



Entramado

ISSN: 1900-3803

comunicacion.ayc.1@gmail.com

Universidad Libre

Colombia

Alarcón-Grisales, Diana Rocío; Peña-Orozco, Diego León; Rivera-Rozo, Francisco Javier  
Análisis dinámico de la capacidad de respuesta de una cadena de suministros de  
productos tecnológicos. Caso Samsung

Entramado, vol. 12, núm. 2, julio-diciembre, 2016, pp. 254-275

Universidad Libre

Cali, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265449670019>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Análisis dinámico de la capacidad de respuesta de una cadena de suministros de productos tecnológicos. Caso Samsung\*

**Diana Rocío Alarcón-Grisales**

Candidata a Grado en Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Buga - Colombia.  
diana.alarcon@correounivalle.edu.co

**Diego León Peña-Orozco**

Ingeniero Industrial, Universidad del Valle. Profesor Asociado, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Buga - Colombia.  
diego.l.pena@correounivalle.edu.co

**Francisco Javier Rivera-Rozo**

Estudiante de Pregrado en Ingeniería Industrial, Universidad del Valle. Tecnólogo en Electrónica, Universidad del Valle. Buga - Colombia.  
francisco.javier.rivera@correounivalle.edu.co

## RESUMEN

Se presentan los resultados de la simulación de una cadena de suministro de productos tecnológicos, orientado a la flexibilidad de producción desde una perspectiva de capacidad de respuesta en un contexto de producción bajo pedido. Se caracteriza la cadena de suministros identificando los elementos que constituyen el sistema para la formulación del caso de estudio y modelo dinámico, el cual es programado, calibrado y analizado en Vensim DSS. Los resultados reflejan que incrementos en la demanda implican ampliaciones en la capacidad de la planta a una tasa determinada por una política de mejora, condicionando la respuesta de la cadena. En las primeras etapas, la capacidad está por debajo de la demanda; en la fase de declive, gran parte de las instalaciones quedan ociosas; además, elementos como el tiempo de procesamiento, tiempo de entrega y tipo de orden son factores determinantes en la respuesta de la cadena. Más aún, la exactitud de los pronósticos para anticipar aumentos inesperados en la demanda contribuye a mejorar la respuesta de la cadena. Se concluye que el comportamiento de los productos tecnológicos crea grandes dificultades en la gestión de las cadenas de este tipo, dado que su obsolescencia y rápido crecimiento requieren que los eslabones de la cadena generen una respuesta sincronizada e inmediata, con el propósito de obtener un alto nivel de servicio. Sin embargo, esto implica inversiones significativas.

## PALABRAS CLAVE

Productos con ciclo de vida corto, productos tecnológicos, cadena de suministro, flexibilidad, capacidad de respuesta, simulación dinámica, Vensim DSS.

Recibido: 08/02/2016 Aceptado: 30/05/2016

\* El presente artículo es resultado de un trabajo de investigación bibliográfica sobre los productos de tecnología, tomando como referencia para la formulación del modelo los estudios realizados por Ramírez & Valencia con su trabajo "Dinámica de la gestión de la cadena de suministro para productos con ciclo de vida corto", e Higuchi & Troutt, con su investigación sobre "Dynamic simulation of the supply chain for a short life cycle product-Lessons from the Tamagotchi case". Financiado por la Universidad del Valle- Colombia.

<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n2.24218> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

**Cómo citar este artículo:** ALARCÓN-GRISALES, Diana Rocío; PEÑA-OROZCO, Diego León; RIVERA-ROZO, Francisco Javier. Análisis dinámico de la capacidad de respuesta de una cadena de suministros de productos tecnológicos. Caso Samsung. En: Entramado. Julio - Diciembre, 2016 vol. 12, no. 2, p. 254-275, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n2.24218>



## Dynamic analysis of the response capacity a supply chain technology products. Samsung case

### ABSTRACT

In this paper are presented the results of the simulation of a supply chain of technology products, aimed at production flexibility from the perspective of responsiveness in the context make to order. Supply Chain is characterized by identifying the elements that constitute the system for the development of the case study and dynamic model, which is programmed, calibrated and analyzed in Vensim DSS. The results show that an increase in demand, implies expansion of the capacity of the plant at a rate determined by a policy of improving, conditioning the response of the chain. In the early stages, the capacity is below demand; but the decline phase, most of the facilities are idle. Additional, elements such as processing time, delivery time and insertion order are determining factors in the response chain. Furthermore, the accuracy of forecasts anticipate unexpected increases in demand that helps to improve the response chain. In conclusion, the behavior of technology products creates great difficulties in managing chains such as its obsolescence and rapid growth requires that the links in the chain generate a synchronized and immediate response in order to obtain a high level of service. However; this involves significant investment.

### KEYWORDS

Products with short life cycle, technology products, supply chain, flexibility, responsiveness, Dynamic Simulation, DSS Vensim.

## Análise dinâmica da capacidade de resposta de um produto de tecnologia da cadeia de suprimentos. Caso Samsung

### RESUMO

Os resultados da simulação de uma tecnologia de cadeia de fornecimento flexibilidade de produção orientada para o produto a partir de um ponto de vista da capacidade de resposta em um pedido de contexto de produção apresentado. cadeia de fornecimento é caracterizado por identificar os elementos do sistema para a formulação de estudo de caso e o modelo dinâmico, que é programado, calibrado e analisado em DSS Vensim. Os resultados mostram que o aumento da procura envolvem a expansão da capacidade da planta a uma taxa determinada por uma política de melhoramento, condicionado a cadeia de resposta. Nos estágios iniciais, a capacidade é inferior à procura; na fase de declínio, a maioria das instalações estão ociosos; elementos adicionais, tais como o tempo de processamento, tempo de entrega eo tipo de ordem são fatores determinantes na cadeia de resposta. Além disso, a precisão das previsões para antecipar aumentos inesperados na demanda contribui para melhorar a cadeia de resposta. Concluiu-se que o comportamento de produtos de tecnologia cria grandes dificuldades na administração de cadeias deste tipo, uma vez que a sua caducidade e rápido crescimento requerem eles de corrente gerar uma resposta sincronizado e imediato, de modo a obter um elevado nível de serviço. No entanto, isso envolve um investimento significativo.

### PALAVRAS-CHAVE

Os produtos com ciclo de vida curto, produtos de tecnologia, cadeia de fornecimento, flexibilidade, capacidade de resposta, simulação dinâmica, DSS Vensim

### Introducción

El ciclo de vida de un producto es el conjunto de etapas por las que pasan los artículos desde el momento que son lanzados para su venta hasta que son apartados del mercado, teniendo presente el volumen de ventas para identificar si se trata de un bien con ciclo de vida corto o largo (Ramírez & Valencia, 2012). Debido al comportamiento del mercado y las características particulares de los productos, Ballou (2004) señala que estos: “no generan su volumen de ventas máximo inmediatamente después de ser introducidos en el mercado, ni mantienen su volumen de ventas pico en forma indefinida. Es característico que con el tiempo los productos sigan un patrón de volumen de ventas, atrave-

sando cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y decaimiento» (p. 65). Estas etapas pueden variar de acuerdo con el alcance del producto, ya sea de ciclo corto o largo.

El ciclo de vida corto es definido como un periodo limitado de tiempo, usualmente menor a un año, en el que 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 cuanto a su popularidad de marca o evolución tecnológica. Productos como los juguetes, artículos de moda o aparatos electrónicos tienen características diferentes a los bienes cuyo ciclo de vida es largo, debido a que estos poseen particularidades como: demanda incierta, crecimiento rápido de los pedidos

y alta repetición en la tasas de compra (Briano, Caballini, Giribone & Revetria, 2010). Además, factores como la moda, la tecnología, los cambios de gustos en los usuarios, y la mayor presencia de competidores, alteran el tiempo de duración de cada una de las etapas. Es habitual, que las empresas orientadas a los productos con ciclo de vida corto trabajen bajo planeación primaria, sistemas de manufactura flexible y con pocos proveedores (Ramírez & Valencia, 2012). Por ello, para responder de manera continua al mercado se genera la necesidad de cadenas de suministro flexibles, que permitan reducir la vulnerabilidad de la compañía frente a los fuertes cambios del entorno.

La flexibilidad en la gestión de la cadena de suministro para productos con ciclo de vida corto se convierte en un tema de vital importancia, dado que permite reducir la vulnerabilidad y ocurrencia de eventos impredecibles y perjudiciales para las compañías (Briano *et al.*, 2010). La flexibilidad, enmarcada en la capacidad de respuesta, es definida por Ballou (2004) como la estrategia con la cual se busca responder rápidamente a la demanda en el momento que ocurra, no a partir de inventarios, sino de los procesos de producción o de los proveedores (...), evitando largos periodos de entrega o inventarios excesivos. Así mismo, la capacidad de respuesta es el medio por el cual se pretende mitigar una de las principales preocupaciones en la gestión de una cadena de suministros, la demanda “caprichosa” del mercado, la cual genera una distorsión en la información que a su vez provoca el efecto látigo (Higuchi & Troutt, 2004).

Una vez considerada la flexibilidad, en cuanto a capacidad de respuesta, hay que resaltar lo significativo que resulta definir el ambiente de manufactura. Los autores Li & Womer (2012), citando a Wouters (1991), indican que desde la perspectiva de la cadena de suministros, la producción bajo pedido (*Make to Order* – MTO) se diferencia de otros modelos de negocio, tales como ensamble bajo pedido (*Assembly to Order* - ATO), fabricación a la medida (*Build to Order* - BTO) o fabricación contra stock (*Make to Stock* - MTS), en cuanto al punto de inserción de la orden. Los sistemas MTO pueden ser más flexibles en el cumplimiento de las diversas órdenes personalizadas, sin embargo, son más sensibles a los cambios que ocurren en forma de flujos inesperados de la demanda. Entonces, dichos sistemas son realmente dependientes de la planificación de la producción y de los mecanismos de control para superar las dificultades impuestas por los mercados globales y la volatilidad (Özbayrak, Papadopoulou, & Samaras, 2006).

Por otro lado, es importante tener en cuenta la gran complejidad que representa el análisis de flexibilidad en una cadena de suministro para productos con ciclo de vida corto, debido a que se tienen gran cantidad de variables, comportamientos y relaciones involucrados entre sí. Para com-

prender el comportamiento de dicho sistema, los autores necesitan conocer su integración y mecanismos. Por lo que consideran conveniente hacer uso de la dinámica de sistemas como herramienta, dado que facilita la ilustración de situaciones complejas, es interactiva, de gran precisión, abarca procesos de realimentación jerárquica y permite estimar comportamientos a futuro a pesar de realizarse cambios en sus principales variables (Higuchi & Troutt, 2004).

El presente documento expone el análisis de flexibilidad de la capacidad de respuesta en una cadena de suministro para productos con ciclo de vida corto, dirigido a los productos de tecnología, en un contexto de producción bajo pedido (MTO). Los productos tecnológicos son escogidos para la investigación por su carácter innovador y fuerte competencia en el mercado, lo cual promueve su rápida obsolescencia (Higuchi & Troutt, 2004); además están constantemente a la vanguardia a nivel mundial. Por todo lo mencionado, se considera que este tema es de importancia para analizar, ya que se pueden realizar grandes contribuciones en la gestión de las cadenas de suministro que trabajan con este tipo de artículos, puesto que ha sido un tema poco tratado y estudiado en la literatura.

El documento se desarrolla de la siguiente manera: En la Sección I se presenta una revisión de la literatura donde se justifica la investigación. La Sección II expone la metodología empleada. La Sección III contiene el desarrollo de la investigación. La Sección IV expone los principales resultados. En la Sección V se presenta el análisis de sensibilidad. Finalmente, se establecen las conclusiones del estudio en la Sección VI.

## I. Revisión de la literatura

Los productos con ciclo de vida corto tienen ciertas características particulares, como son: la rápida obsolescencia, la cual genera dificultades en las organizaciones al momento de mantener inventario; y la demanda incierta, que conlleva la generación del efecto látigo, que dificulta la toma de decisiones sobre la inversión de capacidad, genera exceso de inventario y un bajo nivel de servicio al cliente. Por ello, Kamath & Roy (2006) indican que es de gran importancia una gestión y diseño adecuados de una cadena de suministro para este tipo de productos, ya que permite una eficiente administración de los materiales, información y flujos financieros, desde el punto de origen al punto de consumo para satisfacer las necesidades del cliente. Es significativo resaltar que se requieren organizaciones más flexibles para hacer frente a los cambios inciertos en la mezcla de productos, volumen de producción y ciclo de vida del producto. El plazo de ejecución, el inventario y la capacidad son estrategias comunes que se utilizan en las cadenas de suministro que enfrentan una demanda incierta o variable. La demanda de

los clientes se cumple desde el inventario a la mano, y algunos de los excesos de pedidos se atrasan, mientras que el resto son ventas perdidas. Se sobreentiende que las organizaciones tienen como objetivo principal cumplir la demanda de los clientes, con el fin de aumentar sus ingresos, sin perder ventas; al mismo tiempo, tratan de mantener un inventario óptimo, sin excesos, ya que estos pueden producir un aumento en los costos y generar pérdidas debido a su rápida obsolescencia. Por consiguiente, Escobar, Giraldo & Cárdenas (2012) referenciando a Chen, Mestry, Damodaran & Wang (2009), indican que se hace necesario un ambiente *Make To Order* (MTO), ya que este permite responder exclusivamente a órdenes en firme y una mayor flexibilidad de producto, aunque con un tiempo de respuesta mayor. De igual forma, al tener una demanda incierta, este ambiente exige mayor flexibilidad y mejores recursos para poder atender de manera adecuada dicha demanda.

