

Los indicadores de producción - una visión sistémica -

Martín Darío Arango Serna¹, Carlos Sancho Cuenca²

¹ Doctor Ingeniero Industrial, e-mail: marango@omp.upv.es

² Doctor Ingeniero Industrial, e-mail: mli@upvnet.upv.es

Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Dpto. de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad)
Programa de Logística Industrial

RESUMEN

El modelo que se describe en este artículo, pretende medir, analizar, evaluar y plantear un mejoramiento de los procesos industriales, identificando las diferentes variables que intervienen en la gestión de la producción. Es por ello que este trabajo hace parte de una investigación empírica que viene desarrollando en el sector textil de la comunidad valenciana.

El modelo muestra de forma empírica las relaciones que existen entre, las funciones internas de la empresa en el área de la producción y su capacidad para la creación de indicadores de gestión de la producción y la dinámica empresarial como camino al mejoramiento de procesos e innovación de los mismos.

Finalmente, se muestran algunas conclusiones relevantes obtenidas en las dos primeras fases de la investigación empírica, ejecutadas hasta el momento.

Palabras clave: *Indicadores de Gestión, Producción, Control, Dinámica de Sistemas, Simulación.*

1. Introducción.

La gestión económica de las empresas es el resultado integral de la sumatoria de todas las partes que le conforman, por tanto cada uno de los subsistemas de la organización influyen en su desarrollo, tanto las variables externas relevantes como todas las actividades internas que se realizan en su interior.

Desde esta óptica resulta complejo medir, controlar y evaluar el desempeño de algunos subsistemas de la empresa con los esquemas tradicionales. Igualmente, los entornos altamente competitivos, sensibles al cambio hace que las empresas tengan mayor riesgo. Por lo que se hace necesario desarrollar estrategias globales [7] [2] que permitan integrar nuevos escenarios y facilitar la gestión empresarial.

Es por ello que se hace necesario desarrollar estrategias de control que faciliten la modelización empresarial en todas sus capas, [3] [14] garantizando que los planes de acción reflejen la causalidad de las decisiones tomadas.

El trabajo de investigación, del cual es esta la primera parte que se publica, está centrado en los indicadores de producción como elemento facilitador de la gestión empresarial desde un enfoque sistémico que permita garantizar a la empresa un despliegue efectivo de sus políticas, planes estratégicos y operativos.

Desde este punto de vista, el sistema empresarial debe contener un subsistema de control completamente alineado que acompañe el desarrollo de los planes estratégicos y este subsistema sería el de indicadores de gestión.

Dicho subsistema debe tener como objetivo facilitar a los directivos sus funciones de planificación, dirección y control, de manera continua e integral propiciando una realimentación y ajuste sobre el comportamiento de las variables críticas que hayan sido definidas previamente[3].

La implantación de sistemas de carácter interfuncional e integrado en las empresas, que se suele conocer como ERP (Enterprise Resources Planning) [3], ha facilitado por integrar en los sistemas de información empresarial módulos de control de gestión que propicien la simulación de escenarios, facilitando de esta forma la gestión estratégica de las mismas empresas, en áreas donde antes no se realizaban, de manera continua.

El análisis de indicadores tradicionalmente se ha realizado en el campo de la contabilidad y las finanzas, los cuales por tener un carácter a corto plazo, no propician análisis que faciliten la formulación de estrategias y políticas sistémicas de la empresa que añadan valor [3].

Dado lo anterior, los de indicadores de gestión deben integrar otros elementos fuera del subsistema financiero, tales como los que se encuentran presente en el subsistema productivo, comercial y logístico. De tal manera que se pueda dar una visión más sistémica a los elementos estratégicos que deben focalizarse en el logro de los objetivos y metas empresariales.

Para lo cual en la investigación se ha propuesto establecer un modelo sistémico que integre los diferentes elementos de la empresa focalizándonos en el subsistema de producción.

2. Formulación y Descripción del Modelo.

El modelo aquí planteado, se basa en la metodología de dinámica de sistemas y se utiliza en la investigación como herramienta de modelización y simulación el software de powersim.

