

**LA PLANEACIÓN AGREGADA ANALIZADA DESDE EL ENFOQUE
DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS**

JUAN CARLOS VERGARA SCHMALBACH*
VÍCTOR MANUEL QUESADA IBARGÜEN**
MELISSA MANGA ALTAMAR***
VANESSA RESTREPO TORRES***
MARIO GUARDO VEGA***

Recibido 22 de Julio de 2009/Enviado para Modificación 19 de Octubre de 2009/Aceptado 14 de Noviembre de 2009

RESUMEN

El reciente interés que ha despertado la dinámica de sistemas como método para analizar los sistemas de producción a partir de la modelación de sistemas simplificados, ha permitido a investigadores probar diferentes estrategias aplicables en la planificación de la producción. En este artículo se muestra la utilidad de la dinámica de sistemas como herramienta para modelar sistemas de producción, aplicándola al desarrollo de un caso de planeación agregada. La ilustración del proceso y explicación de los resultados brindan al lector la posibilidad de comprender la importancia de esta herramienta en el análisis de situaciones reales para la toma de decisiones en entornos productivos.

Palabras Clave: *Análisis dinámico, Producción, Capacidad, Métodos de Simulación*

Clasificación JEL: *C15, C61, D24*

ABSTRACT

The recent interest shown the system dynamics as a method to analyze production systems from the simplified model has enabled researchers to test different

* Programa Administración Industrial Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Cartagena. Correo Electrónico: juancarlosvergaras@yahoo.com.mx / Page: <http://juancarlosvergara.50webs.org>

** Programa de Administración Industrial Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Cartagena. Líder del Grupo de Investigación Métodos Cuantitativos de Gestión. Correo Electrónico vique54@une.net.co

*** Estudiantes programa Administración Industrial. Semillero Métodos Cuantitativos de Gestión.

strategies applied in the production planning. This article demonstrates the usefulness of system dynamics as a tool for modeling production systems, applied to the development of a case of aggregate planning. The illustration of the process and explanation of the results provide the reader can understand the importance of this tool in analyzing real situations for decision making in production environments.

Key Words: *Dynamics analysis, Production, Working Capacity, methods of simulation*

JEL Classification: *C15, C61, D24*

INTRODUCCIÓN

La Dinámica de Sistemas (DS), es un método que ayuda en el análisis de sistemas complejos, que a partir de aplicaciones informáticas, se pueden realizar simulaciones y proyectar escenarios de los mismos. Este artículo muestra al lector, un ejemplo claro de aplicación de la DS para el análisis y la planeación de procesos productivos.

Como primera parte, se comenzará con una introducción a la DS, recorriendo los conceptos en el campo de los sistemas de producción y sus aplicaciones. Luego se procederá a detallar la planeación agregada, herramienta para la planeación de la producción a corto o mediano plazo, visualizándola a través de la DS mediante un caso de proyección de la producción a varios meses, finalizando en las conclusiones a partir de los resultados de un modelo simulado.

LA DINÁMICA DE SISTEMAS

La DS, tiene su origen en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) en el año 1956 con el profesor Jay Forrester (1).

Es una disciplina que estudia cómo los sistemas evolucionan con el tiempo (1) y cómo actuar en éstos sin causar efectos laterales contradictorios (2), convirtiéndose en un método multidisciplinario empleado para describir, simular, modelar y perfeccionar el aprendizaje de sistemas complejos lo cual es de gran importancia para la gestión empresarial.

El vocablo sistema hace alusión a algo que se percibe como una identidad que lo distingue de lo que la rodea, y que es capaz de conservar esa

identidad a lo largo del tiempo y bajo contextos cambiantes, en tanto que dinámica se refiere a que las distintas variables que se pueden asociar a sus partes sufren cambios a lo largo del tiempo, como consecuencia de las interacciones que se producen en ellas.

La estructura de un sistema dinámico está formada por cuatro elementos básicos: los niveles, que son acumulaciones en el sistema a través del tiempo; los flujos, que definen el presente y representan la actividad; las funciones de decisión, que son las ecuaciones que determinan el flujo y la información como base para la toma de decisiones. Esta última se tiene al inicio del sistema y, además, se va generando con el tiempo (1). De otro lado se tienen las variables auxiliares cuyo papel auxiliar consiste en colaborar en la definición de las variables de flujo y en documentar el modelo haciéndolo más comprensible (3).

Además, dentro de los sistemas dinámicos se encuentran los diagramas causales, los cuales permiten al analista comunicar rápidamente la percepción estructural del sistema, basado en el modelo (4), dado por la especificación de las variables y la relación de cada par de variables (5).

Respecto a las variables de estos diagramas cabe destacar que las endógenas afectan al sistema pero éste en sí las provoca, mientras las exógenas lo afectan sin que éste las genere (3). Los lazos realimentados constituyen otro de los componentes del modelo, los cuales están formados por bucles, es decir, por cadenas cerradas de relaciones causales, donde una acción ejecutada por o sobre un elemento del bucle se propaga por el mismo de manera que tarde o temprano esa acción repercute sobre sus propios valores futuros (3), en este sentido existen dos tipos de lazos, los positivos ocurren cuando un cambio que se propaga en un sistema produce más cambio en la misma dirección, y los negativos que producen cambios en dirección contraria, por lo que tienden a estabilizar el sistema (1).

