

Modelo de simulación para el manejo de un laboratorio de análisis químico para la minería del cobre

César Gutiérrez Correa
cesar.a.gutierrez@gmail.com



<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>
Vensim <http://www.atc-innova.com/>





UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

MBA

MÓDULO: TOMA DE DECISIONES JERARQUIZADA

USM

Profesor:
MARTIN, Juan

Integrante:
GUIÉRREZ CORREA, César
cesar.a.gutierrez@gmail.com

Julio, 2015

ÍNDICE

1.0	ANTECEDENTES GENERALES	3
2.0	DESARROLLO DEL MODELO	3
2.1	NIVELES.....	3
2.2	VARIABLES	4
3.0	DIAGRAMA.....	9
4.0	EVALUACIÓN DEL MODELO.....	10
5.0	CONCLUSIONES	13

1.0 ANTECEDENTES GENERALES

En el presente informe se plantea un modelo simple de manejo de un Laboratorio de producción enfocado en la prestación de servicios de análisis químico para la gran Minería del Cobre. Dicho modelo se enmarca en la determinación del elemento Cobre en muestras geológicas.

Aquí se establecen las variables y niveles más importantes para la ejecución de las actividades, considerando como elementos preponderantes para la gestión del Laboratorio, los costos totales, ingresos totales y margen operacional.

Las problemáticas asociadas a este tipo de actividad, se encuentran relacionadas con los elevados volúmenes de producción y la alta volatilidad de los requerimientos por parte de los clientes, es decir, a cambios bruscos en la demanda del mercado, que requieren de una buena gestión de las operaciones en relación al N° de profesionales que participan de los procesos, a la evaluación de la capacidad instalada existente, a la capacidad de procesamiento, a la optimización de los tiempo de flujo de los procesos y a la evaluación del efecto que estas tienen en el margen operacional.

Este modelo se encuentra enfocado en facilitar el manejo generencial del área, de modo de optimizar las variables para maximizar el margen operacional.

2.0 DESARROLLO DEL MODELO

2.1 NIVELES

2.1.1 MARGEN OPERACIONAL:

Dentro del modelo propuesto se encuentra un nivel denominado como margen operacional, el cual se encuentra relacionado con las utilidades generadas en el periodo como resultado del ejercicio.

$$\text{Margen operacional} = \text{Ingresos Totales} - \text{Costos Totales} \quad (1)$$

Unidad: CLP/mes

2.2 VARIABLES

2.2.1 INGRESOS TOTALES:

Corresponde al total de ventas generadas durante el periodo.

$$\text{Margen operacional} = \text{Ventas Totales} \quad (2)$$

Unidad: CLP/mes

2.2.2 VENTAS TOTALES:

Corresponde a la valorización del N° de muestras a procesar en relación al valor unitario por muestra.

$$\text{Ventas Totales} = \text{Muestras a Procesar} * \text{Valor Unitario} \quad (3)$$

Unidad: CLP/mes

2.2.3 VALOR UNITARIO:

Corresponde al precio de venta unitario por concepto de análisis químico, el cual posee un valor de \$ 8.016 por muestra. Tomando en consideración las proyecciones del mercado, se establecen dos aumentos del precio.

$$\text{Valor Unitario} = 8016 + \text{STEP}(1000,12) + \text{STEP}(1000,24) \quad (4)$$

Unidad: CLP/muestra

2.2.4 MUESTRAS A PROCESAR:

Corresponde al N° real de muestras que serán procesadas en el laboratorio, considerando la capacidad de procesamiento del laboratorio y la demanda del mercado.

$$\text{Muestras a Procesar} = \text{IF THEN ELSE}(\text{Demanda} > \text{Capacidad procesamiento}, \text{Capacidad procesamiento}, \text{Demanda}) \quad (5)$$

Unidad: muestra/mes

En este se establece una condición que dice relación con que si la demanda de mercado es mayor que la capacidad de procesamiento del laboratorio, el N° de muestras a procesar, se encontrará dada por la capacidad del laboratorio, quedando de esta forma una demanda insatisfecha. En el caso contrario se considerará la demanda.

