

Metodología de planeación logística basada en gestión de proyectos y dinámica de sistemas en empresas prestadoras de servicios

Methodology of logistics planning based on project management and system dynamics for business service providers

Dusko Kalenatic, Luz Helena Mancera Méndez, Karol Viviana Moreno Valbuena, Leonardo José González Rodríguez*

* Grupo de Investigación en Sistemas Logísticos, Universidad de la Sabana, Campus Universitario del Puente del Común, Autopista Norte de Bogotá, D.C. Chía, Colombia

(Recibido el 03 de abril de 2009. Aceptado el 29 de abril de 2010)

Resumen

Este trabajo presenta una metodología de planeación logística que integra cuatro herramientas conceptuales: gerencia de los servicios, logística, gestión de proyectos y dinámica de sistemas. Esta metodología permite realizar un análisis integral de las actividades llevadas a cabo por las empresas prestadoras de servicios a través del ciclo logístico, partiendo de la comprensión del proceso de prestación del servicio como una sucesión de proyectos, en los que, para cada actividad se analizan las variables controlables y no controlables, los recursos renovables y no renovables y sus interacciones desde una perspectiva sistémica; esta integración se soporta en la dinámica de sistemas como herramienta cuantitativa de análisis. La metodología propuesta apoya la toma de decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo a fin de mejorar la coordinación entre las actividades y la asignación de recursos disminuyendo las demoras y por lo tanto mejorando la percepción del cliente acerca de la calidad del servicio.

----- *Palabras clave:* Planeación logística, gerencia de servicios, gestión de proyectos y dinámica de sistemas

* Autor de correspondencia: teléfono: 57 + 1 + 861 55 55 Ext. 2521, fax 57 + 1 + 861 33 41. correo electrónico: luz.mancera@unisabana.edu.co. (L.H. Mancera).

Abstract

This paper presents a logistics planning methodology which integrates four conceptual tools: management services, logistics, project management and system dynamics. This methodology is used to make an integral analysis of the activities carried out by service provider companies across the logistics cycle. The process of service is understood as a succession of projects, which for each activity analyzes the controllable and uncontrollable variables, the renewable and nonrenewable resources and their interactions from a systems perspective. This integration is supported in the system dynamics as a tool for quantitative analysis. The methodology supports the decision-making at the strategic, tactical and operational level to improve coordination between the activities and resource allocation by reducing delays and improving customer perception about quality of service.

----- *Keywords:* Logistics planning, service management, project management, system dynamics

Introducción

Los servicios equivalen al 65% del Producto Interno Bruto (PIB) en los países de la Comunidad Andina y su peso en la producción de bienes alcanza, el 70% [1]. Las demoras en las actividades que estas empresas llevan a cabo para la prestación del servicio, son uno de los factores críticos que influyen en el cumplimiento efectivo del objetivo central de la organización. Respondiendo a esta problemática se presenta una metodología de planeación logística que articula de forma novedosa la gestión de servicios, la gestión de proyectos, la dinámica de sistemas y la planeación logística, con el fin de soportar el proceso de toma de decisiones en un análisis integral del funcionamiento de las empresas prestadoras de servicios. Este análisis busca generar elementos para mejorar la coordinación de las actividades, asignar los recursos adecuadamente y disminuir las demoras, e impactar así en la calidad del servicio percibida por el cliente.

En la revisión de antecedentes de esta investigación se encontraron propuestas que combinan parcialmente los conceptos aplicados en esta metodología, así, [2] proponen una metodología para elaborar modelos dinámicos de redes CPM y PERT, [3] plantea una gestión dinámica de la calidad de servicio centrada en la gestión del tiempo de espera y en la política de personal y presenta

un análisis de la capacidad organizativa de una empresa. Complementariamente en el contexto de la ejecución de proyectos, se encuentran aplicaciones como el uso de buques navales en la guerra [4], el proceso de desarrollo de productos [5], la elección de políticas de horas extra en proyectos considerando la fatiga y la presión de la carga laboral [6] y el impacto de las demoras en la ejecución total de los proyectos y en sus costos [7]. Como se puede observar, en la revisión de antecedentes realizada no se encontraron aplicaciones conjuntas de las cuatro herramientas conceptuales integradas en este trabajo.

Bases conceptuales

La metodología de planeación logística propuesta está conformada por cuatro etapas: caracterización del sistema, análisis de la estructura, simulación y asignación de recursos. Cada una de estas etapas integra conceptos propios de la gestión de servicios, la gestión de proyectos, la dinámica de sistemas y la planeación logística. A continuación se presentan los conceptos asociados a cada una de las etapas.

Primera etapa, caracterización del sistema

Esta etapa integra aportes de gestión de servicios, logística y gestión de proyectos, ya que identifica y clasifica los sistemas que conforman la empresa,

partiendo de la definición de ciclo logístico, e identifica las actividades llevadas a cabo en cada sistema y los recursos asociados a las mismas, de forma tal que la prestación del servicio se estructura como un proyecto.