En este orden de ideas, los diagramas Forrester son representaciones de los sistemas como conjunto de variables y relaciones entre ellas (3), que dicho en otras palabras, es una traducción del Diagrama Causal a una terminología que facilita la escritura de las ecuaciones en el ordenador (1).

Las aplicaciones de los sistemas dinámicos son muy amplias y pueden ser útiles en cualquier sistema dinámico multidisciplinario que posea una escala de espacio y tiempo; ejemplos de campos de aplicación: planeación estratégica y corporativa, desarrollo de procesos de negocios, administración pública y política, modelado biológico y médico, energía y ambiente (2).

LA PLANEACIÓN AGREGADA

La planeación agregada denominada también planeación combinada se refiere a un plan de producción a mediano plazo, hasta aproximadamente 12 meses hacia futuro (6), que busca satisfacer la demanda agregada de un grupo de productos (7).

La planeación consiste en determinar objetivos y formular políticas, procedimientos y métodos para lograrlos. Mientras que el término agregada se refiere a que esta planeación se realiza para una sola medida general de producción, o para algunas categorías de productos acumulados (6).

Los objetivos básicos que busca la planeación agregada son: minimizar costos de mano de obra, minimizar perjuicios por posesión de inventarios, maximizar la estabilidad laboral, maximizar el control sobre la producción, maximizar el cumplimiento de pedidos, minimizar el uso de tiempo extra e incurrir en tiempo ocioso (8). Para lograr dichos objetivos la planeación agregada debe evaluar las opciones de decisión, que pueden basarse en las variables que modifican la oferta: contratación, despidos, uso de mano de obra temporal, uso de inventarios, subcontratistas, uso de tiempo extra, y/o en las variables que modifican la demanda: precios, publicidad, desarrollo de productos complementarios (6).

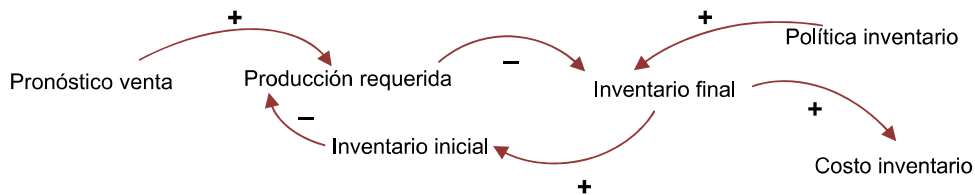
Existen dos estrategias puras (extremas), y diversas combinaciones de éstas para satisfacer las fluctuaciones de la demanda a través del tiempo; la primera es la estrategia de nivelación, la cual fija la fuerza de trabajo regular usando una de las variables ya mencionadas, y la segunda denominada estrategia de adaptación (caza), es aquella donde la fuerza de trabajo absorbe todos los cambios de la demanda; mezclando estas estrategias puras se obtienen las distintas estrategias mixtas (6).

La planeación agregada es uno de los aspectos en los que los investigadores de operaciones, más tiempo y recursos han invertido a través del tiempo, ya que ésta se considera de gran importancia para la toma de decisiones (8).

Las variables que intervienen en el proceso de planeación agregada guardan ciertas relaciones que se detallan a continuación: Si el pronóstico de venta aumenta se necesita producir mayor cantidad, identificando una relación positiva sobre la producción requerida. Un incremento en la producción requerida se traduce en una disminución del inventario final es decir se necesita sacar del inventario para satisfacer la producción. Debido a que las unidades del Inventario Final de un período pasan a ser las iniciales del siguiente, a mayor Inventario Final mayor Inventario Inicial.

De otro lado los Inventarios Iniciales disminuyen para poder suplir un aumento en los requerimientos de producción. Si la política de Inventario establece mantener un gran volumen de Inventario final, entonces un aumento del primero genera aumento en dicho inventario, lo que se traduce en mayores costos (ver figura 1).

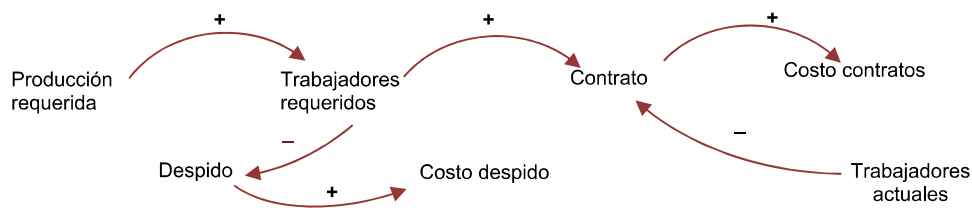
FIGURA No. 1. EFECTOS DEL VOLUMEN DE VENTAS SOBRE LA PRODUCCIÓN REQUERIDA Y EL INVENTARIO



Fuente: los autores

Un incremento en la producción requerida genera una demanda de más trabajadores, en este sentido si se requieren muchos más trabajadores se debe aumentar el número de contratos lo que es proporcional al incremento del costo de los mismos; un mayor número de trabajadores actuales tiende a reducir las necesidades de contratación. De otra parte, en la medida en que se incrementa el volumen de trabajadores requeridos para atender las necesidades de producción, los niveles de despidos bajan (ver figura 2).