Los pedidos de los clientes, en períodos de alta demanda, pueden tomar más tiempo debido a limitaciones de capacidad del fabricante. Una forma de hacer frente a la incertidumbre de la demanda en una cadena de suministro es a través de la capacidad nominal, la demanda puede ser satisfecha, siempre y cuando no se superen los límites de esta (Kamath & Roy, 2006), debido a que las organizaciones tienen recursos limitados, y al aumentarse la capacidad pueden generarse mayores costos y dificultades en las decisiones de inversión. Planteado esto, se insiste en la gran importancia de una cadena de suministro flexible, que permita a las organizaciones adquirir habilidades que conlleven a una gestión eficiente de la cadena y a un equilibrio entre los recursos disponibles y el nivel de servicio al cliente.

La cadena de suministros ha sido tratada por diferentes autores como Garavelli (2003); Krajewski, Ritzman & Malhorta. (2010); Briano *et al.* (2010); y Gosling, Naim & Purvis (2010) desde el enfoque flexible. Todos ellos resaltan la gran importancia de una cadena de suministro flexible, dado que brinda a las organizaciones la habilidad de adaptarse rápida y eficazmente a las necesidades de los clientes con poca penalización en tiempo, esfuerzo, coste o rendimiento. Según Garavelli (2003) citando a Upton (1994) las operaciones de flexibilidad pueden ser consideradas un arma fundamental para aumentar la competitividad en un mercado tan complejo y turbulento. De forma semejante, Garavelli (2003) recurre a Christopher (1992) para declarar que la flexibilidad se vuelve particularmente relevante cuando toda la cadena de suministro se considera como una red de suministros, producción y proveedores. Entre tanto, Higuchi & Troutt (2004) señalan que la planificación de la capacidad es crucial para el éxito de un producto innovador en el mercado que se caracteriza por un corto ciclo de vida. Akgun, Özbayrak & Papadopoulou (2007) dicen que las cadenas de suministro son estructuras polifacéticas, centradas en la integración

de todos los factores que intervienen en el proceso global de producción y distribución de los productos finales a los clientes. El creciente interés en los sistemas de cadenas de suministro ha puesto de manifiesto la necesidad de adoptar enfoques adecuados que permitan garantizar una gestión eficaz de su complejidad, magnitud y amplitud en el ámbito de su aplicación. Por ello, Higuchi & Troutt (2004) aseguran que el uso de la dinámica de sistemas como herramienta es adecuada dado que facilita la ilustración de situaciones complejas, es interactiva, de gran precisión, abarca procesos de retroalimentación jerárquica y permite estimar comportamientos a futuro a pesar de los cambios en sus variables principales. En efecto, autores como Ramírez & Valencia (2012) enfocan su trabajo en la gestión de una cadena de suministros con ciclo de vida corto, proponiendo un modelo de simulación continua donde se evidencia el comportamiento dinámico del sistema desde los escenarios del minorista, fabricante y mercado. De igual forma, los autores Mehrjoo & Pasek (2014) presentan un modelo basado en la metodología dinámica del sistema para obtener una perspectiva estructural en el efecto de la variedad de productos en el desempeño de una cadena de suministro de la moda rápida.

Por todo lo anterior, y con el soporte de diferentes autores que han estudiado la cadena de suministro para producto con ciclo de vida corto; esta investigación busca analizar cómo la flexibilidad de capacidad de respuesta en un ambiente *Make To Order*, beneficia tanto a los productores como a los clientes de productos tecnológicos, mediante el uso de la dinámica de sistemas. A su vez, la dinámica de sistemas como herramienta permitirá una descripción de las complejas interacciones entre los diferentes elementos de la red, así como representar la evolución del sistema a través del tiempo. En consecuencia, se pretende simular un caso aproximado a la realidad y analizar cómo una organización debe desarrollar una estrategia de gestión adecuada en una cadena de suministro para este tipo de productos, qué tipo de adaptabilidad deben tener las organizaciones que fabrican y distribuyen estos productos para responder al cambiante entorno, y cómo se debe mejorar el flujo de información entre los eslabones de la cadena para que se genere una mayor veracidad en los datos; todo con la finalidad de que estas organizaciones puedan reducir los inventarios, mejorar las decisiones de inversión de capacidad, responder de manera eficiente a los requerimientos de los clientes, mejorar el nivel de servicio, reducir costos, obtener mayores ingresos, ser más competitivos y generar habilidades que permitan mayor recursividad a la hora de administrar los recursos disponibles. De igual manera, de acuerdo con la dinámica del mercado y al constante avance de la tecnología, este trabajo puede ser el punto de partida y contribuir como base de estudio a diferentes investigadores que quieran profundizar en temas relacionados con la cadena de

suministro en un enfoque de flexibilidad enmarcado en la capacidad de respuesta para productos tecnológicos.

## 2. Metodología

Para el desarrollo de la investigación se abordó la caracterización de una cadena de suministro para productos tecnológicos, realizando una revisión de literatura relevante para identificar aquellos aspectos propios de los elementos que componen este tipo de cadenas. Caracterizada la cadena, fueron determinadas las variables más relevantes del sistema con base en modelos de referencia de autores consultados durante la investigación, tales como: Kamath & Roy (2007), Ramírez & Valencia (2012), Higuchi & Troutt (2004), y Low & Chen (2013); el caso de estudio desarrollado por los autores del presente texto también es considerado para este propósito. Una vez establecidas las variables críticas de la cadena de suministro objeto de estudio, la simulación del sistema se desarrolló mediante el uso de una herramienta informática, que requirió el uso del diagrama causal para la representación matemática de las relaciones identificadas, para traducirlas en un diagrama de Forrester que implicó la definición de parámetros, variables de flujo, auxiliares y de nivel, para iniciar la programación del modelo con el uso de Vensim DSS. Determinado el diagrama de Forrester, se ejecutaron pruebas de validación y calibración en el modelo, con el fin de comprobar la adecuada programación del sistema. De igual forma, se procedió a establecer los rangos de sensibilización del sistema en algunos parámetros, que permitieron la observación y el análisis del comportamiento de algunas variables de interés.

## 3. Desarrollo

Una cadena de suministro es definida como el conjunto de etapas donde se evidencia el intercambio de materiales e información entre los procesos logísticos, relacionados con la compra de materiales y entrega de productos terminados

a los consumidores finales, involucrando en este proceso a varias firmas (Cooper, Lambert & Pagh 1997). Para entender mejor este concepto, se referencia a Ballou (2004), quien determina un alcance para las cadenas de suministros modernas, la cual se expone en la Figura 1.

De acuerdo con el alcance que se establezca para una cadena de suministro, se determinan las diferentes actividades que la integran. Junto a esto, Ballou (2004) indica que cuando más de dos escalones están involucrados, la gestión del inventario en toda la cadena llega a ser demasiado compleja para el análisis matemático. Por ello, para efectos de la investigación, se define una cadena de suministro de corto alcance, que involucra los eslabones del fabricante y del minorista.

También, es importante conocer aquellos atributos que miden el desempeño en una cadena de suministro a través de métricas específicas como: confiabilidad, capacidad de respuesta, flexibilidad, costos y administración de activos. En la Tabla 1 se presentan las diferentes métricas que miden los atributos de una cadena de suministro, las cuales pueden tener un enfoque hacia el cliente (correspondiente al servicio) o hacia la organización (orientado a los costos) (Ávila & Restrepo, 2010).

Al considerarse la capacidad de respuesta como una medida de flexibilidad de una cadena de suministro, se determinó como métrica la flexibilidad de producción; dado que ésta se ajusta a la definición otorgada por Ballou (2004). Igualmente, es trascendental considerar aquellos factores que afectan la flexibilidad de producción, algunos a mencionar son: la exactitud de los pronósticos, la disponibilidad del inventario por parte de ambos eslabones, la capacidad de la producción por parte del fabricante, el tiempo de entrega del pedido, tiempo de reconocimiento de los patrones de la demanda, actualización de la información, etc. Los factores mencionados son fundamentales al momento de establecer

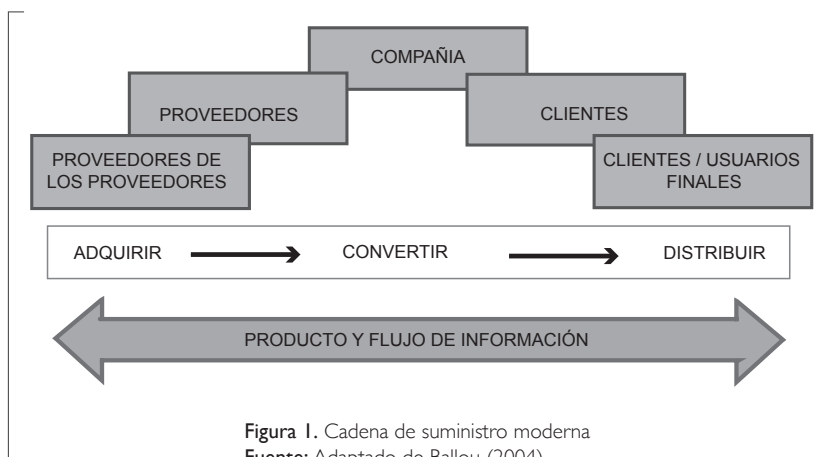


Figura 1. Cadena de suministro moderna  
Fuente: Adaptado de Ballou (2004)

	ATRIBUTO	DEFINICIÓN GENERAL	MÉTRICA NIVEL 1	DEFINICIÓN ESPECÍFICA	RESPONSABLES
SERVICIO	Fiabilidad de Entrega de la CS	El desempeño de la distribución de la cadena: el producto correcto, en el lugar correcto, en el tiempo correcto, en las condiciones de empaque correctas, en la calidad correcta, con la documentación correcta, al cliente correcto.	Rendimiento de entrega	Porcentaje de cumplimiento en la entrega de los pedidos por orden o programación	Logística, manufactura, terceros
			Porcentaje de Órdenes	Porcentaje de órdenes que pueden ser despachadas desde un stock en las primeras 24 horas de recibido el pedido	Logística, manufactura, terceros
			Porcentaje de pedidos perfectos	Porcentaje de pedidos perfectos	Logística, manufactura, terceros, ventas, mercadeo
	Responsabilidad de Entrega de la CS	La velocidad con la que la cadena le provee al cliente los productos	Cumplimiento de la entrega en la tiempo de reposición	Es el promedio de ordenes cumplidas en el tiempo justo	Logística, manufactura, terceros, ventas, mercadeo
	Flexibilidad de la CS	La agilidad de la cadena para responder a cambios en el mercado, para así lograr o mantener el porcentaje de competitividad	Tiempo de respuesta de la CS	Es el tiempo que se demora la cadena para responder a cambios anormales en el mercado	Logística, manufactura, compras
			Flexibilidad de Producción	Es el porcentaje de flexibilidad y sensibilidad que tiene la compañía a cambios en la demanda	Manufactura, compras
COSTO	Costos de la CS	El costo asociado con la operación de la cadena	Costo de Venta	Costo de VENTA	Logística, manufactura, compras
			Costos totales de la gestión de CS	Sumatoria de todos los costos incurridos a lo largo de la cadena	Logística, manufactura, compras, calidad, ventas, mercadeo
			Valor agregado de la productividad	Valor de uso de los recursos en el proceso de la CS	Logística, manufactura, compras, calidad, ventas, mercadeo
			Costos de procesamiento por garantías / devoluciones	Porcentaje referente a las devoluciones por calidad	Logística, manufactura, compras
	Eficiencia de la Gestión de activos de la CS	La efectividad de la organización para manejar los activos que soportan la demanda. Esto incluye la administración de todos los activos: fijos y capital de trabajo	Tiempo de ciclo de dinero en efectivo	Recuperación de la inversión	Compras, logística, compras
			Días de inventario de suministro	Promedio de los días desde su fabricación hasta su venta	Manufactura, logísticas, compras.
			Rotación de activos	Porcentaje en el que rotan los activos en el año	Manufactura, logísticas, compras, calidad, ventas, mercadeo.

Tabla 1. Métricas de atributos de la cadena de suministro

Fuente: Adaptado de Ávila &amp; Restrepo (2010)

la capacidad de respuesta, puesto que definen el punto de acople de la cadena, así como la habilidad de adaptación que ésta adquiera frente a cambios imprevistos en la demanda.

