



ARTÍCULO CIENTÍFICO
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

Plan maestro de producción de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador

Master planning of production for a textile company. Case study of Imbabura, Ecuador

Sablón Cossío, Neyfe ^I; Orozco Crespo, Erik ^{II}; Lomas Rosero, Carina Yoconda ^{III}; Montero, Yackleem ^{IV}

^I nsabloncossio@gmail.com, Universidad Técnica de Manabí. Porto Viejo, Ecuador.

^{II} eorozco@utn.edu.ec, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

^{III} clomas@utn.edu.ec, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

^{IV} ymontero@utn.edu.ec, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

Recibido: 31/05/2018

Aprobado: 30/07/2018

RESUMEN

La gestión de la producción es una práctica internacional que propicia la mantención en el mercado a las empresas. Debido a ello, este artículo tuvo como objetivo estimar el plan de producción de una industria textil de la provincia de Imbabura en Ecuador. Se determinó la planificación de la capacidad y el plan maestro de producción ajustado a las condiciones de la industria, junto con los indicadores de fiabilidad y estabilidad de la producción. Se utilizó el procedimiento de planeación de la producción de Krajewski (2013), debido a lo holístico y facilidad de su implementación. Los resultados se enmarcan en: la cantidad a producir en cada semana según pedido, la carga y capacidad de cada operación y por ende de los procesos. Estas variables del sistema de producción calculadas en el objeto de estudio facilitan la toma de decisiones a mediano plazo. En el plan de capacidad aproximado evidenció que se cumple de forma regular en dos meses al año, y el resto se comporta de forma positiva. Se concluyó que el nivel de servicio en relación a las cantidades de unidades cumplidas dentro del plazo de entrega comprometido con los clientes y con la calidad requerida es excelente (98 %), a pesar que no se realiza de forma sistémica debido a la utilización de un solo indicador. En relación a la inestabilidad de la producción semanal se determinó que el coeficiente presenta un valor bajo (2 %).

PALABRAS CLAVE: empresa textil; plan maestro de producción; rendimientos de la planificación; producción y capacidad.

ABSTRACT

At the doors of the fourth industrial revolution, practices focused on production and services are basic elements for this achievement. Due to, this scientific article aims to estimate the production plan of a textile industry in the province of Imbabura in Ecuador. Capacity planning and production master plan adjusted to industry conditions were determined, together with reliability indicators and production speed. The production planning procedure of Krajewski (2013) is used, due to its holistic nature and ease of implementation. The results are framed in: the amount to be produced in each week according to the order, the load and capacity of each operation and therefore of the processes. These variables of the production system calculated in the object of study facilitate decision making in the medium term. In the capacity plan to show that it is met on a regular basis in two months a year, and the rest behaves positively. It is concluded that the level of service in relation to the quantities of units fulfilled in the delivery time committed to the customers and with the required quality is excellent (98 %), a regret that cannot be carried out holistically due to the use of a single indicator. In relation to the instability of the weekly production, it was determined that the coefficient presents a low value (2 %).

KEYWORDS: textile business; master plan of production; performance of the planning; productions and capacity

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales, los sistemas de producción se encuentran en una avalancha de cambios, debido a los nuevos materiales y la tecnología 3D (Bearzotti, 2018). Un sistema de producción puede ser visto como un conjunto de actividades donde la creación del valor puede ocurrir. En un extremo del sistema están los *inputs* y en el otro extremo están los *outputs* (Sablón Cossío, Sánchez Shacay, Acevedo Suárez, & Suárez Pérez, 2017). Conectando a ambos están una serie de operaciones o procesos, almacenajes e inspecciones; que son necesarios para operar en forma efectiva y tener sistemas que le permitan lograr eficientemente el tipo de producción que realiza (Leo Kumar, 2018). Estos consisten en mano de obra, equipos y procedimientos diseñados para combinar los materiales y procesos que constituyen sus operaciones de manufactura (Fundora Miranda, Taboada Rodríguez, Cuellar, Urquiaga Rodríguez, & Sánchez Lara, 1994). En este proceso el plan de producción es un elemento básico para la toma de decisiones.

La planificación, ejecución y control de la producción, enmarcado en el plan maestro, es un proceso por el cual se planea los recursos necesarios para llegar a la demanda pronosticada en un cierto horizonte de tiempo (Shokouhi, 2018), en otras palabras, es el conjunto de actividades con la meta de adecuar la capacidad existente con las necesidades derivadas de

la demanda a satisfacer (Lopes Martinez, Acevedo Urquiaga, Pardillo Báez, Acevedo Suárez, & Gómez Acosta, 2013). Este proceso presenta tres niveles: largo, mediano y corto plazo (Comas Rodríguez 2013); en el presente artículo se trabaja el largo y mediano plazo.

En el Ecuador, existe la necesidad del fomento de la manufactura porque es un país exportador de materia prima, por lo que se fomenta una política industrial (Espinel, Espinel, Abad, & Fonseca, 2016). Donde se estima que el sector textil ecuatoriano representa el 11 % de la industria, esto evidencia el aporte práctico de este estudio. A pesar de este número, se presentan debilidades en el sistema de producción, que repercute en la calidad de los productos y el nivel de servicio ofrecido. Por lo que el objetivo de este artículo es estimar el plan de producción de una industria textil de la provincia de Imbabura, Ecuador, mediante la utilización de herramientas técnicas que posibiliten la mejora de este sistema de producción.