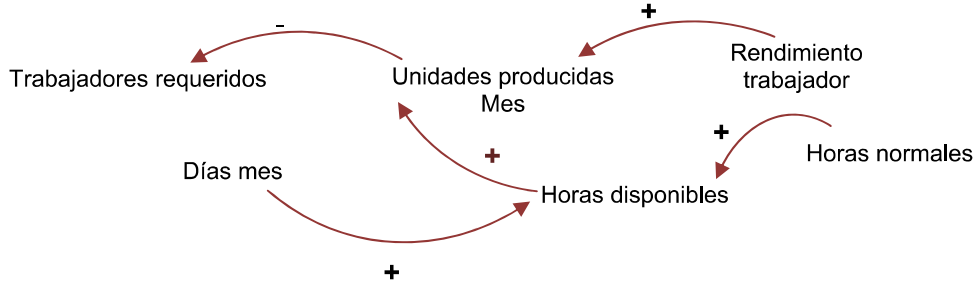
FIGURA No. 2. EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN REQUERIDA EN EL NIVEL DE CONTRATACIÓN Y DESPIDOS



Fuente: Diseño de los autores

Si el rendimiento del trabajador aumenta, las unidades producidas serán mayores, y por ende se requerirán menos trabajadores; entre las horas normales y las disponibles existe una relación directamente proporcional al igual que entre los días disponibles por mes. Entre más horas disponibles mayores unidades serán trabajadas por mes (ver figura 3).

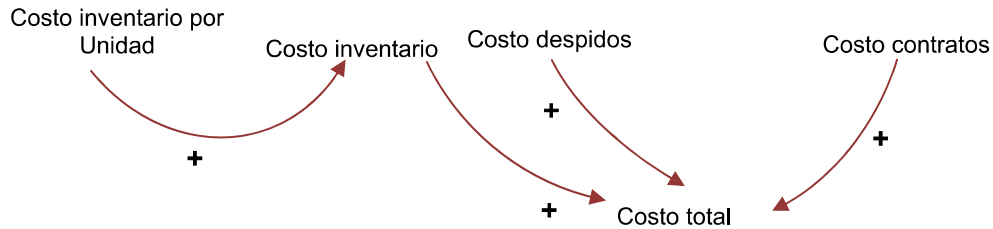
FIGURA No. 3. EFECTO DEL RENDIMIENTO DEL TRABAJADOR SOBRE LAS UNIDADES PRODUCIDAS POR MES



Fuente: Diseño de los autores

Si el costo de cada unidad en el inventario aumenta, el costo total del inventario también lo hace. Un incremento en los costos por inventario, por despido y por contrato conlleva a un incremento en los costos totales (ver figura 4).

FIGURA No. 4. EFECTO DEL CONSTO DEL INVENTARIO EN EL COSTO TOTAL DE LA ESTRATEGIA DE PLANEACIÓN AGREGADA



Fuente: Diseño de los autores

Fuente: Diseño de los autores

METODOLOGÍA Y CASO DE APLICACIÓN

Una vez descrito en detalle el sistema, se procede a construir un modelo completo del funcionamiento del mismo, identificando los requisitos en cuanto a las variables y constantes. La planeación agregada inicia con la proyección de la demanda, para luego definir la producción requerida y que esfuerzos serán necesarios para lograr alcanzar dicha producción. A continuación se expone un caso de ejemplo de una empresa que desea construir un plan agregado para los siguientes 7 meses, para una familia de productos X. La empresa dispone de datos históricos de la demanda (dos años) como se muestra en la tabla 1. La administración considerará el plan agregado utilizando la estrategia de adaptación, es decir, contratación y despidos de trabajadores cada mes según sea necesario, para cubrir la demanda.

TABLA No. 1. DATOS HISTÓRICOS DE LA DEMANDA (UNIDADES) PARA EL CASO DE EJEMPLO

MES	DEMANDA	MES	DEMANDA
1	4892	13	6559
2	5167	14	5280
3	6032	15	4141
4	5915	16	3992
5	6144	17	4892
6	6952	18	5167
7	4804	19	6032
8	5844	20	5915
9	6004	21	5828
10	6144	22	5668
11	6952	23	6167
12	6491	24	6446

Para la evaluación de dicha estrategia la empresa dispone de los datos sobre costos y recursos, que se resumen en la tabla 2:

1. Cada trabajador puede producir 10 unidades trabajando 8 horas diarias.
2. A cada trabajador se le pagan \$ 2.000 por hora.
3. Contratar a un trabajador cuesta \$1.000.000 incluyendo costos de selección, papeleos y capacitación; y cuesta \$2.000.000 despedir incluyendo todos los costos de prestaciones e indemnizaciones.
4. La política de inventario indica que se deben mantener 1000 unidades de productos en stock cada mes, y en la actualidad se cuenta con 1000 unidades.
5. El número de empleados iniciales es de 7.
6. El costo de mantener el inventario es de \$10.000 por unidad y por mes.