Este modelo propuesto pretende integrar variables estratégicas del entorno económico (sector productivo al que pertenece – en nuestro caso el sector textil), con las variables internas de la empresa en el subsistema de producción. Ver figura 1.

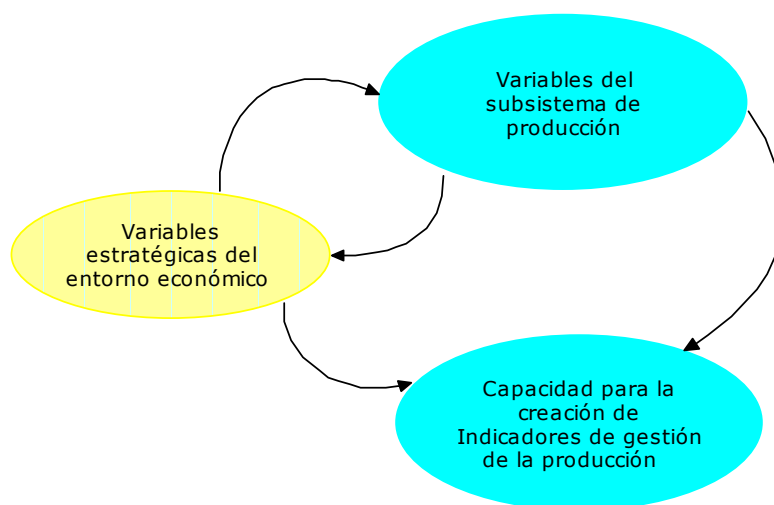


Figura 1. Modelo Conceptual inicial

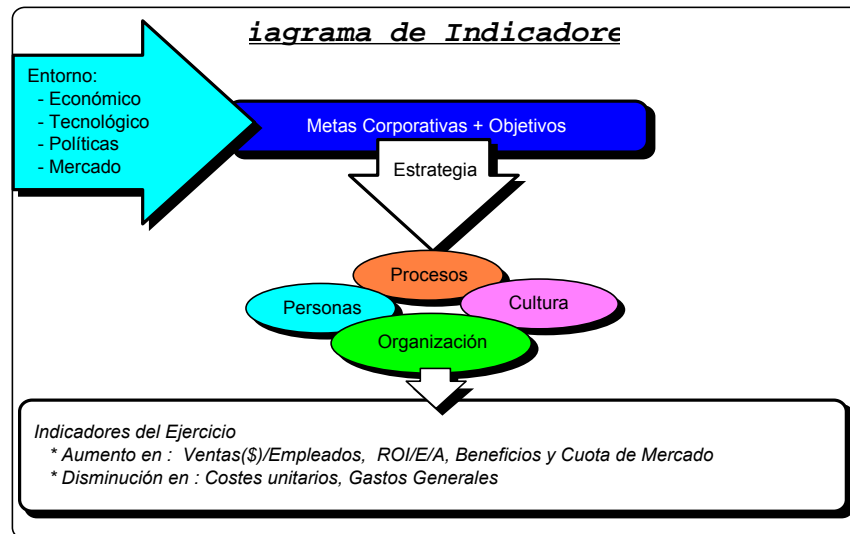


Figura 2. Diagrama Conceptual para la formulación de Indicadores

2.1 Variables estratégicas del entorno económico

En este modelo se han contemplado como variables estratégicas del entorno económico (sector empresarial) que pueden afectar directamente los indicadores de gestión del subsistema de producción las siguientes:

- *Competitividad de la empresa:* Se refiere al porcentaje de participación con que cuenta la empresa en el mercado.
- *Inversión en I+D:* La cantidad de dinero que la empresa destina a investigación y desarrollo (I+D) sobre el ingreso percibido por ventas operativas.
- *Exportaciones:* Se refiere al porcentaje de la producción industrial destinada a la exportación.
- *Proveedores:* Hace relación a la cualificación en número, a su importancia relativa para la fabricación del producto industrial y a su peso dentro del conjunto de la empresa - fiabilidad.
- *Protección ambiental:* Se refiere al tipo y cuantía destinados a programas de gestión y protección ambiental, debido a los desechos contaminantes producidos por la empresa (contaminación de aguas- productos químicos y colorantes).

