

Planificación de la Producción en Sistemas Mixtos MTS/MTO

Germán GUIDO LAVALLE y Esteban SANTUCCI

Resumen

Una adecuada Planificación de la Producción permite reducir los costos unitarios. Las herramientas de modelado y simulación permiten desarrollar una política propia para cada empresa, de manera de maximizar la rentabilidad. Se presenta un ejemplo, una fábrica de alimentos, en el que una combinación de las estrategias de MTS y MTO brinda los mejores resultados.

La Planificación de la Producción vuelve a ganar atención como fuente de posibles reducciones de costos, tanto en la producción de manufacturas como en las empresas de servicios, gracias al diseño de políticas específicas por empresa. Las estrategias tradicionales de fabricación a pedido (make-to-order, MTO) y fabricación para stock (make-to-stock, MTS) pueden ser superadas en industrias con demanda, restricciones de capacidad y características propias del negocio muy exigentes.

Un caso particular y que requiere una política específica lo constituye un sistema productivo en el que se balancean las ventajas y desventajas de fabricar contra pedido y para stock, dando lugar a un sistema mixto MTO/MTS, el que ha sido poco estudiado en la literatura específica (ver Bibliografía para los desarrollos más significativos).

Uno de los casos en que las ventajas del MTO (sin inventario de producto terminado) se contrapesan con las del MTS (menor capacidad instalada) es el de una fábrica de alimentos, tortas y otros productos similares, que puede entregar sus productos enfriados para ser consumidos en los siguientes dos días o puede congelarlos, a un costo bastante mayor, y así guardarlos en stock.

Una fábrica de alimentos enfriados/congelados

Esta fábrica, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina, ofrece una variedad de productos, que podríamos dividir en dos grandes grupos: A y B. La demanda de estos ítems se caracteriza por contar con una marcada estacionalidad semanal y es conocida con certeza sólo el día anterior a las entregas, cuando arriban las últimas órdenes de compra de ese día. Ambos grupos de productos son, en general, fabricados y luego se mantienen enfriados para su despacho al día siguiente. Pero también existe la posibilidad de congelarlos y mantenerlos en stock por un período prolongado y así despacharlos cuando la demanda supera a la capacidad instalada. En principio, no resulta conveniente el congelamiento si existe suficiente capacidad, ya que el proceso debe realizarse con nitrógeno líquido para conservar las propiedades organolépticas del producto, lo que lo encarece significativamente.

El proceso productivo, entonces, sigue el esquema de la Figura 1: una vez que se reciben los pedidos de ambos productos debe decidirse, en base a una cierta política y

a los datos de capacidad instalada, costos, y stocks, cuánto producir de cada grupo y cuánto congelar o descongelar. El establecimiento de una política que maximice la rentabilidad de la empresa será el objeto de las próximas secciones.