Este enfoque es posible si se entiende la prestación de cada uno de los servicios como un proyecto y como consecuencia las actividades de la empresa prestadora de servicios como una sucesión de proyectos que comparten recursos a través del tiempo.

En este contexto se optó por la definición de servicio de Grönroos [8] ya que integra elementos como la intangibilidad del servicio [9] y la satisfacción de las necesidades de los clientes [10], esta última relacionada con el “*momento de verdad*” donde el cliente percibe la calidad de la gestión.

Esta definición se complementa con la clasificación de servicios propuesta por [11, 12] en la cual el servicio está conformado por un paquete de servicios, los cuales se dividen en dos categorías: El “servicio principal”, y los “servicios auxiliares”. Esta clasificación es compatible con el enfoque sistémico en logística propuesto por Ferres y adoptado por esta metodología, el cual explica la organización como un macrosistema conformado por un sistema central y por un conjunto de sistemas de apoyo, conocido como sistema logístico, el cual debe proveer los medios necesarios, para el funcionamiento del sistema central y de los demás sistemas de apoyo. Con este propósito desarrolla un conjunto de actividades estructurado conocido como ciclo logístico.

El ciclo logístico está compuesto por tres niveles, el primer nivel, determinación de necesidades, define las necesidades de los medios logísticos (material, personal y servicios) que es preciso satisfacer para llevar a cabo una acción estratégica u operativa. El segundo nivel, obtención de recursos, consiste en la obtención de los medios reales que den satisfacción a dicha necesidad [13] y por último el tercer nivel, distribución u operación del sistema, hace llegar los recursos al consumidor final [14]. Cada uno de estos sistemas desarrolla una serie de actividades

coordinadas, las cuales se identifican utilizando Work Breakdown Structure (WBS), el cual se define como el agrupamiento de tareas orientado a la entrega de los elementos del proyecto [15].

Cada una de las actividades requiere para su ejecución recursos renovables y no renovables, para la identificación de los primeros se optó por el uso del Organizational Breakdown Structure (Estructura de Desglose Organizacional) OBS, el cual se define como el agrupamiento de unidades organizacionales en torno a las actividades a desarrollar; para los segundos se escogió el Bill of Materials (BOM) el cual está diseñado para desglosar un producto en cada una de sus partes y componentes constitutivos. Finalmente, la ejecución de las actividades resultado del WBS se ve afectada por variables controlables y no controlables para el decisor [16], estas se identifican por medio del análisis estructural propuesto por Godet [17].

Segunda etapa de la metodología, análisis de la estructura

Se realiza usando dinámica de sistemas, el objetivo de este análisis es llegar a comprender cómo la estructura del sistema afecta su comportamiento, determinando las acciones de mejora que sean necesarias. La estructura está compuesta por procesos realimentados con polaridad positiva o negativa [18], los cuales presentan demoras estructurales, y se analizan a través de la construcción de modelos en los que se identifican sus elementos y relaciones causales [19].

Tercera etapa de la metodología, simulación

Esta etapa integra la logística, la dinámica de sistemas y la programación de proyectos, dado que se simula la interacción de las actividades del sistema central y de los sistemas de apoyo necesarias para la prestación del servicio, utilizando un modelo dinámico que identifica las demoras, originadas por la asignación inadecuada de los recursos. En esta etapa se adopta y amplía la Metodología para Elaborar Modelos Dinámicos de Redes CPM y PERT [2], diseñada

para simular la ejecución de proyectos por medio de dinámica de sistemas.

paulatinamente la coordinación de las actividades del sistema central y los sistemas de apoyo.

Cuarta etapa, asignación de recursos

Aplica la metodología integral y dinámica [20] en lo referente a la retroalimentación técnica y organizacional a partir de los resultados obtenidos, ya que utiliza de manera cíclica las salidas de la simulación para establecer prioridades en la asignación de los recursos, con el fin de mejorar

Metodología

Una vez definidas las bases conceptuales de cada una de las etapas se presenta de forma detallada la metodología de planeación logística propuesta (figura 1). A continuación se presentan las etapas que conforman la metodología y las actividades correspondientes a cada etapa.