### 3.1. Características y componentes de las cadenas de suministro

De acuerdo con Briseño (2012), una cadena de suministro se caracteriza por las relaciones existentes dentro de ella

entre proveedores, productores, distribuidores y clientes; el flujo de información implica dinamismo y distribución eficiente en todos los eslabones de la cadena; asimismo el flujo de información, materiales, servicios y dinero en una cadena de abastecimiento se mueve en ambas direcciones; cada cadena de suministro es ajustada al modelo de negocio de cada organización; proporciona un producto o un servicio que añade valor importante al cliente, cuando está disponible en la cantidad, momento y lugar en que ellos desean consumirlo.

Del mismo modo, Briseño (2012) nombra y describe los elementos que componen una cadena de suministro:

*Proveedores:* Presentes en la primera etapa de la cadena, estos proveen la materia prima para su transformación en producción. En este punto, la planeación de la cadena de suministro se concentra en el cómo, dónde y cuándo se consiguen las materias primas desde el proveedor del proveedor. Los proveedores pueden ser de tipo interno o externo.

*Productores:* Están presentes en el medio de la cadena, son quienes producen la transformación de materias primas en productos terminados de acuerdo con lo que el cliente necesite. Los tipos de productores son de bienes o servicios.

*Distribuidores:* La distribución está presente desde los productores y comprende el almacenamiento y envío de los productos terminados al consumidor final. Los tipos de distribución son intensivos, exclusivos, selectivos y extensivos.

*Organismos de apoyo:* Se encuentran en el almacenamiento, manejo de materiales, compras, embalaje, cooperación entre producción y distribución e información.

### 3.2. Características de una cadena de suministro de productos con ciclo de vida corto

Las cadenas de suministros para productos con ciclo de vida corto son resistentes y flexibles a los cambios del mercado, con el fin de reducir la vulnerabilidad frente a eventos no deseados (Ramírez & Valencia 2012). Un aspecto relevante en la gestión de una cadena de este tipo es que a pesar de tenerse riesgos de exceso o escasez de existencias, se pueden obtener mayores oportunidades con altos márgenes (Partha, Sarmah & Jenamani, 2014).

Por otro lado, con respecto a los eslabones de la cadena, el fabricante tiene como características particulares: planeación primaria y estimación de la demanda para cada producto, implementación de sistemas de manufactura flexible, outsourcing, producción bajo pedido, bajos niveles de materia prima y producto terminado, y alianzas con pocos proveedores (Ramírez & Valencia, 2012). Además, dado que el tiempo de respuesta requerido ante los cambios del mercado es corto y exigente, hay ausencia de información histórica y mayor incertidumbre de la demanda, la etapa de decadencia es temprana y de duración corta. Entonces, la cadena de suministro requiere mayor flexibilidad para poder adaptarse al mercado, además de lograr oportunidades de ajuste estratégico de la cadena (Ramírez & Valencia, 2012).

Entre tanto, el eslabón del minorista debe tener una cantidad óptima de stock disponible con el fin de buscar ser vi-

sible y desempeñar un papel importante en la estimulación de la demanda. Por ello, es necesario que el fabricante le garantice dicha disponibilidad de producto, ya que la temporada de venta es pequeña (Partha, Sarmah & Jenamani, 2014). Las empresas que venden este tipo de productos a menudo reciben descuentos por cantidad de sus proveedores y transportistas para hacer pedidos más grandes, por este motivo, la estrategia convencional de colocar y transportar un solo pedido grande es la opción más adecuada (Avittathur, Patil & Shah, 2010).

El mercado tiene variaciones inexplicables, crece rápida y caprichosamente (Higuchi & Troutt, 2004). La demanda del producto es muy incierta e impredecible en su lanzamiento, esto genera ausencia de historial de ventas y dificulta el uso de modelos clásicos para el cálculo de los pronósticos (Berbain, Bourbonnais & Vallin, 2011). La disminución de la calidad del pronóstico de ventas conlleva un aumento inmediato en el nivel de existencias de seguridad, cuya función es compensar las variaciones impredecibles en la demanda. Además, Berbain, Bourbonnais & Vallin (2011), referenciando a Anand (2008), manifiestan que debido a que el producto en proceso y el stock de seguridad son necesarios para cada artículo, el nivel de inventario aumenta mecánicamente con el número de productos. De hecho, el costo de inventario de estos productos es alto debido al gran riesgo de obsolescencia.

Más aún, la demanda esperada presenta un crecimiento y decadencia en un tiempo menor; esto hace más exigente el uso de un pronóstico exacto para estos artículos. Asimismo, la empresa debe ser más flexible en cuanto a los cambios en su capacidad de producción acorde con la exigencia del mercado. En cuanto a los inventarios, éstos tienen alta rotación y su posibilidad de acumularse para el periodo final es mayor. La importancia de considerar la demanda fantasma radica en que pueda alterar la percepción de la demanda real; para los productos con ciclo de vida corto, su tiempo de reconocimiento en el sistema juega un papel clave, pues facilita la toma acertada de decisiones (Ramírez & Valencia, 2012).

### 3.3. Características de una cadena de suministro de productos tecnológicos

Gan, Pujawan, Suparno & Widodo (2015) afirman que los productos basados en tecnología tienen ciclos de vida más cortos debido a la rápida innovación y desarrollo en ciencia y tecnología. El comportamiento del cliente en la búsqueda de la última innovación y estilo influye notoriamente en el desarrollo del ciclo de vida. Igualmente, los autores acuden a Lebreton y Tuma (2006), para señalar que productos como teléfonos móviles y ordenadores, tienen ciclos de

innovación más cortos que la generación anterior, volviéndose obsoletos rápidamente, ya sea funcional o psicológicamente. Del mismo modo, Gan *et al.* (2015), apoyándose con Hsueh (2011), argumentan que el ciclo de vida del producto en la industria electrónica es más corto que antes, a tal punto, que un producto obsoleto podría llegar a su fin de uso encontrándose todavía en buen estado. Además, la economía globalizada y la dura competencia contribuyen a que se reporten avances tecnológicos con bastante frecuencia, lo cual reduce considerablemente los ciclos de vida de los productos. Estos factores ejercen una gran presión sobre el sistema de gestión de la cadena de suministro existente. Por ello, para el sustento y la expansión de tal entorno dinámico, se requiere una mejor comprensión de la dinámica de la tecnología (o su aplicación) y su difusión; lo que favorece la gestión de la cadena de suministro para evaluar las inversiones internas (Chanda & Aggarwal, 2014).

Un aspecto a resaltar en este tipo de productos es la evolución de la población, la cual resulta en gran medida de las compras por sustitución, donde la tasa media de reemplazo mensual se estabiliza en torno a una proporción de la población total. Hay que señalar que los mercados en desarrollo, donde la evolución de la población es impulsada por el crecimiento del mercado, la tasa de crecimiento domina la tasa de reemplazo. Sin embargo, el proceso de evolución tiene inercia, e incluso con los esfuerzos de la oferta máxima, la forma de difusión será una característica a considerar, dado que la difusión de las nuevas características del producto avanzan a medida que las unidades de los nuevos modelos se compran y las unidades de los modelos más antiguos se descartan (Kivi, Smura & Töyli, 2012).

Por otro lado, los autores Gan *et al.* (2015) consideran dos aspectos en este tipo de productos. El primero está relacionado con las características del producto, que consisten en: (1) tasa de innovación (rápido vs. lento) como una extensión del factor tecnológico; (2) el tiempo de residencia; (3) el producto de valor residual; (4) obsolescencia cualitativa, como una extensión de las características del producto. En segundo lugar, los factores relacionados con la demanda, consisten en: (1) el tamaño del mercado o la existencia de la demanda; (2) canal de mercado, el cual trata de vender productos remanufacturados utilizando el mismo canal para el nuevo producto, o diferenciado; (3) la fijación de precios de productos nuevos y remanufacturados, con una demanda en función de los precios; y (4) la existencia de segmento verde.

Por lo general, los productos tecnológicos muestran muy pocos datos históricos disponibles para predecir su demanda, y al ser esta demanda incierta, implica una aleatoriedad en los pronósticos ocasionando que la planificación de la

capacidad y programación de la producción sean difíciles (Kamath & Roy, 2007). Asimismo, se genera la necesidad de tener inventarios excesivos con el fin de mantener el nivel de servicio (Özbayrak, Papadopoulou, & Samaras, 2006). De igual manera, debido a que la demanda de dichos productos crece de forma rápida e impredecible, las empresas se enfrentan a más riesgo de escasez en las primeras etapas. Las carencias pueden crear demanda fantasma y reducir el número de clientes potenciales. Como resultado, las empresas pueden tener grandes inventarios mientras siguen perdiendo un cierto grado de ventas. Más aún, la planta de fabricación podría ser obsoleta al poco tiempo, en comparación con una planta dedicada a los productos con ciclo de vida largo (Higuchi & Troutt, 2004). También, cuando hay un rápido crecimiento en la demanda y una incertidumbre en ésta, los envíos desde la fábrica se ven limitados por la capacidad de producción y pueden obstaculizar las ventas al por menor (Kamath & Roy, 2007).

La gestión de manufactura de los productos con ciclo de vida corto, como los tecnológicos, se puede basar en el siguiente tríptico: diseño modular, el retraso en la diferenciación y la flexibilidad. La fabricación de pequeños lotes requiere más flexibilidad y paradas de producción más frecuentes. Las economías de escala en los costos de producción por la fabricación en masa clásica ya no son posibles en este caso (Berbain, Bourbonnais & Vallin, 2011). Según Higuchi & Troutt, (2004), quienes citan a Magee, Copacino & Rosenfield (1985), afirman que las variaciones en producción son mucho más severas que las variaciones de la demanda. De esta manera, para estabilizar la variación de la demanda, minimizar la escasez y las demandas fantasmas, es deseable controlar la velocidad de difusión. De lo contrario, debido al retraso de la adquisición, la cadena de suministro podría experimentar una gran pérdida.

En el mundo real, la capacidad de fabricación y distribución deben seguir siendo las limitaciones finales en la cadena de suministro. Por lo tanto, no sólo el lado de la demanda, sino también de la oferta debe participar en los procesos de decisión relacionados con la estrategia de difusión. Generalmente, después del pico, la mayoría de los productos se enfrentan a la contracción de la demanda (Higuchi & Troutt, 2004).

### 3.4. Caso de estudio

De acuerdo con los datos proporcionados por la IDC (International Data Corporation) y los resultados económicos publicados por las empresas en el último trimestre del año 2014, se vendieron más de 1.300 millones de Smartphones en el mundo, lo cual representa un incremento del 28% frente al año anterior (2013). El crecimiento ha ido en au-

mento desde el posicionamiento de las marcas chinas en países emergentes donde el fenómeno Smartphone está todavía explotando (“Xataka”, 2015).

Así mismo, debido a que el último semestre del 2014 corresponde a las fiestas de fin de año, la demanda es mayor que en el resto del año. En dicha temporada, se presenta una gran oferta de teléfonos en cuanto a precios y plataformas. Además, para esas épocas del año, los teléfonos de grandes marcas tienen mayor preferencia. Entre tanto, las empresas con menor cuota en el mercado, adoptan la estrategia de ganar mayor cobertura con precios bajos (“Xataka”, 2015).

En la Figura 2 se evidencian los principales vendedores en el cuarto trimestre del 2014. La barra derecha representa los millones de unidades vendidas, mientras que la izquierda, indica las ventas en el mismo periodo del año anterior.

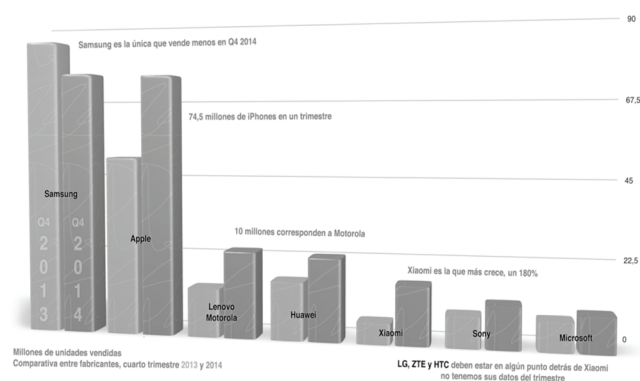


Figura 2. Unidades vendidas, comparativa entre fabricantes, cuarto trimestre 2013 y 2014  
Fuente: “Xataka”, 2015

Por otro lado, según la revista Heraldo de Honduras (2015), Apple estableció la norma para los teléfonos multifuncionales modernos cuando sacó a la venta el primer iPhone en 2007, pero Samsung ha sido líder del mercado desde 2011 con su serie de celulares de gran tamaño, equipados con el software Android de Google. Sin embargo, Apple tuvo enormes ganancias en el último trimestre de 2014, vendiendo 74.5 millones de iPhones - casi 50% más que el año previo - después de introducir dos modelos de mayor tamaño para competir con los teléfonos Galaxy S de Samsung.

Al mismo tiempo, Samsung enfrenta una competencia feroz con los fabricantes chinos Lenovo, Huawei y Xiaomi, que están creciendo rápidamente en Asia.