2.2 Variables internas del Subsistema de Producción

2.2.1 Variables de Fabricación

Se analizan los elementos básicos del sistema productivo empleado por la empresa:

- *Tipo de fabricación:* Se refiere al sistema productivo que tiene o la combinación de los mismos en cuanto a la disposición del tipo de proceso (fabricación continua, por lotes o por proyecto).

- *Proceso de fabricación:* Se refiere al proceso básico industrial de transformación que la empresa lleva a cabo la empresa (Confección, hilatura, estampación) para la realización de sus productos.
- *Sistemas técnicos de medición del trabajo:* Se refiere al grado de utilización de métodos técnicos orientados al control y mejora de su sistema productivo (métodos y tiempos orientados a la medición del trabajo).

2.2.2 Variables de Planificación Productiva

- *Planificación de la producción:* Indica los métodos utilizados por parte de la empresa para realizar los procesos de planificación de la producción.
- *Pronóstico de los requerimientos de compras:* Se refiere a los datos utilizados por la empresa para realizar sus previsiones de materias primas, materiales y suministros de acuerdo a los previsiones de venta.
- *Programación y control de la producción:* Se refiere a los métodos cuantitativos (IO) utilizados para programar y controlar la producción.
- *Control de la calidad:* Se refiere al subsistema de gestión de la calidad basado en técnicas de control estadístico y operativo.
- *Inversión en calidad:* Se refiere a la cantidad de dinero que la empresa destina al control de calidad, en adquisición y mantenimiento de los recursos (humanos y tecnológicos).

2.2.3 Variables asociadas a la infraestructura tecnológica

En este grupo se agrupan las diferentes variables que están asociadas al diseño y fabricación desde un enfoque tecnológico (maquinaria, herramientas, materiales y equipos) que facilitan el aumento de la productividad empresarial.

- *Tipo de tecnología utilizada en los procesos:* Se refiere a si es manual, mecánica o automatizada, o bien, una combinación entre dichas modalidades.
- *Validez tecnológica:* Se refiere a la evaluación cualitativa de la maquinaria, herramientas y equipos que la empresa posee con relación a los avances tecnológicos existentes y ofertados en el mercado y que otras empresas del mismo sector productivo (competidores) poseen y les puede dar una ventaja competitiva en calidad y costes.
- *Vigilancia tecnológica:* hace referencia a las actividades formales o informales de la empresa en la consecución de información de su entorno relacionada con las nuevas tecnologías de punta.
- *Utilización de la capacidad instalada:* Es la relación existente entre la cantidad de productos producidos y el número de horas utilizadas por máquina.
- *Capacidad instalada vs. Unidades demandadas:* Representa el porcentaje de demanda de productos de la empresa que se pueden satisfacer en relación con la capacidad instalada de la misma.

- *Niveles de eficiencia de la máquina:* Es el grado en el cual la producción real que entrega la maquinaria instalada, cumple con su capacidad teórica de producción.
- *Mantenimiento preventivo para la maquinaria:* Se refiere a la cuantía y programación destinada al plan de mantenimiento preventivo.
- *Eficacia del plan de mantenimiento:* Indica el grado de cumplimiento del mantenimiento con relación al número de paradas programadas de la maquinaria por causa del plan de mantenimiento.

2.2.4 Variables asociadas al proceso logístico empresarial.

- *Compras:* Indica el nivel de control que ejerce la empresa sobre las compras de las materias primas necesarias para llevar su proceso productivo.
- *Esfuerzo en distribución:* Se refiere al control que realiza sobre los canales de distribución, para garantizar niveles eficaces de entrega.
- *Inventario promedio:* Se refiere a los niveles de inventario de materias primas, materiales y productos terminados que la empresa posee de acuerdo a sus compras y ventas.
- *Costes de inventarios:* Se refiere al sistema de costeo de inventario empleada por la empresa.
- *Sistema de información de apoyo a las decisiones:* Se refiere a la eficacia de los cifras, datos y hechos (información) que la empresa utiliza en su toma de decisiones y en el control de sus operaciones productivas.

