

# APLICANDO UNA METODOLOGÍA A LA SIMULACIÓN DE UNA CADENA DE SUMINISTROS

Luis Ernesto Mancilla E.<sup>(1)</sup>  
Cesar Ulises Martínez García<sup>(2)</sup>

## 1. Introducción

### 1.1. Cadenas de Suministros (SC).

En los inicios de los 90's la frase "Administración de Cadena de Suministros" (Chang & Makatsoris s.a.) entro en uso. Ha sido un componente importante de la estrategia competitiva para mejorar la productividad y la rentabilidad.

La gestión de cadenas de suministros es un proceso de integración/utilización de proveedores, fabricantes, almacenes y minoristas, que tiene como fin que los bienes sean producidos y entregados en las cantidades y tiempos adecuados, reduciendo al mínimo los costos, así como satisfacer las necesidades de los clientes.

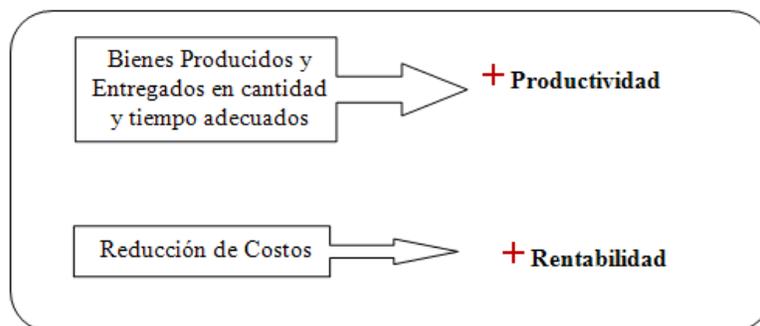


Figura 1. Beneficios de La Administración de Cadena de Suministros.

Solo estableciendo relaciones de colaboración y compartiendo información respecto a la demanda real con los demás miembros de la cadena puede lograrse la sincronización del sistema (Gunasekaran *et al.* 2004).

A continuación la estructura típica de una cadena de suministros:

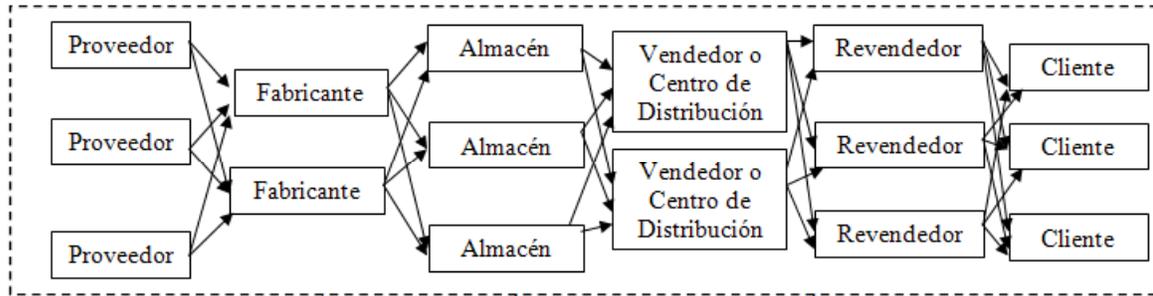


Figura 2. Ejemplo de una estructura común de Cadena de Suministro.

## 1.2. Simulación

La complejidad en la operación de los sistemas de producción y servicios de la actualidad requieren de una modelación cada vez más apegada a la realidad, que permita un análisis profundo y detallado (García *et al.* 2006). Por ello, herramientas que permitan modelar esta complejidad se hacen relevantes y necesarias.

Estamos convencidos que la simulación es una de las herramientas que hace posible conocer mejor el sistema en estudio, ya que permite evaluar diversos escenarios considerando múltiples variables de decisión y visualizar su comportamiento a través del tiempo.