2.2.5 DEMANDA:

Corresponde al N° de muestras asociadas a servicios solicitados por los clientes para un periodo determinado (también se podría considerar como la proyección de demanda). En este caso en particular se considero como una constante.

$$Demanda = 15.000 \quad (6)$$

Unidad: muestra/mes.

2.2.6 CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO:

Corresponde al N° real de muestras que pueden ser procesadas en el laboratorio, considerando la capacidad instalada y la productividad del personal.

$$Capacidad\ de\ procesamiento = IF\ THEN\ ELSE(Capacidad\ de\ MO > Capacidad\ instalada, Capacidad\ instalada, Capacidad\ de\ MO) \quad (7)$$

Unidad: muestra/mes.

En este se establece una condición que dice relación con que si la capacidad de procesamiento de la mano de obra es mayor que la capacidad instalada del laboratorio, el N° de muestras a procesar, se encontrará dada por la capacidad instalada, quedando de esta forma capital humano disponible. En el caso contrario se considerará este último.

2.2.7 CAPACIDAD INSTALADA:

Corresponde a la capacidad de procesamiento que posee el laboratorio en función de sus instalaciones, instrumentos y ciclos productivos.

$$Capacidad\ instalada = \left(\frac{Jornada\ laboral}{Tiempo\ flujo\ proceso} \right) * Capacidad\ Placas * N^{\circ}\ Placas * 20^1 \quad (8)$$

Unidad: muestra/mes.

2.2.8 N° PLACAS CALEFACTORAS:

Corresponde a la cantidad de placas calefactoras que se encuentran disponibles para la ejecución de los trabajos. Este equipo es crítico para el desarrollo de las actividades y en el modelo corresponde a una constante.

$$N^{\circ}placas = 10 \quad (9)$$

¹ Jornadas de trabajo por mes.

Unidad: dmnl.

2.2.9 CAPACIDAD DE PLACAS:

Corresponde a la capacidad de procesamiento que poseen las placas calefactoras que se encuentran disponibles para la ejecución de los trabajos.

$$\text{Capacidad de placas} = 35 \quad (10)$$

Unidad: muestra.

2.2.10 JORNADA LABORAL:

Corresponde a la jornada ordinaria establecida por contrato para el personal del laboratorio, que en este caso se encuentra asociada a una jornada de 9 horas diarias, con 20 días de trabajo.

$$\text{Jornada laboral} = 9 \quad (11)$$

Unidad: hrs.

2.2.11 TIEMPO DE FLUJO DEL PROCESO:

Corresponde al tiempo de proceso establecido para la determinación de Cobre en muestras geológicas. En el modelo esto se encuentra simplificado, ya que, no contempla las variaciones por concepto de unidad marginal adicional.

$$\text{Tiempo de Flujo del proceso} = 3 \quad (12)$$

Unidad: hrs.

2.2.12 CAPACIDAD DE MO:

Corresponde a la capacidad de procesamiento del grupo de trabajo del laboratorio en función de la cantidad de profesionales, jornada laboral y tiempo de flujo del proceso.

$$\text{Capacidad de MO} = \left(\frac{\text{Jornada laboral}}{\text{Tiempo flujo proceso}} \right) * N^{\circ} \text{ Químicos A} * 100^2 * 20^3 \quad (13)$$

Unidad: muestra/mes.

2.2.13 N° QUÍMICOS A:

² N° de muestras que puede procesar un Químico en un tiempo de 3 hrs (tiempo flujo proceso).

³ Jornadas de trabajo por mes.

Corresponde a la cantidad de Químicos A que se encuentran disponibles para la ejecución de los servicios.

$$N^{\circ} \text{ Químicos A} = 6 \quad (14)$$

Unidad: dmnl.

2.2.14 COSTOS FIJOS:

Corresponde a los costos fijos asociados al Laboratorio.

$$\text{Costos fijos} = (N^{\circ} \text{ Químicos A} * \text{Salario QA}) + (N^{\circ} \text{ Supervisores} * \text{Salario Sup.}) + \text{Gastos Generales} \quad (15)$$

Unidad: CLP/mes.