2.2.5 Variables relacionadas con los recursos humanos.

- *Formación:* Se refiere al grado experiencial (formación educativa + experiencia laboral) de los trabajadores en relación el cargo desempeñado.
- *Capacitación y entrenamiento:* Indica la cuantía que invierte la empresa con relación a programas de capacitación y entrenamiento laboral.
- *Ausentismo:* Indica el nivel de ausentismo del personal en la empresa.
- *Rotación de personal:* Se refiere a la rotación de personal dentro de la empresa.
- *Satisfacción:* Se refiere al nivel de pertenencia que pueden tener los trabajadores en la empresa.
- *Productividad de la mano de obra:* Se refiere al nivel de eficiencia de los trabajadores, en relación con la optimización de las materias primas e insumos del proceso productivo.

3. Discusión y Experimentación del modelo

Una de las dificultades en la toma de decisiones con respecto a los indicadores productivos obedece a las limitantes la recopilación de la información y en el tiempo real para análisis y toma de decisiones [8] [9].

En la práctica se busca adaptar el modelo de indicadores de acuerdo a los sistemas y formatos de una empresa en particular del sector, capturando la información de una manera fácil y sistematizada de las bases de datos con las que cuenta la empresa, referente a su subsistema de producción, con el fin de realizar pruebas de cálculo y diseño para comprobar que funciona, y posteriormente aplicarlo como una herramienta que calcule datos confiables y que estos resultados de los indicadores sean de gran utilidad en la toma de decisiones de la compañía. [2] [5] [8] [9]

El modelo dinámico hasta el momento desarrollado de indicadores que pretende que se pueda validar y adaptar a cualquier empresa del sector, permitiendo el análisis futuro del comportamiento de las variables que contienen los indicadores en las distintas áreas. Donde los indicadores de producción se puedan calcular de forma ágil y eficaz. [1] [3]

De tal manera que se proponen entre otros los siguientes indicadores para el subsistema de producción, los cuales sirven a la empresa para buscar mejores resultados y de esta forma logra una ventaja competitiva con relación a la competencia. A continuación se confecciona la siguiente lista¹:

- Porcentaje de unidades no conformes: Unidades no conformes/unidades totales producidas
- Porcentaje de reprocesos: Unidades reprocesadas/unidades totales producidas
- Porcentaje de reprocesos por unidades no conformes: Unidades reprocesadas/unidades no conformes
- Porcentaje de cumplimiento de producción programada: Unidades totales producidas/unidades totales programadas
- Porcentaje de utilización de la capacidad instalada: Tiempo real de utilización/tiempo factible de utilización
- Producción promedio por máquina: Volumen total de producción_i/Número de máquinas_i
- Porcentaje de fallos por lotes de producción: Número de fallos/Número de lotes de producción
- Tiempo promedio de mantenimiento Número de mantenimientos/ Unidad de tiempo
- Porcentaje de devoluciones: Número de unidades devueltas/número de unidades despachadas
- Porcentaje de pedidos completados: Número de pedidos completados/total de pedidos
- Rotación de inventarios: (inventario inicial – inventario final)/periodo de tiempo
- Exactitud del inventario: VAR(\sum |inventario físico-inventario teórico|)

¹ Esta lista sin pretender ser exhaustiva, y teniendo presente que en el estudio se tiene otras, e igualmente consideramos que se puede ampliar con mas requerimientos, se ha buscado mostrar algunos indicadores genéricos a todos los sectores productivos y no reducirla exclusivamente al sector textil objeto de estudio.

