

PROCEDIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EMPRESAS MANUFACTURERAS

RESUMEN

El presente artículo, contiene el desarrollo de dos procedimientos que permiten a los directivos y profesionales de empresas manufactureras, seleccionar el tipo de sistema de gestión de la producción que más se ajusta a sus características específicas y a las condiciones en que las mismas operan. Se incluyen los resultados obtenidos de su aplicación en un grupo de empresas del territorio central de la República de Cuba.

PALABRAS CLAVES: Gestión de la producción, sistemas de producción.

ABSTRACT

The present article contains the development of two procedures that permit the executives and professionals of manufacturing enterprises, to select the type of management production system more adequate to their specific characteristics and operations conditions. The results obtained of their application in a group of Cuban enterprises are included.

KEY WORDS: *Production Management, Production Systems.*

ROBERTO CESPÓN CASTRO

Ingeniero Industrial, Dr.C.
Profesor Asociado.
Universidad Central de Las Villas
(Cuba)
rcespon@uclv.edu.cu

WILLIAM ARIEL SARACHE

Ingeniero Industrial, Dr. C.
Profesor Asociado
Universidad Nacional de Colombia.
(Sede Manizales).
wasarachec@unal.edu.co

SANTIAGO IBARRA MIRÓN

Ingeniero Industrial, Dr.C.
Profesor Asistente.
Universidad Central de Las Villas
(Cuba).
sibarra@uclv.edu.cu

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de adaptarse a las nuevas condiciones que exige el mercado mundial, caracterizado por una competencia impetuosa y donde el servicio al cliente ha pasado a un primer plano, obliga a las organizaciones a adoptar la competitividad como única vía de crecimiento. Alta competitividad es una situación dinámica a través del tiempo, que implica la capacidad de diseñar, producir y vender bienes y servicios, cuyos precios y otras cualidades formen un conjunto más atractivo [1],[2],[3]. Para lograr estos objetivos, toda organización en general y en particular las empresas manufactureras, requieren de cambios radicales o procesos de mejoramiento continuo de su gestión productiva, siendo imprescindible para ello, una correcta selección del sistema de gestión de la producción que le permita responder con mayor eficacia a los retos que le imponen los factores internos y externos que actúan como condiciones necesarias o restricciones en la búsqueda y mantenimiento de niveles verdaderamente competitivos [4],[5],[6],[7].

Por tanto, una herramienta que permita la selección del tipo de sistema de gestión de la producción en una empresa manufacturera, debe basarse, por una parte, en criterios que posean una suficiente base científica y por otra, en una aplicación lo suficientemente transparente que permita a los especialistas y directivos su empleo, utilizando de ellos su mayor fortaleza: el conocimiento de la organización. A los efectos del presente trabajo, al primer criterio se le denominará principio del carácter

científico, mientras que al segundo principio del carácter práctico.

Aquí vale la pena aclarar que en la solución de muchos problemas de la ciencia, los académicos e investigadores se enfrentan a una contraposición aparente entre los mencionados principios (carácter científico y carácter práctico), pues, generalmente, se presentan como una relación de tipo “*trade off*”. De esta forma, si se toma como referencia la exactitud de los resultados y la rapidez en su obtención y se absolutiza la consideración del principio del carácter científico, se pueden llegar a soluciones muy refinadas, pero obtenidas como consecuencia de un lento proceso de aplicación. En cambio, al considerar meramente el principio del carácter práctico, se puede llegar rápidamente a ciertas soluciones, pero con un notable deterioro de la exactitud deseada [8].