MÉTODOS

El Plan Maestro de Producción (en sus siglas en inglés MPS) estima cuántos productos finales serán producidos y en qué períodos de tiempo, concretando el plan de ventas y operaciones de la empresa (en sus siglas en inglés S&OP) y viabilizándolo mediante un plan aproximado de capacidad (Domínguez Machuca, Álvarez Gil, Domínguez Machuca, García González, & Ruiz Jiménez, 1995). Para su desarrollo se aplicó el proceso lógico de Krajewski, Manoj, y Ritzman (2013) que se muestra en la Figura 1.

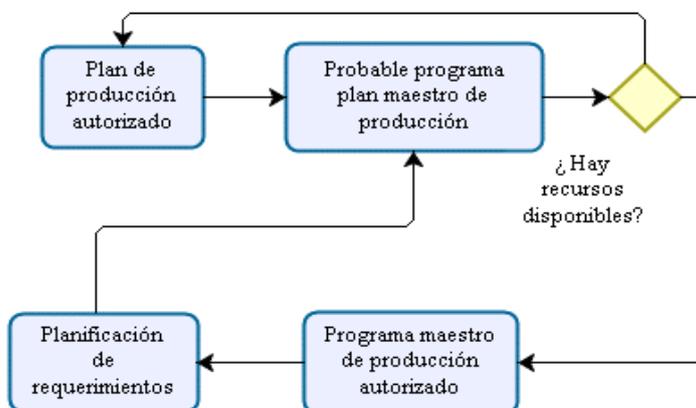


Figura 1. Proceso de elaboración de un Plan Maestro de Producción

Fuente: Tomado de (Krajewski, Manoj, & Ritzman, 2013).

Este plan tuvo como origen al S&OP que tenía una agregación en forma de familia de productos y en cubos de tiempos mensuales. Además, consideró el inventario disponible, los pedidos en firme de la cartera de clientes y otras fuentes generadoras de demanda, así como, las recepciones programadas. Todas ellas consideradas en el S&OP, pero con un mayor grado de desagregación a nivel de *ítems* finales y reperiodificados en semanas (Chase & Jacobs, 2014). Obteniéndose un posible MPS que se consideró factible si, por un lado, la

carga generada era compatible con la capacidad disponible, y por otro, si está sincronizado con el S&OP, al conciliarse con éste la suma de los pedidos para los distintos períodos correspondientes al mes (Krajewski et al., 2013). De lo contrario, se valoraron posibles medidas transitorias dirigidas al incremento de la capacidad (horas extras y/o subcontratación de la producción), y/o modificaciones en las fechas de entrega de los pedidos de los clientes, siempre y cuando esto no implicara incrementos de costos debido a retrasos en los pedidos o modificaciones en el S&OP.

También fueron considerados como requisitos básicos que la desagregación fuese eficiente y evitar los inventarios negativos al final de las semanas (Domínguez Machuca et al., 1995). Para garantizar la eficiencia en la desagregación se realizó un análisis descriptivo a la variable cuantitativa porcentaje que representa el producto *i* respecto al total de unidades vendidas y calculada a partir de las series de tiempo. Dicho análisis se centró en la media, la media recortada (al 5 %), los estimadores robustos para la media y la forma de la distribución de los datos (Cronk, 2017; Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2015).

El horizonte de tiempo se definió hasta un máximo de dos meses, dado el entorno *make to order* y el bajo nivel de informatización de la empresa, en la que predomina el empleo de tablas en Excel y cuyo formato se muestra en la Tabla 1. Además, con una actualización semanal del MPS sobre la base de los nuevos pedidos de los clientes (Gaither & Frazier, 2000) y con un período de congelación igual al tiempo de suministro de una semana que garantizó un flujo razonablemente controlado en el sistema de producción (Chase & Jacobs, 2014; Scott, 1994).

Tabla 1, Formato para el registro del MPS

| Elemento: | Política de pedido: Tiempo de espera: | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------------|---|---|---|---------|---|---|---|
| | Enero | | | | Febrero | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Cantidad disponible: | | | | | | | | |
| Pronóstico | | | | | | | | |
| Pedidos de los clientes (registrados) | | | | | | | | |
| Inventario disponible proyectado | | | | | | | | |
| Cantidad en el MPS | | | | | | | | |
| Inicio del MPS | | | | | | | | |
| Inventario disponible para promesa | | | | | | | | |

Fuente: Tomado de (Krajewski et al., 2013).

El primer paso consistió en calcular el inventario disponible proyectado (Gupta & Andersen, 2018), como una estimación de la cantidad de inventario disponible en cada semana *t*, una vez que se ha satisfecho la demanda:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Inventario disponible} \\ \text{proyectado al final} \\ \text{de la semana } t \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Inventario disponible} \\ \text{al final de} \\ t-1 \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Cantidad que según el MPS} \\ \text{debe haber al} \\ \text{principio de } t \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Requerimientos} \\ \text{proyectados} \\ \text{para } t \end{array} \right)$$

Es posible que en algunas semanas no aparezca en el MPS una cantidad para un producto debido a que existe un inventario suficiente (Little, Rollins, Peck, & Porter, 2000). Para los requerimientos proyectados en *t* se emplearon los pedidos de los clientes.

El segundo paso se relaciona con la determinación de las fechas y la magnitud de las cantidades de productos específicos en el MPS, de forma tal que se mantuviera un saldo no negativo en el inventario disponible proyectado. Cuando se detecten faltantes en el inventario, será necesario programar cantidades adecuadas en el MPS para compensarlos, que tendrán su inicio de producción en correspondencia con el tiempo de reaprovisionamiento del inventario o tiempo de espera.

