



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



MODELO DE GERENCIA ESTRATÉGICA DE PROYECTOS PARA INDUSTRIAS BÁSICAS CASO CADENA PRIMARIA DE ALUMINIO

Carmelina Rosario Cadenas Anaya, Wilfredo Guaita

**Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre
Ciudad Guayana, Venezuela**

Resumen

El objetivo de esta investigación doctoral fue proponer un modelo dinámico de gerencia estratégica de proyectos para industrias básicas, caso sector aluminio venezolano. El modelo conceptual se construyó utilizando en primera instancia la definición raíz de los sistemas suaves "Soft System Methodology", propuesta por el profesor Peter Chekland. Esta metodología es una forma de abordar situaciones problemáticas en las que existe un alto componente social, político y humano en la actividad. En el caso del modelo conceptual propuesto se usó la metodología de construcción de modelos dinámicos realizando las modificaciones necesarias de tal manera que dicho modelo sea consistente con la utilización de relaciones causales a través de bucles o lazos causales, similar a la propuesta por Peter Senge y Jhon Sterman. Este modelo traduce las interacciones del pensamiento estratégico, la gestión de portafolio de proyectos, la gestión de proyectos y la gestión de producción, generando así la explicación de las formas de crecimiento y disminución en el sistema real. El modelo de flujo o diagrama de Forrester se realizó utilizando la dinámica de sistemas y la herramienta informática seleccionada para el caso del GEPIBAP fue el software Vesim. Como forma de validar el modelo se corrió un escenario con un nivel de portafolio en el sector aluminio primario venezolano para observar el comportamiento del sistema. El modelo conceptual propuesto y el modelo de flujo permiten ver como un todo, la gestión estratégica de proyectos en las industrias básicas, con un caso empírico en el sector aluminio venezolano, se sugiere su prueba en otro tipo de industrias con la finalidad de verificar su aplicación y el carácter innovador del mismo. Se presentan las conclusiones, aportes y recomendaciones de nuevas líneas de investigación.

Palabras clave: portafolio; proyectos; estrategia; industrias básicas; modelo conceptual; metodología de sistemas suaves; dinámica de sistemas

Abstract

The objective of this doctoral research was to propose a dynamic model of strategic project management for basic industries, in the case of the Venezuelan aluminum sector. The conceptual model was constructed using the root definition of soft systems "Soft System Methodology", proposed by Professor Peter Chekland. This methodology is a way of approaching problematic situations in which there is a high social, political and human component in the activity. In the case of the proposed conceptual model, the dynamic model construction methodology was used, making the necessary modifications in such a way that said model is consistent with the use of causal relationships through loops or causal ties, similar to that proposed by Peter Senge and John Sterman. This model translates the interactions of strategic thinking, project portfolio management, project management and production management, thus generating the explanation of the forms of growth and decrease in the real system. The flow model or Forrester diagram was made using systems dynamics and the software tool selected for the case of GEPIBAP was the Vesim software. As a way of validating the model, a scenario was run with a portfolio level in the Venezuelan primary aluminum sector to observe the behavior of the system. The proposed conceptual model and the flow model allow to see as a whole, the strategic management of projects in the basic industries, with an empirical case in the Venezuelan aluminum sector, it is suggested to test it in other types of industries in order to verify its application and the innovative nature of it. The conclusions, contributions and recommendations of new lines of research are presented.

Keywords: *portfolio; projects; strategy; basic industries; conceptual model; soft systems methodology; dynamic of systems*

1. Introducción

Durante más de una década la investigadora desempeñó funciones en diferentes áreas de la organización, específicamente en gerencia de proyectos, lugar donde fue constatando oportunidades que podrían permitir la mejora de la gerencia estratégica de proyectos de la industria básica específicamente el sector aluminio primario del estado Bolívar, dichas oportunidades observadas son la razón por la cual surgió el interés por desarrollar la investigación doctoral, siendo esta el producto del trabajo realizado a lo largo de 17 años por la industria del aluminio en la región Guayana de Venezuela.

Al cierre del año 2017, los históricos de producción de toda la industria primaria del aluminio tienen una tendencia negativa llegando a descender en algunas empresas a valores menores del 5% de su capacidad instalada, información constatada en los datos de la memoria y cuenta del Ministerio para el Poder Popular de Industrias de ese año.