El objetivo de los procedimientos que se exponen en la presente contribución, es lograr una solución de compromiso entre ambos principios que posibilite obtener resultados con una exactitud adecuada y en un tiempo razonable. Ello se logra mediante la elaboración de dos procedimientos muy relacionados entre sí; el primero, permite la determinación de las métricas de selección del tipo de sistema de gestión de la producción, mientras que el segundo, facilita la selección del tipo de sistema de gestión de la producción a utilizar en determinada empresa manufacturera.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

El procedimiento que se expone en la Figura 1, fue desarrollado y aplicado totalmente por los autores, apoyados en resultados preliminares de la línea de investigación en producción del programa doctoral en Ciencias Técnicas de la Universidad Central de Las Villas (Cuba). El procedimiento está compuesto por un conjunto de pasos con varias retroalimentaciones que permiten la realización de aproximaciones sucesivas hasta llegar a una solución correcta. Constituye la forma en que se aplica íntegramente el principio del carácter científico.

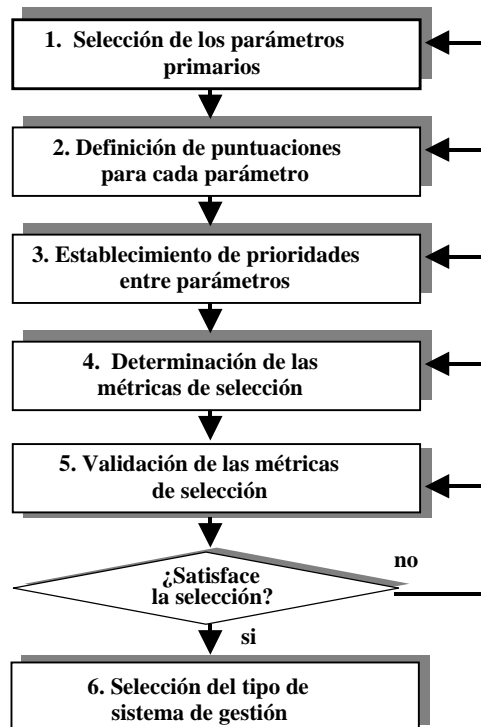


Figura 1. Procedimiento para la selección del sistema de gestión de la producción

Una breve descripción de los pasos de trabajo se ofrece a continuación.

PASO 1. Selección de los parámetros primarios: se definen aquellos parámetros que determinan la adopción de cada sistema de gestión de la producción en particular. En primer lugar se establece el conjunto de factores y luego se “decantan” mediante el establecimiento de relaciones de causa-efecto. Posteriormente, para cada parámetro, se definen los niveles, con el objetivo de considerar los diferentes escenarios de ocurrencia que se manifiestan en las empresas manufactureras. En las dos primeras columnas del Anexo 1, se muestran los mencionados parámetros primarios y sus niveles. Puede apreciarse que aquellos parámetros clasificados como P1, P2, y P3, caracterizan el entorno externo a la

organización, mientras que los restantes (P4, P5, P6, P7 y P8), se refieren al entorno interno.

PASO 2. Definición de puntuaciones por parámetro: a cada uno de los niveles de los parámetros primarios, se le asigna una puntuación que diferencie su estado respecto a los restantes. Luego, se establece una correspondencia entre los mismos y los tipos de sistema de gestión de la producción, especificándose en cada nivel aquellos que preferentemente deben ser empleados, pudiendo ocurrir que aparezca un mismo sistema en más de un nivel, e incluso, que en un mismo nivel coexistan más de un sistema (ver Anexo 1).

Los tipos de sistemas de gestión de la producción que fueron considerados en el estudio fueron: Balance de Línea (BL), Justo a Tiempo (JIT), Planeación de los Requerimientos Materiales y sus extensiones (MRP), Tambor-Amortiguador-Cuerda (DBR) donde se considera la denominada Tecnología de Producción Optimizada (OPT), Línea de Balance (LOB), Método de Evaluación y Revisión de Programas (PERT), Método del Camino Crítico (CPM) y Método de los Potenciales (ROY).