El tiempo de espera se definió como una estimación del tiempo que transcurre entre el momento en que se coloca un pedido y el momento en que se recibe en el inventario. Cuando se trata de artículos que se producen en la fábrica incluye los tiempos de: preparación de la producción, procesamiento, manipulación de los materiales entre las operaciones y los referidos a las esperas en proceso (Krajewski, et al., 2013).

El tamaño del pedido se determinó mediante la regla lote por lote ($L*L$). El tamaño del lote ordenado satisface los pedidos de una sola semana y su meta es minimizar los niveles de inventario (Golari, Fan, & Jin, 2017). Esta regla garantiza que el pedido planeado sea suficientemente grande para evitar desabasto durante esa única semana que abarca.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tamaño del lote} \\ L*L \text{ que llegará} \\ \text{en } t \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Pedido de los} \\ \text{clientes} \\ \text{en } t \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Inventario disponible} \\ \text{proyectado} \\ \text{en } t-1 \end{array} \right)$$

El inventario disponible para promesa aporta información de utilidad para negociar las fechas de entrega con los clientes. Se determina como la diferencia entre la cantidad total que operaciones está planeando producir y los pedidos de los clientes ya registrados (Chase & Jacobs, 2014). Se asoció a cada una de las cantidades en el MPS (Krajewski et al., 2013).

El desempeño del MPS se evaluó a partir del costo total, nivel de servicio y la inestabilidad, donde lo ideal es buscar una compensación entre estos tres indicadores (Blackburn, Kropp, & Millen, 1986).

Esta es una investigación aplicada desde que se define un problema práctico y se aplican técnicas ingenieriles para su mejora. Se comienza con la descripción sistemática de la empresa en estudio, luego se enmarca en una teoría suficientemente aceptada de la cual se calcula el plan maestro de producción. Supone el uso de los métodos de la investigación-acción-participación, es decir, relación directa con el conglomerado empresarial afectado por la problemática. Esto se desarrolla en base a los métodos de investigación: análisis – síntesis, inductivo – deductivo, hipotético – deductivo e histórico – lógico (Hernández Sampieri, Fernández Callado, & Baptista Lucio, 2015).

RESULTADOS

En el caso de la empresa textil, se realiza un diagrama en planta, siguiendo los criterios de Dieguez Matellan et al. (2018) para iniciar el estudio de la producción (Figura 2).

Sablón Cossío; Orozco Crespo; Lomas Rosero; Montero

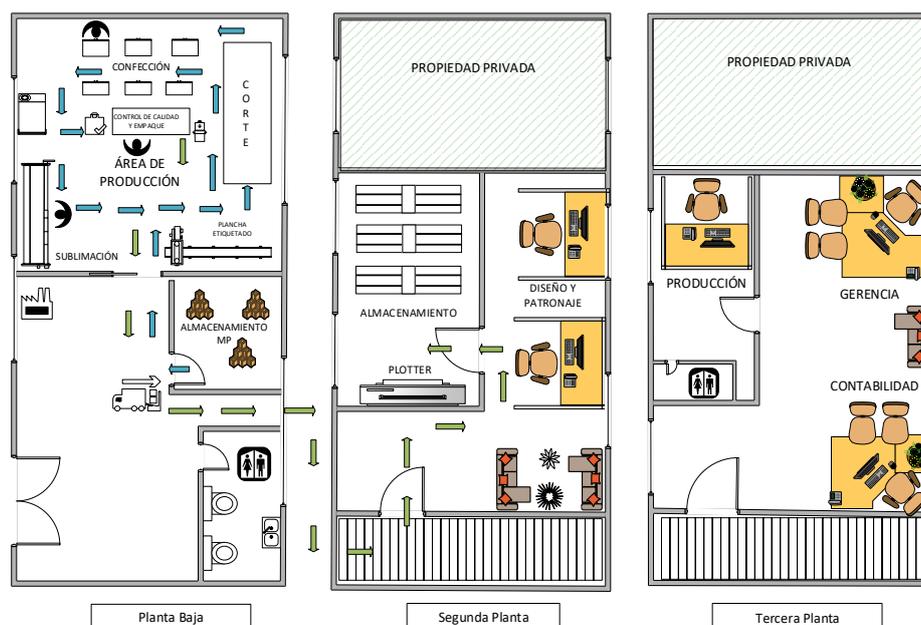


Figura 2. Diagrama en planta de la manufactura textil en Imbabura.

Fuente: Lomas Rosero (2018).

La infraestructura del objeto de estudio, se dispone de tres plantas para la realización de su actividad productiva: la planta baja se ubica el área de producción, aquí se realiza la transformación del objeto de trabajo; además se encuentra el área de almacenamiento de tela e insumos. En la segunda planta, se localiza el área de diseño y patronaje el cual provee el plantillaje para dar inicio al proceso de producción, las máquinas para realizar la impresión de patrones y diseños que van destinados para la operación de corte y sublimado. En este espacio se encuentra además el punto de almacenamiento de producto terminado, el cual es distribuido en sacos para los diferentes puntos de venta y clientes. El área administrativa, se encuentra en la tercera planta.

Los costos de producción influyen en la supervivencia de esta producción en el mercado y es una variable básica del sistema (Tabla 2).

