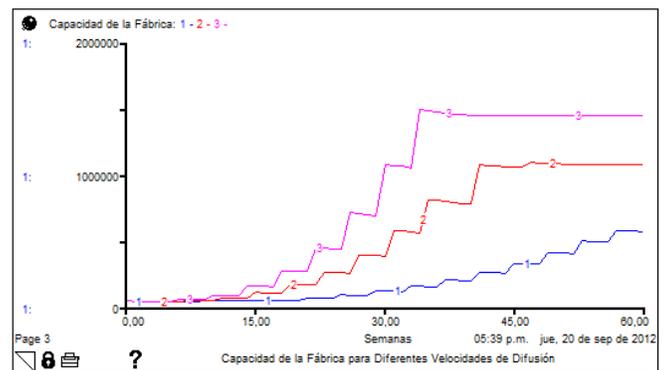


Figura 4. Capacidad de la Fábrica para diferentes Velocidades de Difusión

3.4.2 TASA DE REPETICIÓN

La tasa de repetición se entiende como aquel valor porcentual que muestra la cantidad de clientes que repiten su compra; el conocimiento de esta variable permite obtener una estimación más precisa de la demanda total del producto ofrecido. Para el modelo trabajado se tomaron tres valores específicos (0%, 5%, 10%, 15%), al variar dicha tasa, se evidenció que en aquellos casos donde se considera la cantidad de clientes que repiten una compra, la percepción de la demanda total cambia; a su vez se comprobó que a mayor tasa de repetición la demandas se mostrará en más corto plazo y su pico será más elevado.

Al tener en cuenta la tasa de repetición se debe considerar la posibilidad de obtener una caída más rápida de la demanda; ya que una alta cifra de ésta puede representar un elevado auge del producto y por consiguiente su salida rápida del mercado, esto puede ocurrir por la pérdida de interés de los clientes por el producto, la cual aumenta para el caso específico de aquellos con ciclo de vida corto.

Identificar la tasa de repetición puede considerarse en algunos casos un amortiguador para el fabricante, ya

que permite compensar la reducción de la demanda en la etapa de decadencia, sin embargo, aun con velocidad de repetición alta no siempre se puede asegurar que una alta tasa de esta compensará la contracción de la demanda.

Como se observa en la **figura 5** cuando la tasa de repetición toma un valor porcentual mayor, el pico de la demanda se incrementa y sus etapas de crecimiento y decadencia se dan en menor periodo de tiempo.

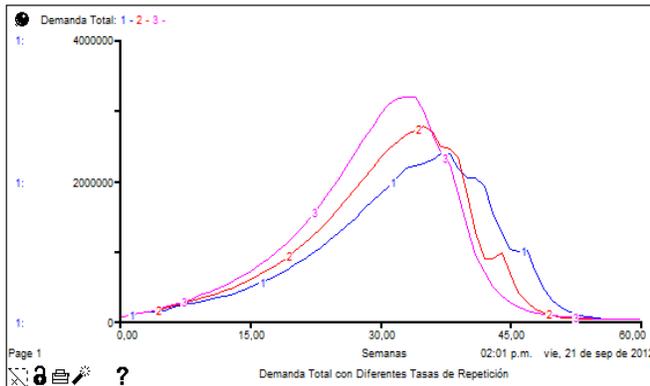


Figura 5. Demanda Total para diferentes Tasas de Repetición

3.4.3 TIEMPO DE RECONOCIMIENTO DE LA DEMANDA FANTASMA

La estimación de la demanda fantasma permite conocer la demanda ficticia que se percibe como resultado de la respuesta del mercado al lanzamiento de un nuevo producto, es decir, permite conocer qué valor de la demanda que se estima está dada por la reacción de las personas al pedir repetidamente un producto al minorista y al aumento de pedidos por medio de éste debido al miedo que siente hacia una posible escasez del producto.

El tiempo con que esta demanda se reconoce varía las cifras de inventarios que se generen en la fábrica y las decisiones de capacidad. Para el análisis del impacto de esta variable, se estudiaron tiempo de 1,2 y 3 semanas. Como se muestra en la **figura 6 y 7** entre mayor sea el tiempo de reconocimiento de la demanda fantasma, el valor percibido de la demanda total será más alto, por lo tanto al fabricante observar dicho aumento incrementará su capacidad de fabricación, ocasionando así excesos de inventario y a su vez elevación en los costos.