Existen distintos tipos de procesos de simulación que podemos utilizar, en este caso nos interesa el llamado simulación de eventos discretos. Este proceso consiste en relacionar los diferentes eventos que pueden cambiar el estado de un sistema bajo estudio por medio de distribuciones de probabilidad y condiciones lógicas del problema que se este analizando.

Define: Simulación de eventos discretos. “Conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado”.

## 1.3. Simulación en ProModel.

ProModel (García *et al.* 2006) es un software especializado en simulación para evaluar, planificar o rediseñar procesos de manufactura, almacenaje, distribución, logística y transporte.

Esta herramienta fácil de utilizar, le permite construir una representación computacional del funcionamiento de su empresa, para luego evaluar diferentes escenarios de configuración y proveerlo de la mejor solución. La animación y resultados gráficos son herramientas

extremadamente poderosas para visualizar y entender el comportamiento de su sistema.

## 2. Planteamiento de la Metodología

### 2.1. Requerimiento de Datos (Chang & Makatsoris s.a.)

Esta metodología plantea una serie de procedimientos para el estudio de simulación de la Administración de una Cadena de Suministros, dichos procedimientos son los siguientes:

1. Entender los procesos de la Cadena de Suministros (entendiendo el proceso de negocio y las características de la industria) y los procesos de planeación.
2. Diseñar el escenario (la mayoría de las ocasiones no es razonable modelar todos los detalles de la Cadena de Suministros). Es buena idea enfocarnos a las áreas problema.
3. Recolección de datos (Ver tabla 1).
4. Medidas de Ejecución.
5. Definir el Objetivo (El cual es cercano a un óptimo) para cada medida de ejecución.
6. Definir condiciones de terminación.
7. Evaluación de las políticas/estrategias de la cadena de suministros.

Esta metodología plantea a través de la simulación contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuál política de proveeduría esta logrando los mejores rendimientos de entrega bajo un patrón de demanda dado?
- ¿Cuál política de proveeduría es más robusta bajo una fluctuación de demanda?
- ¿Cuál es la política de inventarios que mas costo permite ahorrar bajo un patrón de demanda dado?
- ¿Qué tanto beneficio se obtendrá al adicionar un N % de mas capacidad de producción?
- ¿Cuál es la compensación entre el rendimiento de entrega y el costo de inventarios cuando producimos más inventario?
- ¿Cuál es el impacto de tener información precisa y pronta sobre el rendimiento de la manufactura? (p. ej. conocer el tiempo del ciclo, la velocidad del llenado de un pedido)

Área	Datos Requeridos
Información del Proceso de Manufactura y Tiempos	<p>Datos del proceso de manufactura (tiempo de proceso, tiempo de espera en fila, tiempo de configuración/calibración, numero de maquinas en cada proceso, rutas alternas).</p> <p>Calendarización (información de calendarización, información de días festivos, información de mantenimiento preventivo)</p> <p>Datos de Maquinaria (Numero de maquinas, tiempo promedio para falla, tiempo promedio para reparación, datos de recursos alternos, tiempos de mantenimiento preventivo)</p>
Información de Políticas de Control de Inventario	<p>Recibo de Material</p> <p>Nivel de stock de seguridad, Punto de reorden</p> <p>Nivel de inventario de producto terminado, Materia Prima y partes intermedias</p> <p>Cualquier lugar de almacenamiento en piso de la tienda.</p>
Información de adquisición y logística	<p>Tiempo de entrega del proveedor</p> <p>Tamaño del lote suministrado</p> <p>Capacidad del proveedor</p> <p>Horizonte de Adquisición</p> <p>Tiempo de Adquisición</p> <p>Fecha de Vencimiento</p>
Información de Demanda	<p>Prioridad</p> <p>Dato Inicial y Final</p> <p>Patrón de Demanda</p>

Tabla 1. Ejemplo de Requerimientos de datos para modelar una Cadena de Suministros

### 3. Aplicación

#### 3.1. Importancia del Reciclaje (Suarez & Gasparri 2008)

El reciclaje consiste en la acción de volver a introducir los materiales ya usados (y sin ninguna utilidad para nosotros) nuevamente en el ciclo de producción como materias primas.