Tabla 2: Costos de producción de la empresa textil.

| PRODUCTO | COSTO DE PRODUCCIÓN |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Pantalón Llano | 7,90 a 9,00 USD |
| Pantalón Leggings | 7,60 a 9,00 USD |
| Conjunto Dama | 19,86 a 25,00 USD |
| Pantalón Niña | 4,00a 5,00 USD |
| Conjunto Niña | 10,37 a 15,00 USD |
| Conjunto Caballero | 15,39 a 20,00 USD |
| Conjunto Niño | 9,01 a 15,00 USD |
| Camisetas Niño | 3,85 a 5,00 USD |
| Camisetas Niña | 3,85 a 5,00 USD |
| Camisetas | 3,30 a 5,00 USD |
| Blusa Dama | 5,58 a 10,00 USD |
| COSTO DE PRODUCCIÓN PROMEDIO | 8,24 a 10,00 USD |

Se determina que el costo promedio de producción es de 8,24 a 10,00 USD, del cual un 83 % recae en materias primas y materiales. El sistema de planeación a corto plazo, en la empresa presenta varias oportunidades de mejora del sistema de planeación de la producción, como se muestra en la Figura 3.

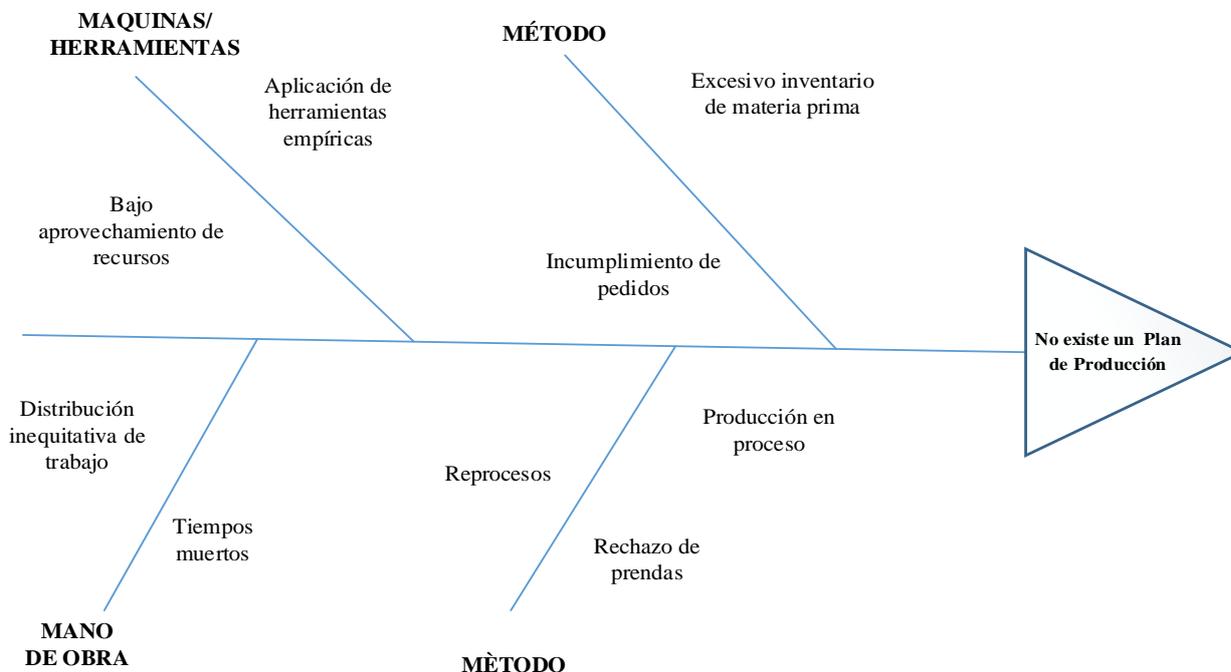


Figura 3: Diagrama Ishikawa del proceso de planificación del objeto de estudio.

Fuente: Lomas Rosero (2018).

La empresa trabaja en su mayoría contra pedido, sin embargo, una parte de sus productos son destinados para ser distribuidos en sus puntos de venta. En este caso, la producción se realiza en base a un pronóstico empírico y se toma como insumo los históricos de ventas de cada almacén. La persona encargada de determinar las cantidades que se van a producir ofrece información al jefe de producción, persona responsable del proceso (Figura 4). Se toma en cuenta ciertos aspectos como: costo de materia prima, porcentaje de tela a utilizarse, insumos como cierres, hilos, elásticos, etiquetas de cartón, plásticas adhesivas y etiqueta de especificaciones que se somete a un proceso de sublimación. También se realiza un cálculo de los costos indirectos: mano de obra y de fabricación, luego de este proceso pasa a ser verificada y aprobada por la gerente general de la empresa.

Este proceso se lleva a cabo de manera verbal, entre la gerente y la persona encargada de la producción. El registro del pedido el cual se realiza de manera manual, es enviado a las otras áreas como: diseño en caso de que el pedido requiera de sublimación o directamente a corte para que inicie su proceso de confección. Asimismo, la producción se maneja casi siempre por prioridades, es decir, que el cliente requiere la entrega de los pedidos con anterioridad a la fecha acordada.