PASO 3. Establecimiento de prioridades entre los parámetros: considerando que entre la totalidad de parámetros primarios existen diferencias en cuanto a su influencia sobre el tipo de sistema de gestión de la producción, se establecen entonces las prioridades o grado de importancia de cada uno. Para ello se utilizó el criterio de los expertos y sus ordenaciones se procesaron aplicando el método de la entropía [9], [10]. Los resultados finales se exponen en la Tabla 1.

| Parámetro (P _i) | Grado de Importancia (W _i) |
|-----------------------------|--|
| P1 | 0.097 |
| P2 | 0.168 |
| P3 | 0.259 |
| P4 | 0.165 |
| P5 | 0.05 |
| P6 | 0.076 |
| P7 | 0.082 |
| P8 | 0.103 |

Tabla 1. Grados de importancia para los parámetros primarios.

PASO 4. Determinación de las métricas de selección: En esta etapa de trabajo se definen las métricas de selección que constituyen intervalos de validez para cada tipo de sistema de gestión de la producción del denominado Indicador de Selección, de manera que sea posible que, a partir de su posterior evaluación en un sistema productivo determinado, se obtenga, con buena aproximación, el tipo de sistema de gestión de la producción que se adecua a sus condiciones específicas.

El **Indicador de Selección** constituye una herramienta cuantitativa que evalúa tanto los valores de los

parámetros primarios que lo determinan, como su grado de importancia.

$$ISk = \frac{\sum_{vi} Pki \cdot Wi}{\sum_{vi} Pimax} \times 10^3 \quad (1)$$

Donde:

ISk: Indicador de Selección para el tipo de sistema de gestión de la producción “k” .

Pki: Puntuación seleccionada del parámetro “i” en el tipo de sistema de gestión de la producción “k” (Ver Anexo 1).

Wi: Grado de importancia del parámetro “i” (ver Tabla 1).

Pimax: Máxima puntuación del parámetro “i” (ver Anexo 1).

Aplicando la expresión 1, en la Tabla 2 se muestran resumidas las métricas para cada uno de los tipos de sistemas de gestión de la producción analizados. En este caso, para el cálculo de los intervalos, el término “Pki”, se refiere al valor mínimo o al valor máximo de cada parámetro en cada tipo de sistema. En la misma Tabla, puede observarse la existencia de solapamientos entre los diferentes tipos de sistemas, derivados de la similitud entre algunas de las características que los determinan. Por otra parte, es conveniente resaltar la importancia de las métricas obtenidas, por cuanto valoran de forma integral la totalidad de parámetros primarios, al tiempo que como se verá en el segundo procedimiento, constituyen un instrumento que facilita considerablemente la selección del tipo de sistema de gestión de la producción.

| Sistema de gestión de la producción | Métricas de selección (Indicador de selección < ISk * 10 ³ > |
|-------------------------------------|---|
| BL | 8.33 – 47.85 |
| JIT | 28.05 – 85.79 |
| DBR | 49.51 – 90.18 |
| MRP | 57.80 – 91.43 |
| LOB | 72.48 – 103.95 |
| PERT-CPM-ROY | 97.36 – 125 |

Tabla 2. Métricas para la selección del tipo de sistema de gestión de la producción.

PASO 5. Validación de las métricas de selección: este paso permite probar las métricas obtenidas en un universo lo suficientemente grande de empresas para comprobar su validez y, en caso necesario, realizar las correcciones que correspondan. La realización de esta etapa requiere el cálculo del denominado Indicador de Selección, mediante el cual se evalúa la organización objeto de estudio, con base en los parámetros primarios del Anexo 1; posteriormente se definen puntuaciones para cada uno de ellos por parte de los especialistas de la

empresa que participan en el proyecto y se calcula el Indicador de Selección, aplicando la expresión 1 y los datos de la Tabla 1.

