

La Dinámica de Sistemas: Un Paradigma de Pensamiento

9° Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas

14 al 16 de septiembre del 2011

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario

Comunidad Colombiana de Dinámica de Sistemas

Bogotá – Colombia

Modelamiento de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento a través de dinámica de sistemas

Demand modeling for logistics storage through system dynamics

Olga R. Romero Q.

Universidad Distrital
Carrera 7 No. 40 - 53
Bogotá D.C – Colombia
(571) 3-239300

Mauricio Becerra F.

Universidad Católica
Diagonal 47 #15-50
Bogotá D.C – Colombia
(571) 3-277300

Milton M. Herrera R.

Universidad Distrital
Carrera 7 No. 40 - 53
Bogotá D.C - Colombia
(571) 3-239300

Johanna Trujillo D.

Universidad Católica
Diagonal 47 #15-50
Bogotá D.C – Colombia
(571) 3-277300

olgarosana@gmail.com mauriciobecerrafernand ingmiltonmauricio@gm trujillojohanna@gmail.c
ez@gmail.com ail.com om

ABSTRACT

Describing, modeling and analysis using system dynamics based on the growth and underinvestment archetype is by understanding the behavior of the demand for logistics services of storage of goods, as a result of delayed investment, affecting the implementation of the required capacity distribution centers to meet market requirements. The article shows the relationship between the demand for storage infrastructure with the need to adequately address the needs of the market increasingly competitive and growing.

Keywords

System dynamics, growth and underinvestment archetype, logistics, demand, storage capacity and physical infrastructure.

RESUMEN

Mediante la descripción, modelamiento y análisis empleando Dinámica de Sistemas basados en el Arquetipo de Crecimiento y Subinversión, se logra comprender el comportamiento de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento de

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

9° Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas – 14 al 16 de septiembre de 2011, Bogotá - Colombia

Copyright 2011 Universidad del Rosario [ISSN 2027-7709] US \$10.00

mercancías, como consecuencia de las inversiones retrasadas, afectando la implementación de la capacidad requerida en los centros de distribución para atender los requerimientos del mercado. El artículo muestra la relación de la demanda de servicios de almacenamiento con la necesidad de infraestructura, para atender adecuadamente las necesidades del mercado cada vez más competitivo y creciente.

Palabras clave

Dinámica de sistemas, arquetipo de crecimiento y subinversión, demanda logística de almacenamiento, infraestructura física y capacidad.

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de servicios logísticos en Colombia está evolucionando positivamente, dada la tercerización de operaciones tales como la distribución, almacenamiento y control de inventarios, que tradicionalmente habían estado en cabeza de las propias organizaciones. Adicionalmente, el país posee una posición geográfica estratégica con características especiales para el desarrollo de proyectos tendientes a convertirlo en un interesante centro de consolidación y distribución de productos para la región.

Es así, como los almacenes se convierten en pilar fundamental de la operación logística, actuando como eslabón intermedio entre las plantas de producción y los canales de distribución, de allí la importancia de contar con centros de distribución acordes a las necesidades de los diversos sectores, con un mayor

aprovechamiento del espacio disponible, incrementando la eficiencia operativa y la competitividad.

En ese sentido, el incremento de la demanda de los servicios logísticos requiere el incremento de la capacidad de almacenamiento, la cual debe obedecer a un proceso planificado e implementado de acuerdo con una programación que responda acertadamente a las nuevas necesidades; sin embargo en la práctica, la ampliación, automatización y/o modernización de la infraestructura física de los almacenes, presenta desviaciones frente a la programación planteada, donde la liberación de la inversión requerida se convierte en un aspecto determinante para el desarrollo de proyectos en los tiempos requeridos, que en caso de presentarse desviaciones puede acarrear la insatisfacción del cliente y su posterior impacto en la demanda atendida.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los almacenes logísticos tienen una capacidad limitada, de allí la importancia de maximizar el aprovechamiento del espacio, a través del diseño eficiente de las facilidades y su posterior implementación, de manera que permita responder acertadamente a las necesidades del mercado; sin embargo, dicha capacidad debe estar disponible o debe ser instalada de acuerdo con el crecimiento proyectado, lo cual requiere de inversión para afrontar los nuevos requerimientos, ya que en caso contrario se pueden generar incumplimientos frente a los acuerdos de servicios pactados generando efectos negativos sobre la demanda atendida, por ello es de interés determinar a través de la modelación de dinámica de sistemas, ¿qué ocurre con la demanda de servicios logísticos de almacenamiento cuando por su crecimiento requiere capacidad adicional y por tanto inversión que respalde dicho crecimiento?