Con lo ya mencionado, International Data Corp, desarrolló una serie de cálculos que muestran cuánto ha cambiado el mercado (“El Heraldo”, 2015). (Tabla 2).

Tabla 2.

Cambio del mercado de Smartphone.

Marca	Participación en el mercado	
	2013	2014
Samsung	28,80%	20%
Apple	17,40%	19,80%
Lenovo	4,70%	6,60%
Huawei	5,70%	6,20%
Xiaomi	2%	4,40%
Otros	41%	43%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la revista “El Heraldo”, 2015.

La marca Samsung indicó que “la entrega de smartphones aumentó marginalmente en medio de una intensa competencia. Sin embargo, el margen operativo declinó debido al incremento de los gastos de comercialización y a la reducción de los precios promedio de venta, impulsada por el descenso de envíos proporcionales de modelos de gama alta, acompañado de caídas en el precio de modelos de teléfonos inteligentes más antiguos” (“Semana”, 2014).

Para entender el comportamiento de ventas y del mercado global de los teléfonos inteligentes, se muestran en las Tablas 3 y 4.

### 3.4.1. Estrategias de mercadeo de los teléfonos inteligentes

Al comparar las diferentes estrategias empleadas por las exitosas marcas a nivel mundial, se tiene que Samsung lidera el mercado apostando por el *multiproducto* para abarcar varios segmentos, mientras que Apple apuesta todo a su icono y producto estrella: el *iPhone*. La diferencia entre las dos es clara: de la omnipresencia de Samsung al *monoproducto* de Apple. Cada una ha elegido una estrategia diferente que se fundamenta en las características de cada empresa (Martín, 2013). La compañía de la manzana es sinónimo de innovación y diseño, teniendo el producto más aclamado y mejor posicionado en la mente del consumidor. Sin embargo, Samsung ha elegido no competir frontalmente y aprovechar su potencial tecnológico para sacar al mercado distintos modelos para ser líderes en prácticamente todos los segmentos de móviles. Samsung es líder por ventas, pero Apple está mejor posicionado en la mente del consumidor. Ambas son consideradas “líderes” en el mercado de *smartphones* con estrategias distintas. Sin embargo, algunos analistas piden a Apple entrar en el mercado *low cost*, ya que será uno de los segmentos claves (Martín, 2013). Entre tanto, otras marcas como Nokia y LG ofrecen mayor variedad de gamas (media y baja) y precios, dado que los usuarios que utilizan teléfonos inteligentes, por lo general no sólo

Tabla 3.

Smartphone globales enviadas por los vendedores

Millones de unidades de Smartphone Globales Enviadas por los vendedores							
Año	Trimestre	Marca Samsung	Marca Apple	Marca Lenovo -Motorola	Marca Huawei	Marca otros	Total
2014	1	89	43,7	19,7	13,4	119,2	285
	2	74,5	35,2	23,8	20,1	141,4	295
	3	79,2	39,3	24,5	16,5	163,9	323,4
	4	74,5	74,5	24,7	24,1	182,3	380,1
2015	1	83,2	61,2	18,8	17,3	164,5	345

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por Geektopia Tecnología y Entretenimiento (2015).

Tabla 4.

Cuota global de mercado del proveedor

% de Cuota Global de mercado del proveedor						
Año	Trimestre	Marca Samsung	Marca Apple	Marca Lenovo -Motorola	Marca Huawei	Marca otros
2014	1	31,20%	15,30%	6,90%	4,70%	42%
	2	25,30%	11,90%	8,10%	6,80%	48%
	3	24,50%	12,20%	7,60%	5,10%	51%
	4	19,60%	19,60%	6,50%	6,30%	48%
2015	1	24,10%	17,70%	5,40%	5,00%	48%

Fuente: Geektopia Tecnología y Entretenimiento (2015).

toman en cuenta el costo de los equipos y su calidad, sino también cuestiones físicas como el tamaño de las pantallas (Morales, 2015).

### 3.4.2. Producción de los smartphone Samsung

De acuerdo con Sametband, R. (s.f.), a nivel global la fabricación de Smartphone se ejecuta en países como China, Japón o Corea del Sur; donde la mayoría de los fabricantes usan componentes hechos por otras compañías (en muchos casos, comunes a diversas marcas y modelos) y tercerizan el ensamblado de equipos. La forma más común de fabricación fuera de China es a través de los SKD, o Kits Semi Desarmados: las piezas prefabricadas se envían juntas desde esos países y se arman en su destino. Además, existen los CKD (Kits Completamente Desarmados), pero estos requieren maquinaria adicional para ser terminados.

Desde que se hace el pedido hasta que el teléfono está listo pasan entre ocho y diez semanas. Los pedidos se hacen a la casa matriz y a China, donde están las fábricas de los componentes, y se envían por barco o avión. Además, existen dos modalidades para fabricar teléfonos. Una opción consiste en que cada operario hace una parte y luego lleva una cantidad al siguiente punto; la otra es una línea de montaje con una cinta transportadora de unos 30 a 40 metros, en la cual los operarios van agregando piezas a medida que pasan

los equipos. En una línea de producción pueden trabajar desde 10 hasta 50 personas (Sametband, R., s.f.).

Un celular tiene, en promedio, diez piezas. Algunas se ensamblan, como el micrófono o el parlante; otras se conectan y atornillan. Se resalta que todas las operaciones se realizan en un cuarto limpio (con aire ionizado) para evitar el polvo al colocar la pantalla y el vidrio. De igual forma, a medida que se arma el equipo, se testean sus funciones. Producir un smartphone es costoso en cuanto al tiempo que se requiere para la verificación del funcionamiento del hardware (el Wi-Fi, Bluetooth, audio, USB, 3G, cámara, memoria, etcétera). Algunas compañías terminan el proceso descargando el sistema operativo configurado para las operadoras en cada equipo; en otros casos esto ya se encuentra predefinido. Al final, se pone el móvil en la caja junto a los manuales, el cargador y los cables. La papelería, el cartón y las etiquetas son lo único que la legislación exige que esté hecho en el país (Sametband, R., s.f.). Por ejemplo, para el caso de Samsung, en 2012 ya producía 12 móviles cada segundo entre sus múltiples sitios, mientras que Motorola en una plantación realiza 100.000 dispositivos a la semana ("El Androide Libre", 2014).

En cuanto al fabricante de Smartphone Samsung, algunas de sus grandes construcciones donde se producen los celulares se ubican en ciudades como Gumi, Seúl y Suwon,

localizadas en Corea del Sur (“El Androide Libre”, 2014). Así mismo, esta empresa ha buscado otros refugios como Vietnam, para reducir costos, además, con el fin de montar sus fábricas y así externalizar la producción. La planta vietnamita le va a costar a Samsung más de 2.000 millones de dólares, sin embargo, obtendrá un ritmo de producción real de 120 millones de smartphones al año para el año 2015 (“Xacata”, 2014).

### 3.4.3. Comercialización de Samsung y distribución minorista

**Estrategias de comercialización:** La clave de Samsung para alcanzar su actual posición en el mercado radica en su estrategia de comercialización multiproducto (“Blog de la EEN”, 2013), la cual se apoya en la oferta de una amplia gama de dispositivos con diferentes características, tales como: tipo de equipo, tamaño de la pantalla, tecnología de visualización, resolución de cámara, entre otras (“Samsung”, s.f.), permitiendo a los consumidores nuevas posibilidades que faciliten su estilo de vida (“Acenture”, s.f.). Frente a esta estrategia, la marca se mantiene firme en su filosofía: “un dispositivo idóneo para cada usuario en función de sus necesidades” (“El Androide Libre”, 2015). Además, la apuesta de Samsung por esta estrategia le posibilita estar presente en todos los mercados buscando ser líder en todos los segmentos de móviles, desde quienes solo buscan las funciones básicas, hasta aquellos que están en busca de lo último en tecnología (“Informador.MX”, 2009). La estrategia de diversificación de la compañía no solo tiene por objetivo responder a diferentes necesidades de los usuarios, también buscan responder de manera efectiva a la competencia y a sus lanzamientos, tratando de monopolizar el nicho de mercado en el cual compite. El uso de Android, que actualmente es la plataforma operativa de moda y líder en su mercado, ha permitido el fortalecimiento y la consolidación de la marca con un mejor posicionamiento en la mente del consumidor (“El Androide Libre”, 2015). Junto a esto, Samsung promueve una continua innovación y difusión de su amplia gama de productos (“Informador.MX”, 2009). Gustavo Muñoz, Gerente sénior de Samsung México, afirma que la marca realiza constantemente investigaciones y desarrollos para adelantarse a sus competidores, hasta diez años. La frecuencia con que Samsung renueva su gama de productos en promedio es de cada cuatro meses (Coronado, 2010). Por ello, la compañía practica una estrategia de marketing holístico, en lugar de planes de marketing individuales, para fortalecer su poder en el mercado y aumentar el valor de marca con productos de alta calidad. Igualmente, complementan esta estrategia con la participación en varios eventos, tales como bienestar social, conservación ambiental, actividades culturales o deportes, para posicionar el distintivo de la compañía. Otra de las claves del éxito para la estrategia de marketing de Samsung, es su participación en los grandes eventos

de la industria como Mobile World Congress de Barcelona (MWC), donde se dan cita los principales fabricantes de dispositivos de telefonía móvil del mundo (“Acenture”, s.f.). Igualmente, para promocionar y potenciar su imagen en el mercado, hace uso de herramientas digitales en la red, siendo las redes sociales y las campañas virales elementos claves en su estrategia. Por ello, Samsung siendo consciente del poder del boca a boca, hace uso de las redes sociales para promover la figura de “embajadores sociales”, que consiste en enviar una muestra de su nuevo producto a personas influyentes de la red (actores, deportistas, bloggers, etc.) para comentar sobre las cualidades del producto entre sus seguidores. Entre tanto, las campañas virales han tenido importantes resultados a través de la red mediante el uso de dos factores claves tales como el anonimato e implicación (“Altonivel”, s.f.).

**Estrategia de distribución:** Samsung sigue dos formas de distribución, la primera es disponiendo de puntos de ventas directos a partir de tiendas departamentales exclusivas, que le permiten al cliente un acercamiento directo con lo último en tecnología. La segunda es con mediadores, este tipo de canal se caracteriza por tener sólo dos escalones, un único intermediario entre fabricante y usuario final (Coronado, 2010). Además, la organización del canal de Samsung se basa en un sistema vertical de distribución que tiene por objetivo un mayor control y eliminación de conflictos, siendo este sistema catalogado como de tipo corporativo, dado que combina las fases de producción y distribución en una única propiedad (Sarmiento, 2013). Actualmente, Samsung apuesta más que nunca por la comunicación a través del canal más tradicional, el punto de venta. A pesar de que el primer punto de contacto de los consumidores con el producto es el mundo digital, y que su principal fuente de información son las redes sociales, la página web o cualquier otro soporte en Internet, en última instancia es siempre necesario estar en contacto con el producto y probarlo (“Acenture”, s.f.). De hecho, cerca del 50% de la venta de los productos de la División de Tecnologías de la Información de Samsung se genera a través de tiendas o cadenas de retail, el otro 50% se comercializa por medio de resellers o distribuidores (Coronado, 2010). Esta diversidad de canales hace que la consistencia en la experiencia del consumidor sea una palabra clave en la estrategia multicanal de Samsung. Para potenciar dicha táctica, Samsung está analizando con detalle el proceso de compra del nuevo consumidor. En algunas ocasiones, la experiencia de adquisición de un producto comienza en el punto de venta y acaba en Internet; en otras, en cambio, sigue el recorrido inverso. Entonces, la clave reside en combinar ambas experiencias, de forma que el consumidor disponga de información en el punto de venta, ya sea vía Smartphone, tableta o cualquier otro medio digital. En toda la estrategia integral que la empresa ha desarrollado, es fundamental basar las operaciones y decisiones

plo, China por sí sola, representará casi una tercera parte de todas las ventas de celulares en 2015, ya que la mayoría de su población busca teléfonos económicos (Tibken, 2014).