A modo de ejemplo, en la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para la Planta de Acabado de una Empresa Textil, en la que se compararon dos estados. El primero, que considera las características del entorno externo e interno existente cuando fue concebida la planta y el segundo, las condiciones existentes 27 años después coincidente con el año 2004.

| Pi | Wj | Primer estado | | Segundo estado | |
|----|-------|--------------------|-----|--------------------|-----|
| | | Nivel | Pki | Nivel | Pki |
| P1 | 0.097 | Simple | 5 | Complejo | 9 |
| P2 | 0.168 | Baja | 3 | Alta | 10 |
| P3 | 0.259 | Muy grande | 2 | Mediana | 7 |
| P4 | 0.165 | Poco intermitente | 4 | Intermitente | 8 |
| P5 | 0.05 | Muy bajo | 2 | Medio | 8 |
| P6 | 0.076 | Requerida | 6 | Requerida | 8 |
| P7 | 0.082 | Propósito especial | 3 | Propósito especial | 3 |
| P8 | 0.103 | Corto | 2 | Corto | 4 |

Tabla 3. Ejemplo de aplicación para la Planta de Acabado de una Empresa Textil.

Con base en la información de la Tabla 3, para cada uno de los estados se obtuvieron los siguientes valores del Indicador de Selección.

Primer estado: ISk = 26.45

Segundo estado: ISk = 61.26

PASO 6. Selección del tipo de sistema de gestión de la producción: con el valor de ISk obtenido, se determina, en la Tabla 2, el tipo de sistema de gestión de la producción que le corresponde a la organización analizada. Para el caso del ejemplo, en cada uno de los estados se obtiene:

Primer estado: BL

Segundo estado: JIT-DBR-MRP

Análisis de los resultados obtenidos: consiste en aplicarle el “juicio” a la selección realizada y finalmente definir el tipo o tipos de sistemas de gestión productiva que serán aplicados. En este análisis, pueden presentarse dos situaciones. La primera, es aquella en que el resultado sea un único sistema de gestión de la producción, siendo entonces el proceso de decisión mucho más sencillo; la segunda y más compleja, se presenta cuando el resultado indica la coexistencia de más de un sistema, lo que generalmente indica una de las situaciones siguientes que deben ser minuciosamente evaluadas:

- Si el procedimiento se aplica a la totalidad de una empresa, puede ocurrir que algunas de sus plantas se adecuen más a un sistema y otras a sistemas diferentes. En este caso, se recomienda un análisis posterior por plantas.
- Se está en presencia de la necesidad de aplicación de sistemas híbridos de gestión de la producción, como es el caso del Syncro-MRP.
- Algunos de los productos o familias de productos requieren ser gestionados mediante un sistema y otros de forma diferente.
- Se observa el predominio de uno de los sistemas, pero existen características comunes con otros que no entran en conflicto con el dominante. En este caso se recomienda la aplicación del que predomina.
- Pueden ocurrir además, combinaciones de las situaciones antes expuestas.

Como consecuencia de este análisis, se debe llegar a una decisión final sobre el tipo de sistema de gestión de la producción a aplicar, facilitando la capacitación del personal y la creación de todas las condiciones para su implantación y seguimiento. En el ejemplo de la Planta de Acabado de una Empresa Textil, para cada uno de los estados se llegó a las decisiones que a continuación se comentan.

Primer estado: En ese entonces no se contaba con el procedimiento y se adoptó un Balance de Línea (BL), que durante algunos años resultó adecuado, demostrando que la decisión tomada fue correcta, perdiendo solo su vigencia con los cambios que fueron ocurriendo en el entorno externo.

Segundo estado: Se optó por el DBR, incidiendo en ello las particularidades del proceso tecnológico, el hecho de que las restantes plantas de la empresa (Hilandería y Tejeduría) se ajustan aun al sistema BL, el estado de las finanzas de la empresa (el MRP resultaba más caro) y el conocimiento y aplicación por parte de directivos y especialistas de la denominada Teoría de las Restricciones. En general, se valoró que se requería crear menos condiciones para mejorar la competitividad, con el sistema seleccionado.