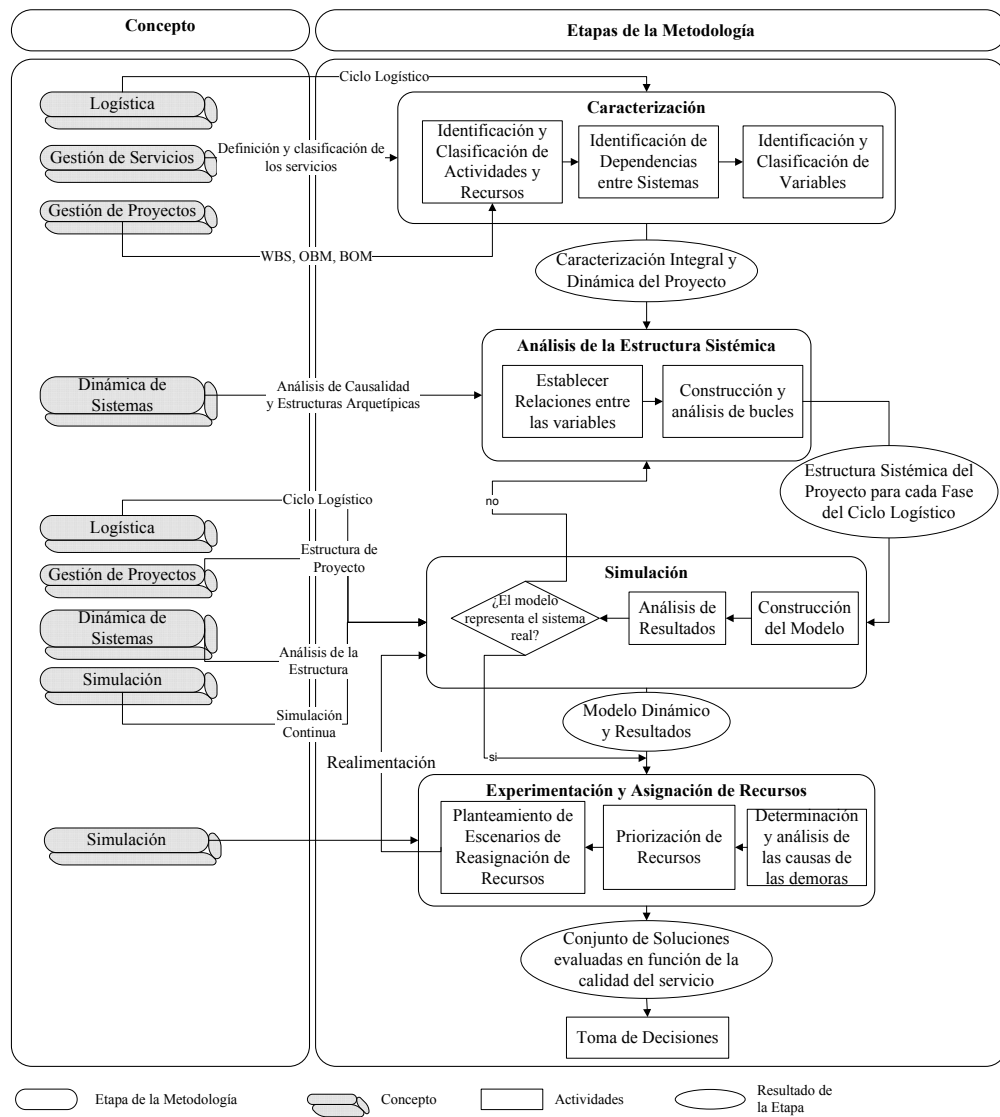


Figura 1 Metodología de planeación logística

Etapa 1. Caracterización del Sistema

La metodología de planeación logística propone como punto de partida la caracterización del sistema, la cual comprende:

Identificación y clasificación de los sistemas

En esta etapa se debe identificar y analizar la misión de la empresa, con el fin de definir el sistema central, los sistemas de apoyo estratégicos y tercerizables conforme a la visión de sistema logístico de la organización [21].

Identificación de actividades

El conjunto de las actividades llevadas a cabo para la prestación del servicio es considerado como un proyecto, por lo cual la identificación de las mismas se realiza con la herramienta de gestión de proyectos WBS. Esta herramienta se adapta para identificar las actividades del sistema central y de los sistemas de apoyo de la empresa en cada uno de los niveles del ciclo logístico, los cuales se descomponen en elementos constitutivos, al terminar la estructura de desglose de tareas todos los elementos necesarios para la prestación del servicio deben estar incluidos en el alguno de los niveles del WBS, los componentes del último nivel son llamados paquetes de trabajo y corresponden a las actividades, que serán posteriormente estructuradas como un proyecto.

Identificación de recursos

Cada una de las actividades resultado del WBS consume para su ejecución recursos renovables y/o recursos no renovables, para la identificación de los recursos renovables requeridos se propone el uso de OBS, el cual define el área organizacional responsable, los equipos y el tiempo necesario para la ejecución de las actividades [15], conjuntamente, a través del el BOM (Bill of Materials) se identifican los recursos no renovables requeridos, tales como materiales consumibles y dinero.

Identificación de las variables que afectan la ejecución de las actividades

Las variables controlables y no controlables asociadas a la prestación del servicio se identifican aquí partiendo de la elaboración de un listado en el que se enumera de manera exhaustiva el conjunto de variables tanto a nivel interno como externo, que caracterizan el sistema estudiado y su entorno, posteriormente se identifica las relaciones entre las diferentes variables y los actores que son capaces de afectar cada una de ellas.