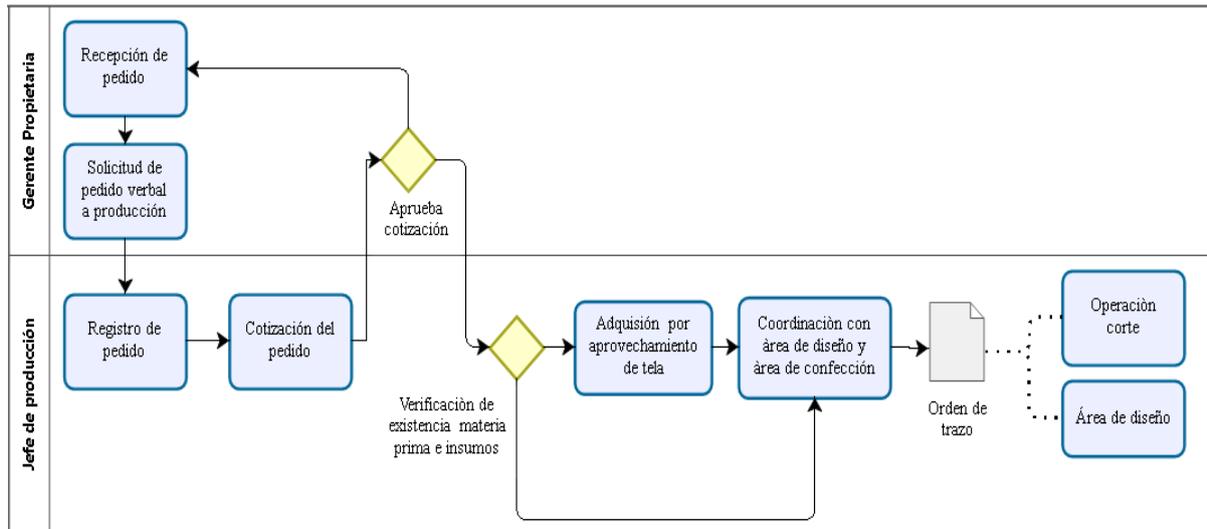


Figura 4: Proceso de planificación actual de la empresa manufacturera.

Fuente: Lomas Rosero (2018).

Luego, se define un cronograma para producción diaria, el jefe de producción asigna trabajos a cada una de las operaciones. Esto en ocasiones es mal distribuido debido a que se producen esperas especialmente entre la operación de corte y confección observando la acumulación de partes de prendas en los centros de trabajo.

El control se realiza para cada operación de manera visual, corrigiendo aspectos como: costuras, manipulación del objeto de trabajo, color de hilos, entre otros. Finalmente, conforme se van cumpliendo los pedidos pasan al área de etiquetado y empaque, dependiendo de las cantidades, es la misma persona encargada de producción quien ingresa la cantidad de producto terminado al sistema para su posterior distribución o entrega al cliente.

La planta cuenta con gente experimentada en la producción de este tipo de productos, sin embargo, su capacidad actual no abastece para asumir todos los pedidos. Es motivo por el cual se ve necesario recurrir a la subcontratación que sería a un 20% de su producción. En esta actividad manufacturera se encarga de entregar materia prima, diseños e insumos y los talleres de maquilado son quienes se encargan de la confección de las prendas.

La jefa de producción asume el proceso de organización, planificación y control de la producción. Solo verifica los niveles de existencia de materias primas en inventario antes de que se ejecute el proceso, más con anterioridad.

Con estos antecedentes descritos en cuanto a la gestión actual de las actividades de la empresa, se considera inadecuada debido a la falta de un programa de producción acorde a los pedidos de los clientes. De lo anterior se desprende la inexistencia de una planificación efectiva de los recursos disponibles, así como deficientes mecanismos de control, que contribuya a cumplir con los plazos de entrega y elevar el nivel de servicio al cliente.

Plan Maestro de Producción

El MPS se desarrolló para las tres familias y los ocho ítems que la componen (Tabla 3). Se empleó un horizonte de dos meses (enero y febrero de 2018), desagregados en semanas. Asimismo, se asumió que cada mes tiene cuatro semanas y en las que se desagregó el pronóstico mensual. Además, se consideró una política de pedido de L*L y un tiempo de espera de una semana. El inventario inicial se correspondió con la cantidad de unidades de cada uno de los productos existentes en la bodega al cierre de diciembre de 2017. Se fueron registrando los pedidos de los clientes para cada semana de acuerdo a su fecha de entrega, los que fueron aceptados en esa semana si existía inventario disponible para promesa. Posterior, se recalcularon los niveles de inventario inicial y final para cada semana.

Tabla 3: Plan Maestro de Producción

Producto: Pantalón llano **Política de pedido:** L*L
Cantidad disponible: 253 **Tiempo de espera:** 1 semana

| | Enero | | | | Febrero | | | |
|------------------------------------|-------|-----|----|-----|---------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Inventario Inicial | 253 | 170 | 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pronóstico | 83 | 83 | 83 | 83 | 91 | 91 | 91 | 91 |
| Pedidos de los clientes | 36 | 88 | 0 | 16 | 125 | 125 | 0 | 125 |
| Cantidad en el MPS | 0 | 0 | 0 | 83 | 125 | 125 | 91 | 125 |
| Inicio del MPS | 0 | 0 | 83 | 125 | 125 | 91 | 125 | 0 |
| Inventario Final | 170 | 82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario disponible para promesa | 217 | 129 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Producto: Pantalón leggins **Política de pedido:** L*L
Cantidad disponible: 217 **Tiempo de espera:** 1 semana

| | Enero | | | | Febrero | | | |
|------------------------------------|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Inventario Inicial | 217 | 116 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pronóstico | 101 | 101 | 101 | 101 | 111 | 111 | 111 | 111 |
| Pedidos de los clientes | 36 | 89 | 86 | 70 | 125 | 125 | 120 | 120 |
| Cantidad en el MPS | 0 | 0 | 86 | 101 | 125 | 125 | 120 | 120 |
| Inicio del MPS | 0 | 86 | 101 | 125 | 125 | 120 | 120 | 0 |
| Inventario Final | 116 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario disponible para promesa | 181 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Producto: Conjunto Dama **Política de pedido:** L*L
Cantidad disponible: 256 **Tiempo de espera:** 1 semana

| | Enero | | | | Febrero | | | |
|------------------------------------|-------|-----|-----|-----|---------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Inventario Inicial | 256 | 179 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pronóstico | 53 | 53 | 53 | 53 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| Pedidos de los clientes | 77 | 88 | 100 | 100 | 50 | 25 | 80 | 45 |
| Cantidad en el MPS | 0 | 0 | 9 | 100 | 57 | 57 | 80 | 57 |
| Inicio del MPS | 0 | 9 | 100 | 57 | 57 | 80 | 57 | 0 |
| Inventario Final | 179 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario disponible para promesa | 179 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Sablón Cossío; Orozco Crespo; Lomas Rosero; Montero