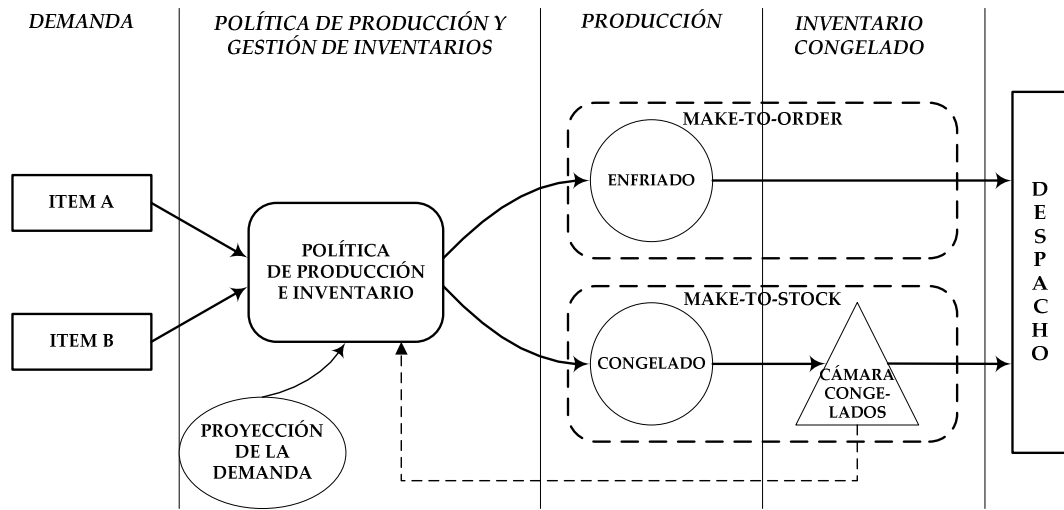


Figura 1. Esquema del sistema productivo

Políticas de producción e inventario

En un sistema MTO, el que se daría sin capacidad de congelar, no hay inventario de producto terminado y simplemente se produce lo que la demanda ha solicitado, si alcanza la capacidad instalada. Esta última debe estar preparada para responder a los picos de demanda.

En un sistema MTS, se fija el nivel de inventario deseado y se produce lo necesario para mantenerlo. El nivel de inventario se obtiene a partir de la demanda—su valor y su fluctuación— y la capacidad de producción, de manera de lograr un objetivo de satisfacción del cliente, expresado habitualmente como el porcentaje de veces que se cumple con los pedidos o su inversa, los *stockouts*.

Pero, ¿cuál es la política adecuada en este caso? Con el fin de abastecer la demanda con un cierto nivel de servicio, minimizando los costos totales de producción (costo de producir el ítem enfriado/congelado, mantener en inventario, lanzar una orden a fábrica...) se evalúan tres políticas de producción y gestión de inventarios.

Para evaluarlas se utiliza una herramienta de simulación estocástica discreta que permite determinar los parámetros del sistema modelado que minimizan los costos totales, sujeto a las restricciones de capacidad, niveles objetivos de inventario señalados, pronóstico de la demanda y su variabilidad y el nivel de servicio propuesto.

Se asume, a modo de ejemplo, que los costos de A son menores que los de B, que el mayor costo diferencial entre congelar y enfriar corresponde a B y que la capacidad total instalada de fábrica es flexible pudiendo producir A y/o B, ya que la producción es de mano de obra intensiva. Éstos y el resto de los parámetros que intervienen en este ejemplo se muestran en la Tabla.

Demanda			COSTOS				
	A	B			CP (\$/u)	CMI (\$/u/d)	CO (\$/u)
Lunes	10	30	Enfriado	A	1	0,05	2
Martes	20	30		B	3	0,6	2
Miércoles	30	30	Congelado	A	2	0,02	2
Jueves	40	30		B	6	1,5	4
Viernes	80	30	Capacidad Productiva = 90 u/d				
Sábado	90	40					
Domingo	60	40					

Tabla: Valores de demanda, costos y capacidad utilizados en el ejemplo.

Política 1: inventario objetivo fijo y priorización de costos

Esta política utiliza la capacidad instalada para producir enfriado, en primer lugar, aquel producto cuyo costo diferencial enfriado/congelado sea mayor, y luego produce enfriado el restante. Si resta capacidad instalada, la utiliza para llegar a un nivel de inventario congelado para cada producto, comenzando por el de menor costo congelado. Si la capacidad no fuera suficiente, utiliza el stock disponible para abastecer la demanda.

Para fijar los niveles objetivo, se determinan los mínimos necesarios para abastecer completamente a la demanda en el caso en que se verifiquen determinísticamente los pedidos promedio señalados y se le agrega un stock de seguridad para acomodar las fluctuaciones.

Política 2: inventario objetivo fijo y priorización de la demanda

La política anterior tiene un problema evidente: en su afán por minimizar costos, prioriza la producción enfriada de uno de los productos, sin reparar en el stock de cada uno, lo que lleva a aumentar la probabilidad de *stockout* del segundo o su contrapartida también indeseada: la necesidad de elevados niveles de inventario.