Con el escenario del año 2017 en todas las industrias básicas de Guayana, se hace necesario plantearse la siguiente interrogante ¿por qué las industrias básicas aún no logran recuperar su capacidad de producción presentando todavía una tendencia decreciente, a pesar de que se siguen aprobando recursos para ejecutar los portafolios de proyectos estratégicos y operativos?

Una de las causas podría ser el desconocimiento o desenfoco de los actores estratégicos acerca de los modelos, variables o procesos propios de la gestión de programas, proyectos y portafolios, así como la evaluación de los riesgos. Otro factor podría ser la no alineación del portafolio con los planes de desarrollo del sector y de la nación, que permitirían gerenciar de forma coherente y optimizada los recursos provenientes de los fondos de países aliados inversionistas (principalmente China, Rusia, Irán), con la finalidad de recuperar las capacidades de producción.

De no plantearse acciones al respecto los pronósticos son negativos, dado que ya la producción de las industrias básicas al cierre del año 2018 en algunos casos fue menor al 5% con una tendencia hacia la baja con pérdidas mayores. Esta situación no es sostenible en el tiempo, y además, parece difícil un cambio debido a la falta de energía eléctrica y a los modelos gerenciales que se están aplicando.

La lógica de la transformación del modelo de gerencia estratégica de proyectos de las industrias básicas de Guayana, específicamente en la industria de aluminio primario, resulta ser un área de oportunidad para proponer un nuevo modelo basado en la dinámica de sistemas, cuya finalidad sea permitir a los actores estratégicos tomar decisiones del portafolio de proyectos utilizando un modelo no lineal.

2. Metodología y materiales para el diseño del modelo en Dinámica de Sistemas

Para desarrollar el modelo conceptual y el modelo de flujo se utilizó la metodología para desarrollo de modelos dinámicos que se describe a continuación:

1. Identificación del problema: consistió en determinar los comportamientos problemáticos y objetivos importantes del proceso de asignación de recursos a proyectos del portafolio (esfuerzos) para incrementar el valor del negocio (producción y productividad), de la Cadena de producción de industrias básicas. Para la identificación la situación problema objeto de estudio y establecer la definición raíz DR, se analizaron los lineamientos de la metodología de Sistemas Suaves "Soft System Methodology, SSM, Chekland 1987, Chekland 2000 y Wilson 2001, el método cuyo principio es sistémico debido a que se hace un estudio considerando la totalidad o el sistema contenedor ubicado en un nivel mayor en la jerarquía.

2. Determinación de los factores Incidentes: se basa en aislar las situaciones que parecen interactuar para crear los síntomas observados. Deben visualizarse interrelaciones y describirse los factores que influyen en la respuesta del funcionamiento del portafolio de proyectos de las Industrias Básicas. Posteriormente a la elaboración de la DR, fue necesario establecer el modelo conceptual lo que consistió en la creación o identificación de las relaciones existente entre los componentes o variables de las actividades humanas nombradas y conceptuadas en la definición raíz para realizar el reporte de lo que es el sistema.

3. Formulación del modelo conceptual: en esta fase se busca establecer las combinaciones de variables, que conformarán el modelo conceptual, utilizando lazos retroalimentados

propuestos por Peter Senge.

4. Formulación del modelo de flujo o modelo dinámico. Esto proporcionará un modelo que contenga los mecanismos de interacción que han sido visualizados entre las partes del sistema descrito en los puntos anteriores, donde se muestren de forma gráfica las interrelaciones entre las variables de nivel, variables de flujo y variables auxiliares.

5. Elaboración de ecuaciones: en él se incluyen las políticas de decisión, fuentes informativas e interacción de los componentes del sistema. Esta etapa consiste en hacer más inteligible la recolección de información llevada a cabo, vertiéndola en una forma menos ambigua y con las que se puede experimentar mediante las indicaciones provenientes de los informes.

6. Generación del comportamiento del sistema en el tiempo: en esta etapa el modelo toma el lugar del sistema real y simula su funcionamiento en circunstancias que son tan reales como las fue la descripción original del sistema. Esto equivale a intentar una nueva política o estructura de organización, pero el costo es insignificante si se compara con la de un experimento en la vida real. Esta etapa requiere de un vasto trabajo aritmético, el cual es realizado por el computador basándose en el modelo.