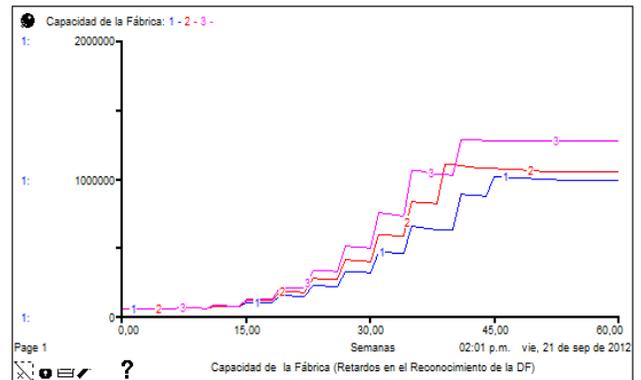


Figura 6. Capacidad de la fábrica para diferentes Tiempos de Reconocimiento de la Demanda Fantasma

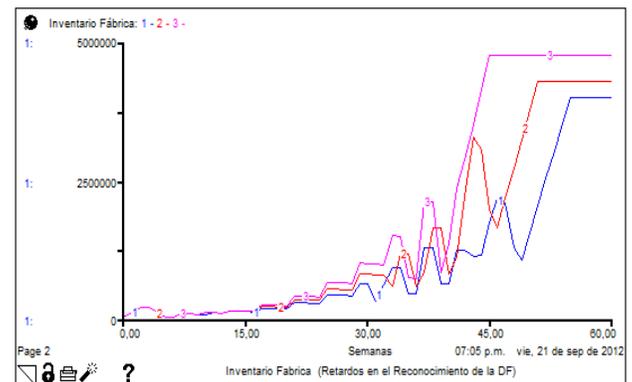


Figura 7. Inventario de la fábrica para diferente Tiempos de Reconocimiento de la Demanda Fantasma

3.4.4 EFECTO DE LA DEMANDA FANTASMA

La demanda fantasma genera que se infle los pedidos al fabricante de forma innecesaria y por tanto, se disminuya el buen funcionamiento de la cadena de suministro.

Como se muestra en la **figura 8, 9 y 10** la demanda fantasma afecta directamente los niveles de inventario del fabricante, a mayor demanda ficticia mayores serán los niveles de inventario que se generen, igualmente mayor será la capacidad de producción que tendrá el fabricante para poder responder a la petición del producto.

Para el análisis del comportamiento de la cadena de suministro se consideran dos contextos esenciales, aquel donde se tiene en cuenta la información, es decir, identificando la demanda fantasma y tomando dicho valor para la estimación de la demanda real (demanda total – demanda fantasma – inventario minorista), y aquel donde no se tiene en cuenta la demanda fantasma y por lo tanto la demanda real es estimada con base a los pedidos del minorista. Es evidente como con información se logra una oportuna respuesta a las necesidades y una mitigación del efecto látigo; además, se consigue que la demanda

esperada sea más próxima a la demanda periódica, minimizándose así los inventarios y obteniendo una estimación más precisas hacia las necesidades de aumento de capacidad.