3. RESULTADOS DEL EMPLEO DE LAS MÉTRICAS DE SELECCIÓN EN EMPRESAS MANUFACTURERAS CUBANAS.

Las métricas obtenidas para la selección del tipo de sistema de gestión de la producción han sido aplicadas de forma experimental en un grupo de empresas cubanas, pertenecientes a los tipos de industrias que se muestran

en la Tabla 4, lo que además equivale a un total de 127 plantas y talleres.

| Tipo de industria. | Cantidad de empresas analizadas. |
|--------------------|----------------------------------|
| Mecánica | 12 |
| Textil | 4 |
| Confecciones | 6 |
| Azucarera | 28 |
| Total | 40 |

Tabla 4: Total de empresas cubanas que fueron objeto de la aplicación de los procedimientos propuestos.

Los resultados promedio obtenidos para el conjunto de sectores industriales analizados permiten afirmar que los procedimientos propuestos satisfacen plenamente el rol para el que fueron concebidos, siendo algunos de los impactos más importantes los siguientes:

- El 100% de los profesionales que se dedican a la gestión de operaciones, plantean que se les ha facilitado mucho su trabajo y que pueden dedicar un mayor tiempo al proceso de toma de decisiones. Afirman además, que ello es consecuencia del empleo de sistemas de gestión que se corresponden con las características particulares de sus empresas y de la orientación de su capacitación, predominantemente, hacia el estudio de estos sistemas.
- Un 87 % de los directivos afirman que son manifiestos los resultados de los procesos de mejora continua implantados, llegándose a resolver de una vez por todas, varios de los problemas organizativos que existían en sus empresas.
- Se ha obtenido una reducción promedio del inventario de un 18 %, equivalente a varios millones de pesos.
- Las ventas se han incrementado en un 6,2%.
- La productividad del trabajo se incrementó en un 1,4% aproximadamente.
- El plazo de entrega de los productos se ha reducido en un 30%.
- El costo de producción se redujo en un 3,8%.

4. CONCLUSIONES

Las soluciones expuestas contribuyen a la solución de uno de los problemas más apremiantes de las organizaciones manufactureras en el campo de la gestión de la producción y las operaciones. Se destaca que el

primero de los procedimientos, es transparente a los usuarios finales y permite definir con claridad y basamento científico las métricas para la selección del tipo de sistema de gestión de la producción, permitiendo además que los profesionales y directivos de las empresas manufactureras se concentren en la selección del tipo de sistema de gestión de la producción, aprovechándose así el conocimiento que ellos poseen sobre cada organización en particular.

Aunque estos resultados no constituyen mejoras que pueden considerarse como trascendentales al ser comparados con experiencias internacionales catalogadas como de excelencia, es opinión de los autores que los mismos pueden evaluarse de satisfactorios y alentadores. Esta afirmación se basa en el hecho de que sobre las empresas estudiadas han actuado un conjunto de factores externos que inciden desfavorablemente sobre algunos de sus principales aprovisionamientos y mercados en el período en que fueron analizadas, lo que lógicamente atenta contra el impacto esperado. Por otra parte, es conveniente destacar que los valores presentados han sido solo el efecto de implantar el sistema de gestión de la producción más adecuado en las empresas estudiadas, con los cambios mínimos que ello requiere.

Los resultados que se han obtenido en las empresas que han aplicado los procedimientos y que han sido consecuentes con las soluciones que aporta, permiten afirmar, que constituyen una vía segura para disponer de ventajas competitivas que aseguren su subsistencia y posterior desarrollo.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Ballou, R. [1999]: Business Logistics Management. Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain. Fourth edition. Prentice Hall. New Jersey, USA.

[2] Bowersox, D.J., Closs, D. & Stank, T.P. [2000]: Ten Mega-Trends That Will Revolutionize Supply Chain

Logistics. Journal of Business Logistic. Vol. 21, No. 2. Illinois, USA. pp. 1-16.

[3] Dangayach G.S. & Deshmukh [2001]: Manufacturing Strategy. Literature Review and Some Issues. International Journal of Operation & Production Management. Vol 21, No. 7. United Kingdom, pp. 884-932. En: www.emerald-library.com/ft

[4] Domínguez Machuca, J. A. et.al [1995]: Dirección de Operaciones. Aspectos tácticos y operativos de la producción y los servicios. Ed. Mc Graw Hill. Madrid.