3. SERVICIOS LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO EN COLOMBIA

De acuerdo con el Banco Mundial, el índice de desempeño logístico permite identificar retos y oportunidades a los que se enfrentan los países en el ámbito de la logística, de acuerdo con los resultados del año 2009, Colombia ocupa el puesto 72 de 150 países evaluados, donde se valora el desempeño relacionado con actividades tales como el transporte, almacenamiento, consolidación de carga y despacho aduanero, entre otras actividades (ver figura 1).

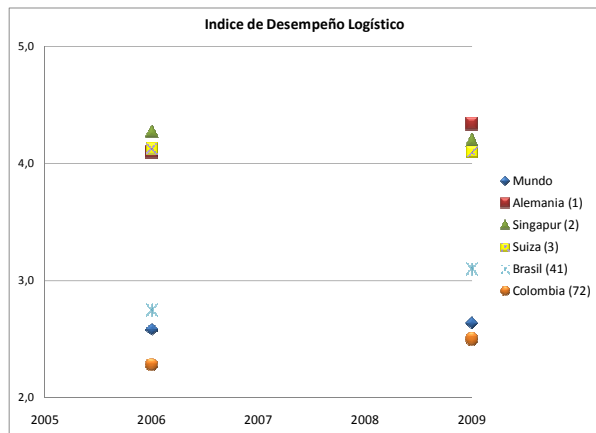


Figura 1. Índice de desempeño logístico

Como se evidencia en la figura 1, Colombia obtuvo en el año 2009 una mejoría en el desempeño logístico con respecto al 2006, sin embargo sigue por debajo de la media mundial y con una clara desventaja con respecto a países como Alemania, Singapur, Suiza e incluso Brasil que ocupa el puesto 41 en el ranking mundial.

Así mismo, el estudio muestra la infraestructura instalada que mejor describe el entorno logístico del país (ver figura 2). Siendo para el caso de Colombia, la infraestructura relacionada con vías y almacenes las más representativas de las operaciones logísticas.

Con relación a la calidad de la infraestructura logística, se mide por la percepción baja o muy baja, que para el caso de Colombia, las que muestran el desempeño más deficiente son las relacionadas con ferrocarriles, vías, puertos y aeropuertos. Al comparar los resultados de Colombia con el promedio de América Latina y el Caribe, es evidente que la percepción negativa del país sobre pasa a la del continente (ver figura 3).

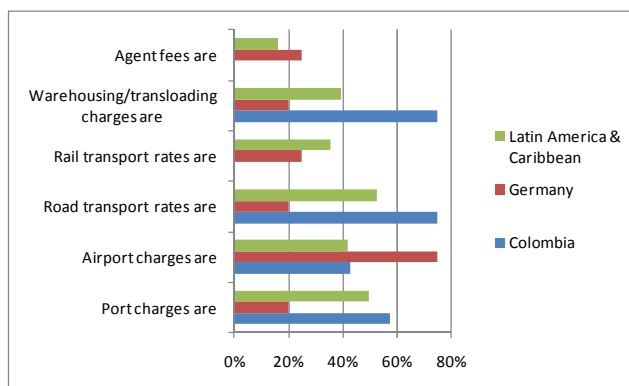


Figura 2. Infraestructura instalada

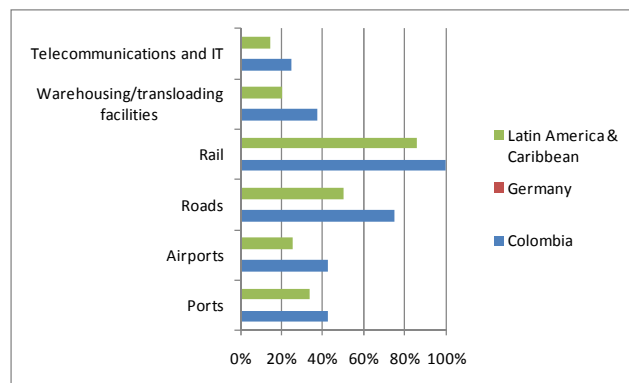


Figura 3. Calidad de la infraestructura (calificada como baja o muy baja)