- Porcentaje de devoluciones de productos por calidad alterada: $\frac{\text{Número de devoluciones por condiciones de calidad alterada}}{\text{Número de devoluciones totales}}$
- Generación de empleo: $\frac{(\text{N}^\circ \text{ empleos inicio periodo} - \text{N}^\circ \text{ empleos final de periodo})}{\text{periodo de tiempo}}$
- Porcentaje de ausentismo: $\frac{\text{H-H ausentes}}{\text{H-H programadas}}$
- Porcentaje de mano de obra capacitada: $\frac{\text{Número de empleados capacitados}}{\text{número total de empleados}}$
- Productividad mano de obra: $\frac{\text{H-H trabajadas}}{\text{H-H programadas}}$
- Accidentabilidad laboral: $\frac{\text{Número total de accidentes}}{\text{periodo de tiempo}}$
- Impacto de inversión de I+D en las ventas: $\frac{\text{Ventas antes de I+D}}{\text{ventas después de I+D}}$
- Porcentaje de la producción destinada a la exportación: $\frac{\text{Producción destinada a la exportación}}{\text{unidades totales producidas}}$
- Cuota de mercado: $\frac{\text{Ventas totales de la empresa}}{\text{ventas del sector}}$
- Impacto de inversión en programas de Inteligencia competitiva: $\frac{\text{Ventas antes de Inversión}}{\text{Ventas después de la Inversión}}$
- Ahorro tasa retributiva por control ambiental : $\frac{(\text{Tasa retributiva final} - \text{tasa retributiva inicial})}{\text{tasa retributiva inicial}}$

La aplicabilidad y la efectividad de los resultados entregados por los indicadores de producción desarrollados pueden variar de acuerdo a la tipología y estructura organizativa de la empresa y más aun del sector industrial y para ello es conveniente analizar:

- *La estructura organizativa.*
- *La concordancia del indicador con los objetivos tácticos, operacionales y estratégicos de la empresa.*
- *La cultura organizacional.*
- *Las características intrínsecas de los productos y procesos.*

En el momento que una empresa decide implanta un sistema de indicadores y en especial del subsistema de producción la información debe ser suficiente y cronológica de tal manera que sea posible y comparación y validación a través del tiempo.

Por lo cual al plantear un sistema de indicadores de gestión del subsistema de producción que modelizan los diferentes aspectos empresariales se obliga tener un enfoque sistémico, focalizándose en una serie de condiciones o características que exigen tener presente los siguientes requisitos [6] [15][16][17]:

- Facilidad en el manejo, al estar constituido por un pequeño número de indicadores de control para cada factor.
- Claridad en su estructura, integrada por indicadores concretos y no contradictorios.
- Aplicable en el subsistema de producción.
- Adaptable en función de los cambios del entorno y de las estrategias.
- Acorde a la realidad del sector, puesto que se desarrolló tomando como base el estado actual de los establecimientos productivos mediante el análisis de sus fortalezas y debilidades.

A pesar de lo anterior, la empresa de realizar un proceso de feedback continuo que permita ajusta, revisar, modificar los indicadores de acuerdo a los cambios estratégicos de la misma y del entorno empresarial al cual esta sometida.

4. Algunos resultados empíricos y conclusiones.

En este apartado nos remitiremos a los resultados empíricos (parciales) obtenidos hasta el momento en el estudio del sector textil (Alcoy- Onteniente) en la comunidad Valenciana, haciendo referencia únicamente al submodelo de estampación. Y para ello, es importante tener presente que en el proceso de modelización debe garantizar que la gestión del proceso productivo se realice de forma eficiente, alcanzando los niveles de producto terminado (m² de estampación) manteniendo el equilibrio entre los diferentes factores productivos (recursos) y la mejora productiva.

Los indicadores de gestión del subsistema productivo en este submodelo deben de reflejar la información correspondiente al proceso productivo a través del tiempo, así: nivel de stock de metros estampados, capacidad instalada, ciclo productivo, entrega de pedidos a los clientes, niveles de producción deseada, planificación de la producción, presión por horas extras, cantidad de colorante consumido y niveles de sobrante de pasta.

En el análisis de los resultados del submodelo se han aplicado los parámetros definidos en tres escenarios posibles (condiciones optimista, probables y pesimistas). Es conveniente analizar cual debe ser el comportamiento de este subsistema, antes de entrar en el estudio de las distintas simulaciones.

En la siguiente figura 3 se observan los valores que asume la variable stock de estampación, en los tres escenarios (líneas 1, 2 y 3), tienen una tendencia de mantenerse alrededor de los 293.000 m², evidenciando una estabilidad en el proceso de estampación. Y en consecuencia el producto terminado mantiene dicha tendencia (figura 4) con un retraso como resultado de las operaciones que se realizan entre la estampación y la entrega del producto al cliente.