[5] Martinich, J. [1997]: Production and Operations Management. An applied modern approach. Ed. John Wiley & Sons, New York, USA

[6] Krajewski, L. & Ritzman, L. [2000]: Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis. 5ª Edición. Prentice Hall. México, D.F.

[7] Russell, R. & Taylor, B. [1998]: Operations Management. Focusing on Quality and Competitiveness. Second Edition, Ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.

[8] Cespón Castro, R. [1999]: Consideración de la intermitencia en la selección del tipo de sistema de gestión de la producción. Monografía. Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

[9] Barba Romero, S. & Pomerol, J. [1997]: Decisiones multicriterio: Fundamentos teóricos y utilización práctica. Universidad de Alcalá, España.

[10] Marrero Delgado, F. [2001]: Procedimientos para la toma de decisiones logísticas con enfoque multicriterio en la cadena de corte, alza y transporte de la caña de azúcar. Aplicaciones en el CAI de la provincia de Villa Clara. Tesis de Doctorado. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Cuba.

| Parámetro primario | Nivel | Escala (puntos) | Sistema de gestión de la producción. |
|--|--------------------|------------------------|---|
| Complejidad del producto. (P1) | Muy simple | 1 - 3 | BL |
| | Simple | 3 - 6 | BL, JIT |
| | Poco complejo | 6 - 9 | JIT, DBR |
| | Complejo | 9 - 12 | DBR, MRP, LOB |
| | Muy complejo | 12 - 15 | PERT/CPM, ROY |
| Variedad de productos. (P2) | Muy baja | 1 - 3 | BL |
| | Baja | 3 - 6 | BL, JIT |
| | Mediana | 6 - 9 | JIT, DBR |
| | Alta | 9 - 12 | DBR, MRP, LOB |
| | Muy alta | 12 - 15 | PERT/CPM, ROY |
| Cantidad solicitada de productos. (P3) | Muy grande | 1 - 3 | BL |
| | Grande | 3 - 6 | BL, JIT |
| | Mediana | 6 - 9 | JIT, DBR, MRP |
| | Pequeña | 9 - 12 | JIT, LOB |
| | Muy pequeña | 12 - 15 | PERT/CPM, ROY |
| Tipo de proceso. (P4) | Continuo | 1 - 3 | BL |
| | Poco intermitente | 3 - 6 | BL, JIT |
| | Intermitente | 6 - 9 | JIT, DBR, MRP |
| | Muy intermitente | 9 - 12 | LOB |
| | Por proyecto | 12 - 15 | PERT/CPM, ROY |
| Aseguramiento de equipos informáticos. (P5) | Muy bajo | 1 - 4 | BL |
| | Bajo | 4 - 8 | JIT |
| | Medio | 8 - 12 | DBR, LOB |
| | Garantizado | 12 - 15 | MRP, PERT/CPM, ROY |
| Capacitación de la mano de obra. (P6) | Baja | 1 - 5 | BL |
| | Requerida | 5 - 10 | MRP, DBR, JIT |
| | Elevada | 10 - 15 | LOB, PERT/CPM, ROY |
| Equipamiento. (P7) | Propósito especial | 1 - 5 | BL |
| | Mixto | 5 - 10 | JIT, MRP, DBR, LOB |
| | Propósito general | 10 - 15 | PERT/CPM, ROY, JIT, MRP, DBR |
| Duración del ciclo de producción. (P8) | Muy corto | 1 - 3 | BL |
| | Corto | 3 - 6 | BL, JIT |
| | Mediano | 6 - 9 | JIT, DBR, MRP |
| | Largo | 9 - 12 | DBR, MRP, LOB |
| | Muy largo | 12 - 15 | PERT/CPM, ROY |

Anexo 1: Parámetros primarios para la selección del tipo de sistema de gestión de la producción.