7. Comparación de resultados con comportamiento real: después de la simulación, viene la interpretación de los resultados obtenidos de la misma. Generalmente, cuando se examina el experimento, surgen nuevos problemas e incógnitas. Esto permite visualizar si el modelo se ajusta al sistema real, si alguna de las etapas anteriores fue mal desarrollada, o si el modelo se acerca a la realidad.

8. Revisión del Modelo: con los resultados obtenidos en la etapa anterior, se deben hacer revisiones y ajustes progresivos al modelo con la finalidad de afinar su funcionamiento y lograr que su representación sea la más cercana al sistema real.

9. Se Utilizó el software de simulación vensim 2.0 para los diagramas causales o de influencias y para ensayar portafolio de proyectos.

3. Modelo conceptual de gerencia estratégica de proyectos de la industria básica del aluminio primario (GEPBAP)

El diseño se inició con la descripción de la gerencia estratégica de proyectos de la industria primaria de aluminio. La base observacional del sistema se corresponde con la revisión de los documentos existentes en la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y la Industria venezolana de Aluminio (Venalum), específicamente los manuales correspondientes a las "Metodología de Gerencia de Proyectos".

Las referencias anteriormente señaladas sirven de base observacional para delinear en el siguiente punto la definición raíz, necesaria para el inicio del desarrollo del modelo conceptual

de GEPIB. A partir de la observación realizada en cada documento metodológico de las tres empresas analizadas, la investigadora construyó el cuadro que se muestra a continuación, donde se da respuesta a cada una de las preguntas de la PQR y que sirvieron de base observacional para construirla Definición Raíz.

Cuadro 1: Formula PQR para el proceso de Formulación presupuestaria de portafolio de proyectos de la industria de aluminio primario

P ¿Qué?	Q ¿Cómo?	R ¿Por qué?
Gestionar portafolio de proyectos que proporcionen un posicionamiento cuantitativo de la corporación y sus empresas filiales en comparación con la competencia (con el promedio y con los mejores).	Que se establezcan los modelos para normalizar la ejecución de proyectos y contribuir a optimar las metas de calidad, tiempo y costo de los proyectos, y su alineación con el plan de negocios.	Para analizar disminuir la incertidumbre en los procesos de toma de decisiones y decidir comprometer los recursos necesarios, a fin de materializar la idea, maximizando las posibilidades de éxito y las mejoras en la producción.

Fuente: Autora

A continuación, se presenta la definición raíz construida.

Definición raíz: “La Oficina Estratégica de Gerencia de Proyectos encargada de la recepción y revisión de los proyectos estratégicos del Ministerio para el Poder Popular de la Planificación y la Oficina de Gerencia de Proyectos del sector aluminio primario encargada de la solicitud y ejecución de los recursos asignados por los grupos de proyectos, estas actividades son realizadas por actores que garanticen que los proyectos seleccionados para un portafolio de la Ley de presupuesto para el año vigente deben tener un impacto positivo en el valor del negocio en términos de la producción y productividad.

Una vez construida la definición, ésta fue verificada mediante el análisis CATWOE, el cual consiste en observar si están presentes los seis factores que deben estar explícitos en toda definición raíz, el análisis de la definición antes descrita se muestra a continuación.

- P: sector productivo (Industrias básicas)
- A (Actores): oficinas de gerencia de portafolio y de proyectos
- T (Proceso de Transformación): entradas: proyectos producto de solicitudes de operaciones y proyectos estratégicos del sector aluminio. Salidas: proyectos autorizados, proyectos cerrados, proyectos diferidos.
- C (Consumidores): operaciones, producción, unidades funcionales de la organización,
- R: recursos financieros, recursos humanos, tecnológicos y ambientales.
- W: mejora en la producción y productividad (agregar valor al negocio) y satisfacción de todos los stakeholders (interesados).