2.2.15 SALARIO QA:

Corresponde al salario mensual que perciben los Químicos A que conforman el equipo de trabajo.

$$\text{Salario QA} = 650.000 \quad (16)$$

Unidad: CLP/mes

2.2.16 N° SUPERVISORES:

Corresponde a la cantidad de supervisores encargados de controlar la producción.

$$N^{\circ} \text{ Supervisores} = 1 \quad (17)$$

Unidad: dmnl.

2.2.17 SALARIO SUP:

Corresponde al salario mensual que perciben los Supervisores que conforman el equipo de trabajo.

$$\text{Salario QA} = 850.000 \quad (18)$$

Unidad: CLP/mes.

2.2.18 GASTOS GENERALES:

Gastos generales asignados por la compañía a las áreas operativas y que corresponden a un 10% de los ingresos totales.

$$\text{Gastos Generales} = \text{Ingresos Totales} * 0.1 \quad (19)$$

Unidad: CLP/mes.

2.2.19 COSTOS DE MARKETING:

Corresponden a los costos asignados a difusión, promoción y estudios de mercado.

$$\text{Costos de Marketing} = \text{Ingresos Totales} * 0.05 \quad (20)$$

Unidad: CLP/mes.

2.2.20 COSTOS DE NO CALIDAD:

Corresponden a los costos generados como consecuencia de desviaciones en la calidad del proceso. De acuerdo con antecedentes estadísticos este llega a ser un 3% ventas totales.

$$\text{Costos de no calidad} = \text{Ventas Totales} * 0.03 \quad (21)$$

Unidad: CLP/mes.

2.2.21 COSTOS VARIABLES:

Corresponden a los costos variables generados en la producción.

$$\text{Costos variables} = \text{Costo Unitario} * \text{Muestras a procesar} \quad (22)$$

Unidad: CLP/mes.

2.2.22 COSTO UNITARIO:

Corresponde al costo unitario por muestra. Esta es una simplificación del costo de materia prima directa y gastos directos de producción y se encuentra valorado en \$3500 por unidad. También se ha considerado una optimización de costos para el segundo año de producción por un valor de \$750.

$$\text{Costo Unitario} = 3500 - \text{STEP}(750,24) \quad (23)$$

Unidad: CLP/mes.

3.0 DIAGRAMA

En la figura 1, se presenta el diagrama del modelo establecido para la gestión del laboratorio de producción.