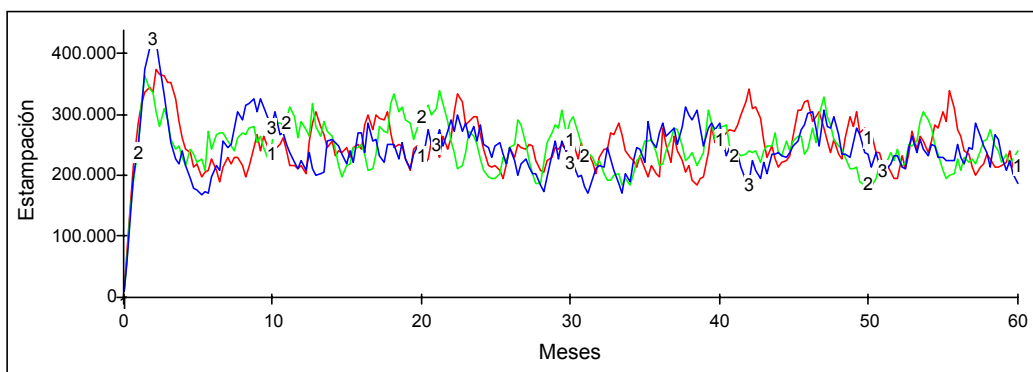


Figura 3: Comportamiento de la cantidad de m² estampados en los tres escenarios.

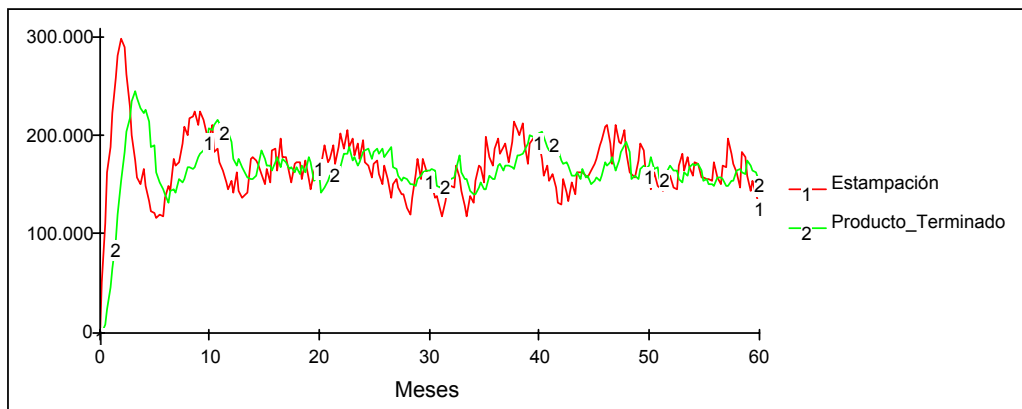


Figura 4: Relación entre la cantidad de m² estampados y la cantidad de m² entregados al cliente

Las figuras 5 y 6, muestran que mientras indicadores de la planificación de la producción tiende a aumentar como consecuencia de los pedidos y la mejoras en la productividad, el proceso de estampación tiende en el tiempo a estabilizarse y mantenerse dentro de unos límites, ocasionados por las restricciones del subsistema como son: Una sola máquina, tiempos totales de operación, tiempos de mantenimiento, paros y velocidades de estampación. De lo anterior se puede concluir en la necesidades de mejora o en su defecto de estudiar las posibilidades renovación de las otras dos maquinas estampadoras (stork y la plana) por otras de características similares a la maquina rotativa de estampación (zimmer).

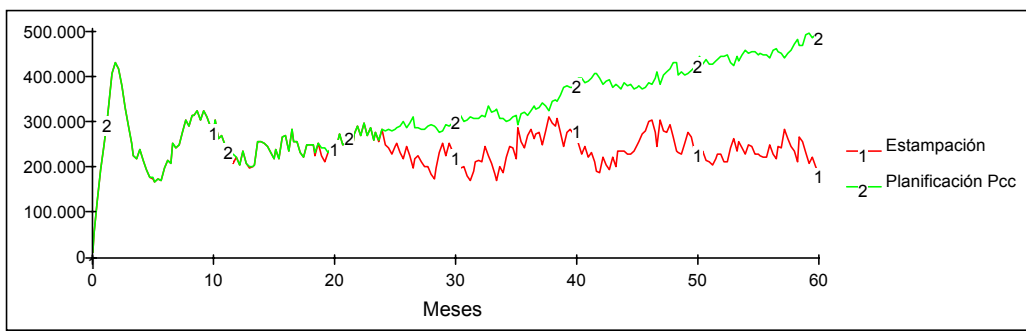


Figura 5: Relación entre la cantidad de m² estampados y la cantidad de m² planificados