Esta segunda fase implicó definir las relaciones causales entre los elementos que integran el sistema en un modelo causal, que se denominará de ahora en adelante: modelo conceptual de gerencia estratégica de proyectos para Industrias Básicas de Aluminio Primario GEPIBAP, teniendo en cuenta que en él sólo se muestran los lazos causales y no se recogen otras características, tales como: información sobre el tiempo de simulación o sobre la naturaleza y

(2000), con la finalidad de informar las variables de nivel o acumuladores, las tasas, las variables auxiliares y las constantes en un modelo dinámico que permita simular el comportamiento del sistema. En la figura 2, se muestra el modelo de flujo de Gerencia Estratégica de Proyectos para Industrias Básicas "GEPIBAP":

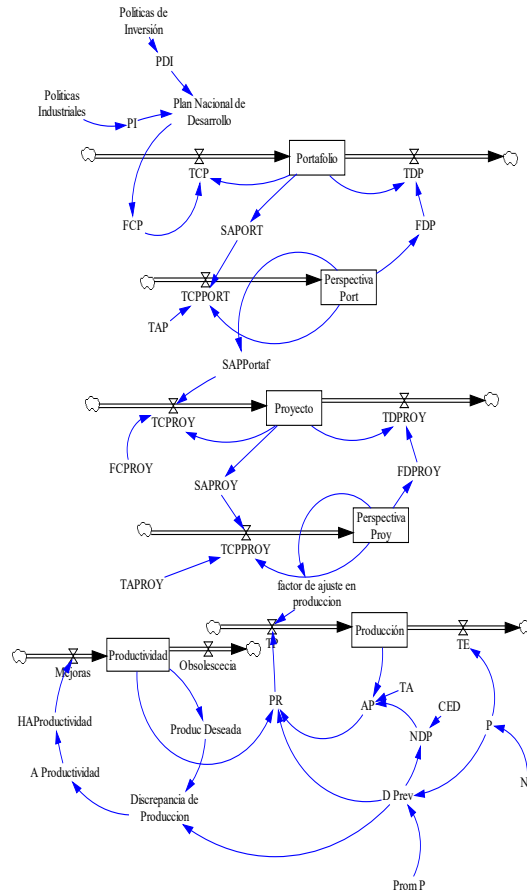


Figura 2.- Modelo de Flujo de GEPIBAP.
Fuente: Autor.

A partir del modelo GEPIBAP, se presenta a continuación las ecuaciones con las que se elaboró el modelo matemático de esta investigación doctoral.

Las ecuaciones de nivel son:

$$d/dt \text{ portafolio} = \text{Tasa de crecimiento del portafolio} - \text{Tasa de decrecimiento del portafolio}$$

$$d/dt \text{ Proyectos} = \text{Tasa de crecimiento del proyectos} - \text{Tasa de decrecimiento del proyecto}$$

$$d/dt \text{ producción} = \text{Tasa de Producción} - \text{Tasa de Entrega}$$

$$d/dt \text{ productividad} = \text{Mejoras} - \text{Obsolescencia}$$

Las ecuaciones de flujo son:

Tasa de crecimiento del portafolio= Factor de Crecimiento del Portafolio*Portafolio

Tasa de decrecimiento del portafolio= Factor de Decrecimiento del Portafolio*Portafolio

Tasa decrecimeino la Perspectiva del portafolio= (Situación actual del Portafolio – Perspectiva del Portafolio) / (Tasa de Ajuste del Portafolio)

Tasa de crecimiento del proyecto = (Factor decrecimiento del proyect*Proyecto) +Situación actual del portafolio

Tasa de decrecimiento del proyecto= Proyecto/(Factor de decrecimiento del proyecto)

Tasa de crecimiento de la Perspectiva del proyecto= (Situación actual del Proyecto – Perspectiva del Proyecto) / (Tasa de Ajuste del Proyecto)

Tasa de producción=Factor de Ajuste de la Producción*Producción

Tasa de entrega=Pedidos

Mejoras= HAProductividad

Cada uno de los parámetros utilizados se ha considerado como estrictamente mayor que cero. Las tasas crecimiento y decrecimiento de cada una de las variables de nivel, se corresponde con los valores a los que se incrementan y disminuyen cada de las variables.