TABLA No. 2. DATOS INICIALES PARA EL CASO DE EJEMPLO

Inventario Inicial	1000 unidades
Política Inventario	1000 unidades
Horas/día	8 horas
Productividad/trabajador	10 unidades / hora
empleados iniciales	7 empleados
Costo despido por trabajador	\$2.000.000
costo contrato por trabajador	\$1.000.000
costo inventario por unidad/mes	\$10.000
costo hora trabajador	\$2.000

Se utilizó la prueba de bondad de ajuste usando el Stat::Fit¹, para validar el comportamiento basado en distribuciones de probabilidad que más se asemeja la variable demanda. En éste caso, se acepta que los datos históricos poseen comportamiento normal. Se procedió a simular la demanda mediante la función generadora de números aleatorios del programa VENSIM (RANDOM.NORMAL), arrojando los siguientes datos:

TABLA No. 3. DEMANDA SIMULADA PARA UN PERIODO DE 7 MESES

MES	DEMANDA (unidades)
1	5539
2	6431
3	5343
4	5941
5	4677
6	4781
7	4804

A partir de estos datos la administración evalúa la estrategia de adaptación que permite cumplir con la demanda para los próximos meses, teniendo en cuenta las siguientes variables: Demanda, inventario inicial, producción requerida, inventario final, días trabajados, total horas disponibles, empleados requeridos, empleados actuales, despidos, contratos, costo despido, costo contrato, costo inventario, costo mano de obra y costo total, para lo cual se utilizó el software VENSIM en su versión 5.9². Las siguientes líneas de programación expresan las relaciones entre variables:

Producción Requerida _i	= Demanda _i - inventario Inicial _i + inventario final _i .
Política de inventario	= 1000
Inventario Final	= Política de inventario
Inventario Inicial	= INTEGER(-Inventario inicial+Inventario Final),
initial value	= 1000
Días trabajados	= 22 + STEP (2, 2) + STEP (1, 3) + STEP (3, 5) - STEP(2, 6)
Horas días	= 8
Total horas disponibles	= Horas días*Días trabajados
Rendimiento	= 10
Trabajadores actuales	= INTEGER (-Trabajadores actuales + trabajadores requeridos),
Initial value	= 7
Trabajadores requeridos	= Producción requerida / (Rendimiento*Total horas disponibles)
Contrato	= IF THEN ELSE (Empleados requeridos>Empleados actuales, Empleados requeridos-Empleados actuales, 0)
Despido	= INTEGER(IF THEN ELSE (Empleados actuales>Empleados requeridos, Empleados actuales-Empleados requeridos, 0))
Costo despido por trabajador	= 2000000

¹Puede encontrar una versión gratuita en la página: <http://www.geerms.com/>

² Puede encontrar una versión gratuita en la página: <http://www.vensim.com/software.html>

Costo contrato por trabajador	= 1000000
Costo contrato	= Contratos*Costo contrato por trabajador
Costo despido	= Despidos*Costo despido por trabajador
Costo inventario por unidad	= 10000
Costo inventario	= Costo inventario por unidad*Inventario final
Costo por hora	= 2000
Costo mano de obra	= Empleados requeridos*Total horas disponibles*Costo hora
Costo total	= Costo contrato+Costo despido+Costo inventario+Costo mano de obra.

Al finalizar el proceso de modelado del sistema en VENSIM, resulta un diagrama forrester, donde se aprecia la relación entre las distintas variables que intervienen en la planeación (ver figura 5).

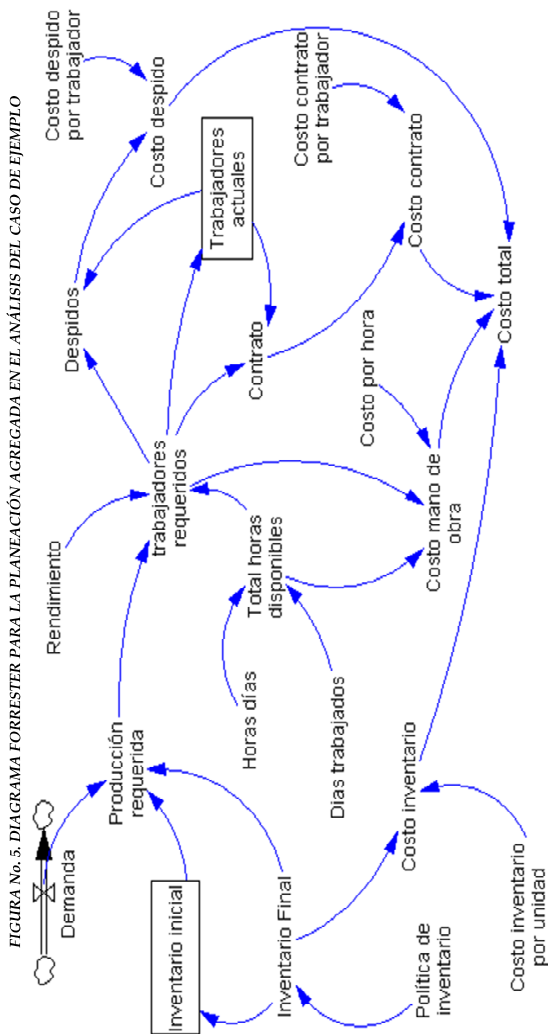


FIGURA No. 5. DIAGRAMA FORRESTER PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA EN EL ANÁLISIS DEL CASO DE EJEMPLO