En esta segunda política, entonces, se contabiliza primero el stock de cada uno de los productos, realizando una producción enfriada que tienda a evitar el *stockout*. Si es posible hacerlo, sólo después prioriza entre los productos de acuerdo a sus costos relativos.

Política 3: inventario estacional y priorización de la demanda

Dado que se conoce la variación semanal promedio de la demanda, puede establecerse un nivel de inventario objetivo para cada día. Como en los casos anteriores existe un mínimo, diario en este caso, que permite abastecer a la demanda promedio y puede agregarse un stock de seguridad para las variaciones.

En cuanto al modelo de programación de la producción, se mantiene el enunciado en la política B.

Evaluación de las políticas

Para la primera política, el nivel de servicio o porcentaje de unidades no abastecidas es función únicamente del inventario objetivo del ítem A, a partir de un

cierto nivel de stock congelado del producto B. En efecto, dado que la prioridad es producir B enfriado, si la capacidad es superior a su pico de demanda, nunca habrá stockout de este producto.

Entonces, suponiendo que el pronóstico de la demanda se cumple perfectamente, el nivel de inventario objetivo para A corresponde al necesario para cumplir completamente con el abastecimiento de la demanda total y no es conveniente mantener ningún inventario de B.

En el caso que la demanda real varíe respecto del pronóstico —se asume que ocurre con una distribución normal—, se puede determinar el stock de seguridad requerido para A que minimice los costos totales, para un cierto nivel de servicio. La Figura 2 deja en evidencia el incremento de los costos de mantenimiento de inventarios dados por una mayor incertidumbre en la demanda. El costo, resultado de sumar el costo de producción (CP), más el de mantenimiento de inventario (CMI) más el de ordenar a fábrica (CO), sube consecuentemente.

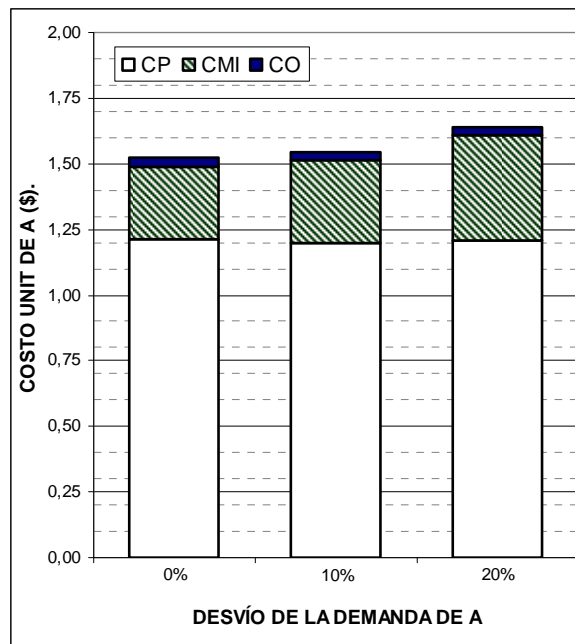


Figura 2. Costos unitarios de A para una demanda con distintos desvíos estándar.

En contraste con la anterior, con la segunda política el nivel de servicio es función tanto del inventario objetivo de A como de B. Si estos son fijados, el nivel de servicio que se obtiene es mayor, al hacer un uso más racional de los inventarios. Sin embargo, la solución óptima que se obtiene con esta política brinda los mismos resultados que la anterior, ya que se obtienen para condiciones en las cuales no se congela nada del producto con mayor costo de congelamiento.