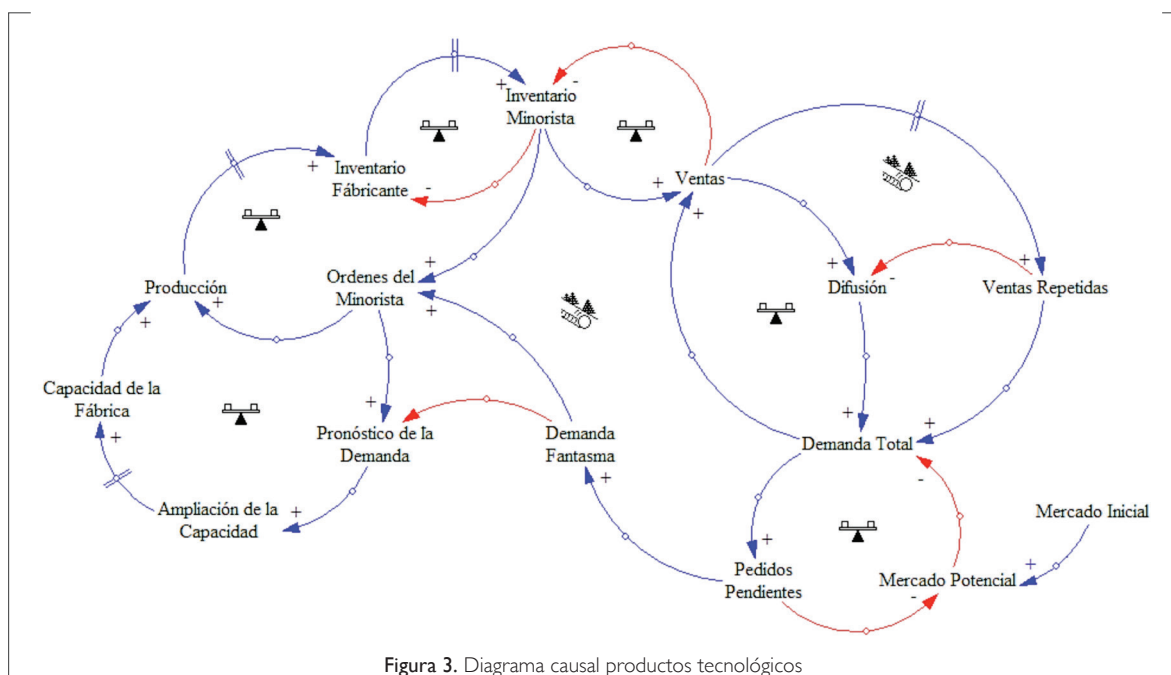
En cuanto a la distribución física, la compañía promueve la entrega oportuna del producto al cliente pertinente, en el lugar y momento oportunos. De acuerdo con lo consultado en la página de Samsung, a nivel global, la compañía está compuesta por 15 *sedes regionales* (8 Asia, 3 Europa, 2 Norteamérica, 1 Sudamérica y 1 África); 54 *oficinas de ventas globales* (20 Europa, 16 Asia, 5 Sudamérica, 5 África, 4 Norte América, 3 Oceanía y 1 Centroamérica); 38 *instalaciones de producción globales* (4 Europa, 1 África, 17 Asia, 1 Oceanía, 2 Sudamérica y 3 Norteamérica); y 34 *centros de I+D global* (6 Europa, 16 Asia, 1 Oceanía, 4 Norteamérica y 1 Sudamérica), considerando en su red logística todos los elementos involucrados desde el punto de compra de los materiales hasta el punto de consumo, que incluye pedido, almacenamiento, inventario y transporte (Sarmiento, 2013).

Por otro lado, de acuerdo con Tibken, S, del portal CNT (2014), los precios a los que se venden los celulares en el mundo actualmente son, por un lado las dos terceras partes de los smartphones distribuidos alrededor del mundo y cuestan menos de US\$200, según la firma de investigación de mercado IDC, esto genera que el número de dispositivos de bajo costo siga creciendo; por otro lado, los teléfonos de alta gama que cuestan más de US\$500 sin subsidio de una proveedora, como el iPhone 6 o el Galaxy S5, caerán a cerca del 14 % del mercado total de smartphones en 2018, respecto al 16% correspondiente al 2014, dijo IDC. Por ejem-

### 3.5. Modelo propuesto

Para la modelación de una cadena de suministro que se adapte al caso de estudio planteado, se consideraron modelos dinámicos de referentes como Higuchi & Troutt (2004); Kamath & Roy (2007), Low & Chen (2013) y Ramírez & Valencia (2012). En la Figura 3 se expone el diagrama causal propuesto para una cadena de suministro de productos tecnológicos con su respectiva descripción.

Un incremento en la demanda total ocasiona un aumento en las ventas del minorista y una reducción de su inventario. Esto genera que las órdenes del minorista percibidas por el fabricante aumenten, originando un aumento en los pronósticos de la demanda. Si el fabricante experimenta una mayor demanda esperada, siente la necesidad de ampliar su capacidad de fabricación para responder a los requerimientos del cliente; no obstante, la ampliación tomaría un tiempo. Tener una mayor capacidad de producción causa un crecimiento en el inventario tanto del fabricante, como del minorista, y como consecuencia produce un aumento en las ventas. Sin embargo, es necesario considerar estrategias de marketing como una reducción de precios que permita un incremento en las ventas, cuando el minorista experimente altos niveles de inventario. Este aumento en las ventas produce una mayor difusión del producto en el mercado, y por ende, un incremento en la demanda total de Smartphone.



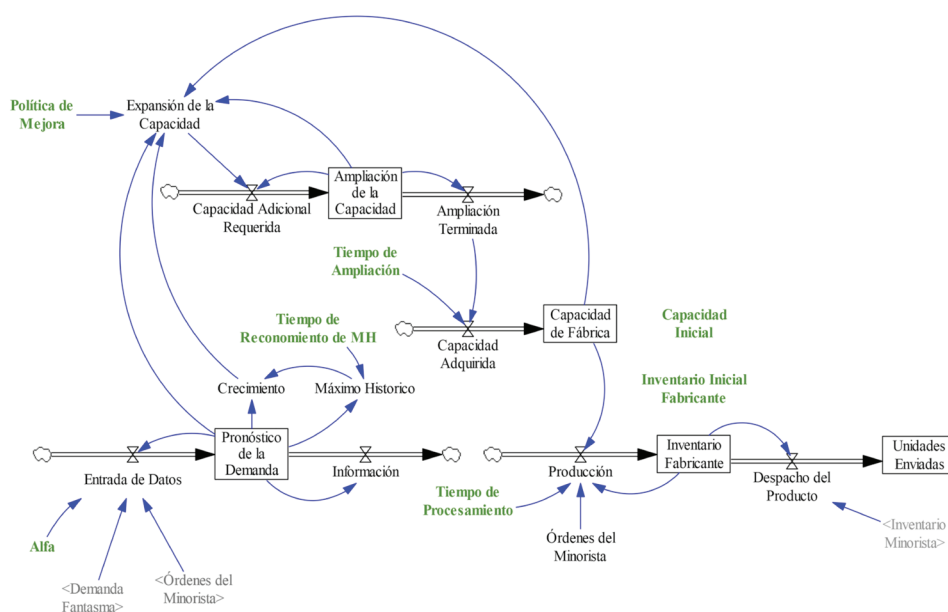
**Figura 3.** Diagrama causal productos tecnológicos  
Fuente: Elaboración propia

De igual modo, un incremento en la demanda total hace que el minorista tenga mayores pedidos pendientes, ya que debe ocuparse de un número de clientes de acuerdo con la cantidad de stock disponible. Esto origina una reducción del mercado potencial, puesto que se logra atender una mayor. Aun así, se debe considerar una fracción de clientes que no están dispuestos a esperar por su pedido y deciden retirarse del mercado, reduciendo la demanda total. De igual manera, un aumento en los pedidos pendientes del minorista, genera un incremento de la demanda fantasma y

como resultado, una mayor cantidad de órdenes realizadas al fabricante. Cuanto mayor número de órdenes tenga el fabricante, será mayor su producción, con un incremento en la cantidad de inventarios disponible en los eslabones del minorista y del fabricante.

Una vez presentado el diagrama causal, se expone cada uno de los eslabones de la cadena que constituye diagrama de Forrester (Figuras 4, 5 y 6) con sus respectivos elementos y relaciones.

### 3.5.1. Eslabón del fabricante



**Órdenes del minorista:** Variable auxiliar que indica las órdenes que recibe el fabricante por parte del minorista.

**Tiempo de procesamiento:** Número de semanas requeridas para producir un pedido.

**Producción:** Variable de flujo que establece la producción semanal de acuerdo con las órdenes, teniendo en cuenta el inventario a la mano y la capacidad de producción.

**Inventario del fabricante:** Variable que indica el nivel de existencias del fabricante.

**Despacho del producto:** Variable de flujo que indica la cantidad de unidades que serán enviadas por semana al minorista.

**Capacidad de fábrica:** Variable de nivel que indica tanto el comportamiento como la capacidad máxima de la planta.

**Capacidad adquirida:** Variable de flujo que importa capacidad de fabricación a la planta.

**Tiempo de ampliación:** Parámetro que indica el tiempo requerido para ampliar las instalaciones.

**Ampliación de la capacidad:** Es una variable de nivel que indica la cantidad de unidades en la que se tiene que ampliar la producción.

**Capacidad adicional requerida:** Variable de flujo que importa los requerimiento de ampliación en número de unidades.

**Ampliación terminada:** Variable de flujo que hace referencia a la capacidad que obtiene el fabricante después de implementar la política de mejora.

**Política de mejora:** Parámetro que indica el porcentaje en el cual se tiene que aumentar la capacidad.

**Expansión de la capacidad:** Variable auxiliar que señala los incrementos en la producción en número de unidades.

**Pronóstico de la demanda:** Variable de nivel que indica la demanda esperada en un periodo.

**Entrada de datos:** Variable de flujo que indica la información utilizada para la generación de los pronósticos.

**Información:** Variable de flujo que refleja los resultados de los pronósticos, y corresponde a la información de la demanda esperada, la cual es utilizada para realizar las ampliaciones de la capacidad de producción.

**Alfa:** Parámetro que tiene la función de realizar la suavización del pronóstico. Su valor se establece como una fracción del 0.1.

**Máximo histórico:** Variable auxiliar que registra los crecimientos y decrecimientos de la demanda en cada periodo.

**Tiempo de reconocimiento MH:** Parámetro. Tiempo requerido para reconocer el crecimiento y el decrecimiento de la demanda.

**Crecimiento:** Variable auxiliar que compara el pronóstico de la demanda frente al máximo histórico de demanda.

Figura 4. Diagrama Forrester, eslabón del fabricante y pronóstico.

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Eslabón del mercado: -Viene de la página 268

*Demanda:* Variable auxiliar que indica la demanda que se da en un periodo determinado.

*Nivel de difusión:* Variable de nivel que indica la cantidad de unidades impulsadas en el mercado cada periodo.

*Difusión periódica:* Variable de flujo que corresponde a la cantidad de unidades que se difundieron en un periodo.

*Velocidad de difusión:* Parámetro definido como la velocidad a la cual se difunden los Smartphone en el mercado en un tiempo determinado.

*Porcentaje de retiro del mercado:* Es un parámetro que indica aquellos clientes que no están dispuestos a esperar por el producto y se retiran del mercado.

*Mercado premium:* Es una variable de nivel que define los clientes potenciales que adquieren Smartphone gama alta.

*Mercado Low Cost:* Es una variable de nivel, que define los clientes potenciales que adquieren Smartphone de gamas baja y media.

*Contracción del mercado Premium:* Variable de flujo correspondiente a la salida del cliente del mercado Premium.

*Contracción del mercado Low Cost:* Variable de flujo correspondiente a la salida del cliente del mercado Premium.

*Participación del mercado Apple:* Parámetro que indica el porcentaje de mercado que compra celulares gama Premium, especialmente marca Apple.

*Participación del mercado de otras marcas:* Parámetro que indica el porcentaje de mercado que compra celulares gama Low Cost.

Figura 6. Diagrama Forrester de eslabón del mercado  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Calibración y validación del modelo propuesto

La validación de un modelo se basa en gran medida en la comparación del comportamiento del modelo respecto a los datos de series de tiempo recogidos en el “mundo real”. La calibración consiste en encontrar los valores de las constantes que hacen que el modelo genere las curvas de comportamiento que se ajusten mejor a dichos datos. Es posible alterar manualmente las constantes del modelo, pero esto tomaría mucho tiempo (Osorio, s.f.). Por ello, una vez desarrollado el modelo propuesto, planteado el caso de estudio y de haber realizado un diagnóstico minucioso de todos los elementos que componen la estructura propuesta, se sigue con el respectivo ajuste de los parámetros del modelo, haciendo uso de la herramienta calibración de Vensim DSS; la importancia de aplicar dicha herramienta radica en que los parámetros afectan notoriamente el comportamiento del modelo, además permite variar automáticamente las constantes elegidas y busca el mejor ajuste entre la salida de la simulación y los datos del mundo real.

La herramienta de calibración de Vensim DSS exige para cada parámetro seleccionado un valor inicial junto con un rango de variación, los cuales fueron determinados a partir de Información recopilada durante la investigación, modelos referentes, encuestas; variaciones porcentuales dentro del rango común, y variaciones arbitrarias en algunas constantes (Tabla 4).

Una vez implementada la herramienta de calibración de Vensim DSS, los valores de las constantes son los expresados en la Tabla 5.

De igual forma, en la Tabla 6 son presentados los datos obtenidos durante la investigación.

Tabla 4.  
Rango de parámetros para calibración.

Variación de parámetros	Mínimo	Máximo
% Retiro del mercado	1%	100%
Velocidad de difusión	1E-10	5,00E-05
Tasa de repetición	13%	28%
Inventario minorista	0	13.014.893
Inventario fabricante	0	13.014.893
Tiempo de entrega	2	4
Tasa de escasez	0	0,8
Tiempo de procesamiento	8	10
Tiempo de ampliación	8	16
Alfa	0,01	0,3
Política de mejora	10%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.  
Datos obtenidos después de la calibración.