Producto: Conjunto Niña **Política de pedido:** L*L
Cantidad disponible: 265 **Tiempo de espera:** 1 semana

| | Enero | | | | Febrero | | | |
|------------------------------------|-------|-----|----|----|---------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Inventario Inicial | 265 | 225 | 95 | 55 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| Pronóstico | 40 | 40 | 40 | 40 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| Pedidos de los clientes | 0 | 130 | 0 | 0 | 50 | 16 | 50 | 12 |
| Cantidad en el MPS | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 43 | 50 | 43 |
| Inicio del MPS | 0 | 0 | 0 | 34 | 43 | 50 | 43 | 0 |
| Inventario Final | 225 | 95 | 55 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inventario disponible para promesa | 225 | 65 | 55 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Producto: Blusa Dama **Política de pedido:** L*L
Cantidad disponible: 116 **Tiempo de espera:** 1 semana

| | Enero | | | | Febrero | | | |
|------------------------------------|-------|----|----|----|---------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Inventario Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Pronóstico | 116 | 92 | 68 | 44 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| Pedidos de los clientes | 24 | 24 | 24 | 24 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Cantidad en el MPS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 52 | 10 |
| Inicio del MPS | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 52 | 26 |
| Inventario Final | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 52 | 26 | 0 |
| Inventario disponible para promesa | 92 | 68 | 44 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Lomas Rosero (2018).

A la par, se controló la carga generada por los inicios del MPS sobre las operaciones del proceso productivo, lo cual fue determinando la viabilidad del MPS (Tabla 4).

Tabla 4: Plan aproximado de capacidad (enero y febrero).

| Períodos | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------|-------------------------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| MPS | Pantalón Llano PLL34 | 0 | 0 | 83 | 125 | 125 | 91 | 125 | 0 |
| | Pantalón Leggings PTL34 | 0 | 86 | 101 | 125 | 125 | 120 | 120 | 0 |
| | Conjunto Dama CON34 | 0 | 0 | 9 | 100 | 57 | 57 | 80 | 57 |
| | Conjunto Niña CON32 | 0 | 0 | 0 | 34 | 43 | 50 | 43 | 0 |
| | Camisetas CA35 | 7 | 22 | 7 | 24 | 24 | 30 | 24 | 0 |
| | Blusas BL34 | 0 | 0 | 0 | 6 | 30 | 52 | 26 | 0 |
| Total | | 7 | 108 | 200 | 415 | 405 | 400 | 419 | 57 |
| Carga | | | | | | | | | |
| CORTE | Carga PLL34 | 0,00 | 0,00 | 2,59 | 3,90 | 3,90 | 2,83 | 3,90 | 0,00 |
| | Carga PTL34 | 0,00 | 2,68 | 3,15 | 3,90 | 3,90 | 3,74 | 3,74 | 0,00 |
| | Carga CON34 | 0,00 | 0,00 | 0,86 | 9,58 | 5,51 | 5,51 | 7,67 | 5,51 |
| | Carga CON32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,29 | 4,16 | 4,79 | 4,16 | 0,00 |
| | Carga CA35 | 0,26 | 0,87 | 0,27 | 0,95 | 0,95 | 1,19 | 0,95 | 0,00 |
| | Carga BL34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 1,19 | 2,05 | 1,04 | 0,00 |
| | Plan de Capacidad | 0,26 | 3,55 | 6,87 | 21,86 | 19,59 | 20,11 | 21,45 | 5,51 |
| | Capacidad estándar disponible | 150 | 150 | 150 | 150 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | Desviación | 149,34 | 146,05 | 143 | 128 | 103 | 102 | 101 | 117 |
| Desviación Acumulada | 149,34 | 295,39 | 438 | 566 | 669 | 771 | 872 | 989 | |