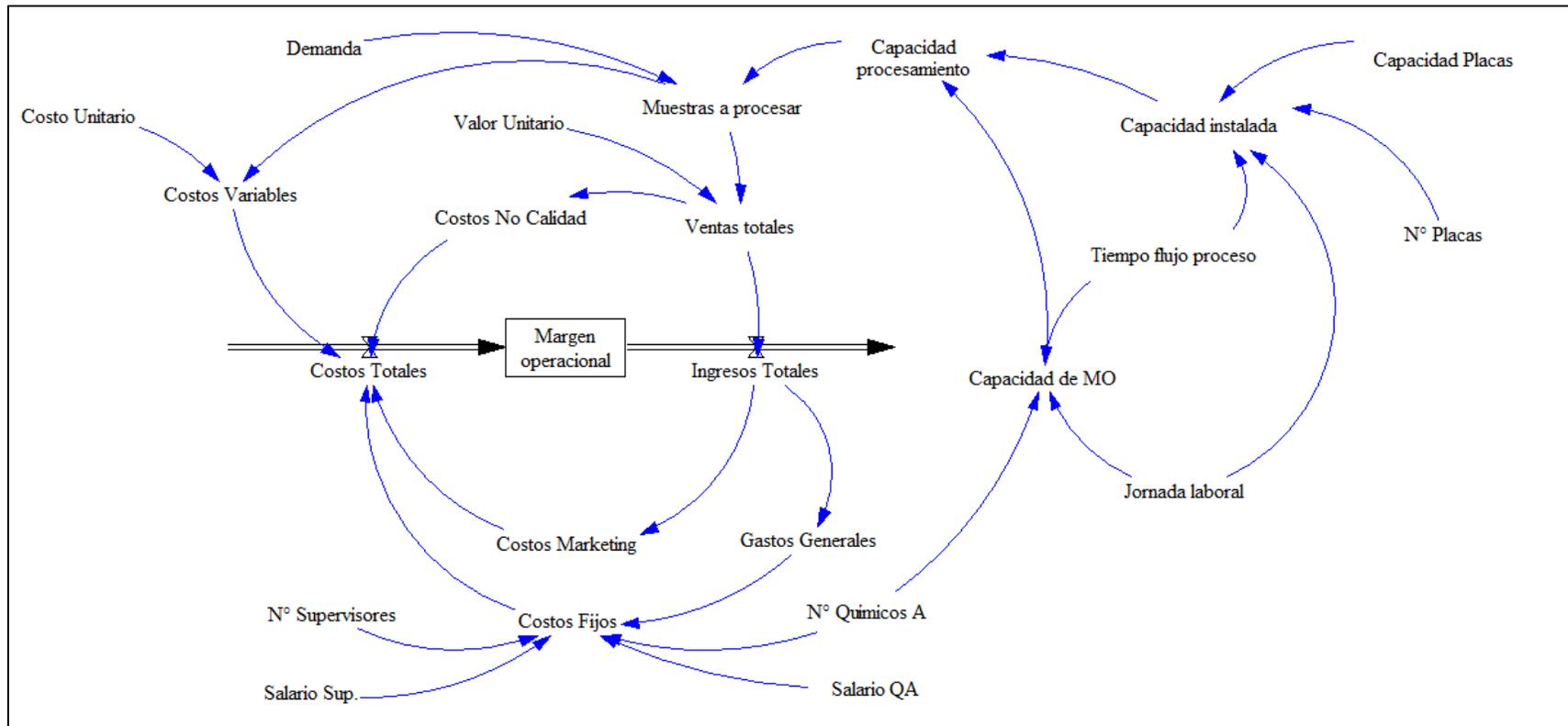


Figura 1. Modelo de Gestión de Laboratorio.

4.0 EVALUACIÓN DEL MODELO

Tomando en consideración el modelo propuesto, es posible apreciar los efectos que poseen las distintas variables en los ingresos y costos totales del laboratorio. En la figura 2, se presenta el gráfico de ingresos y costos totales en el tiempo.

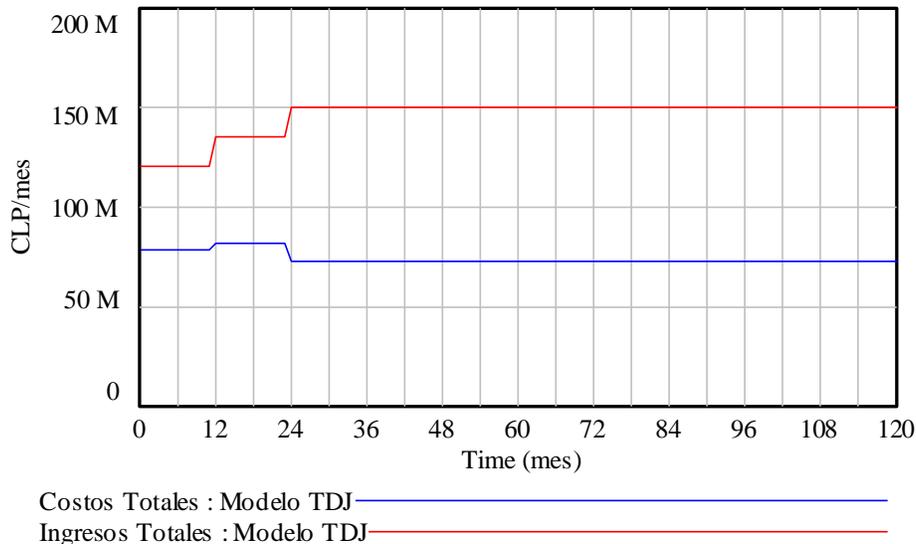


Figura 2. Ingresos y costos totales.

A partir del gráfico obtenido es posible identificar que durante el primer año el margen de operación es muy estrecho, como consecuencia de los elevados costos, sin embargo, a partir del segundo año los aumentos en el precio y la disminución de los costos como resultado de la optimización de los procesos, generan un aumento en el margen operacional.

Al realizar una evaluación de la capacidad de procesamiento del laboratorio (en las condiciones actuales), tanto la capacidad instalada, como la capacidad de mano de obra, se encuentran sobreestimadas en relación a la demanda real del mercado, lo que puede ser observado a partir de la figura 3.