Incorporando el hábito del reciclado en nuestros hogares y lugares de trabajo, contribuimos al ahorro de energía y al cuidado de los recursos naturales de nuestro planeta, que se encuentran en continua explotación. Protege y expande los empleos del sector manufacturero y aumenta la competitividad en el mercado global.

#### 3.2. Aplicando nuestra Metodología al Caso “Reciclaje de Acero”

En nuestro caso aplicamos la metodología antes expuesta a la simulación del caso de reciclaje de acero.

##### 1. Entender los procesos de la Cadena de Suministros:

- Características de la industria: Industria del Acero, reciclaje de acero.
- Descripción de los procesos: Arribos a almacenes, manufactura del acero, inspección, distribución, uso, reciclaje.
- NO hay procesos de planeación (Este es una simulación de la cual no tenemos datos en los cuales se baso).

##### 2. Diseñar el escenario:

Descripción del escenario “Reciclaje de Acero”:

Este modelo es una demostración de procesos de "Cadenas de Suministros". La logística de distribución de mercancías procedentes de la fábrica hacia el usuario final es representada usando un modelado aproximado. Cada fase principal del proceso de distribución esta mostrado en un nivel diferente de la animación. Por ejemplo, el proceso de transformación de materia prima en un tubo "no terminado" es ejecutado en el nivel de la Fresadora (Primer nivel).

Las operaciones de terminado se representan en cada tubo en el nivel de Procesamiento de

Tubo. Los tubos luego, son embarcados fuera para la distribución al usuario final. La inspección del producto esta representado en todos los niveles de distribución.”

### 3. Recolección de datos.

Área	Datos Requeridos	Datos del modelo de Simulación.
Información del Proceso de Manufactura y Tiempos	Datos del proceso de manufactura...	1 hora en el horno, 30 seg. en fresadora, Inspección: 2±(0.2) min Proceso de Clasificación: Embarque, Recepción y Descarga: 5±2 min Uso: 30±10 min
	Calendarización ...	No existen estos datos en la Simulación.
	Datos de Maquinaria...	Maquinaria: 1 Horno, 1 Fresadora. NO se tiene información sobre el tiempo promedio de falla ni reparación. Recursos: 5 Transportes (Aviones), 6 Montacargas.
	Recibo de Material (Arribos)	Chatarra: Con Dist. Normal 1±0.1 Embarques: Con Dist. Exponencial de 3 min.
Información de Políticas de Control de Inventario	Nivel de stock de seguridad...	Lugares de Almacenamiento: En todo el proceso existen 6 áreas de Inventario. Materia Prima: Acero reciclado (chatarra) Materia o partes intermedias: Carga para el Horno
Información de adquisición y logística	Tiempo de entrega del proveedor...	Entrega de Chatarra: Con ocurrencia infinita cada 1 min aprox. Tamaño del lote antes de entrar al horno: 15 chatarras
Información de Demanda	Fecha de Vencimiento, Prioridad...	La demanda es de un tubo de acero cada 30±10 min.
Información de Políticas/Estrategias	Políticas de Control de pedidos, Políticas de Envío	NO se cuenta con dicha información.

Tabla 2. Datos Recolectados según requerimientos de nuestra metodología.

4. Medida de Ejecución.

- Tiempo de operación total en el sistema (entre entrada y salida).

<b>ENTITY ACTIVITY</b>			
<b>Entity</b>	<b>Total</b>	<b>Current</b>	<b>Average</b>
<b>Name</b>	<b>Exits</b>	<b>Quantity</b>	<b>Minutes</b>
-----	-----	-----	-----
<b>Tubo</b>	<b>3323</b>	<b>1005</b>	<b>410.80</b>

Figura 3. Tiempo de Operación de un tubo en el Sistema

5. Objetivo para cada medida de ejecución.

Reducir tiempo de operación total en el sistema, lo cual repercutirá en una mayor producción.