Fuente: Diseño de los autores

Este modelo de ejemplo solo incluye una estrategia simplificada, basada en un nivel de producción ajustable a la demanda mediante el contrato y despido de mano de obra (fuerza laboral variable). La inclusión de variables adicionales como horas extras y subcontratación, permite robustecer el modelo, integrando distintas estrategias. En el caso analizado, se ajustará el modelo a partir de los siguientes datos (ver tabla 4).

TABLA No. 4. DATOS ADICIONALES

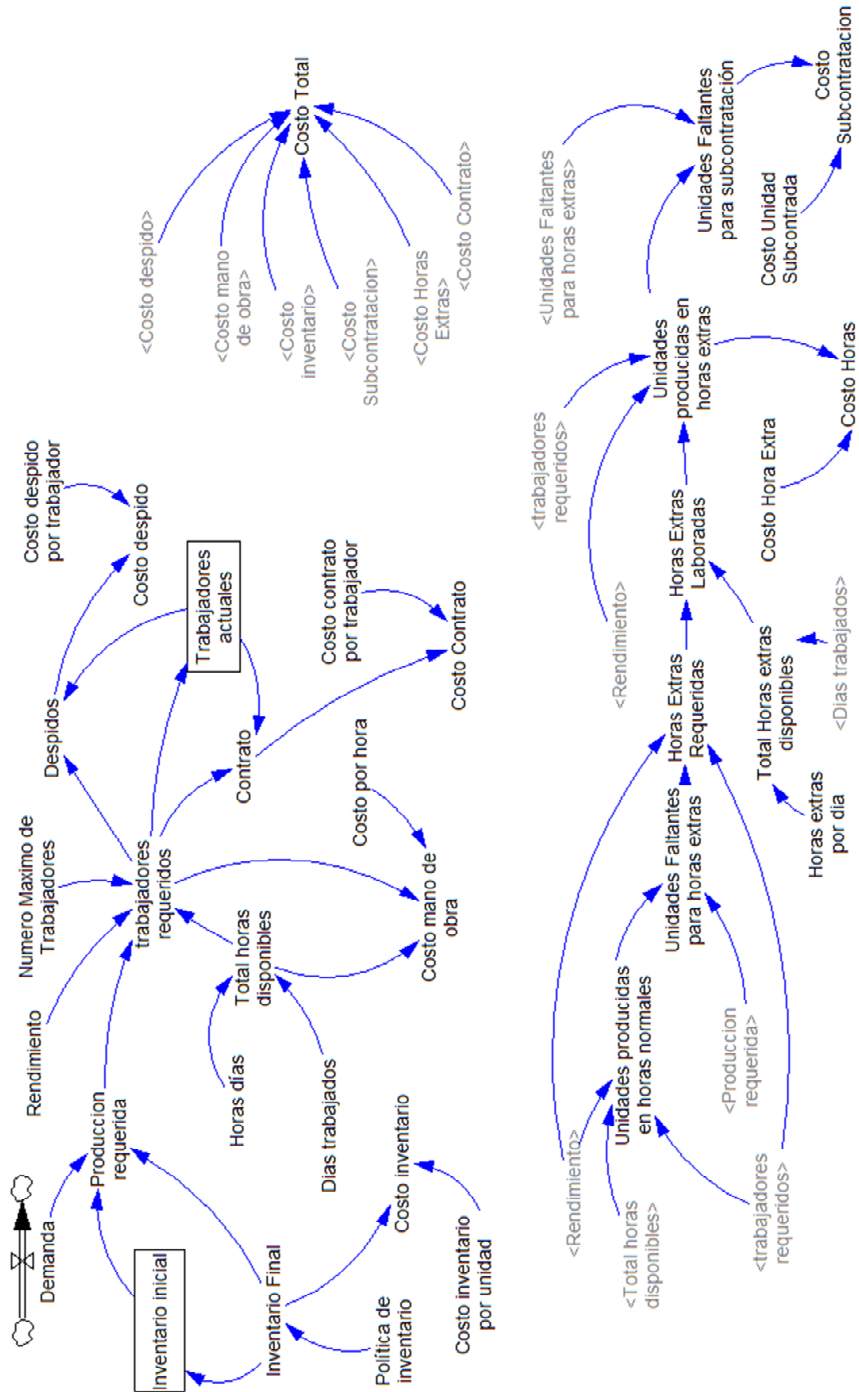
Número máximo de empleados admitidos	6 empleados
Valor horas extras	\$2.700
Número máximo de horas extras admitidas por día	2 horas
Costo unidad subcontratada	\$75.000

Se priorizaran las estrategias de la siguiente manera:

- La empresa podrá variar la cantidad de su fuerza laboral para ajustar el nivel de producción. El número máximo de empleados que puede involucrar es de 6 personas.
- En caso de que no se alcance el nivel de producción con el número máximo de empleados, se optará con la asignación de horas extras. El número máximo de horas extras aceptadas por la empresa es de 2 horas por día.
- Si las dos estrategias anteriores no cubren los requisitos de producción, la empresa podrá subcontratar las unidades de producto faltante. No existe un límite en el número de unidades a subcontratar.