Para la tercer alternativa, en cambio, los resultados mejoran bastante. Al bajar el nivel de inventario promedio por tener en cuenta la estacionalidad, se reducen consecuentemente los costos de congelar y con ello descienden los costos unitarios. Una comparación de las tres políticas se observa en la Figura 3. Allí puede verse que los costos unitarios son siempre crecientes al aumentar la fluctuación de la demanda

(se muestran para desvíos de 0, 10 y 20%), pero en todos los casos resultan inferiores al aplicar la última política.

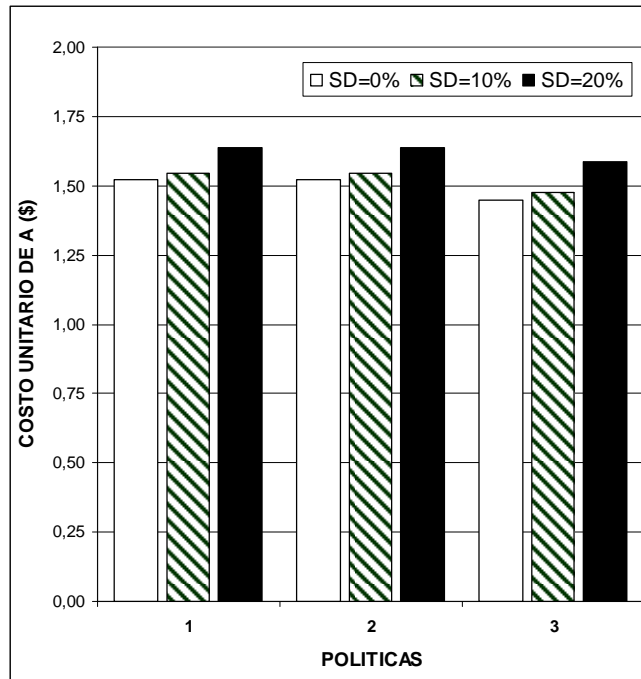


Figura 3. Comparación de las políticas de producción e inventarios para demandas con desvío estándar de 0, 10 y 20%.

Conclusiones

A modo de conclusion, el aspecto a destacar es que los costos unitarios no son independientes de la política de producción, sino que se hallan directamente determinados por ella. Y la política más conveniente debe establecerse en cada caso, dependiendo de la estacionalidad de la demanda, la capacidad productiva y todos los costos asociados.

En el caso que se ha planteado, de manera simplificada, las políticas tradicionales de MTS o MTO no dan una respuesta adecuada, ya que las ventajas y desventajas de ambas se balancean. Esto da lugar a un óptimo, definido como la capacidad a instalar para satisfacer la demanda con un cierto nivel de servicio y que presente los menores costos unitarios, que se obtiene congelando parte de la producción pero abasteciendo la mayor cantidad posible de manera enfriada.

El desarrollo presentado fue implementado con éxito en la planta de producción de alimentos mencionada, la que lo utiliza desde entonces.

Bibliografía

APICS CPIM, Detailed Scheduling and Planning, Participant Workbook, Version 2.2 – October 2006.

H. Tsubone, Y. Ishikawa and H. Yamamoto, 2002, Production planning system for a combination of make-to-stock and make-to-order products. International Journal of Production Research, vol. 40, no. 18, 4835-4851.

K. Kogan, E. Khmel'nitsky and O. Maimon, 1998, Balancing facilities in aggregate production planning: make-to-order and make-to-stock environments. International Journal of Production Research, vol. 36, no. 9, 2585-2596.

Plossl George W., Production and Inventory control: Principles and techniques, Prentice-Hall, 2nd edition (1985).

Agradecimiento

Este proyecto de investigación fue financiado por el Instituto Universitario ESEADE, Buenos Aires, Argentina.

Autores

Germán GUIDO LAVALLE es Profesor Titular de Administración de la Producción en ESEADE, Buenos Aires, Argentina. Es Ingeniero Nuclear y Doctor en Ingeniería, y dirige la consultora GL&A, especializada en administración de la producción, modelado y simulación.

Esteban SANTUCCI es consultor de GL&A.