5. Análisis de resultados

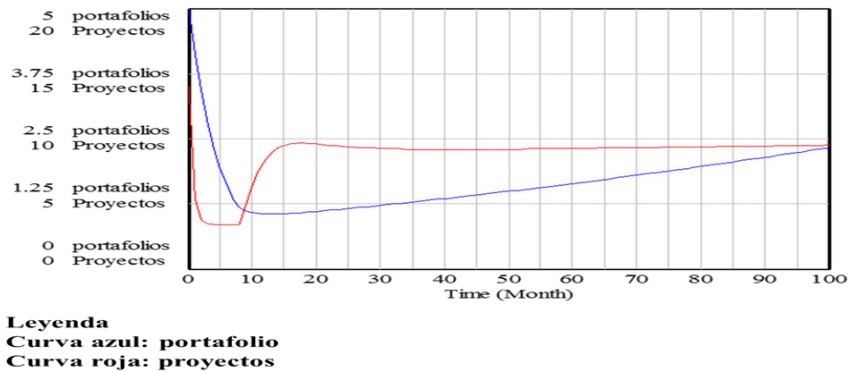
En esta fase se somete el modelo a una serie de pruebas y análisis para evaluar su validez y calidad. Los análisis pueden ser diversos y comprenden desde la comprobación de la consistencia lógica de las hipótesis que incorpora, hasta el estudio del ajuste entre las trayectorias generadas por el modelo y las identificadas en la primera fase.

Una vez validada la arquitectura del modelo integrado, se procede a aumentar la confianza en el mismo, comprobando su robustez y elasticidad por medio del análisis del funcionamiento de una serie de escenarios alternativos y representativos. Se trata de incorporar al modelo conocimiento ajeno a las condiciones controladas, se refuerza su comprensión y su utilidad y, en consecuencia, su confianza

A continuación, se describe 1 escenario con nivel de portafolio y proyectos diferentes para medir la sensibilidad de la variable producción y productividad.

En la gráfica 1, se muestran los resultados de 100 iteraciones. La única variable externa que cambia es factor de crecimiento de proyectos (FCPROY) que se ajusta en 10% de crecimiento

como consecuencia de una tasa interna de retorno en el mínimo favorable que impulsa el crecimiento del número de proyectos aceptados inmersos en el portfolio de proyectos del sector industrial básico.



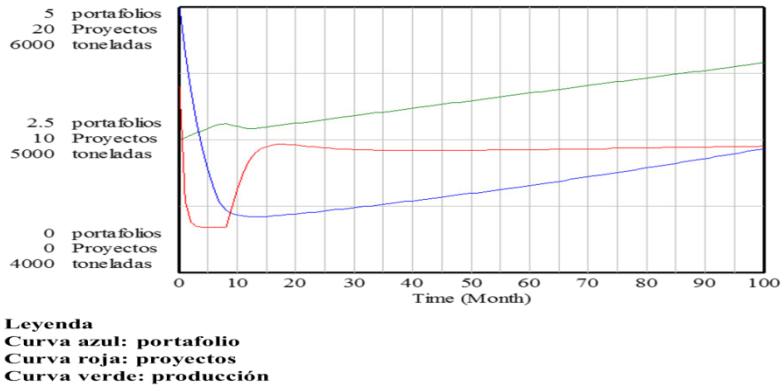
Gráfica 1.- Ensayo de simulación Número 1.1

Fuente: El Autor

Se asume que el nivel de proyectos crece por sí mismo desde sí mismo dadas las buenas perspectivas de ejecución de los proyectos. El resto de los parámetros queda igual para los efectos de la simulación y es el resultado de un cumulo favorable en políticas de inversión.

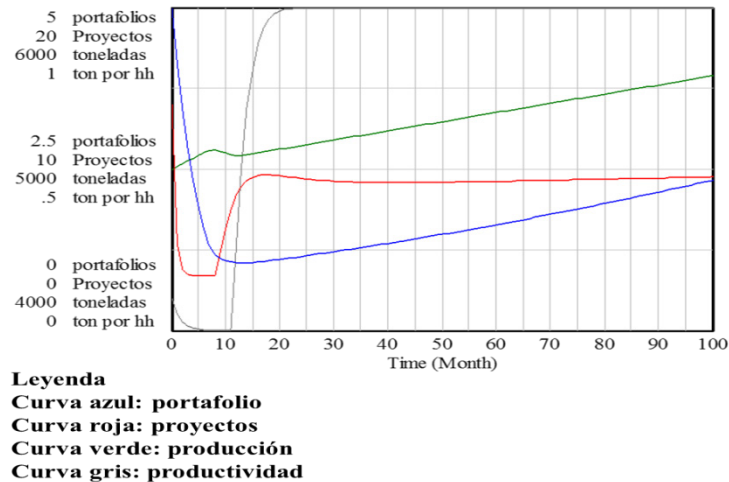
En este escenario de prueba para un crecimiento del números de proyectos se observa que la línea azul que identifica el número de portafolios cae en el mes 10, consecuencia de probables demoras en ejecución que hace disminuir la percepción de éxito y luego comienza a crecer y estabilizar al final de la simulación de 100 meses, en esa misma medida y con un patrón de comportamiento similar el número de proyectos del portafolios también decrece como es de suponer; el modelo demuestra como resultado patrones de comportamiento similar en el sentido de menos portafolios y menos proyectos del portafolio. Luego de múltiples iteraciones el sistema equilibra sin oscilaciones.