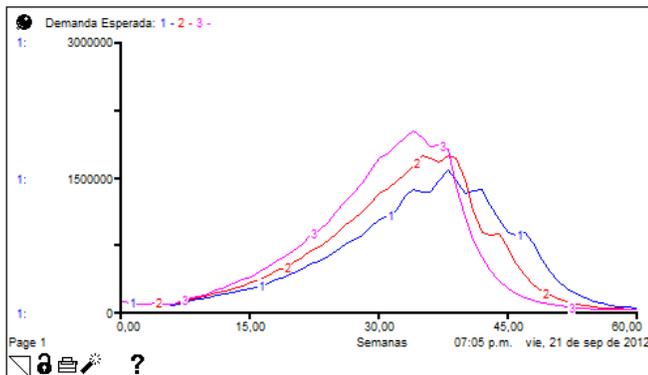


Figura 8. Efecto de la Demanda Fantasma en la Demanda Esperada

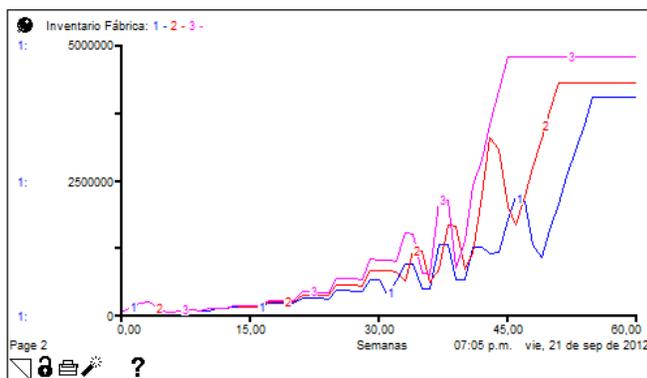


Figura 9. Efecto de la Demanda Fantasma en el Inventario de la Fábrica

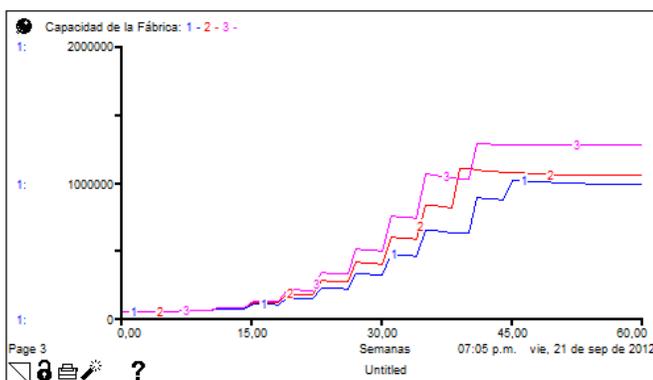


Figura 10. Efecto de la Demanda Fantasma en la Capacidad de la Fábrica

4. CONCLUSIÓN

El presente trabajo permitió obtener un modelo de simulación continua que representa la dinámica de la cadena de suministro en productos con ciclo de vida corto, éste admite mostrar cómo será el comportamiento a futuro del sistema productivo con base a la información suministrada. Es por esta razón que el modelo establecido puede ser una herramienta útil para las empresas que manejan productos con ciclo de vida corto, apoyando la toma de decisiones en cuanto a su gestión y permitiendo visualizar cómo será el desempeño a futuro de cada actividad involucrada en el proceso.

La representación del modelo por medio de escenarios, permite obtener una visión detallada sobre los actores que son considerados, así como el análisis de la participación que tiene cada uno de ellos en el sistema productivo. Anteriormente, los actores de la cadena de suministro tales como minorista, fabricante y mercado trabajaban únicamente teniendo en cuenta su papel dentro de la cadena, lo que generaba excesos de inventario y aumentos innecesarios de capacidad. Actualmente, se evidencia la necesidad que cada uno de los jugadores de la cadena de abastecimiento, establezca una relación directa de comunicación y alianza para trabajar en una gestión en conjunto que logre beneficios para todos.

Para el caso puntual de los productos con ciclo de vida corto la demanda total incrementa más rápidamente y la velocidad de difusión es mayor, esto genera mayores niveles de inventario e incrementos innecesarios de capacidad de la fábrica. Igualmente, se puede generar mayor riesgo de escasez durante la etapa de introducción y crecimiento.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente artículo se realizó como trabajo de grado del pregrado de la universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia. Agradecemos al apoyo de nuestro asesor Jaime Alberto Sánchez Velázquez, quien nos acompañó y orientó en el desarrollo del trabajo realizado e hizo posible el alcance de los objetivos.

6. REFERENCIAS

[1] Mustafa Özbayraka, Theopisti C Papadopouloub, Melek Akgunc; Simulation Modelling Practice and Theory; Systems dynamics modelling of a manufacturing supply chain system; Volume 15, Issue 10, November 2007, pp 1338–1355.

- [2] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [3] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [4] Andrei Borshchev & Alexei Filippov; From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools; The 22nd International Conference of the System Dynamics Society; July 25 - 29, 2004, Oxford, England.
- [5] Moyano Fuentes, J; La influencia de la integración de la cadena de suministro en la implantación de capacidades de comercio electrónico; Universia Business Review; pp 30-45; 2010.
- [6] <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/estrategia/el-ciclo-de-vida-de-los-productos.htm>; Recuperado el 10 de 09 de 2011.
- [7] Rodriguez, J. A., & Vidal, C. J; A heuristic method for the inventory control of short life-cycle products; Ingeniería y Competitividad; pp 37-55; Junio 2009.
- [8] Mustafa Özbayraka, Theopisti C Papadopouloub, Melek Akgunc; Simulation Modelling Practice and Theory; Systems dynamics modelling of a manufacturing supply chain system; Volume 15, Issue 10, November 2007, pp 1338–1355.
- [9] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [10] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [11] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [12] Øyvind Berlea, Bjørn Egil Asbjørnsletta, James B. Rice; Reliability Engineering & System Safety; Formal Vulnerability Assessment of a maritime transportation system; Volume 96, Issue 6; June 2011; pp 696–705.
- [13] Christopher, M; Towill, D. R; Developing market specific supply chain strategies, The International Journal of Logistics Management, vol. 13, número 1; pp 1-14; 2002.
- [14] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [15] Sheffi, Y; Building a Resilient Supply Chain; Harvard Business Review Supply Chain Strategy; pp 1-11; 2005.
- [16] Enrico Briano, Claudia Caballini, Pietro Giribone, Roberto Revetria; Using system dynamics for short life cycle supply chains evaluation; Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference; DIPTTEM University of Genoa Via Opera Pia 15 Genoa 16145 ITALY; pp 1820-1832.
- [17] Toru Higuchia, Marvin D. Trouttb; Dynamic simulation of the supply chain for a short life cycle product: Lessons from the Tamagotchi case; Computers & Operations Research 31; pp 1097–1114; 2004.
- [18] Narasimha B. Kamath, Rahul Roy; Production, Manufacturing and Logistics; Capacity augmentation of a supply chain for a short lifecycle product: A system dynamics framework; European Journal of Operational Research 179; pp 334–351; 2007.



www.dinamica-de-sistemas.com

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



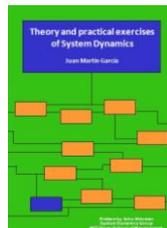
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)