

# PROGRAMACIÓN LOGÍSTICA DE LA PRODUCCIÓN PARA TALLERES TEXTILES TIPO JOB-SHOP A PARTIR DE LA HEURÍSTICA SBH (SHIFTING BOTTLENECK HEURISTIC)



**Autores:**  
Luis Felipe Lozada Valencia  
Nelson Javier Tovar  
Edisson Eduardo Otalora

## Palabras clave.

Logística, Producción, Programación, Heurística.

## Resumen

Observando los problemas de competitividad que viene afrontando hoy en día la industria Tolimense, especialmente la industria textil la cual debe pelear codo a codo con empresas a nivel nacional e internacional que cuentan con sistemas de producción automatizados, áreas I+D orientadas al desarrollo de tecnologías y nuevos productos, se hace inminente la constante búsqueda de métodos y herramientas que contribuyan al mejoramiento en los procesos productivos y la forma como mediante la aplicación de las mismas se podría llegar de manera considerable a que los procesos de programación de la producción, reducción en los tiempo fabricación y entrega al cliente, sean fundamentales para mejorar en términos de productividad y posicionamiento a nivel nacional e internacional. Enfocado en lo anterior es donde

se cimenta el desarrollo de esta investigación, basada en la forma en que la ingeniería puede aportar ideas en busca de dar soluciones mediante el modelamiento del proceso productivo para talleres textiles configuradas en sistema Job Shop, basada en la heurística del Cuello de Botella Móvil (CBM) la cual permite aplicarse a la perfección en esta industria.

## Descripción del Problema

Para efectos de la investigación desarrollada, es indispensable contar con una empresa que tenga un taller de sistema tipo de Job Shop, gracias a la variedad de secuencias con las que se realizan distintas referencias textiles y que no cumplen siempre un flujo estándar predeterminado.

En términos generales se eligió un taller textil que cuenta con un serie de departamentos, siendo el área de producción la que abarca su mayor cantidad debido a sus 17 máquinas que conforman el salón por medio de las cuales se realiza los procesos finales a la tela, como el pre tratamiento, teñido, estampación, apresto, fijación del color, y clasificación. Cabe aclarar que el proceso de programación de la producción para talleres tipo job-shop se lleva a cabo a partir de la experiencia, se destaca una aproximación hacia la utilización de reglas de despacho para efectuar este proceso de secuenciación de la producción. Es el caso de la utilización de la regla de despacho FIFO (First In First Out), basada en la programación de pedidos a partir de la premisa de aquellos pedidos que han llegado primero son los que deben procesarse primero y es con base a esto que se orienta la investigación la cual busca dar solución a la siguiente pregunta ¿Cómo la aplicación de la heurística “El cuello

de botella móvil (CBM) o shifting bottleneck”, contribuye a la mejora en la programación de la producción para talleres tipo job-shop?.

### Metodología

Según (BRITTO, MEJIA, & CABALLERO, 2007), el CBM se basa en la idea empírica de que el desempeño de un sistema depende del ritmo de la estación con mayor utilización. Descompone el problema tipo taller en un número  $m$  de sub problemas de una sola máquina y la secuenciación de trabajos se hace iterativamente en el recurso más crítico. Los principales pasos de una iteración en el algoritmo CBM son:

- Identificación y secuenciación en cada iteración de la maquina cuello de botella. En esta se resuelven  $m-i$  problemas de una sola máquina, donde  $i$  es el número de máquinas secuenciadas.
- En este caso la maquina cuello de botella es la que causa un mayor aumento en la tardanza ponderada total.
- Re secuenciar las maquinas ya secuenciadas.

Los pasos para resolver el algoritmo son los siguientes:

Sea  $M$  el conjunto de las  $m$  máquinas y  $M_0$  el conjunto de máquinas que ya han sido secuenciadas, procedemos de la siguiente manera:

#### Paso 1 (Condiciones Iniciales).

Defina  $M_0 = 0$

- Gráficar los trabajos a realizar con sus máquinas y secuenciación de operaciones correspondiente a cada uno. Llame a este grafico (G).

- Defina el  $C_{max}(M_0)$  igual al tiempo de trabajo más largo en el gráfico (G).