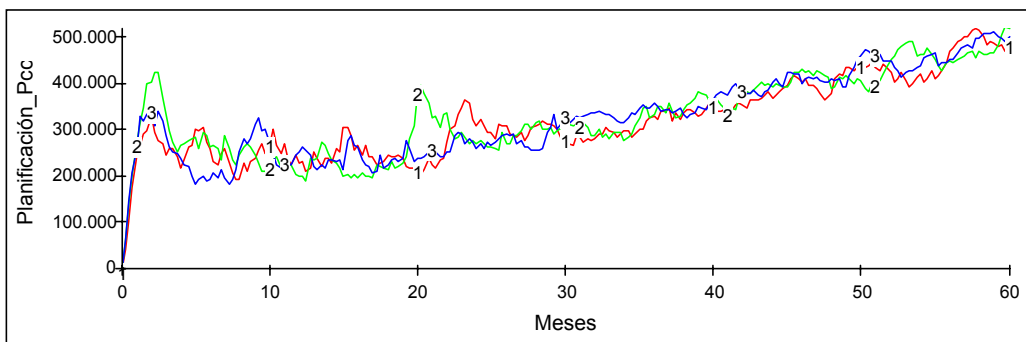


Figura 6: Comportamiento de la cantidad de m² planificados en los tres escenarios.

La cantidad de kilogramos de colorante preparado y consumido tienen relación directa con la cantidad de m² a ser estampados y el método interno de previsión de color y que se incluye en la hoja de ruta. La figura 7 refleja como el método de previsión interno tiende a aumentar las cantidades de kilogramos de colorante a ser preparados, lo que hace que tanto el técnico de producción como el operario de cocina deban corregir dichas cantidades, con el objeto de ajustar dicha cantidad y no obstante, se conserva cierta diferencia entre la cantidad preparada y la cantidad consumida de kilogramos de colorante.

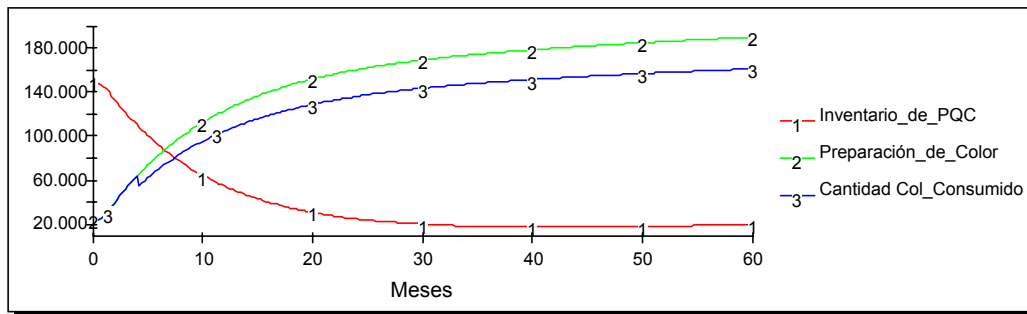


Figura 7: Relación entre los indicadores las cantidades de kilogramos de colorante preparado, consumido y almacenado (inventario).

4.1 Posibles aplicaciones de este subsistema:

- Establecer políticas en control de inventarios de productos químicos y colorantes.
- Fijar metas en los niveles de stock de producto estampado, y producto terminado con el objeto de reducir los plazos de entrega a los clientes.
- Determinar niveles de utilización de la capacidad instalada y formular estrategias de optimización y uso de la planta.
- Elaborar estrategias orientadas a mejorar el sistema de planificación de la producción.
- Definir políticas sobre los niveles de producción deseada y la presión por horas extras.
- Definir política de reducción de costes en colorantes y productos químicos por reutilización del sobrante de pasta y mejora en los métodos de previsión del consumo de los mismos.