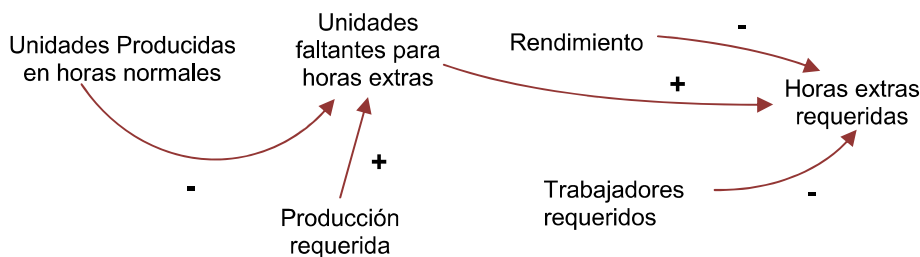
Para efectos de mostrar el uso de ambas estrategias, se optó por modificar el rendimiento por trabajador a 4 unidades terminadas por hora. En la figura 6 se muestra el diagrama completo.

FIGURA No. 6. DIAGRAMA FORRESTER PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA CON ESTRATEGIAS INTEGRADAS



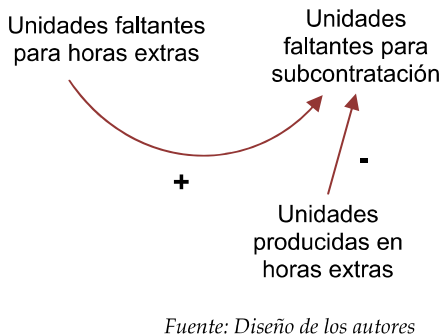
El procedimiento implica que el sistema deba reconocer si a partir de las unidades producidas en las horas normales disponibles, alcanzan a cubrir la producción requerida. Si no se producen las unidades suficientes en las horas normales establecidas, se debe pasar a la asignación de horas extras para completar la producción requerida (ver figura 7). Entre mayor sea las unidades faltantes, mayor será el número de horas extras requeridas.

FIGURA No. 7. RELACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LAS HORAS EXTRAS REQUERIDAS



De igual forma, si la producción lograda en las horas extras no cubre con la producción requerida, será necesario optar por la subcontratación de productos terminados (ver figura 8).

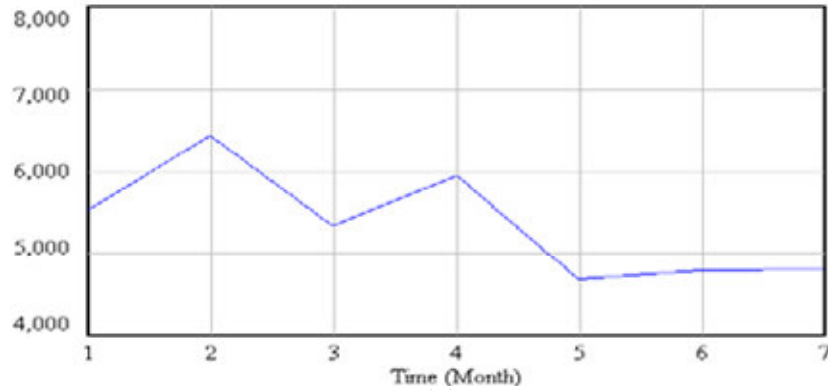
FIGURA No. 8. RELACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL TOTAL DE UNIDADES SUBCONTRATADAS



RESULTADOS

El comportamiento de las variables puede representarse a través de gráficos, donde se analizan sus variaciones a través del tiempo. La demanda muestra un comportamiento aleatorio basado en los parámetros ingresados al software para una media y desviación estándar establecidas (ver gráfico 1).

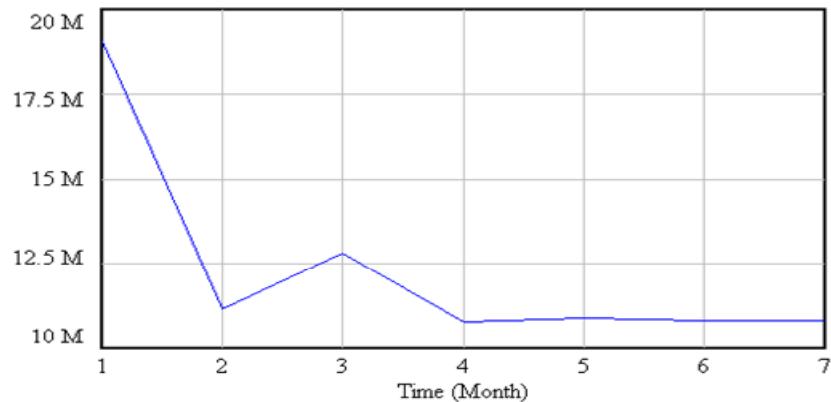
GRÁFICO No. 1. DEMANDA SIMULADA PARA UN PERIODO DE 7 MESES