Para poder maximizar las utilidades considerando los antecedentes antes expuestos, es posible realizar las siguientes acciones:

- A) Disminuir la dotación de personal hasta el punto en que logremos ajustar la capacidad productiva del laboratorio con la demanda real (lo que generará una disminución de los costos fijos) o disminuir la dotación en un porcentaje dado

para mantener un margen de acción y así tener capacidad para capturar una mayor participación de mercado, sin generar grandes excesos de dotación (todo esto acompañado por una estrategia agresiva de expansión, que presente rendimientos en el mediano plazo).

- B) Disminuir el N° de placas calefactoras de modo de disminuir los costos de mantenimiento. Otra alternativa es ajustar la capacidad instalada con la capacidad de mano de obra, de modo de aprovechar una nueva participación de mercado, sin mantener excesos.
- C) Generar una estrategia de Marketing agresiva con características de retador, de modo de capturar una mayor participación del mercado, con el propósito de aumentar los márgenes de ganancia de la compañía, considerando la capacidad existente en el laboratorio.

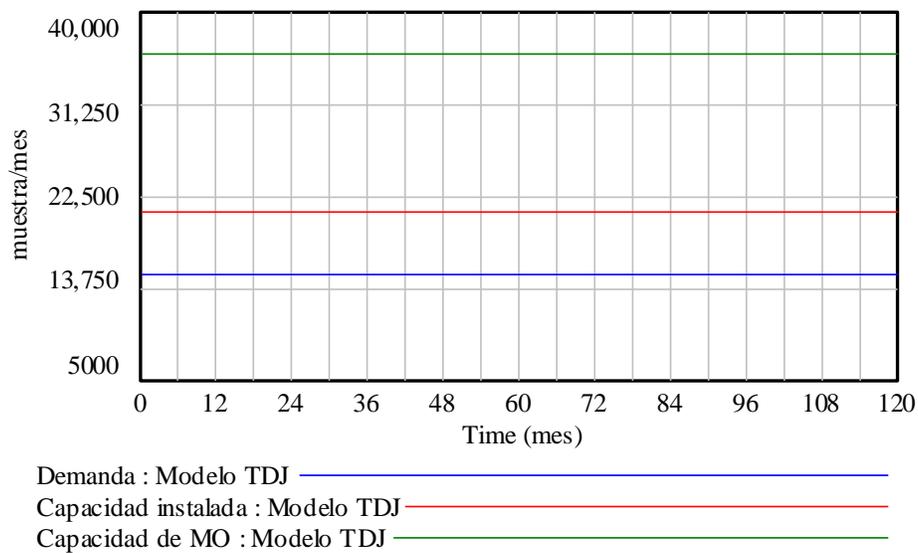


Figura 3. Evaluación de la demanda, capacidad instalada y capacidad de mano de obra.

En la figura 4, se presentan las variaciones del modelo considerado algunas modificaciones en las constantes establecidas (variables):

- Disminución de la dotación de 6 a 3 Químicos A.
- Disminución de 10 a 9 placas calefactoras.
- Aumento de las proyecciones de demanda en un 20% de 15.000 a 18000 muestras/mes, como resultado de la estrategia de marketing propuesta.

Aquí se observa que con la nueva configuración la demanda real y la capacidad de mano de obra calzan perfectamente, maximizando de esta forma la utilización de los recursos disponibles. Además, la capacidad instalada se encuentra por sobre el valor de las otras dos variables, permitiendo de esta forma mantener un margen de acción frente a alzas no planificadas de la demanda, las cuales podrían ser cubierta con el mismo personal mediante horas extras.