Identificación de las dependencias existentes entre los sistemas

El cumplimiento del objetivo del sistema central implica relaciones entre las actividades de los sistemas identificados, dando estructura de proyecto a la prestación del servicio, esta interrelación está dada por la transferencia de información de un sistema a otro y/o por el uso compartido de los recursos. Las relaciones de precedencia entre las actividades determinan la estructura del proyecto, la cual se puede observar en un diagrama de precedencia (PDM). Los resultados obtenidos de la realización del WBS, BOM y OBS, así como las relaciones entre las actividades se integran para obtener una caracterización integral y dinámica del proyecto, la cual se realiza para cada uno de los niveles del ciclo logístico e incluye variables y factores que afectan la ejecución del mismo. La figura 2 muestra dicha caracterización para el nivel de obtención de recursos.

Etapa 2. Análisis de la estructura

La siguiente etapa de la metodología tiene como objetivo la comprensión del comportamiento del sistema, para esto se determinan las relaciones existentes entre las variables a través de diagramas causales, se identifican los bucles de realimentación, su polaridad y las demoras estructurales.

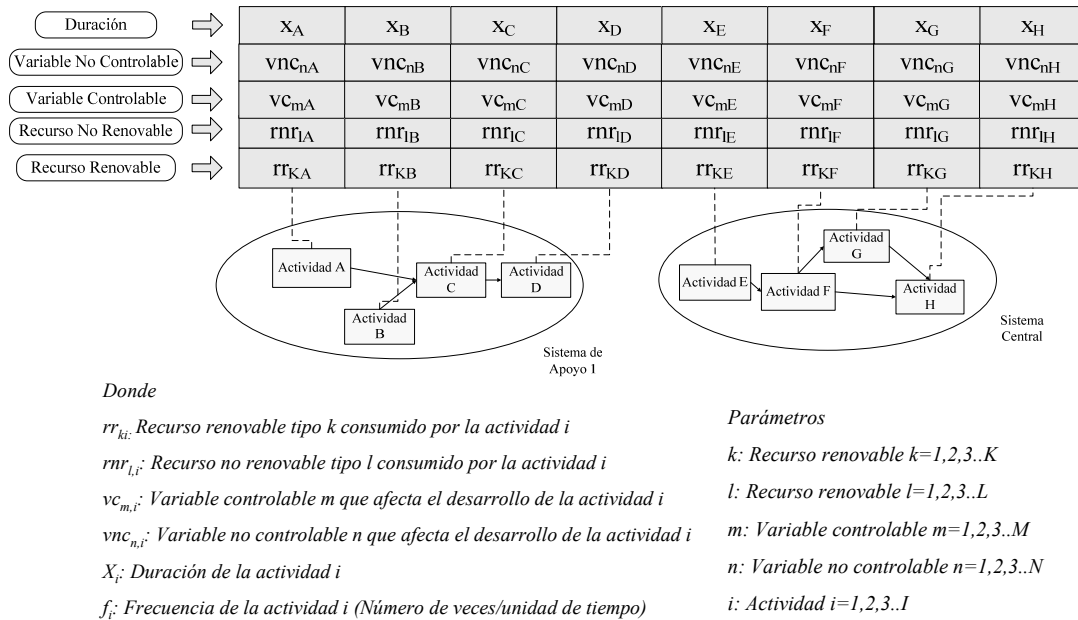


Figura 2 Caracterización Integral y dinámica del proyecto en la fase de obtención de recursos

La figura 3 muestra la estructura conceptual del sistema por medio de un diagrama causal que relaciona demoras, recursos y actividades con la percepción del cliente acerca de la calidad del servicio [22, 23].

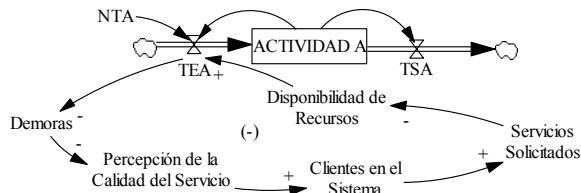


Figura 3 Análisis de la estructura

Etapa 3. Simulación

En esta etapa de la metodología se construye un modelo dinámico que representa la prestación de los servicios como sucesiones de proyectos, por lo cual las necesidades de cada cliente generan un proyecto. Esta construcción se realiza a partir del análisis causal de la estructura realizada en la etapa 2, el cual es complementado con la caracterización integral y dinámica del proyecto resultado de la etapa 1 como se observa en la figura 4.

