**Resumen ejecutivo entrega final simulación**

Empacor es una empresa colombiana privada que trabaja en el mercado de venta y producción de empaques hechos a partir de fibra reciclada. Esta empresa vende dos referencias: cajas troqueladas y regulares. En el área de troquelado hay máquinas específicas para cada tipo de caja (5 impresoras y 3 troqueladoras). El problema está en que muchas veces, llega un pedido de último momento de 5000 cajas troqueladas, pero en ese momento casi todas las máquinas troqueladoras están ocupadas y las regulares están vacías, por lo que se desperdicia capacidad de producción. Por tanto, los pedidos no se entregan a tiempo y las cajas pasen más tiempo en el área de producción de lo normal.

**Cuantificación problema:**

30% de variación de ventas entre meses, lo cual dificulta la planeación de la demanda

Al recibir una orden la empresa se tarda 15 días en insertarla dentro de la planeación de la producción, por lo que tiene una baja capacidad de respuesta

Se tarda 6 días en empezar a producir pedidos extraordinarios encargados por clientes especiales que los necesitan con urgencia por lo que tiene una baja capacidad de respuesta

El 50% de los pedidos son entregados tarde

**Supuestos:**

-Las máquinas funcionan de la misma manera en cualquier horario

-Dado que la producción está compuesta por muchos procesos, se definió como frontera del sistema la parte de corte

-Se utilizará 0.05 como valor de significancia

-Se utiliza la teoría que expone t total de corrida= 11 t calentamiento

-La empresa nos informó que se puede estimar una parada diaria correctiva

Entidad: Cajas.

Atributos: Tipo de caja (troqueladas o regulares), medidas, atributo especial (Logo impreso).

Recursos: Ninguno

Actividades: Corte

Demoras: Tiempo de espera para ser procesado por una troqueladora, Tiempo de espera para ser procesado por una corrugador.

Eventos: Llegada y salida de un pedido de cajas a corte

Variables de Estado: ocupación de las máquinas, cajas en fila

Dado que la fábrica trabaja las 24 horas del día, 7 días a la semana, se asume un sistema sin terminación.

**Objetivos:**

-Evaluar soluciones para hacer el proceso de transporte de cajas troqueladas y regulares más eficiente, con el fin de reducir tiempos de proceso de pedidos y costos de operación.

-Plantear alternativas de solución con respecto a las máquinas, su alistamiento y el flujo de los tipos de cajas dentro del sistema

- Identificar las mejoras en tiempos de las alternativas de solución y los nuevos modelos

**Verificación:** La verificación se hace a través del análisis del diagrama de flujo, buscando que este coincida con aquel modelado en simio y el análisis de sensibilidad, el cual busca que el sistema se comporte de una forma lógica con respecto al problema. Para este, se generó el cambio en la tasa de entrada, aumentando y disminuyendo el tiempo entre arribo utilizado en la simulación. Aquí se encontró que al aumentar el tiempo entre arribos se disminuye el número de unidades dentro del sistema y que al aumentarlo se ve un aumento significativo del número de cajas dentro del sistema. Esto prueba que el sistema de comporta de la manera correcta y es posible verificar el modelo.

**Condiciones de corrida:**

Como la empresa funciona las 24 horas del día, se debe calcular el tiempo de calentamiento. Para cumplir con este objetivo, se corrieron 10 réplicas y se graficó el tiempo en el sistema de cada entidad. El resultado obtenido de aplicar el método se ve en la siguiente tabla de resumen. Como el tiempo de las troqueladas es mayor, se usa un tiempo de calentamiento de 602.43 horas lo que da un tiempo total de corrida de 6626.76 horas.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Troqueladas | Normales | Unidades |
| WIP | 12.34 | 7.12 | Cajas |
| Entidad | 1421.00 | 1982.00 | - |
| T. Promedio | 5.23 | 1.11 | Horas |
| Lambda | 2.36 | 6.41 | Cajas/Hora |
| T.Calen | 602.43 | 309.85 | Horas |
| T.corrida | 6626.76 | 3091.85 | Horas |

**Validación:**

Al usar las condiciones de corrida de la sección anterior, se mira el tiempo promedio de 10 réplicas y se compara con el tiempo real, sobre el cual la empresa da un margen de 15%. Al comparar ambos intervalos, se ve que el half width (HW) del tiempo del modelo debe ser de 0.51 horas para las troqueladas, mientras que las regulares ya están dentro del intervalo. Después de haber hecho los cálculos, se determina que se necesitan 44 réplicas para llegar a este HW. Por esto, se concluye que el modelo es válido y representa la situación real adecuadamente.

**Comparación de alternativas**

Teniendo en cuenta el problema encontrado se plantean 3 alternativas.

La primera alternativa consiste en reorganizar el sistema de producción, distribuyendo las máquinas de forma equitativa para que ambos tipos de caja tengan 4 máquinas dispuestas a su producción. Esta permite la utilización de los recursos actuales de la empresa, sin necesidad de inversiones económicas adicionales. Tras modelar este cambio, fue posible encontrar para las cajas regulares un intervalo de comparación de medias negativo, indicando de esta forma que el escenario original y la alternativa presentada son estadísticamente distintas, y que el cambio propuesto aumentaría el tiempo de producción de las máquinas. Por el contrario, para las cajas troqueladas, se encontró que el tiempo de las cajas dentro del sistema era estadísticamente distinto y tomaba valores positivos, indicando que la adición de una máquina para las cajas troqueladas disminuía el tiempo de cada caja dentro del mismo. Con estos resultados, se debe mantener el estado original.

La segunda alternativa planteada es la compra de una máquina adicional destinada para las cajas troqueladas. La adición de esta máquina presenta un efecto positivo dentro del sistema, obteniendo un intervalo compuesto por números positivos, demostrando que es estadísticamente distinta la alternativa propuesta al estado original del sistema. A pesar de esto, no es posible escoger esta alternativa ya que la compra de una máquina con las especificaciones necesarias tiene un costo de entre $3.000-4.000 dólares. Además, esto haría que se tuviera que reorganizar la fábrica.

La tercera alternativa consiste en reorganizar las máquinas, esta vez con el objetivo de que cada caja que entre al sistema pueda dirigirse a cualquiera de las 8. Al generar el análisis de alternativas se encontró que para ambos tipos de cajas se presenta una mejora en el tiempo de producción de cada caja, ya que los intervalos de comparación tomaron valores positivos. De esta forma, y teniendo en cuenta que esta alternativa no cuenta con implicaciones económicas y el proceso de reorganización necesario podría tomar lugar dentro del tiempo de paradas reglamentario, se recomienda la implementación de la alternativa 3.

**Conclusiones**

La simulación en este caso resulta esencial dado que permite explorar alternativas de acomodación de las máquinas e incluso de compra de las máquinas sin incurrir en el proceso de compra de una máquina o gastos de organización de la fábrica. Además, teniendo en cuenta lo anterior, se le recomienda a Empacor implementar la tercera alternativa, dado que esta permite una mejora en los tiempos y no implica una inversión económica.

LINK VIDEO: <https://youtu.be/eiBkhg5RQq0>