En cuanto a la competencia y a la calidad del servicio ofrecido en las operaciones logísticas a través de la infraestructura existente medida como alta o muy alta, se observa en el caso de Colombia que el desempeño es muy bajo en servicios como almacenamiento y transporte y que en la mayoría de casos está por debajo del desempeño medio de América Latina (ver figura 4).

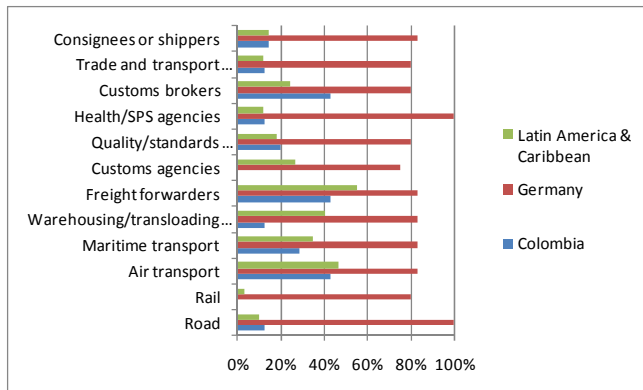


Figura 4. Competencia y Calidad del Servicio

Los resultados anteriores permiten afirmar que a pesar que el almacenamiento de mercancías es una de las operaciones más utilizadas en Colombia, su infraestructura y la calidad del servicio son deficientes.

4. ARQUETIPO DE CRECIMIENTO Y SUBINVERSIÓN [1]

El modelo dinámico de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento se aborda a través del arquetipo de crecimiento y subinversión, el cual representa el crecimiento que se aproxima a un límite que puede eliminarse o desplazarse hacia el futuro si se invierte en capacidad adicional, sin embargo, la inversión debe ser intensa y rápida para evitar la reducción del crecimiento.

El principio administrativo se basa en que se debe construir capacidad anticipándose a la demanda, como estrategia para generar demanda (ver figura 5). La estructura está compuesta por tres procesos:

- Acción de crecimiento.
- *Proceso de alentamiento*: el crecimiento influenciado por el desempeño.
- *Proceso de percepción*: en función de los estándares de desempeño y de crecimiento.

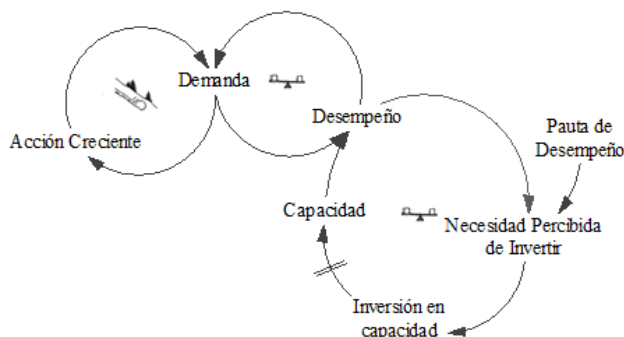


Figura 5. Estructura del arquetipo de crecimiento y subinversión

5. MODELO DINÁMICO DE LA DEMANDA DE SERVICIOS LOGÍSTICOS DE ALMACENAMIENTO

Para el desarrollo del modelo se identificaron los elementos fundamentales del sistema, determinando la estructura de realimentación a través de la programación y su posterior análisis de comportamiento.

5.1 Conceptualización del modelo

El comportamiento de la demanda atendida de servicios logísticos de almacenamiento se ve influenciado por la demanda potencial del mercado y por la pérdida de la demanda como resultado del decrecimiento normal y por los incumplimientos generados al no atender a tiempo los nuevos requerimientos. Dicha atención está sujeta a la disponibilidad de capacidad, la cual a su vez depende de las inversiones que se realicen en infraestructura de acuerdo con la política de inversión aprobada y liberada. Las relaciones anteriores se observan en el diagrama causal del modelo (ver figura 6).