Representación forrester para la simulación. Para simular el funcionamiento del sistema se adaptó y modificó la Metodología para Elaborar Modelos Dinámicos de Redes CPM y PERT [2], así:

Representación de actividades. Para la construcción del modelo dinámico las actividades son representadas por variables de nivel, las cuales se definen como el porcentaje de ejecución de la actividad y se encuentran en función de la tasa de ejecución y de salida de la misma (1).

$$NEA_k = NEA_j + (TEA_{jk} - TSA_{jk}) * \partial t \quad (1)$$

Donde:

NEA_k : Nivel de ejecución de la actividad A en el momento k

TEA_{jk} : Tasa de ejecución de la actividad A del momento j al momento k

TSA_{jk} : Tasa de salida de la actividad A del momento j al momento k

∂t : Intervalo de Tiempo; j y k : Momentos en el tiempo $k > j$

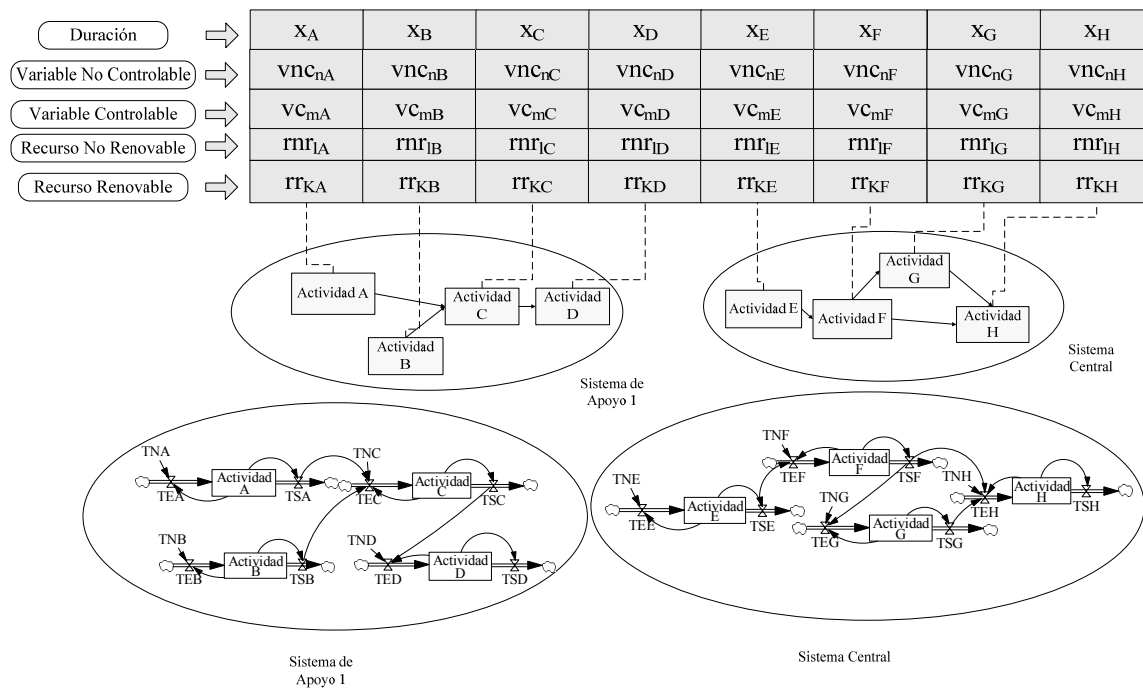


Figura 4 Modelo dinámico

La tasa de ejecución de la actividad se define en términos porcentuales y depende de la norma técnica de la actividad, la cual es la duración estándar para la ejecución de la actividad (2).

$$TEA_k = 100 / NTA \quad (2)$$

Donde: *NTA*= Norma Técnica de la actividad.

Las actividades de una empresa prestadora de servicios se realizan tantas veces como clientes soliciten el servicio, por tal razón una vez que la actividad es realizada completamente debe quedar disponible para ser ejecutada nuevamente, debido a esto las actividades se deben conectar a flujos que representan la tasa de salida de la actividad, dichos flujos dependen de las precedencias entre las actividades, necesarias para la prestación del servicio, tal como lo muestra la figura 5.

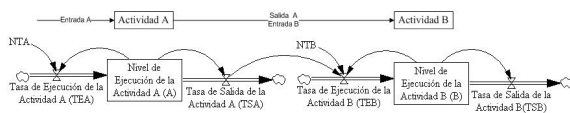


Figura 5 Representación forrester de la dependencia entre actividades

Representación de variables no controlables

Para representar la influencia de las variables no controlables en el diagrama de Forrester se emplean variables auxiliares, las cuales dependen de una función de probabilidad, estas variables auxiliares pueden detener, permitir o modificar la cantidad de recurso requerido para su ejecución, aumentando o disminuyendo la Norma Técnica de Ejecución de la Actividad (NTE). En estos casos la NTE deja de ser una constante y se convierte en una variable dependiente de las variables no controlables.

Representación de recursos

Cada una de las actividades requiere de una cantidad de recurso renovable y/o no renovable para su ejecución, en el caso de los recursos renovables su cantidad disponible se renueva periodo a periodo y sólo la cantidad total utilizada en cada instante está limitada, por otro lado, los recursos no renovables asociados a una actividad se consumen cuando la actividad se ejecuta y

no se puede contar con ellos nuevamente. Los recursos no renovables se representan por medio de variables de nivel alimentadas con tasas relacionadas con las entregas programadas del recurso, y cuyas tasas de salida están relacionadas con la utilización del mismo (figura 6).