Fuente: Diseño de los autores

Los costos totales más elevados, empleando solo la estrategia de contratación y despido de personal, se presentaron en los meses 1 y 3, esto se debió principalmente a los despidos que se produjeron en dichos períodos. Del mes 4 al 7 los costos totales se mantuvieron relativamente constantes (Ver gráfico 2)

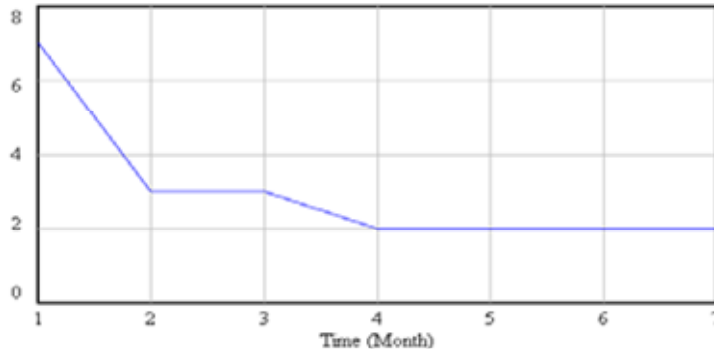
GRÁFICO No. 2. COSTO TOTAL SOLO EMPLEANDO LA ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN Y DESPIDO DE PERSONAL



Fuente: Diseño de los autores

En esa misma estrategia, en el segundo mes los trabajadores actuales disminuyen porque se necesitan menos trabajadores para la producción requerida; a partir del cuarto serían 2 trabajadores. (Ver gráfico 3).

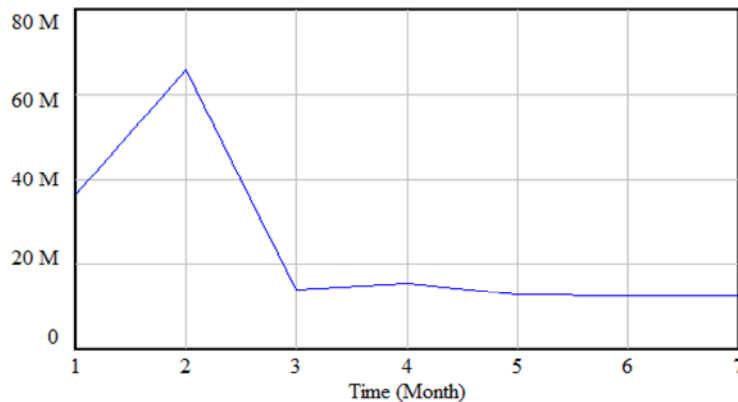
GRÁFICO No. 3. NÚMERO DE TRABAJADORES ACTUALES PARA LA ESTRATEGIA DE CONTRATACIÓN Y DESPIDO DE PERSONAL



Fuente: Diseño de los autores

Manteniendo la misma demanda, y agregando las estrategias complementarias de trabajo con horas extras y subcontratación de productos terminados, los costos totales varían considerando un aumento general de los costos (ver gráfico 4).

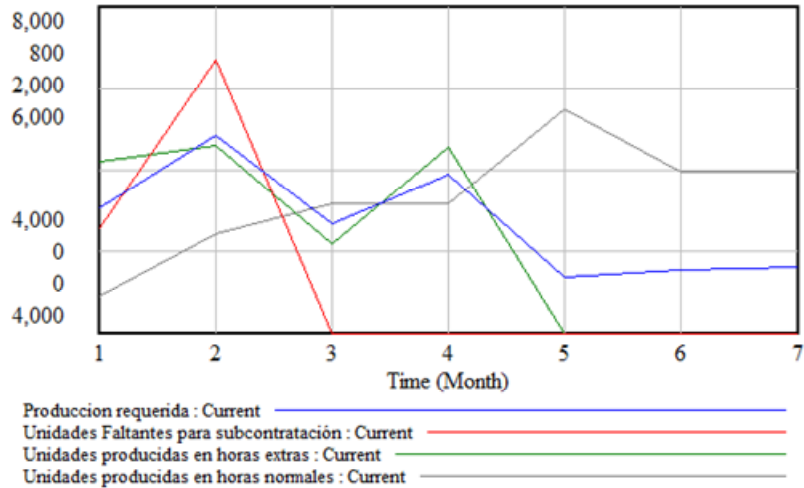
GRÁFICO No. 4. COSTO TOTAL CON LAS ESTRATEGIAS INTEGRADAS



Fuente: Diseño de los autores

En los primeros dos meses se presentan unidades producidas en horas extras y unidades subcontratadas. A partir del tercer mes, solo se recurre a las horas extras para alcanzar la producción requerida (ver gráfico 5).