En una valoración adicional incorporando el nivel de producción, en la gráfica 2 se observa un impulso creciente de la producción (línea verde) desde los niveles actuales de casi 5000 toneladas hasta más allá de las seis mil toneladas al termino de simulación, es de suponer que mientras más proyectos se generen más perspectivas de crecimiento de producción habrá, y se observa un crecimiento consistente y sostenido hasta niveles más apropiadas desde el mes 10 es decir el impacto en la producción consecuencia de los proyectos se refleja casi al término del primer año vale decir en el corto plazo.



Gráfica 2.- Ensayo de simulación Número 1.2
 Fuente: El Autor

El nivel de productividad se observa en la gráfica 3, ubicándose esta dentro de un rango entre cero y uno; observándose que la productividad incrementa y se estabiliza en el máximo en el mes 10 es de esperarse ese comportamiento dado que no se han introducido variaciones de fuerza la laboral que reajusten el estándar establecido



Gráfica 3.- Ensayo de simulación Número 1.3
 Fuente: El Autor

Los gerentes de proyectos que simulen en esta condición podrían explorar los efectos de cambiar algunas variables para aliviar ciertos problemas, tales como mejoramiento en producción o el reajuste en tasa de productividad, y comprender un poco mejor la relación entre portafolio, proyectos y producción

6. Aportes de la investigación y conclusiones

Esta tesis aporta valor esencialmente desde dos perspectivas. Primero, se demuestra la utilidad de la dinámica de sistemas para manejar problemas complejos, como es el caso del objeto de estudio de esta tesis doctoral, en la que no existen soluciones universales. Es un laboratorio virtual

para estudiar tendencias, para ensayar diferentes estrategias reforzando así el proceso del aprendizaje. Al mismo tiempo es una metodología que facilita la comunicación y el debate de los elementos clave de la gestión estratégica de proyectos. En definitiva, es una herramienta que ayuda a la toma de decisiones y al alineamiento de la organización.

En segundo lugar, el estudio se orientará a realizar un aporte en la base técnico–científica del país, incorporando el pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas a los currículos de Ingeniería Industrial.

Quedan fuera del alcance de esta tesis las pruebas de evaluación del aprendizaje a nivel organizacional. La experimentación e implementación de las diferentes estrategias posibles resultantes de la aplicación del modelo, por tanto, se dejan para el usuario final y/o para posteriores investigaciones.

7. Referencias

- Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Chichester: J. Wiley.
- Checkland, P. y Jim S. (1990). *Metodología de los sistemas suaves en acción*. Toronto, John Wiley e hijos.
- Checkland, P., y Poulter, J. (2006). *Learning for action: a short definitive account of soft systems methodology and its use for practitioner, teachers, and students*: Wiley.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. The M.I.T. Press, Cambridge, MA, 484 pp.
- Forrester J., Senge P. (1980). "Tests for Building Confidence in System Dynamics Models". *TIMS Studies in Management Science*, Vol. 14, pp. 209-228
- Senge, P., Kleiner, A., Roberts, C. y Ross, R. (1995). *La quinta disciplina en la práctica*. Barcelona Ed. Granica.
- Sterman J.D. (2000). "Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World". Irwin/McGraw-Hill, Boston.

Sobre los autores

- **Carmelina Rosario Cadenas Anaya**: Ingeniero Industrial, Magister en Gerencia de Proyectos, Doctorante de Ciencias de la Ingeniería de Universidad Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Profesor de Planta Universidad Manuela Beltrán. carmelinacadenas@gmail.com
- **Wilfredo Guaita**: Ingeniero Industrial, Magister en Administración de la Producción, Doctor en Administración de Empresas de Universidad Politécnica de Madrid. Vicerrector Universidad de Guayana. wguaita@hotmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)