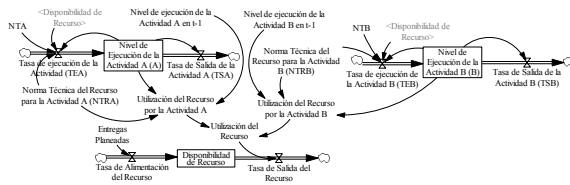


Figura 6 Representación forrester de recursos no renovables

Como se observa la tasa de entrada de las actividades está relacionada con la disponibilidad del recurso y con la norma técnica del mismo (NTR), condicionando el inicio de la actividad. Por su parte, los recursos renovables como las horas laborales de los empleados, las horas máquina, etc.

son representados por variables de nivel para los cuales las tasas de entrada dependen de la terminación de las actividades que hacen uso de los recursos, mientras que las tasas de salida se encuentran relacionadas con la iniciación de las actividades que los requieren (figura 7).

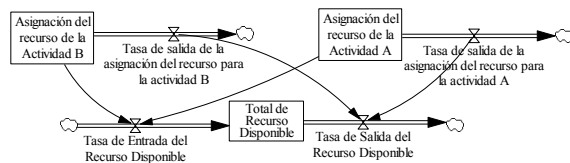


Figura 7 Representación forrester de los recursos renovables

Demoras

La inadecuada asignación de los recursos y las variables no controlables generan demoras en la ejecución de las actividades, en detrimento de la calidad del servicio prestado, en la simulación una demora se presenta cuando una actividad ha sido ejecutada totalmente; es decir, cuando el nivel alcanza el 100% pero la falta de recursos disponibles

o el efecto de las variables no controlables impiden la iniciación de la siguiente actividad.

Etapa 3. Asignación de recursos

La última de etapa de la metodología de planeación propuesta es la asignación de recursos, el funcionamiento de la empresa exige una correcta interacción entre la disponibilidad de recursos, la información y la ejecución de las actividades, ya que estos factores pueden generar demoras en las actividades posteriores, prologando el tiempo de prestación del servicio. Estas demoras pueden presentarse tanto en las actividades de los sistemas de apoyo como del sistema central, por lo que es necesario realizar un análisis del sistema a través de la simulación que permita identificar las actividades en las que se presentan dichas demoras y las causas de las mismas. El análisis de los resultados arrojados por la simulación permite establecer prioridades para la asignación de los recursos con base en las demoras de cada actividad, de tal forma que éstas disminuyan y por ende el tiempo de prestación del servicio.

Las demoras son establecidas como factor para la asignación de los recursos, inicialmente se deben identificar las actividades que presentaron las mayores demoras y los recursos responsables de las mismas, posteriormente se establecen prioridades de asignación teniendo en cuenta la mayor demora total y la frecuencia de ocurrencia, una gran demora presentada una sola vez puede ser originada por variables no controlables, por otro lado varias demoras en determinado intervalo indican falencias en la asignación de los recursos

Validación

La validación de la metodología propuesta se llevó a cabo en una empresa prestadora del servicio de televisión por cable, inicialmente se analizó la misión de la empresa con el fin de identificar y clasificar los sistemas. Se definió el área de operaciones como el sistema central, y las demás áreas de la empresa como sistemas de apoyo, posteriormente se identificaron las actividades pertenecientes a cada uno de estos sistemas y se clasificaron en cada uno

de los niveles del ciclo logístico. Conjuntamente se establecieron los recursos necesarios para la ejecución de cada una de las actividades, así como la secuencia en que deben llevarse a cabo, dando como resultado una estructura de proyecto para la prestación del servicio.

La empresa en la que se llevó a cabo la validación presta seis servicios: conexión, instalación de puntos adicionales, traslado de domicilio, servicio técnico, reconexiones y cortes, por lo cual cada uno de éstos se consideró como un proyecto con recursos compartidos, de igual manera las actividades relacionadas con los pagos y el mantenimiento fueron consideradas.

Los modelos construidos fueron simulados para un periodo de seis meses, el modelo inicial cuenta con una secretaria y tres técnicos, quienes son los encargados de prestar los diferentes servicios. La simulación muestra la evolución de las diferentes variables; en la figura 8 se aprecia la evolución de la variable dinero, donde se observan las salidas asociadas a compras de materiales e inversiones y las entradas asociadas a los pagos.

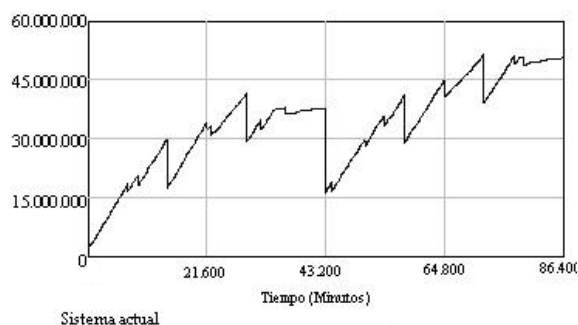


Figura 8 Comportamiento del dinero

Los resultados arrojados por la simulación muestran demoras en la prestación de cada uno de los servicios que conducen a la disminución de clientes en el sistema. Estas demoras se observaron en el sistema real durante el proceso de validación. La figura 9 muestra el comportamiento de los clientes en el sistema, los cuales disminuyen a causa de las demoras y los cortes en el servicio.