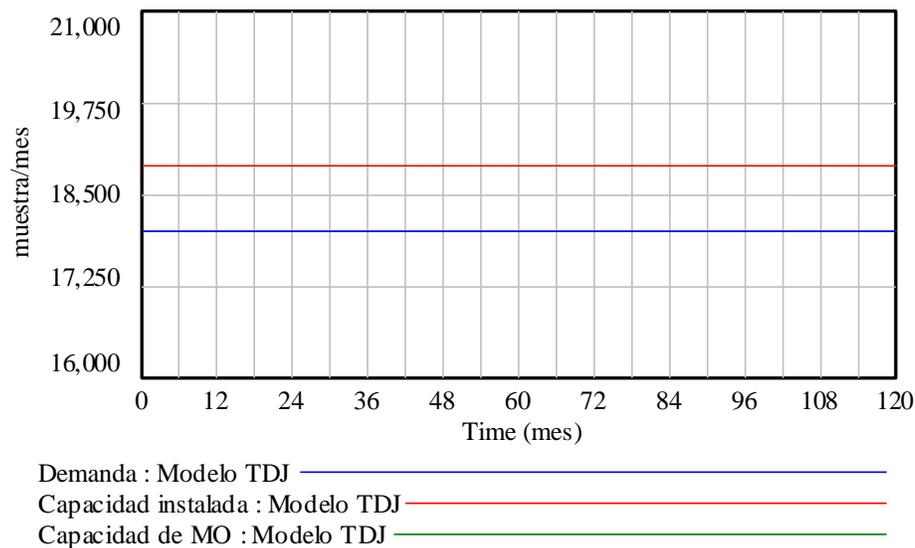


Figura 4. Evaluación de la demanda, capacidad instalada y capacidad de mano de obra, luego de la aplicación de las modificaciones propuestas.

Las modificaciones propuestas no solo permiten maximizar la utilización de los recursos disponibles, sino que también permiten aumentar de forma significativa el margen operacional del laboratorio, es decir con un aumento de solo un 20% de la demanda del mercado, sumado a la disminución de la dotación de personal y placas calefactoras, es posible obtener un margen operacional mas alto. Esto se ve reflejado a partir de la figura 5.

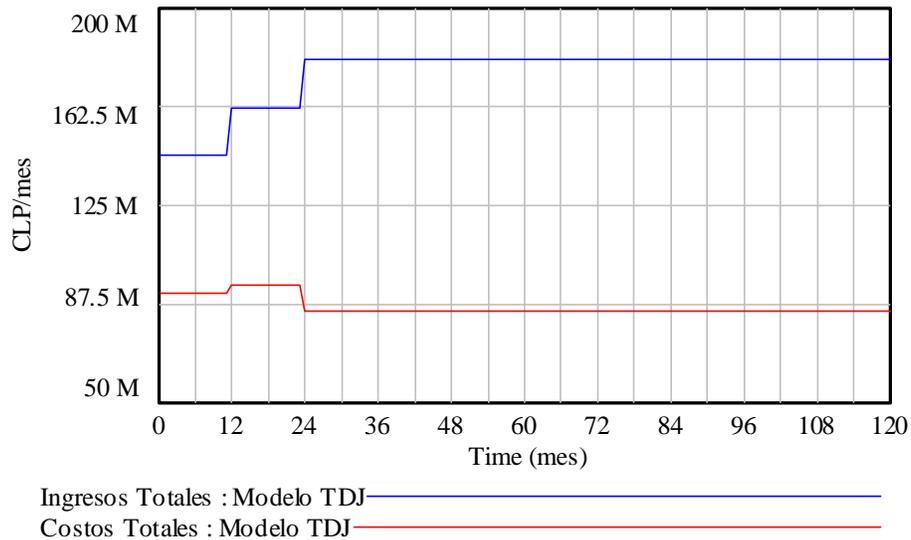


Figura 5. Ingresos y costos totales, luego de modificaciones.

5.0 CONCLUSIONES

El modelo propuesto permite visualizar la interacción de las distintas variables en el desarrollo de las actividades del laboratorio y la manera en la que estas afectan al resultado operacional del mismo.

Mediante las modificaciones propuestas, fue posible optimizar la utilización de los recursos, permitiendo un ajuste perfecto entre la demanda real del mercado y la capacidad de procesamiento del laboratorio, además de aumentar el margen de operación como consecuencia de una disminución de los costos asociados.

Dinámica de Sistemas

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>



Vensim

<http://www.atc-innova.com/>

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



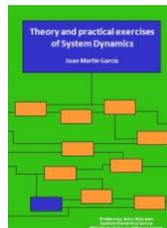
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)