Al analizar el diagrama causal se evidencian dos bucles de compensación y dos de refuerzo, los cuales asocian la interacción de tres niveles: la demanda de servicios logísticos atendida, la capacidad instalada y los requerimientos pendientes que permiten medir el desempeño del sistema.

5.2 Representación del modelo

A través del Diagrama de Forrester se puede observar la interacción de las variables de nivel y auxiliares por medio de las tasas (ver figura 7). Para la parametrización del modelo se emplearon datos obtenidos del estudio de caso del operador Logístico con mayor participación en el mercado colombiano, así como la capacidad disponible y la inversión promedio necesaria por requerimiento (ver tabla 1).

Tabla 1. Información de entrada del modelo

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad Instalada	500.000	posiciones
Participación actual en el mercado	25	%
Utilización actual de la capacidad	95	%
Inversión por requerimiento	250.000	\$

5.3 Comportamiento del modelo

La simulación del modelo se realizó empleando Vensim® PLE for Windows Version 5.5ª (ver figura 8). La pérdida de la demanda percibida de servicios logísticos se incrementa en la medida que hay incremento del incumplimiento medido a través del resultado alcanzado versus el resultado total esperado. A medida que la capacidad incrementa, los resultados obtenidos y la demanda presentan la misma tendencia, contrario al porcentaje de incumplimientos.

6. RESULTADOS

El modelo dinámico permite explicar el comportamiento sistémico de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento, mostrando la evolución de la demanda con relación al desempeño alcanzado, el cual permite evidenciar la limitación por la capacidad instalada como resultado de la inversión realizada (ver figura 9).

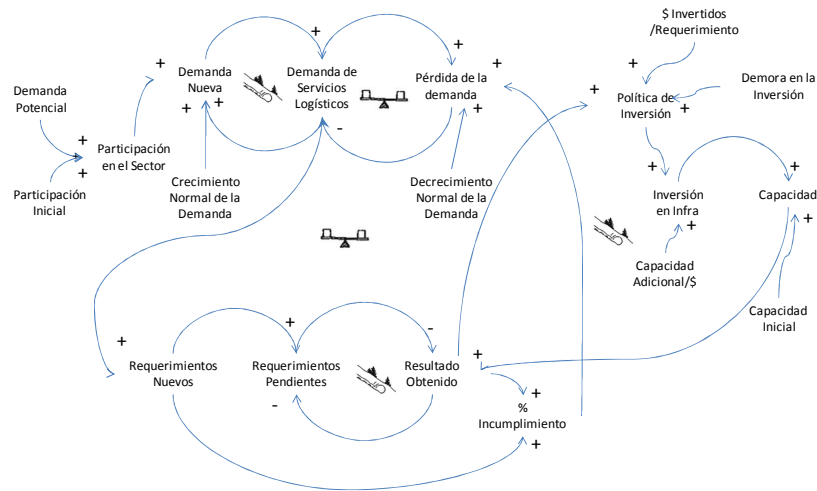


Figura 6. Modelo causal de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento

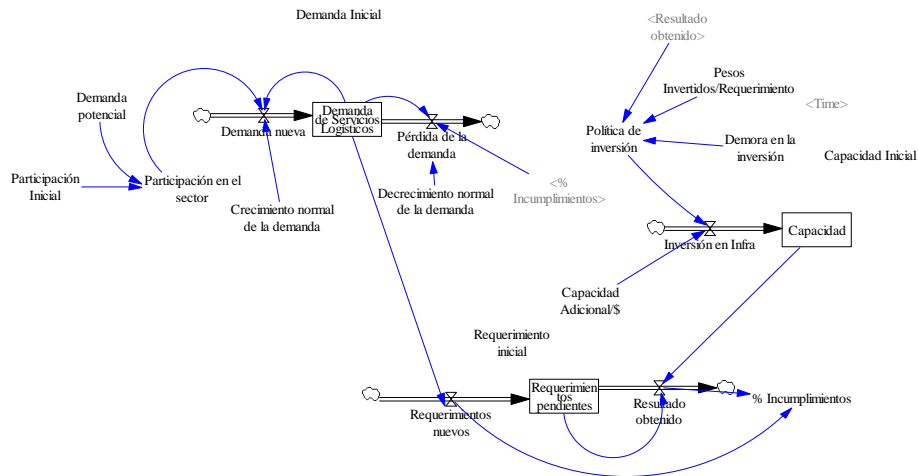


Figura 7. Diagrama de Forrester del modelo de la demanda de servicios logísticos de almacenamiento