#### Paso 2 (Análisis de la Maquina a Secuenciar).

Para cada máquina ( $i$ ) en el conjunto ( $M - M_0$ ) hacer lo siguiente:

- Formule un problema de una sola maquina con todas las operaciones y asocie las variables de fecha de lanzamiento y fecha de vencimiento (la fecha de lanzamiento ( $R_{ij}$ ) es igual a la trayectoria más larga en (G) desde la fuente hasta el nodo ( $i, j$ ), y la fecha de vencimiento ( $D_{ij}$ ) es igual al  $C_{max}(M_0)$ , menos el camino más largo desde el nodo ( $i, j$ ) hasta la operación final del trabajo).
- Realice la secuenciación de las operaciones que permita minimizar al máximo el  $L_{max}$  para cada una de las máquinas.
- $L_{max}(i)$  se refiere al mínimo  $L_{max}$  en los sub problemas correspondientes a la maquina ( $i$ ).

#### Paso 3 (Selección de cuello de botella y secuenciación).

Teniendo:

$$L_{\max}(k) = \max_{i \in \{M - M_0\}} (L_{\max}(i))$$

Ecuación 1. Función Objetivo CBM

- La secuenciación de la maquina ( $k$ ) es acorde a la obtenida en el paso 2.
- Insertar los correspondientes arcos disyuntivos en la gráfica (G).
- Insertar maquina ( $k$ ) en ( $M_0$ ).

#### *Paso 4 (Re secuenciar todas las máquinas programadas antes).*

Para cada máquina (i) e (Mo - k) hacer lo siguiente:

- Elimine todos los arcos disyuntivos de la gráfica (G); formule un sub problema para cada máquina (i) con sus variables de fecha de lanzamiento y fecha de vencimiento a partir del Cmax calculado en (G).
- Encuentre la secuencia que minimice el Lmax (i) e inserte los correspondientes arcos disyuntivos en el gráfico (G).

#### *Paso 5 (Criterio de finalización).*

Si  $M_o = M$  entonces pare, de lo contrario vuelva al paso 2. (PINEDO & CHAO, 1999)

### **Resultados**

A partir de la información obtenida luego de llevar a cabo la secuenciación de los doce pedidos trabajados en la prueba piloto, se destaca como la aplicación de la restricción definida por defecto en el área de teñido genera una variación considerable en los resultados obtenidos tanto para efectos del desarrollo del programa a partir del método actual asociado a regla de despacho FIFO, como para el método propuesto a través de la heurística CBM.

La propuesta inicial para desarrollar la prueba piloto, tan solo manejaba cinco pedidos, los cuales fueron programados mediante el modelo actual y el modelo propuesto, arrojando como resultado una pequeña variación, razón por la cual se decidió incrementar el número de pedidos a trabajar a doce, como se desarrolló finalmente la investigación. Arrojando resultados teóricos favorables, razón por la cual se espera que el modelo de CBM resulte más efectivo dependiendo de la cantidad de pedidos que se tengan por programar.

En términos de mejora expresados en la disminución de los tiempos de fabricación totales o makespan, se encontró mediante la comparación de resultados entre el método actual y el método propuesto ambos afectados por el ciclo de teñido, que mediante la aplicación de la heurística CBM se experimenta una disminución de casi medio día en el Cmax, con lo cual se espera que a medida que se ajuste el sistema a el método propuesto este indicador vaya en aumento.

### **Referencias**

BRITTO, R. A., MEJIA, G., & CABALLERO, J. P. (2007). Programación de la producción en sistemas de manufactura tipo taller con el algoritmo combinado cuello de botella móvil y búsqueda tabú. Universidad de los Andes, 205-206.

PINEDO, M., & CHAO, X. (1999). Operations Scheduling With Applications In Manufacturing And Service. New York: Mc Graw Hill.

CHASE, R., & AQUILANO, N. (2000). Administración de Producción y Operaciones: Manufacturas y Servicios. Mexico: Quinta Edición. McGraw-Hill.

DOMINGUEZ MACHUCA, J. A. (1995). Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios. Madrid: McGraw-Hill.

MARTINICH, J. (1997). Production and Operations Management: An Applied Modern Approach. New York: Prentice Hall.

**Autores:**

Msc. Ing. Luis Felipe Lozada Valencia  
Ing. Esp. Edison Eduardo Otalora  
Msc. Ing. Nelson Javier Tovar

**Grupos de Investigación**

GESICOM – Centro de Comercio y Servicios  
GINNOVA – Universidad de Ibagué

Centro de Comercio y Servicios  
SENA – Tolima

Universidad de Ibagué  
Ibagué, Colombia

[felipe.lozada@misena.edu.co](mailto:felipe.lozada@misena.edu.co)

[eeotalora7@misena.edu.co](mailto:eeotalora7@misena.edu.co)

[njaviertovar@gmail.com](mailto:njaviertovar@gmail.com)