4.2 Conclusiones.

El modelo aun en desarrollo ha permitido de forma empírica concluir lo siguiente:

- El sistema facilita configuración de los indicadores requeridos para la toma de decisiones de forma sencilla.
- El modelo se adapta y se integra a los sistemas de información que posee la empresa.
- La herramienta de simulación dinámica permite el cálculo de los indicadores de forma parametrizada, garantizando flexibilidad y exactitud en los resultados.

- Los datos arrojados por el cálculo de los indicadores pueden ser expresados gráficamente.
- El modelo permite reducir el número de permutaciones y variaciones posibles, facilitando así reflejar la situación real de manera razonable.
- Permite clasificar y ordenar la información de la empresa de forma que facilita su operación y cálculo.

Referencias

- [1] Arango, M. Darío y Herráis, Tomás. "Un análisis comparativo entre los modelos estadísticos y los modelos dinámicos aplicado a las ciencias sociales como factor de aprendizaje". *Revista Psicothema*. Vol. 12, Supl. N° 2. 2000. Pp.42-46.
- [2] Arango, M. Darío. "Una aproximación Metodológica para el modelamiento organizacional, bajo un enfoque de dinámica de sistemas". *Revista Tecnología Administrativa. U. de A.* Vol. XII nro. 27. 1998. pp. 63-101
- [3] Bacal, R., (1999) *Performance Measurement*. Editorial. MC Graw-Hill.
- [4] Coyle, R. G.(1996). *System Dynamics Modelling : a practical approach*. London : Chapman & Hall.
- [5] Davenport, T.H. and Short, J.E., "The new Industrial Engineering: Information Technology and Business process Redesign," *Sloan Management Review*, vol. 31, No. 4, summer 1990, pp.,11-27
- [6] Davenport, T.H. (1993) *Process Innovation. Reengineering work through I.T.* HBS Press.
- [7] Desmond, John. «Innovators in Business Development to Strategy». *Application Development Trends*, Vol. 1, No. 3, March 1994, pp. 8.
- [8] Kaplan, Robert S y Norton, David P.(2000) *Cómo utilizar el cuadro de mando integral: para implantar y gestionar su estrategia*. Gestión 2000. Barcelona.
- [9] Kaplan, Robert S y Norton, David P.(1999) *Coste y efecto : cómo cursar el ABC, AMB y el ABB para mejorar la gestión, los procesos y la rentabilidad*. Gestión 2000. Barcelona.
- [10] López, Elena y Martínez, Silvio (2000). *Iniciación a la Simulación Dinámica. Aplicación a sistemas económicos y empresariales*. Ariel Económica. Barcelona.
- [11] Lorino, Philippe (1995). *El control de gestión Estratégico: La gestión por actividades*. Editorial Alfaomega – marcombo. Barcelona.
- [12] [Morecroft, J. y Sterman, J.(1994) *Modeling for Learning Organizations*, Productivity Press.
- [13] Profozich, David.(1998) *Managing Change with Business Process Simulation*. New York. Prentice Hall.
- [14] Riggs, James, (2001). *Sistemas de producción- planeación, análisis y control*. Editorial Limusa. Editores. México.
- [15] Rodenes, Adam; Arango, M. Darío y Cano, Carlos.(2000) "Innovación y mejora continua de procesos en proyectos para el cambio organizacional". Ponencia V Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Resúmenes Ponencias. 2000 pp. 139.
- [16] Rodenes, Adam; y Arango, M. Darío.(2000) "Gestión del Cambio: Implantación – seguimiento y control-". *Revista Tecnología Administrativa. U. de A.* Vol. XIV nro. 32. 2000. pp. 79-110
- [17] Schiemann, William A y Ingle, John H., (1997) *Los siete grandes mitos de la evaluación*. Deusto Business Review No. 80. Octubre 1997. Págs .34-37

V Congreso de Ingeniería de Organización
Valladolid-Burgos, 4-5 Septiembre 2003

[18] Smith, P. G., and Reinertsen, D. G. (1991) *Developing Products in half the time*, Van Nostrand Reinhold, New York.