6. Definir condiciones de terminación.

Por tiempo específico: Tiempo de Simulación 40 horas.

7. Evaluación de las políticas/estrategias.

Haciendo ajustes a la tasa de entrada de materia prima (chatarra) –disminuyendo- y a los tiempos de manufactura en la maquinaria (horno y fresadora) obtuvimos al final una producción mayor y con un menor tiempo en el sistema.

<b>ENTITY ACTIVITY</b>			
<b>Entity</b>	<b>Total</b>	<b>Current</b>	<b>Average</b>
<b>Name</b>	<b>Exits</b>	<b>Quantity</b>	<b>Minutes</b>
-----	-----	-----	-----
<b>Tubo</b>	<b>4315</b>	<b>1593</b>	<b>387.36</b>

Figura 4. Tiempo de Operación luego de implementar los ajustes

3.3. Caso Reciclaje de Acero



Figura 5. Escenario de la Simulación del Caso “Reciclaje de Acero” en ProModel

#### 4. Conclusiones

El objetivo de la gestión de la cadena de suministro es satisfacer la demanda de los clientes para garantizar la entrega de alta calidad y bajo costo con el mínimo tiempo de aprovisionamiento. Las empresas de hoy deben ser lo suficientemente ágiles para adaptarse y reconstruir los planes en tiempo real, para prever acontecimientos inesperados en la cadena de suministro. Estas necesidades han impulsado la aplicación de la simulación de eventos discretos para el análisis del proceso de cadena de suministros (SC).

En este trabajo, hemos revisado los beneficios, requisitos de datos y funcionalidades de la SC, que son necesarios para preparar el modelo de simulación de la cadena de suministro.

La eficiente gestión de la cadena de suministro puede lograrse a través de un cuidadoso examen de capacidad e información de material. Las empresas de hoy buscan reducir las ineficiencias en sus procesos de negocio y rediseñar dichos procesos con el fin de lograr rendimientos de clase mundial. Algunas de las ineficiencias se pueden encontrar dentro de la empresa, algunas de ellas son causadas por sus proveedores y otros son causados por

ambas causas. La simulación puede ayudar a las empresas a ser más conscientes de la dinámica y eficiencia de su cadena de suministros.

Cuando se diseñan modelos de simulación de una cadena de suministro, antes que nada es importante tener una buena comprensión de la cadena de suministro. La buena comprensión de las características de las empresas (por ejemplo, medidas de la ejecución, como hacer un balance o hacer la orden) es también esencial, ya que cada industria tiene diferentes características y procesos de gestión de la cadena de suministro.

Es mejor enfocarse en el área del problema, basados en un escenario específico. Configurar apropiadamente las medidas de la ejecución es otra importante tarea.

## Referencias

Chang & Makatsoris. (s.a.). *Supply Chain Modeling Using Simulation*. Cambridgeshire (UK): University Of Cambridge.

García *et al.* (2006). *Simulación y Análisis de sistemas con ProModel*. Edo. De México (MEX): PEARSON EDUCATION.

Gunasekaran *et al.* (2004). *A framework for supply chain performance measurement*. (USA): International Journal Production Economics.

Suárez & Gasparri. (2008). <http://www.ecologismo.com/2008/08/01/importancia-del-reciclaje/>. ECOLOGISMO.com. [Online] Ocio Networks SL.

## Correspondencia

Instituto Tecnológico de León (SEP)

Ave. Tecnológico s/n fracc. Julián de Obregón, c.p. 37530, León, Guanajuato

(1) [lmancilla01@hotmail.com](mailto:lmancilla01@hotmail.com)

(2) [poseidon24@hotmail.com](mailto:poseidon24@hotmail.com)