GRÁFICO No. 5. UNIDADES PRODUCIDAS VS UNIDADES REQUERIDAS CON LAS ESTRATEGIAS INTEGRADAS



Fuente: Diseño de los autores

Este último modelo, incluye variables adicionales, que para el ejemplo desarrollado

CONCLUSIONES

Finalmente la dinámica de sistemas deviene como una disciplina que estudia la evolución de los sistemas a través del tiempo; busca evaluar el comportamiento de los sistemas dinámicos, y las interacciones de sus variables con el objeto de simular, describir y predecir su funcionamiento en prospectiva.

Las relaciones causales establecen las interrelaciones entre las variables del sistema; de esta manera cuando una variable afecta a la otra su efecto se propaga a través del bucle y repercute en su valor futuro.

La planeación agregada adquiere relevancia cuando establece niveles de producción generales de corto y mediano plazo con el fin de predecir comportamientos futuros hasta aproximadamente 12 meses respecto a una demanda fluctuante; así, con base en los resultados que arroja la simulación se realiza la toma de decisiones y el establecimiento de políticas especialmente en las contrataciones, despidos y mantenimiento de niveles de inventario, relacionando colateralmente la cantidad de recursos a utilizar, es decir, planea el nivel general de la producción haciendo el mejor uso posible de dichos recursos.

Entre las relaciones causales más representativas de la planeación agregada se destaca la del pronóstico de venta con todas las variables del sistema

En los procesos de simulación cobra importancia la implementación de los modelos en la computadora por eso es relevante la elección del paquete de software a utilizar. El VENSIM permite representar gráficamente el sistema general de la planeación agregada de la producción, facilitando así el estudio a través de una herramienta pedagógica interactiva de no muy alto grado de complejidad y accesible.

La simulación a través de la dinámica de sistemas, provee al campo administrativo de una herramienta importante para la evaluación de distintos escenarios que apoyen la toma de decisiones a nivel organizacional, sin necesidad de incurrir en los costos que implicaría hacerlo con el sistema real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Forrester J. (1958). Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers. *Harvard Business Review* 36 (4), 37-66.
2. Sterman, J. D. (1989). Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Dynamic Decision Making Experiment. *Management Science*, 35, 321-329.
3. Aracil, J. (1983). Introducción a la Dinámica de Sistemas. España. Alianza Universidad Textos.
4. Goodman, M. (2000). Diagramación de lazos causales. Fecha de Consulta: 15 de marzo de 2008. Disponible en: <http://tgs7233.galeon.com/lazos.htm>
5. Aracil, J. (1983). Dinámica de sistemas. ISDEFE. España. Fecha de consulta: 26 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.isdefe.es/webisdefe.nsf/0/6878CA75CB854180C12570F90036EDC2?OpenDocument>
6. Schoeder, R. (1992). Administración de operaciones, toma de decisiones en la función de operaciones, 3ª. Ed., México. Editorial Mc Graw Hill.
7. García, K. (1997). Planeación Agregada de la Producción. Extensión universitaria Itam. Fecha de Consulta: 20 abril de 2008. Disponible en: http://allman.rhon.itam.mx/~katina/AOP2/notas/PAP_al.ppt#266,2,PAP
8. Aristizabal J., Correa A., Smith R., (2002). Un enfoque de análisis multiobjetivo para la planeación agregada de producción. Fecha de Consulta: 17 abril de 2008. Disponible en: <http://209.85.165.104/search?q=cache:gw3PWTj-VqwJ:www2.unalmed.edu.co/dyna2005/141/>

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Aracil, J. D. (2000). System Dynamics Modeling: Tools for learning in a Complex World. *California Management Review* 43 (4), 8-25.

Ariel, W. (1993). El proceso de planificación, programación y control de la producción. Una aproximación teórica y conceptual. Fecha de Consulta: 17 abril de 2008, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/propla/propla.shtml>

Cacit S.A. (2001). Metodología dinámica para el análisis de sistemas sociales y económicos. Fecha de Consulta: 26 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/metodologiadinamica.htm>

Carrá, J. (2008) Pensamiento Sistémico. Fecha de Consulta: 17 marzo de 2008. Disponible en: <http://www.aprehender.net/BlogEdu/DespCarga.pdf>

Daedalus. (2008). Historia de la dinámica de sistemas. Fecha de Consulta: 26 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.daedalus.es/inteligencia-de-negocio/sistemas-complejos/dinamica-de-sistemas/historia-de-la-dinamica-de-sistemas/>.

Gulino E., Dottori C., Willis E., Vergara F. (2006). *Revista de Dinámica de Sistemas* (2) 2. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de la Plata. Fecha de Consulta 15 de marzo de 2008. Disponible en: http://dynamicsistemas.utalca.cl/Revista/Vol2Num2/Gulino_et_al_2006.pdf

Ramírez, F. (2008) Planeación. Universidad Autónoma del Estado de México. Fecha de Consulta: 17 abril de 2008. Disponible en: http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/planeacion/

Sanchez, I. (1998). Uso de la dinámica de sistemas para ilustrar los conceptos de sistema y simulación. Universidad de Málaga. Fecha de Consulta: 17 de marzo de 2008. Disponible en: http://www.ieev.uma.es/edutec97/edu97_c5/2-5-14.htm