Parámetro	Valor	Unidades
% Retiro del mercado	0,18	1/semana
Velocidad de difusión	1,00E-10	1/unidades
Tasa de repetición	27,8%	Dmnl
Inventario minorista	9.270.900	1unidades
Inventario fabricante	13.014.900	unidades
Tiempo de entrega	3	semanas(s)
Tasa de escasez	80%	Dmnl
Tiempo de procesamiento	8	semanas(s)
Tiempo de ampliación	12	semanas(s)
Alfa	0,25316	Dmnl
Política de mejora	0,723029	1/semana

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.

Datos obtenidos durante la investigación.

Datos obtenidos de la investigación		
Parámetros	Valor	Unidades
Mercado Inicial Premium	291.096.000	unidades
Mercado Inicial Low Cost	644.904.000	unidades
Difusión Inicial	13.014.900	unidades
% de Participación de Apple T1-2014	15,30%	Dmnl
% de Participación de Apple T2-2014	11,90%	Dmnl
% de Participación de Apple T3-2014	12,20%	Dmnl
% de Participación de Apple T4-2014	19,60%	Dmnl
% de Participación de Apple T1-2015	17,70%	Dmnl
% de Participación de Otras Marcas T1-2014	53,60%	Dmnl
% de Participación de Otras Marcas T2-2014	62,90%	Dmnl
% de Participación de Otras Marcas T3-2014	63,70%	Dmnl
% de Participación de Otras Marcas T4-2014	60,80%	Dmnl
% de Participación de Otras Marcas T1-2015	58,40%	Dmnl
Capacidad inicial	1.728.000	unidades
Tiempo mínimo de recompra	4	semana(s)
Tiempo máximo de recompra	24	semana(s)
Tiempo de reconocimiento	1	semana(s)
Tiempo de reconocimiento de MH	1	semana(s)

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en las Tablas 5 y 6 son los valores de los parámetros que inicializan el modelo propuesto.

#### 4. Principales resultados

El comportamiento obtenido para las variables más importantes del sistema, una vez ejecutada la calibración, se aprecia en las Figuras 7, 8 y 9.

En la Figura 7 puede apreciarse que el comportamiento de la demanda tiene periodos oscilatorios entre la semana 42 y 78 aproximadamente, esto se debe a la dificultad al momento de realizar los pronósticos, puesto que, como se ha dicho en la teoría, la demanda de los productos tecnológicos tiene un comportamiento incierto y caprichoso.

Con respecto a la Figura 8, puede analizarse que la capacidad del fabricante, cuando se presenta el pico más alto en la demanda total, no responde en la misma proporción, por el contrario tiene un retraso, y solo aumenta la capacidad en la semana 72, periodo en el cual la demanda está teniendo un decaimiento. Además, se puede apreciar, que desde el periodo inicial al 27 aproximadamente, la demanda estuvo

por encima de la capacidad, sin embargo desde el periodo 28 al 42, la capacidad supera la demanda.

En cuanto al inventario, en la Figura 9 puede observarse un comportamiento oscilatorio creciente, el cual comienza a aumentar desde la semana 35 para el fabricante, y desde la semana 37 para el minorista. Además, al finalizar el periodo 79 puede apreciarse que el fabricante queda con mayor inventario, esto se da como consecuencia del efecto látigo.

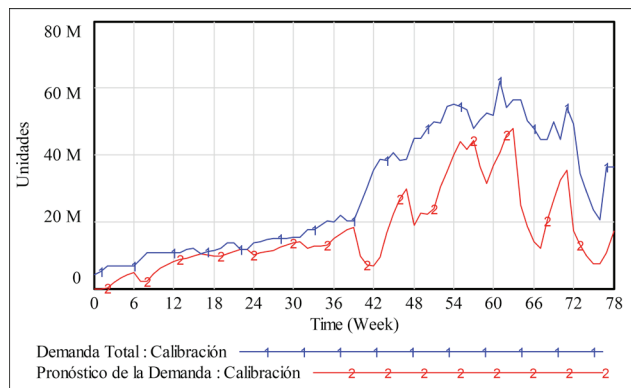


Figura 7. Demanda total y pronósticos calibrados.

Fuente: Elaboración propia.

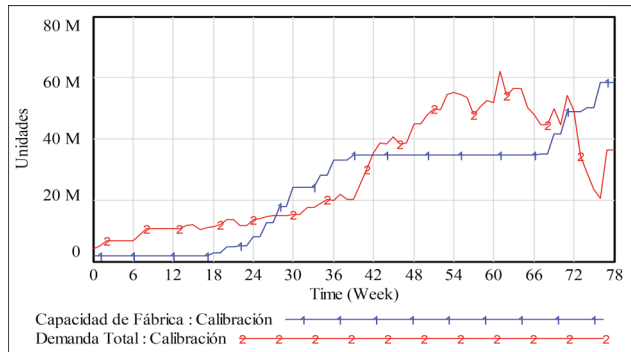


Figura 8. Capacidad de fábrica y demanda total de calibrados.

Fuente: Elaboración propia.

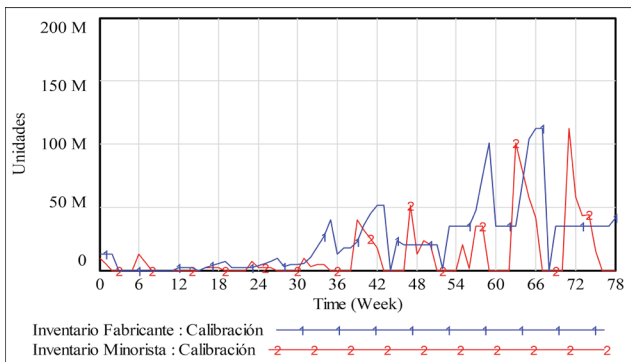


Figura 9. Inventario fabricante e inventario minorista calibrados.

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad es el proceso de modificar las hipótesis de los valores de las constantes en el modelo y examinar los resultados debidos al cambio en esos valores. (“Dinámica de Sistemas”, s.f.). Entonces, con el fin de conocer aquellos cambios que suceden en las variables de interés tales como la demanda total, capacidad del fabricante, inventario minorista, inventario fabricante, se realizan cambios en los parámetros más sensibles como capacidad inicial, inventario inicial del minorista, inventario inicial del fabricante, tasa de escasez y tiempo de entrega.

Los resultados de las pruebas de sensibilidad se visualizan en gráficos de tiempo que evidencian el comportamiento de una variable en un de tiempo cuando se presentan variaciones en sus parámetros; se visualizan ya sea en términos de límites de confianza, o como valores separados que se combinan para formar trazas de simulación individuales. Entonces, para efectos de visualización, el análisis mencionado se realizó mediante trazos individuales de tres diferentes simulaciones. En la Tabla 7 se presentan los rangos de variación considerados para cada parámetro.

Tabla 7.

Análisis de sensibilidad

Análisis de sensibilidad del modelo	
Parámetro	Resultado
Inventario inicial minorista (+50%)	13.905.135
Inventario inicial minorista	9.270.090
Inventario inicial minorista (-50%)	4.635.045
Inventario inicial fabricante (+50%)	19.522.350
Inventario inicial fabricante	13.014.900
Inventario inicial fabricante (-50%)	6.507.450
Capacidad inicial (+50%)	2.592.000
Capacidad inicial	1.728.000
Capacidad inicial (-50%)	864.000
Tasa de escasez (+50%)	1,0
Tasa de escasez	0,8
Tasa de escasez (-50%)	0,4
Tiempo de entrega (+50%)	5
Tiempo de entrega	3
Tiempo de entrega (-50%)	2

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los principales resultados obtenidos en el sistema, después de realizado el análisis de sensibilidad, se evidencian los comportamientos evidenciados en las Figuras 10, 11, 12 y 13.

En la Figura 10 puede analizarse que un aumento del 50% en el inventario del fabricante, puede generar una mayor aproximación al pico de la demanda entre las semanas 42 y 62 (imagen superior izquierda, línea roja), en comparación con un aumento en la capacidad inicial del fabricante (imagen superior derecha, línea roja). Además, al finalizar la semana 78 se genera una mayor capacidad en la segunda situación, lo cual no es conveniente, ya que la demanda está decreciendo. Por otro lado, se aprecia que la demanda no sufre mayores cambios con las diferentes variaciones tanto en el inventario inicial del fabricante, como en su capacidad inicial, sin embargo, esta sigue siendo mayor que la capacidad total de fábrica entre la semana inicial y la 24.

En las Figuras 11 y 12 puede observarse el efecto que se genera sobre los inventarios del fabricante y minorista con una disminución del 50% en la tasa de escasez (línea azul), los cuales llegan a un pico máximo de 160 millones de unidades para las semanas 60 y 66, respectivamente. Sin embargo, se analiza que al finalizar el periodo de estudio el fabricante queda sin abastecimiento de stock durante cinco semanas aproximadamente ya sea aumentándose o disminuyéndose la tasa de escasez, efecto contrario al minorista, quien al finalizar la semana 78, queda con mayores unidades en stock cuando hay un aumento en la tasa de escasez.

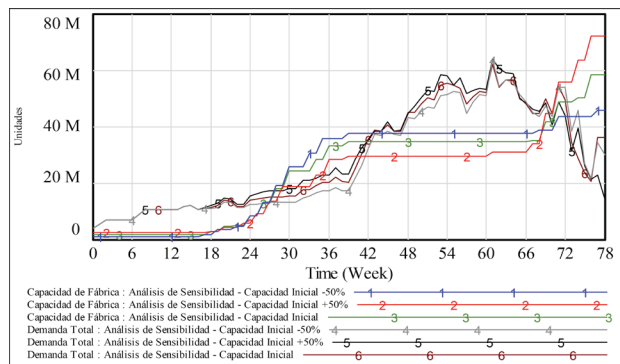


Figura 10. Variación en el inventario fabricante inicial y capacidad inicial. Fuente: Elaboración propia.

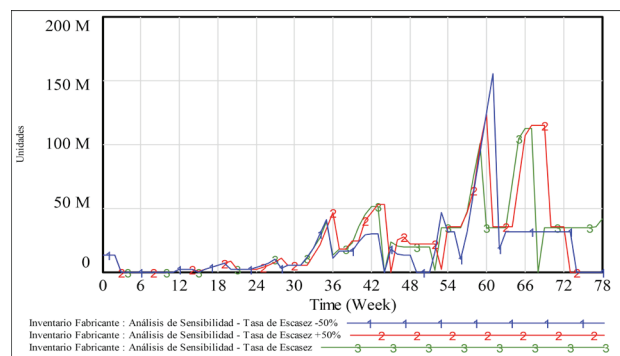


Figura 11. Inventario fabricante y minorista, con variación en la tasa de escasez.

Fuente: Elaboración propia.

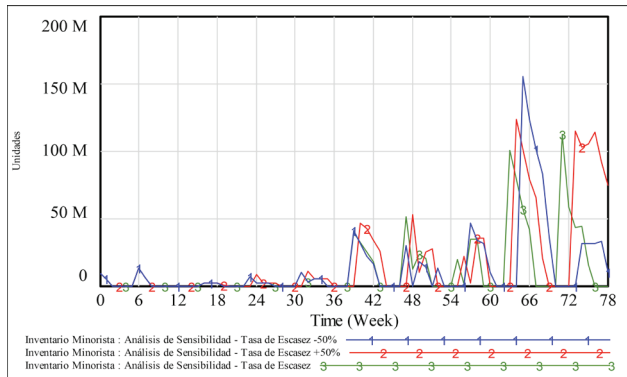


Figura 12. Inventario minorista con variación en la tasa de escape.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13 puede apreciarse que la variación en los tiempos de entrega genera significativas fluctuaciones en la demanda. Si hay una disminución en los tiempos de entrega en una proporción, la demanda presenta una relativa estabilidad en sus etapas de crecimiento y madurez. En cambio, si los tiempos de entrega aumentan en una proporción, habrá mayor inestabilidad en los comportamientos de la demanda en las etapas de crecimiento y maduración del producto.

Entre tanto, respecto a la capacidad de la fábrica, se evidencia que los requerimientos de capacidad productiva de la planta son menores si los tiempos de entrega son mayores, pero a partir de la semana 72, se observa un aumento de la capacidad cuando el producto ya ha entrado a su etapa de declive. Mientras tanto, al ser los tiempos de entrega menores, la planta se ve obligada a expandir su capacidad para aumentar su producción; en este caso, cuando el producto está ingresando a su etapa de declive, la fábrica no realiza un aumento significativo en la capacidad.