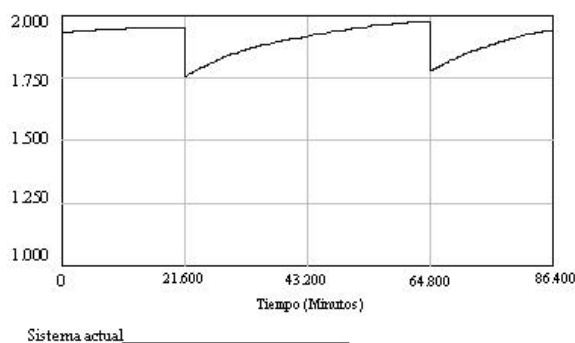


Figura 9 Clientes en el Sistema

Resultados y discusión

Al analizar los resultados arrojados por la simulación se identificó al recurso personal como el responsable de las mismas, ya que siempre se encontró disponibilidad de materiales, adicionalmente se debe tener en cuenta que para las actividades que requieren materiales el aumento de estos recursos resulta inoficioso ya que no disminuye el tiempo de ejecución de la actividad. Así mismo, el análisis de los resultados mostró que las demoras son generadas en su gran mayoría en las actividades de los sistemas de apoyo, siendo pagos e instalaciones los servicios con las mayores demoras.

Las alternativas de mejora formuladas implican el aumento del personal en la empresa como estrategia para lograr la disminución de las demoras; se plantearon dos escenarios con base en la utilización de los recursos, el primero contempla el aumento de una secretaria y la disminución de un técnico (Alternativa 1), mientras que el segundo contempla el aumento de una secretaria (Alternativa 2). Para cada una de las alternativas fueron considerados los costos adicionales asociados a la contratación. La figura 10 muestra las disminuciones logradas para cada escenario planteado, en el caso particular de la instalación de puntos adicionales y el traslado de domicilio, como se observa la alternativa 2 presenta las menores demoras, disminuyéndolas en un 26,43% respecto al sistema actual.

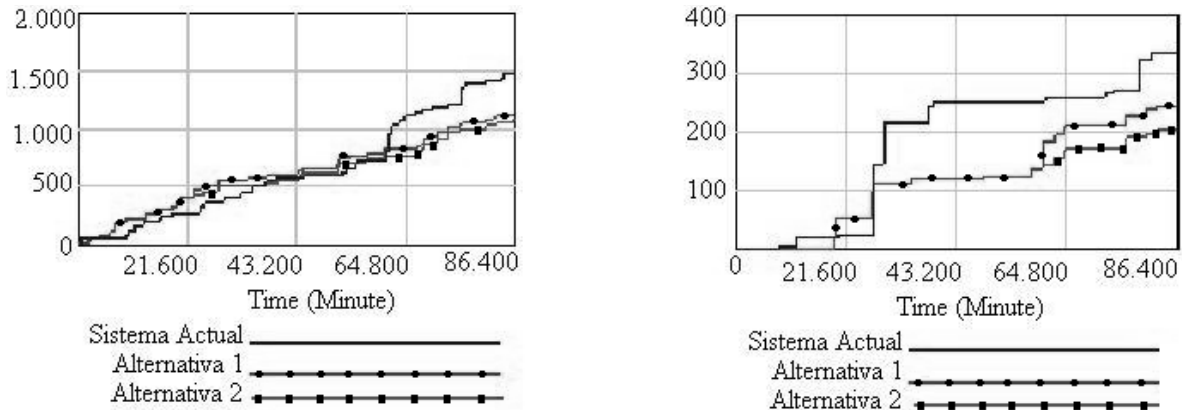


Figura 10 Demora total– instalación de puntos adicionales y traslado de domicilio

Conclusiones

La representación del funcionamiento de las empresas prestadoras de servicios como una sucesión de proyectos que comparten recursos a través del tiempo, en interacción con las diferentes herramientas conceptuales utilizadas facilita la identificación y medición de las demoras recurrentes originadas a causa de la asignación de los recursos y permite distinguirlas fácilmente de aquellas generadas por eventos no controlables de carácter esporádico.

La ampliación de la metodología para elaborar modelos dinámicos de redes CPM y PERT permitió cambiar el ámbito de aplicación de la misma, al pasar de un entorno de tipo PSP a uno RCPSP de aplicación sucesiva como representación del proceso de prestación de servicios.

A través de la validación se probó que la combinación de gerencia de servicios, logística, dinámica de sistemas y gestión de proyectos genera una metodología útil para realizar un análisis integral del funcionamiento de una empresa prestadora de servicios y tomar decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo que permitan mejorar dicho funcionamiento.