| Periodos | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SUBLIMADO | Carga PLL34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Carga PTL34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Carga CON34 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 1,67 | 0,96 | 0,96 | 1,33 | 0,96 |
| | Carga CON32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,57 | 0,72 | 0,83 | 0,72 | 0,00 |
| | Carga CA35 | 0,11 | 0,37 | 0,11 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,40 | 0,00 |
| | Carga BL34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,36 | 1,69 | 2,93 | 1,48 | 0,00 |
| | Plan de Capacidad | 0,11 | 0,37 | 0,26 | 3,00 | 3,77 | 5,22 | 3,93 | 0,96 |
| | Capacidad estándar disponible | 75 | 75 | 75 | 75 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | Desviación | 75 | 74 | 75 | 72 | 57 | 56 | 57 | 60 |
| | Desviación Acumulada | 75 | 149 | 224 | 295 | 353 | 409 | 466 | 526 |
| CONFECCIÓN | Carga PLL34 | 0,00 | 0,00 | 5,60 | 8,44 | 8,44 | 6,13 | 8,44 | 0,00 |
| | Carga PTL34 | 0,00 | 6,59 | 7,74 | 9,58 | 9,58 | 9,20 | 9,20 | 0,00 |
| | Carga CON34 | 0,00 | 0,00 | 5,77 | 64,12 | 36,87 | 36,87 | 51,29 | 36,87 |
| | Carga CON32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 15,33 | 19,40 | 22,36 | 19,40 | 0,00 |
| | Carga CA35 | 1,29 | 4,31 | 1,33 | 4,71 | 4,71 | 5,88 | 4,71 | 0,00 |
| | Carga BL34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,70 | 7,95 | 13,77 | 6,95 | 0,00 |
| | Plan de Capacidad | 1,29 | 10,91 | 20,45 | 103,88 | 86,94 | 94,21 | 99,99 | 36,87 |
| | Capacidad estándar disponible | 598 | 598 | 598 | 598 | 490 | 490 | 490 | 490 |
| | Desviación | 597 | 587 | 578 | 495 | 403 | 395 | 390 | 453 |
| | Desviación Acumulada | 597 | 1185 | 1763 | 2257 | 2660 | 3055 | 3445 | 3897 |
| ETIQUETADO Y EMPAQUE | Carga PLL34 | 0,00 | 0,00 | 2,25 | 3,40 | 3,40 | 2,47 | 3,40 | 0,00 |
| | Carga PTL34 | 0,00 | 2,34 | 2,74 | 3,40 | 3,40 | 3,26 | 3,26 | 0,00 |
| | Carga CON34 | 0,00 | 0,00 | 1,02 | 11,38 | 6,55 | 6,55 | 9,11 | 6,55 |
| | Carga CON32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,29 | 0,37 | 0,43 | 0,37 | 0,00 |
| | Carga CA35 | 0,36 | 1,20 | 0,37 | 1,31 | 1,31 | 1,64 | 1,31 | 0,00 |
| | Carga BL34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,37 | 1,74 | 3,02 | 1,52 | 0,00 |
| | Plan de Capacidad | 0,36 | 3,54 | 6,39 | 20,15 | 16,76 | 17,35 | 18,97 | 6,55 |
| | Capacidad estándar disponible | 150 | 150 | 150 | 150 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | Desviación | 149,24 | 146,06 | 143,21 | 129,45 | 105,64 | 105,05 | 103,43 | 115,85 |
| | Desviación Acumulada | 149,24 | 295,30 | 438,51 | 567,96 | 673,59 | 778,64 | 882,07 | 997,93 |

Fuente: Lomas Rosero (2018).

A través del plan aproximado de capacidad, se comparó la carga con la capacidad disponible planificada bajo las condiciones planteadas en el S&OP, que en el caso de los meses de enero y febrero fue de trabajar en tiempo regular. Se observó como las desviaciones fueron positivas indicando que en cada semana en cuestión no se precisa más capacidad y que la planificada en tiempo regular era suficiente para enfrentar los pedidos receptados.

El nivel de servicio (NS) se determinó como la cantidad de unidades cumplidas dentro del plazo de entrega comprometido con los clientes y con la calidad requerida.

$$NS_{\text{ene-feb 2018}} = \frac{\text{Unidades cumplidas en fecha}}{\text{Total de unidades solicitadas}} * \left(1 - \frac{\text{Unidades devueltas con problemas de calidad}}{\text{Total de unidades solicitadas}} \right)$$

$$NS(\text{ene} - \text{feb 2018}) = 2207/2207 * (1 - 44/2207)$$

$$NS(\text{ene} - \text{feb 2018}) = 98\%$$

Sablón Cossío; Orozco Crespo; Lomas Rosero; Montero

Se determinó la inestabilidad de la producción semanal (I), calculada como el coeficiente de variación de la producción para las semanas de la 4 a la 7.

$$I_{(\text{ene} - \text{feb}/2018)} = 8.5/410$$

$$I_{(\text{ene} - \text{feb}/2018)} = 2\%$$

DISCUSIÓN

El MPS generó reajustes en el S&OP que fueron cuantificados por medio de la variación en los costos (Tabla 5).

Tabla 5. Variación Plan Agregado Base – Plan Agregado Reajustado.

| COSTOS | UM | COSTO PLAN AGREGADO BASE | COSTO PLAN AGREGADO REAJUSTADO SEGÚN MPS | Δ |
|--------------------------|-----------|--------------------------|------------------------------------------|------|
| Período | Mes | Enero- Febrero | Enero-Febrero | |
| Costo tiempo regular | (USD/mes) | 3.170,16 USD | 3.021,68 USD | -5% |
| Costo de horas extras | (USD/mes) | - USD | - USD | -% |
| Costo de subcontratación | (USD/mes) | - USD | - USD | -% |
| Costo de inventario | (USD/mes) | 126,36 USD | 39,90 USD | -68% |

Fuente: Lomas Rosero (2018).

Se observan disminuciones de un 5 % y de un 68 % en el costo de producción en tiempo regular y en el costo de mantenimiento de inventario, respectivamente. Los mismos surgieron a partir de la disminución de la producción real respecto a la planificada en el S&OP, la cual se originó a partir de los pronósticos realizados y condujo al incremento de los costos por inmovilización de recursos para la empresa.

Este tipo de estudios no presentan una gran relevancia teórica porque las herramientas presentan más de 60 años. El aporte fundamental se centra en la necesidad de aplicación de estas en la práctica empresarial. Existen varios estudios de la temática, que se diferencian en el tipo de empresa donde se aplica y el contexto en donde se desarrollan. Por ejemplo, el trabajo de Ibadango Ibadango (2017), que se enfoca al sistema de planificación de la producción, iniciando en el plan agregado de producción y concluye en el plan maestro, con la diferencia que se aplica en una empresa de fabricación de lácteos y se utilizó técnicas de secuenciación para la organización de su producción a corto plazo. Este último elemento no se utiliza en esta investigación campo que queda sin explorar en el objeto de estudio. Además, tiene en cuenta el nivel de servicio al cliente que en esta investigación no se profundizó.