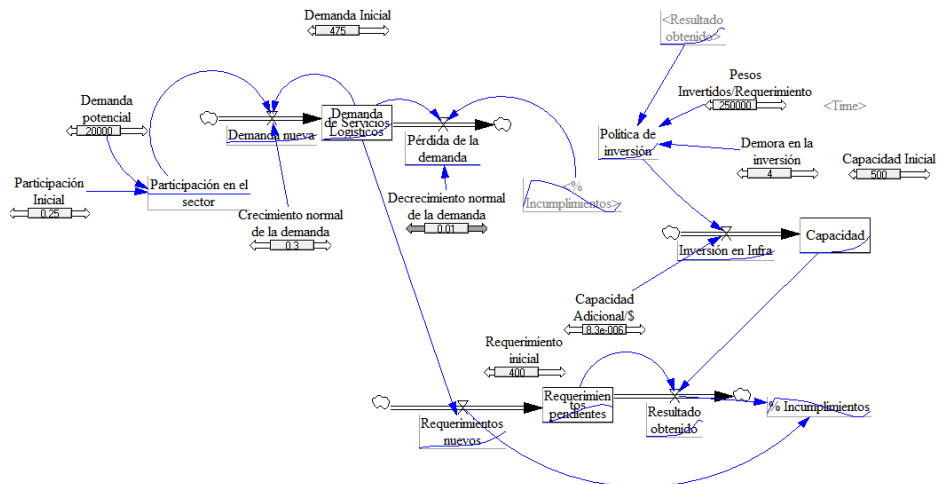


Figura 8. Comportamiento del Modelo de la Demanda de Servicios Logísticos de Almacenamiento

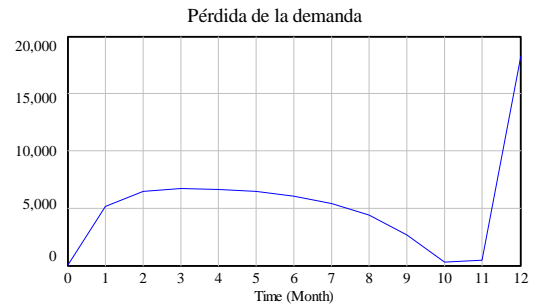
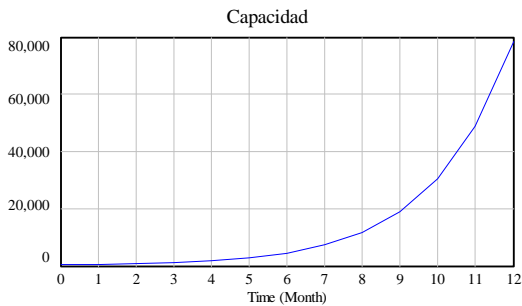
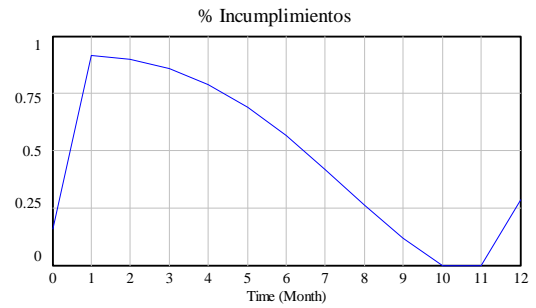
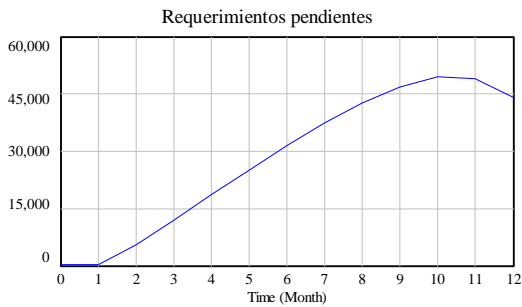
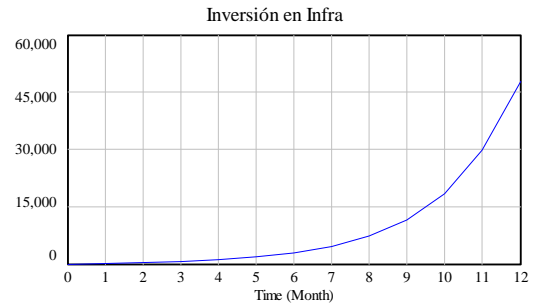
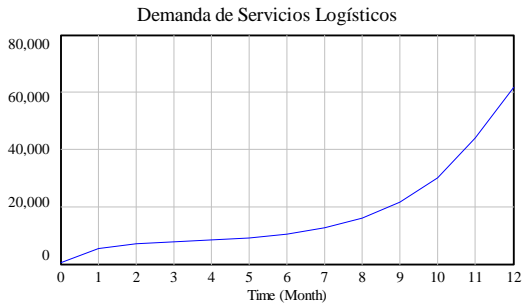