La validación probó que el uso de la metodología permite compensar las inversiones realizadas en nuevos recursos a través del aumento del número de operaciones realizadas al eliminar las demoras

y al atraer nuevos clientes como consecuencia de la mejora en la percepción del cliente acerca de la calidad del servicio.

En la validación se pudo identificar que demoras generadas en las actividades de los sistemas de apoyo amplifican su impacto negativo en el proceso, al consumir las holguras de múltiples actividades del sistema central y/o retrasar la ejecución de las mismas, afectando negativamente en este último caso los indicadores de calidad del servicio.

ada la cantidad de herramientas que integra la metodología y la variedad de interacciones entre las mismas, su implementación de forma masiva en el entorno empresarial requiere el uso de software de apoyo, por lo que el desarrollo de una herramienta informática basada en esta propuesta se prevé como una etapa necesaria para su difusión y aplicación comercial.

Referencias

1. Ministerio de comercio. Estadísticas sector servicios. www.mincomercio.gov.co. Consultada el 15 de febrero de 2008
2. L. González, D. Kalenatic, C. López. *Metodología para elaborar modelos dinámicos de redes CPM y PERT*. Working paper. Bogotá D. C. 2006. pp.1-17
3. Y. Álvarez. “Gestión Dinámica de la Calidad del Servicio”. *Memorias V Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas*. ITBA. Buenos Aires (Argentina). 7-10 Noviembre. 2007. pp. 1-5.

4. T. Laverghetta, A. Brown. "Dynamics of Naval Ship Design: A Systems Approach". *Naval Engineers Journal*. Vol 111.1999. pp. 307-324.
5. D. Ford, J. Stearman. *Dynamic Modeling of Product Development Processes*. Ed. Massachusetts Institute of Technology (MIT). Cambridge (MA). 1997. pp. 1-39.
6. J. Jianguo, F. Xia, L. Yu. "System Dynamics Modeling for Overtime Management Strategy of Software Project". *System Dynamics. Conference*. July 29 - August 2. 2007. Boston (MA). pp. 1-8.
7. T. Williams, C. Eden, F. Ackermann, A. Tait. "The effects of design changes and delays on project costs". *Journal of the Operational Research Society*. Vol.46. 1995. pp. 809-818.
8. C. Grönroos. *Gestión de los Momentos de Verdad y la Competencia en los Servicios*. Ed. Díaz de Santos S.A. Madrid (España). 1994. pp.1-298.
9. P. Kotler, P. Bloom. "Estrategias de Participación en el Mercado". *Biblioteca Harvard de Administración de Empresas*. Grupo Editorial Expansión. México. 1976. pp. 237-238.
10. W. Stanton, M. Etzel, B. Walker. *Fundamentos de Marketing*. ed. 13th. Ed. Mc Graw Hill. México. 2004. pp.1-741.
11. P. Eiglier, É. Langeard. *Servucción. El marketing de los Servicios*. Ed. McGraw Hill. Madrid. 1989. pp.1-220
12. J. Heskett, E. Sasser. *Cambios Creativos en Servicios*. Ed. Díaz Santos. Madrid. 1993. pp.1-336
13. A. Sotres. *Modelo de logística basado en las tecnologías de la información*. México, 2006. <http://esp.mexico.org/lapalabra/una/24861/modelo-de-logistica-basado-en-las-tecnologias-de-la-informacion>. Consultada el 12 de febrero de 2009.
14. R. Runza. "La Reforma del Sistema Logístico de la Defensa Británica", <http://www.ieeba.com.ar/COLABORACIONES%20I/Procesos.pdf.pdf>. Consultada el 1 de diciembre de 2008.
15. PMI (Project Management Institute). *Cuerpo de Conocimiento de Administración de Proyectos de PMI*. <http://www.monografias.com/trabajos12/pmbok/pmbok.shtml>. Consultada el 20 de marzo de 2009.
16. E. Muntaner. *Modelos Matemáticos*. Ed. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional, Buenos Aires. (Argentina). 2005. pp. 15-28.
17. M. Godet. *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. Ed. Cuadernos de Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique (LIPS). Madrid. 2002. pp 1-114.
18. J. Sterman. *Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Ed. Mc Graw-Hill. New York. 2000. pp.1-282.
19. J. Forrester. *Dinámica Industrial*. Ed. El Ateneo. Bogotá. 1981. pp. 441.
20. C. López, L. González, F. Rueda, D. Kalenatic, "Una Visión Integral y Dinámica de La Empresa Manufacturera". *Cuad. Ad*. Vol. 22. 2009. pp. 257-286.
21. S. Feres. "Logística Pura: más allá de un proceso logístico". *Colombia 2002*. Ed. Corporación John F. Kennedy. Vol. 1. 1998. pp.170
22. L. González, C. López, D. Kalenatic. *Modelo Integral de Producción en Empresas Manufactureras*. Ed Kimpres. Bogotá (Colombia). Vol.1. 2006. pp. 1-196.
23. C. López, D. Kalenatic. *Planeación Agregada de la Producción*. Ed. Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia). 2008. pp. 1-113.