CONCLUSIONES

El trabajo presenta un alto valor práctico para la empresa textil en el Ecuador, y en específico para el objetivo de estudio. Se describe el sistema de producción de una empresa textil en Imbabura, y se diagnóstica.

El nivel de servicio en relación a las cantidades de unidades cumplidas dentro del plazo de entrega comprometido con los clientes y con la calidad requerida es excelente (98 %), a pesar que no se realiza de forma sistémica debido a la utilización de un solo indicador. En relación a la inestabilidad de la producción semanal se determinó que el coeficiente presenta un valor bajo (2%).

La confección del MPS y su plan aproximado de capacidad permitió identificar las cantidades a producir en las semanas planificadas, controlar la recepción de pedidos de los clientes sobre la base de la capacidad del proceso, así como, los niveles de inventarios. Es necesario encontrar un mejor consenso entre los tres indicadores evaluados bajo una perspectiva multicriterio y trabajar mejor en los pronósticos, que fueron los que originaron la inmovilización de recursos.

El estudio realizado debe continuar para profundizar en otras particularidades del sistema de planificación de la producción al nivel estratégico.

REFERENCIAS

- Bearzotti, L. A. (2018). Industria 4.0 y la Gestión de la Cadena de Suministro: el desafío de la nueva revolución industrial. *Gaceta Sansana*, 3(8).
- Blackburn, J. D., Kropp, D. H., & Millen, R. A. (1986). A comparison of strategies to dampen nervousness in MRP systems. *Management science*, 32(4), 413-429.
- Comas Rodríguez, R. (2013). *Contribuciones al control de gestión en empresas que aplican el sistema de dirección y gestión empresarial cubano*. (Tesis de Doctorado), Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.
- Cronk, B. C. (2017). *How to use SPSS®: A step-by-step guide to analysis and interpretation*: Routledge.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2014). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México D. F.: McGraw Hill.
- Dieguez Matellan, E., Negrín Sosa, E., Gómez Figueroa, O., Pérez Gosende, P. A., Hernández Pérez, G., Rodríguez Sánchez, Y., & Dolón Diéguez, E. (2018). *Localización y distribución espacial de instalaciones de manufactura y servicios*. Porto Viejo, Ecuador: Editorial de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

- Domínguez Machuca, J. A., Álvarez Gil, M., Domínguez Machuca, M. A., García González, S., & Ruiz Jiménez, A. (1995). *Dirección de operaciones*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Espinel, J. G., Espinel, V. A., Abad, S. L., & Fonseca, J. C. P. (2016). *Política Industrial del Ecuador 2016 -2025*. Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad y el Ministerio de Industria y Productividad.
- Fundora Miranda, A., Taboada Rodríguez, C., Cuellar, H., Urquiaga Rodríguez, A. J., & Sánchez Lara, A. (1994). *Organización y Planificación de la Producción*. La Habana, Cuba: ENPES.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones* (8va Ed): International Thomson Editores.
- Golari, M., Fan, N., & Jin, T. (2017). Multistage Stochastic Optimization for Production-Inventory Planning with Intermittent Renewable Energy. *Production and Operations Management*, 26(3), 409-425.
- Gupta, M., & Andersen, S. (2018). Throughput/inventory dollar-days: TOC-based measures for supply chain collaboration. *International Journal of Production Research*, 56(13), 1-17.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Callado, C., & Baptista Lucio, P. (2015). *Metodología de la Investigación*. (6ta. Ed). México D.F., México: Mc Graw-Hall Education.
- Ibadango Ibadango, J. E. (2017). *Planificación de la producción a mediano y a corto plazos en la industria de lácteos San Luis*. (Tesis de Grado) Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6675>
- Krajewski, L. J., Manoj, K., & Ritzman, L. (2013). *Administración de operaciones: Procesos y cadena suministro* (10 ed.). México D. F., México: Pearson Education.
- Leo Kumar, S. P. (2018). Knowledge-based expert system in manufacturing planning: state-of-the-art review. *International Journal of Production Research*, Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1424372>
- Little, D., Rollins, R., Peck, M., & Porter, J. K. (2000). Integrated planning and scheduling in the engineer-to-order sector. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 13(6), 545-554.
- Lopes Martinez, I., Acevedo Urquiaga, A. J., Pardillo Báez, Y., Acevedo Suárez, J. A., & Gómez Acosta, M. I. (2013). Mathematical model for the integrated calculation of production, logistical and service capacities in the value chain. *Technische Hochschule Wildau*. 17, 91-96.
- Lomas Rosero, C. Y. (2018). *Planificación de la producción a mediano plazo en la empresa Tavy Sport del cantón Antonio Ante*. (Tesis de Grado) Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8156>

- Sablón Cossío, N., Sánchez Shacay, B. F., Acevedo Suárez, A. J., & Suárez Pérez, Y. (2017). Capacidad productiva de una industria láctea del Puyo, Ecuador. *Sinergia*, 8(2), 31-43.
- Scott, B. (1994). *Manufacturing planning systems*. Londres, Reino Unido: McGraw-Hill International.
- Shokouhi, E. (2018). Integrated multi-objective process planning and flexible job shop scheduling considering precedence constraints. *Production & Manufacturing Research*, 6(1), 61-89.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers S. L., & Ye, K. (2015). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. (9na ed.) México D.F., México: Pearson Educación.