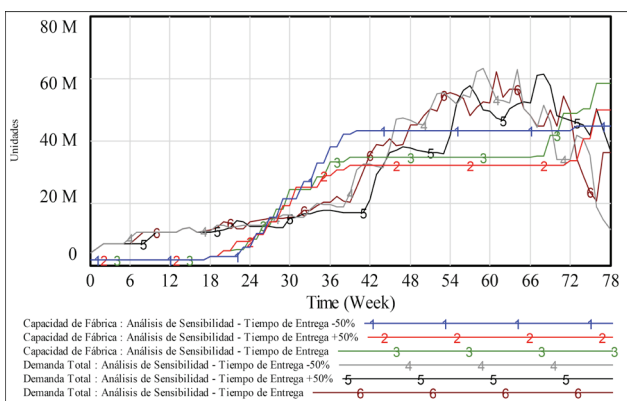


Figura 13. Capacidad del fabricante y demanda total con variación en el tiempo de entrega

Fuente: Elaboración propia

## 6. Conclusiones

La caracterización de una cadena de suministro de productos tecnológicos permitió conocer el comportamiento y las distinciones presentes en cada eslabón. El fabricante se caracteriza por establecer su sistema productivo bajo una planeación primaria y estimación de la demanda para cada producto, producción con pedido, bajos niveles de materia prima y producto terminado, y alianzas con pocos proveedores, implementación de sistemas de manufactura flexible. Dicha flexibilidad es afectada por factores como: exactitud en los pronósticos, disponibilidad del inventario, capacidad de producción y el tiempo de entrega del pedido. Estos factores son fundamentales al momento de establecer la capacidad de respuesta, puesto que definen el punto de acople de la cadena, así como la habilidad de adaptación que adquiera la cadena de suministro frente a cambios imprevistos en la demanda.

Entre tanto, el minorista debe tener una cantidad óptima de stock disponible, con el fin de buscar ser visible y desempeñar un papel importante en la estimulación de la demanda; por ello, es necesario que el fabricante garantice dicha disponibilidad de producto, ya que la temporada de venta es pequeña. En cuanto a los inventarios, éstos tienen alta rotación y su posibilidad de acumularse para el periodo final es mayor; por lo cual es importante considerar la demanda fantasma, ya que se puede alterar la percepción de la demanda real, y con esta los inventarios.

De acuerdo con lo anterior, se afirma que las cadenas de suministros de productos tecnológicos son sensibles y flexibles frente a los cambios de la demanda; también, son ajustadas al modelo de negocio de cada organización, ya sea mediante un enfoque de servicio o de costos. Más aún, el tipo de estructura que tenga la cadena permitirá una mayor respuesta frente a cambios imprevistos de la demanda (ya sea una cadena tradicional, a información compartida, con pedido gestionado por el proveedor o sincronizada). Por ello, los productos tecnológicos como los teléfonos móviles, generan gran dificultad al momento de gestionar una cadena de suministro, ya que según las características de estos bienes, como su rápida obsolescencia, y demanda incierta reflejada en la rápida transición del ciclo de vida, obliga a que cada uno de sus eslabones generen una capacidad de respuesta inmediata, con el fin de satisfacer la demanda.

Por otra parte, se realizó la sensibilización del sistema en diferentes escenarios y se encontró que minimizar el efecto látigo a lo largo de la cadena es de gran importancia, ya que al caer el ciclo de vida de los productos tecnológicos y al decrecer la demanda, los eslabones del fabricante y del minorista quedarán con la mínima cantidad de inventarios, re-

duciendo de esta manera los riesgos de obsolescencia. De igual forma, es relevante considerar que una disminución máxima en la tasa de escasez ocasiona una prolongación en la caída de la demanda, lo cual permite que la cadena genere estrategias para enfrentar la incertidumbre de la demanda. Por otro lado, el aumentar los inventarios iniciales del fabricante, permite un mayor acercamiento de la capacidad del fabricante al pico de la demanda, además permite una reducción en el efecto látigo, puesto que tanto el fabricante como el minorista, al finalizar el periodo de estudio, queda con las mismas cantidades de *stock*. Entre tanto, una disminución en el inventario inicial del minorista, genera que ambos eslabones queden al final del periodo con de 8 y 10 millones de unidades respectivamente. Las consideraciones iniciales generan un mejor flujo y veracidad en la información aguas arriba, reduciendo notoriamente el efecto látigo. De igual forma, es importante recordar que se propuso un sistema de manufactura bajo pedido, por lo cual, el inventario que se mantiene, es con el fin de responder a la demanda cuando sucedan pequeñas fluctuaciones en el sistema.

Cuando hay una reducción en los tiempos de entrega, la fábrica aumentará su capacidad para responder al rápido crecimiento de la demanda, sin incurrir en excesos durante la etapa de declive, sin embargo, el minorista quedará con una mayor cantidad de existencias que el fabricante. Entre tanto, cuando los tiempos de entrega se amplían, la expansión de las instalaciones son más discretas, lo cual hace que no se responda a la demanda oportunamente; de igual modo, cuando el producto entra a la etapa de declive, la fábrica aumenta su capacidad de producción quedando con un gran exceso de capacidad al final del ciclo, y así, con una mayor cantidad de inventario.

Finalmente, se recomienda a las empresas que fabrican productos tecnológicos, como *Smartphone* o teléfonos inteligentes, tengan en cuenta todos estos comportamientos expuestos anteriormente, con el fin de adoptar la mejor estrategia al momento de gestionar su capacidad de respuesta, ya sea mediante capacidades iniciales, tiempos de respuesta y mejor flujo de información entre cada uno de los eslabones. De igual modo, estas empresas pueden considerar que el inventario o la capacidad que queda al final de un periodo para el eslabón del fabricante, sea el punto de partida en la fabricación de un nuevo producto, es decir, manejar cierta personalización e innovación en cada uno de los lanzamientos de los productos, con el fin de utilizar al máximo los recursos disponibles y reducir el impacto que genera la obsolescencia y la incertidumbre de la demanda.



## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias bibliográficas

1. ACCENTURE LIMITED. Samsung: innovación y consistencia en la experiencia de compra del nuevo consumidor [en línea]. Dublín (Irlanda): Accenture Limited. 2013 [Citado el 25 de mayo., 2015]. Disponible de internet: <http://www.accenture.com/es-es/outlook/pages/outlook-journal-2013-samsung-innovation-consistency-shopping-experience-of-the-new-consumer.aspx>
2. AKGUN, M., ÖZBAYRAK, M., & PAPADOPOULOU, T. Systems dynamics modelling of a manufacturing supply chain system [on line]. 10th ed. "unknown place of publication". Simulation Modelling Practice and Theory. 1 de octubre del 2007. Disponible en: doi:10.1016/j.simpat.2007.09.007
3. ALTO NIVEL. El éxito Samsung a 40 años [en línea]. México: Altonivel. 5 de Abril de 2010 [Citado el 25 de mayo., 2015]. Disponible de internet: <http://www.altonivel.com.mx/el-%c3%a9xito-samsung-a-40-a%c3%b1os.html> "la estrategia de ventas de Apple" [en línea]. México: Altonivel. 1 de Abril de 2010 [Citado el 11 de mayo., 2015]. Disponible de internet: <http://www.altonivel.com.mx/la-estrategia-de-ventas-de-apple.html>
4. ANAND, K., ANUPINDI R. & BASSOK Y. Strategic inventories in vertical contracts [on line]. 10th ed. "unknown place of publication". Management Science. 8 de agosto de 2008.
5. ÁVILA, F. & RESTREPO, H. Caracterización y Propuesta de Mejoramiento de la cadena de suministro a la que pertenece una industria de tornillería [en línea]. Cali (Colombia): Universidad ICESI. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial. 18 de mayo de 2011.
6. AVITTATHUR, B., PATIL, R., & SHAH. Supply chain strategies based on recourse model for very short life cycle products [on line]. 1st ed. "unknown place of publication". Int. J. Production Economics. J.2 de febrero de 2010. Disponible en: doi:10.1016/j.ijpe.2010.01.025
7. BALLOU, Ronald. Logística-Administración de la cadena de suministro. Quinta Edition. México. Pearson Education. 2004. Pág 65.
8. BERBAIN, S., BOURBONNAIS R., & VALLIN, P. Forecasting, Production and Inventory Management of Short Life-Cycle Products: A Review of the Literature and Case Studies. [On line]. 4th ed. "unknown place of publication". Supply Chain Forum an International Journal. 2011. ISSN online 1624-6039.
9. BRIANO, E., CABALLINI, C., GIRIBONE, P., & REVETRIA, R. Using System Dynamics for Short Life Cycle Supply Chains Evaluation [on line]. "unknown place of publication". "Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference. 2010. 1820 - 1832.
10. BRISEÑO, Manuel. Caracterización de la Cadena de Abastecimiento en las Pymes de la Comunicación Gráfica Impresa en Colombia [en línea]. Bogotá (Colombia): Universidad EAN. Facultad de Ingeniería. 27 de marzo del 2012.
11. CHRISTOPHER, M. Logistic and Supply Chain Management [on line]. London (England). Pitman. 1992.
12. CHANDA, U., & AGGARWAL, R. Optimal inventory policies for successive generations of a high technology product [on line]. "unknown place of publication": Journal of High Technology Management Research. 2014.

13. CHEN, C., MESTRY, S., DAMODARAN, P., Y WANG, C. The capacity-planning problem in make-to-order enterprises [on line]. Ninth ed. "unknown place of publication": Mathematical and Computer Modelling. 2009.
14. COOPER, M., LAMBERT, D., & PAGH, J. Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics [on line]. First Ed. "unknown place of publication": The International Journal of Logistics Management. 1997.
15. CORONADO, Eduardo. Samsung en camino hacia el liderazgo [en línea]. México: Infochannel. Octubre, 2010. [Citado el 25 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <http://www.infochannel.com.mx/samsung-en-camino-hacia-el-liderazgo>. También disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4PgVWHzbMkrs>
16. DINÁMICA DE SISTEMAS. [En línea]. "Lugar de publicación desconocido": Vensim Ventana system. [Citado el 22 de septiembre, 2015]. Disponible en: [http://www.dinamica-de-sistemas.com/vensim/vensim\\_15.pdf](http://www.dinamica-de-sistemas.com/vensim/vensim_15.pdf)
17. RIVERA, Nicolás. La estrategia de Samsung [en línea]. "lugar de publicación desconocido": El Androide Libre. 5 de julio de 2011 [Citado el 25 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <http://www.elandroidelibre.com/2013/07/la-estrategia-de-samsung.html>
18. PÉREZ, Enrique. ¿Cómo se fabrica un móvil? Imágenes y detalles del montaje la Moto X y Galaxy S5 [en línea]. "lugar de publicación desconocido": El Androide Libre. 6 de Mayo de 2014. [Citado el 18 de julio, 2015]. Disponible de internet: <http://www.elandroidelibre.com/2014/05/como-se-fabrica-un-movil-imagenes-y-detalles-del-montaje-del-moto-x-y-galaxy-s5.html>
19. EL HERALDO. "Samsung vs. Apple, ¿Quién lidera el mercado?" [En línea]. "lugar de publicación desconocido": El Herald. 30 de enero del 2015 [Citado el 11 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <http://www.elheraldo.hn/economia/790370-216/samsung-vs-apple-qui%C3%A9n-lidera-el-mercado>
20. ESCOBAR, P., GIRALDO, J., & CÁRDENAS, D. Programación de Sistemas de Producción Híbridos, Para inventario/Bajo pedido, mediante un Proceso Analítico Jerárquico de Ordenación Grupal (GAHPO) [en línea]. 5th Ed. Manizales (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2012.
21. GAN, S., PUJAWANA, I., SUPARNOA, & WIDODO B. Pricing decision model for new and remanufactured short-life cycle products with time-dependent demand [on line]. "Unknown place of publication": Operations Research Perspectives. 2015. 2, 1–12.
22. GARAVELLI, A. Flexibility configurations for the supply chain management [on line]. "Unknown place of publication" Int. J. Production Economics. 2003.
23. GEEKTOPIA. "Samsung y Apple siguen liderando el mercado de los teléfonos inteligentes" [en línea]. "lugar de publicación desconocido": Geektopia tecnología y entretenimiento. 29 de Abril del 2015 [Citado el 11 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <https://www.geektopia.es/es/technology/2015/04/29/noticias/samsung-y-apple-siguen-liderando-el-mercado-de-los-telefonos-inteligentes.html>
24. GOSLING, J., PURVIS, L., & NAIM, M. Supply chain flexibility as a determinant of supplier selection [on line]. "Unknown place of publication": Int. J. Production Economics. 2010.
25. HIGUCHI, T., & TROUTT, M. Dynamic simulation of the supply chain for a short life cycle product—Lessons from the Tamagotchi case [on line]. "Unknown place of publication": Computers & Operations Research. 2004.
26. HSUEH, C. An inventory control model with consideration of remanufacturing and product life cycle [on line]. "Unknown place of publication": Int J Prod Econ. 2011. 133, 645–52.
27. INFORMADO. Samsung diversifica su mercado como estrategia [en línea]. México: Informador.MX. 9 de Septiembre del 2009 [Citado el 25 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2012/403500/6/samsung-diversifica-su-mercado-como-estrategia.htm>
28. KAMATH, N., & ROY, R. Capacity augmentation of a supply chain for a short life cycle product: A system dynamics framework [on line]. "unknown place of publication": European Journal of Operational Research. 2007. 179, 334–351
29. KIVI, A., SMURA, T., & TÖYLI, J. Technology product evolution and the diffusion of new product features [on line]. "unknown place of publication": Technological Forecasting & Social Change. 2012.
30. KRAJEWSKI, L. J., RITZMAN, L. P. AND MALHORTA, M. Production Management, Upper Saddle River [on line]. Ninth edition. New Jersey: rentice Hall. 2010.
31. LEBRETON, B., & TUMA, A. A quantitative approach to assessing the profitability of car and truck tire remanufacturing [on line]. "unknown place of publication": Int J Prod Econ. 2006.
32. LI, H., & WOMER, K. Optimizing the supply chain configuration for make-to-order manufacturing [on line]. "Unknown place of publication": European Journal of Operational Research. 2012.
33. LOW, C., & CHEN, Y. A model measurement system for collaborative supply chain collaborates [on line]. "Unknown place of publication": Journal of Manufacturing Systems. 2013.
34. MAGEE JF, COPACINO WC, & ROSENFELD DB. Modern logistics management: integrating marketing, manufacturing, and physical distribution [on line]. New York: Wiley. 1985.
35. MARTÍN, Rubén. Samsung y Apple: dos estrategias de éxito en un mismo mercado [en línea]. España: escuela europea de negocios. 15 de mayo del 2013. [Citado el 11 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <http://www.een.edu/blog/samsung-y-apple-dos-estrategias-de-exito-en-un-mismo-mercado.html>
36. MEHRJOO, M., & PASEK, Z. Impact of Product Variety on Supply Chain in Fast Fashion Apparel Industry [on line]. "Unknown place of publication": Procedia CIRP. 2014.
37. MORALES, Jesús. "Samsung, Apple y LG dominan el mercado mexicano de teléfonos inteligentes" [en línea]. México: Blastingnews. 21 de Febrero del 2015 [Citado el 13 de mayo, 2015]. Disponible de internet: <http://mx.blastingnews.com/tecnologia/2015/02/samsung-apple-y-lg-dominan-el-mercado-mexicano-de-telefonos-inteligentes-00280119.html>
38. OSORIO, Juan Carlos. Notas de Clase. Introducción a la Simulación Dinámica. Buga (Colombia): Programa de Ingeniería Industrial. Universidad del Valle. Colombia. 2015.
39. ÖZBAYRAK, M., PAPADOPOULOU, T., & SAMARAS, E. A flexible and adaptable planning and control system for an MTO supply chain system [on line]. "Unknown place of publication": Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 2006.
40. PARTHA, G., SARMAH, S.P., & JENAMANI, M. An integrated revenue sharing and quantity discounts contract for coordinating a supply chain dealing with short life-cycle products [on line]. "Unknown place of publication": Applied Mathematical Modelling. 2014.
41. RAMÍREZ, D., & VALENCIA, M. Dinámica de la gestión de la cadena de suministro para productos con ciclo de vida corto [en línea]. Envigado (Antioquia): Escuela de ingeniería de Antioquia - Colombia. 2012.
42. SAMETBAND, Ricardo. La producción de celulares en el país, un debate que se reaviva [en línea]. Argentina: Página oficial lanacion.com. Revista argentina. 8 de septiembre del 2011 [Citado el 23 de mayo, 2015].