Figura 9. Resultado de las variables de nivel

Al analizar el resultado de las variables de nivel, se encuentra un comportamiento sigmoidal en la demanda, donde inicialmente se produce un decrecimiento; es decir al principio el bucle de realimentación predominante es negativo y posteriormente se presenta crecimiento, limitado al final por un bucle negativo.

Lo anterior obedece a la relación que tiene la demanda con el desempeño del sistema medido a través de los requerimientos pendientes los cuales presentan crecimiento con tendencia al declive y de otra parte la capacidad, la cual se mantiene casi constante durante los primeros meses y posteriormente crece, esto como resultado de la inversión y la demora que presenta (ver figura 10).



Figura 10. Resultado de las variables auxiliares

Las variables auxiliares explican el comportamiento creciente de la capacidad como resultado de la inversión en infraestructura y a su vez reflejan el incumplimiento durante los primeros meses en la atención de los requerimientos lo cual incide sobre la pérdida de la demanda y un crecimiento moderado en los resultados obtenidos que repercuten en el incremento de la demanda percibida.

También se evidencia como el incremento de del incumplimiento de los requerimientos recibidos en los meses 11 y 12 repercute sobre la pérdida de la demanda por una clara disminución de los resultados obtenidos.

7. CONCLUSIONES

El modelo desarrollado a través de dinámica de sistemas y los resultados obtenidos, permiten representar situaciones reales de manera ágil, segura y económica, facilitando los procesos de diseño, análisis y control, aspectos que son favorables en la toma de decisiones en el campo de la logística, por la rapidez y flexibilidad que requieren sus procesos.

La logística en Colombia tiene un gran potencial, a través del desarrollo de estrategias diferenciadoras que repercutan en el mejoramiento de las medidas de desempeño, lo anterior permite identificar la necesidad de investigación a través de disciplinas como la dinámica de sistemas, que como se evidencia en este

trabajo, permite explicar el comportamiento de las distintas variables a lo largo del tiempo como resultado de sus interacciones, detalles que normalmente son obviados y que repercuten en la efectividad de las decisiones tomadas.

8. REFERENCIAS

- [1] SENGE, P. La Quinta Disciplina en la práctica como impulsar el aprendizaje en una organización inteligente ,Ed Juan garnica, España. 1998
- [2] ARACIL Santoja Javier: Introducción a la Dinámica de Sistemas. Editorial Alianza, Madrid, 1986.
- [3] FORRESTER Jay W: Dinámica Industrial. Editorial Ateneo, Buenos Aires, 1981.
- [4] GORDON Geoffrey: Simulación de Sistemas. Editorial Diana, Sexta Edición, México, 1991.
- [5] MANUAL de Vensim: User's Guide Versión 1.62. Ventana Sitems 1995.
- [6] The World Bank. Connecting to Compete. The Logistics Performance Index and Its Indicators. 2010.
- [7] Herrera R., M. M. and Becerra M., (2010). Perspectiva de gestión de tecnología en redes logísticas. 8º Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Medellín: Colombia.