2015]. Disponible de internet: <http://www.lanacion.com.ar/1404273-la-produccion-de-celulares-en-el-pais-un-debate>

43. SAMSUNG. Financial Summary – Samsung Electronics Consolidated Subsidiaries [en línea]. “Lugar de publicación desconocido”: Portal - Samsung. 2012 [Citado el 23 de mayo., 2015]. Disponible de internet: [http://www.samsung.com/common/aboutsamsung/download/companyreports/2012\\_E\\_01.pdf](http://www.samsung.com/common/aboutsamsung/download/companyreports/2012_E_01.pdf)
44. SARMIENTO, Oscar. Canales de Distribución. “lugar de publicación”: Blog – mercado para el desarrollo. 13 de Agosto del 2013 [Citado el 25 de mayo., 2015]. Disponible de internet: [http://mercadooparaeldesarrollo.blogspot.com/2013/08/canales-de-distribucion\\_4989.html](http://mercadooparaeldesarrollo.blogspot.com/2013/08/canales-de-distribucion_4989.html)
45. SEMANA. El iPhone 6 pone a tambalear a Samsung [en línea]. “lugar de publicación desconocido”: Portal - Semana. 7 de Octubre del 2014 [Citado el 11 de mayo., 2015]. Disponible de internet: <http://www.semana.com/tecnologia/articulo/eliphone-pone-tambalear-los-resultados-de-samsung/405322-3>
46. TIBKEN, Sara. “La batalla para Samsung en 2015 será en los mercados emergentes” [en línea]. “lugar de publicación desconocido”: Portal - CNT. 30 de Diciembre del 2014 [Citado el 30 de julio., 2015]. Disponible de internet: <http://www.cnet.com/es/noticias/la-batalla-para-samsung-en-2015-sera-en-los-mercados-emergentes/>
47. UPTON, D. The management of manufacturing flexibility [on line]. 2nd E. “unknown place of publication”: California Management Review. 1994.
48. WOUTERS, M.J.F. Economic evaluation of leadtime reduction [on line]. “Unknown place of publication”: International Journal of Production Economics. 1991.
49. XATAKA. ¿Quién es el líder del mercado de Smartphone? “lugar de publicación desconocido”: Portal - Xataka. 6 de Febrero del 2015 [Citado el 5 de mayo., 2015]. Disponible de internet: <http://www.xataka.com/moviles/quien-es-el-lider-del-mercado-de-smartphones>
50. XATAKA. “Samsung cambia China por Vietnam para ser más rentable”. “lugar de publicación desconocido”: Portal - Xataka. 13 de Diciembre del 2013 [Citado el 23 de mayo., 2015]. Disponible de internet: <http://www.xataka.com/moviles/samsung-cambia-china-por-vietnam-para-ser-mas-rentable>

## ANEXOS

A continuación se expone las formula utilizadas en cada una de la relaciones presentes en el Forrester. Son presentadas en orden alfabético.

- “% de Retiro del Mercado”=  $0.161173$   
Unidades: 1/Week.
- Alfa= 0.1  
Unidades: Dmnl.
- Ampliación de la Capacidad= INTEG (Capacidad Adicional Requerida-Ampliación Terminada, 0).  
Unidades: Unidades.
- Ampliación Terminada= IF THEN ELSE (Ampliación de la Capacidad>0,Ampliación de la Capacidad/TIME STEP, 0).  
Unidades: Unidades/Week.
- Capacidad Adicional Requerida= IF THEN ELSE (Am-

pliación de la Capacidad = 0, Expansión de la Capacidad, 0).

Unidades: Unidades/Week.

- Capacidad Adquirida= DELAY FIXED (Ampliación Terminada,Tiempo de Ampliación, 0).  
Unidades: Unidades/Week.
- Capacidad de Fábrica= INTEG (Capacidad Adquirida, Capacidad Nominal).  
Unidades: Unidades.
- Capacidad Inicial=  $1.728e+006$ .  
Unidades: Unidades.
- Contracción del Mercado Low Cost= IF THEN ELSE (Mercado Low Cost>Nivel de Difusión, Pedidos Pendientes\*% Retiro del Mercado\*Participación del Mercado de Otras Marcas, 0).  
Unidades: Unidades/Week.
- Contracción del Mercado Premium=IF THEN ELSE (Mercado Premium>Nivel de Difusión, Pedidos Pendientes\*% Retiro del Mercado\*Participación del Mercado de Apple, 0).  
Unidades: Unidades/Week.
- Demanda= Velocidad de Difusión\*Nivel de Difusión\*((- Mercado Premium + Mercado Low Cost)-Nivel de Difusión).  
Unidades: Unidades.
- Demanda Fantasma= DELAY FIXED (Pedidos Pendientes\*Tasa de Escasez, Tiempo de Reconocimiento, Pedidos Pendientes\*Tasa de Escasez).  
Unidades: Unidades.
- Demanda Total= Demanda+ (Ventas Repetidas\*TIME STEP).  
Unidades: Unidades.
- Despacho del Producto= IF THEN ELSE (Inventario Fabricante > 0 :AND: Inventario Minorista=0, Inventario Fabricante/TIME STEP, 0).  
Unidades: Unidades/Week.
- Difusión Inicial=  $1.30149e+007$ .  
Unidades: Unidades.
- Difusión Periódica= IF THEN ELSE (Ventas-Ventas Repetidas>0,Ventas-Ventas Repetidas, 0).  
Unidades: Unidades/Week.
- Entrada de Datos= (((Órdenes del Minorista-Demanda Fantasma)/TIME STEP)\*Alfa)+ ((Pronóstico de la Demanda /TIME STEP)\*(1-Alfa)).  
Unidades: Unidades/Week.
- Expansión de la Capacidad= IF THEN ELSE (Crecimiento=1, MAX ((Pronóstico de la Demanda-Capacidad de Fábrica-Ampliación de la Capacidad)\*Política de Mejora, 0), 0).  
Unidades: Unidades/Week.

- Información= Pronóstico de la Demanda/TIME STEP.  
Unidades: Unidades/Week.
- Inventario Fabricante= INTEG (Producción-Despacho del Producto, Inventario Inicial Fabricante).  
Unidades: Unidades.
- Inventario Inicial Fabricante= 4.29492e+006.  
Unidades: Unidades.
- Inventario Inicial Minorista= 8.71998e+006  
Unidades: Unidades.
- Inventario Minorista= INTEG (Llegada del Producto-Ventas, Inventario Inicial Minorista).  
Unidades: Unidades.
- Llegada del Producto= DELAY FIXED (Despacho del Producto, Tiempo de Entrega, Despacho del Producto).  
Unidades: Unidades/Week.
- Máximo Histórico=MAX (Pronóstico de la Demanda, 0), Tiempo de Reconocimiento de MH, MAX (Pronóstico de la Demanda, 0).  
Unidades: Unidades.
- Mercado Inicial Low Cost= 6.44904e+008.  
Unidades: Unidades.
- Mercado Inicial Premium= 2.91096e+008.  
Unidades: Unidades.
- Mercado Low Cost= INTEG (-Contracción del Mercado Low Cost, Mercado Inicial Low Cost).  
Unidades: Unidades.  
Mercado Premium= INTEG (-Contracción del Mercado Premium, Mercado Inicial Premium) .  
Unidades: Unidades.
- Nivel de Difusión= INTEG (Difusión Periódica, Difusión Inicial).  
Unidades: Unidades.
- Órdenes del Minorista= MAX ((Demanda Total + Demanda Fantasma-Inventario Minorista), 0).  
Unidades: Unidades.
- Participación del Mercado de Apple= (0.153\*(PULSE (0, 12)))+(0.119\*(PULSE (12, 12)))+(0.122\*(PULSE (24, 12)))+(0.196\*(PULSE (36, 12)))+(0.177\*(PULSE (48, 31))).  
Unidades: Dmnl.
- Participación del Mercado de Otras Marcas= (0.536\*(PULSE (0, 12)))+(0.629\*(PULSE (12, 12)))+(0.637\*(PULSE (24, 12)))+(0.608\*(PULSE (36, 12)))+(0.584\*(PULSE (48, 31))).  
Unidades: Dmnl.
- Pedidos Pendientes= MAX (Demanda Total-(Ventas\*TIME STEP), 0).  
Unidades: Unidades.
- Política de Mejora= 0.3  
Unidades: I/Week.
- Producción= DELAY FIXED (MIN (MAX (Órdenes del Minorista-Inventario Fabricante, 0), Capacidad de Fábrica)/TIME STEP, Tiempo de Procesamiento, MIN (MAX (Órdenes del Minorista-Inventario Fabricante, 0), Capacidad de Fábrica)/TIME STEP).  
Unidades: Unidades/Week.
- Pronóstico de la Demanda= INTEG (Entrada de Datos-Información, 0).  
Unidades: Unidades.
- Tasa de Escasez= 0.2  
Unidades: Dmnl.  
Tasa de Repetición= 0.167  
Unidades: Dmnl.
- Tiempo de Ampliación= 12.  
Unidades: Week.
- Tiempo de Entrega= 3.  
Unidades: Week.
- Tiempo de Procesamiento= 8.  
Unidades: Week.
- Tiempo de Recompra= RANDOM UNIFORM (4, 24 , 0)  
Unidades: Week.
- Tiempo de Reconocimiento= 1  
Unidades: Week.
- TIME STEP = 1  
Unidades: Week.  
Corresponde al tiempo de simulación.
- Velocidad de Difusión= 1e-010.  
Unidades: I/Unidades.
- Ventas= MIN (Inventario Minorista, Demanda Total)/TIME STEP.  
Unidades: Unidades/Week.
- Ventas Repetidas= DELAY FIXED (Ventas\*Tasa de Repetición, Tiempo de Recompra, 0).  
Unidades: Unidades/Week.