

ARTÍCULO CIENTÍFICO
CIENCIAS EMPRESARIALES

Plan agregado de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador

Added plan for a textile company. Case study of Imbabura, Ecuador

Orozco Crespo, Erik ^I; Sablón Cossío, Neyfe ^{II}; Diéguez Santana, Karel ^{III}; Lomas Rosero, Carina Yoconda ^{IV}

^I eorozco@utm.edu.ec, Ingeniería Industrial, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

^{II} nsablon@utm.edu.ec, Ingeniería Industrial, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador

^{III} karel.diegues@ikiam.edu.ec, Biotecnología. Universidad Regional Amazónica (IKIAM), Tena, Ecuador

^{IV} clomas@utm.edu.ec, Ingeniería Industrial, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

Recibido: 30/05/2018

Aprobado: 19/06/2018

RESUMEN

En las puertas de la cuarta revolución industrial, se exige de una empresa competitiva. Para ello, se debe contar con un sistema de producción que cumpla con los pedidos y la demanda de los clientes. Este artículo se realizó en una empresa Textil de Imbabura, Ecuador. El presente trabajo investigativo tiene como objetivo planificar la producción a mediano plazo a través del plan agregado. Se utiliza el procedimiento de preparación del plan agregado de los autores clásicos en este tema, y se balancea la capacidad en relación con su uso en el objeto de estudio. Se calculó el pronóstico con la utilización del programa informático *Forecast Pro*, a través de series de tiempo y de la identificación del mejor método según los errores. Se identifican los requisitos de producción, el cálculo: el inventario de seguridad y el final, el costo de cada estrategia, la estrategia de planeación que debe seguir el objeto de estudio. Se concluye que el caso de estudio se proyecta una estrategia de empleo de extras y subcontratación, que resulta un 81 % de proporcionalidad, y un nivel de 64% de su capacidad productiva en relación con su demanda. Este último resultado, 18 218 de productos textiles en el año, con un error de MAD y el MAPE hasta los valores de 506 unidades y 65.84 % del valor. La importancia de este trabajo es la obtención de una herramienta de planificación y control práctica para medio plazo para la empresa en estudio.

PALABRAS CLAVE: Planificación de la Producción; Pronóstico-Forecast; Plan Agregado

ABSTRACT

At the gates of the fourth industrial revolution, a competitive company is required. For this, you must have a production system that meets the orders and the demand of the customers. This article was made in a textile company in Imbabura, Ecuador. The objective of this research work is to plan medium-term production through the aggregate plan. The procedure of preparation of the aggregate plan of the classical authors in this subject is used, and the capacity in relation to its use in the object of study is balanced. The forecast was calculated with the use of the Forecast Pro software, though. The production requirements are identified, the calculation: the safety inventory and the final one, the cost of each strategy, the planning strategy that the object of study must follow. It is concluded that the case study projects a strategy of using extras and subcontracting, which results in 81% proportionality, and a level of 64% of its productive capacity in relation to its demand. This last result 18 218 of textile products in the year, with an error of MAD and the MAPE up to the values of 506 units and 65.84 % of the value. The importance of this work is to obtain a practical planning and control tool for the medium term for the company under study.

KEYWORDS: Production planning; Forecasts Forecast; Plan Agregado.

INTRODUCCIÓN

Frente a la situación mundial, donde el petróleo dejó de ser la fuente de sustentabilidad económica de toda nación, los gobiernos de turno a nivel mundial se han visto en la necesidad de fortalecer a otros sectores productivos para convertirse en fuentes de ingresos sostenibles en las bases económicas de la nación (Oppenheimer, 2015). Los sistemas empresariales que experimentan los países desarrollados, exigen en la actualidad a los mercados mundiales y nacionales, mejorar y superar estos sistemas para generar una competitividad en el mercado (Ibarra Cisneros, González Torres, & Demuner Flores, 2017).

En este contexto, el plan agregado de ventas es una herramienta para la toma de decisiones empresariales (Kumar, Purohit, Manjrekar, Singh, & Lad, 2018). Este plan, es una declaración de las tasas de producción, niveles de mano de obra y existencias en inventario de una compañía o departamento, que concuerdan con los pronósticos de la demanda y las restricciones de capacidad (Krajewski, Manoj, & Ritzman, 2013). El plan de ventas y operaciones es progresivo y gradual, lo que significa que está proyectado para abarcar varios periodos en el futuro (Darmawan, Wong, & Thorstenson, 2018).

La planificación de las ventas y operaciones es un proceso de toma de decisión en el que intervienen tanto los planificadores como la gerencia. Se trata de un proceso dinámico y

continuo, ya que diversos aspectos del plan se actualizan periódicamente cuando se dispone de nueva información o se presentan nuevas oportunidades (Chase, Shankar, & Jacobs, 2013).

Las empresas textiles ecuatoriana enfrentan dificultades como: la competencia desleal, el contrabando, la falta de acuerdos internacionales que faciliten la exportación y las importaciones de productos de bajo costo. Por otro lado, uno de los asuntos claves es la exportación, por la falta de tratados de comercio justos con EE. UU y la Unión Europea, donde están los principales consumidores de ropa. Y el inconveniente se agrava debido a que Perú y Colombia, los grandes competidores del textil ecuatoriano, sí cuentan con este tipo de acuerdos internacionales (Cevallos, 2014). Estos tres países anteriormente mencionados tienen al sector textil y de confección como sector estratégico y de desarrollo del territorio.

En Ecuador el sector textil se encuentra asentado en todas las provincias y cantones del territorio nacional, tomando en cuenta que existe mayor concentración de producción de hilos, telas, cueros, prendas de vestir y calzado en algunos cantones.

Por tal motivo, Ecuador se ha visto en la necesidad de reconocer la importancia del aumento de la capacidad productiva en el proceso de desarrollo económico, a través de políticas de estado que fomenten el cambio de la matriz productiva, diversificando el conocimiento y la innovación como elementos del cambio, que figura en el plan Nacional de Desarrollo en su objetivo número cinco “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria” (CNP, 2017-2020).

La empresa objeto de estudio que se ubica en Imbabura, al no tener un sistema de planeación establecido con las necesidades de cada una de las partes, se le dificulta tener una independencia de producción y de ventas del producto. Por ello, la empresa depende de otros actores que manejan el mercado, y colocan condiciones adversas a sus intereses.

Por tal motivo, el objetivo de este artículo es determinar el plan de ventas y operaciones en el mediano plazo de una empresa textil de Imbabura, Ecuador, mediante la utilización de herramientas, científicamente argumentadas, que incidan de forma positiva en la productividad. Se incluye en el estudio el cálculo del pronóstico de la demanda por el programa informático *Forecast Pro*. Esto permite reducir o mantener bajos inventarios, minimizar los costos de los recursos requeridos para la producción y satisfacer la demanda en un periodo determinado; lo cual incide directamente en el nivel de satisfacción del cliente y su productividad.

Ante tales exigencias, la empresa textil ve necesario mejorar sus prácticas de planificación de la producción, con el fin de mejorar los niveles de productividad por encima de un 80% representada en (horas/hombre), a través del empleo de nuevas herramientas que se adapten a las condiciones de la empresa y que conlleven a alcanzar los fines planteados.

MÉTODOS

Para llegar hasta la elaboración de un Plan Agregado satisfactorio se siguió el proceso iterativo de la figura 1. En el que fue empleado el método de prueba y error que constituye el más utilizado en la práctica por su fácil comprensión, aun cuando genere muchas soluciones que no sean las óptimas (Domínguez Machuca, Alvarez Gill, Domínguez Machuca, García González, & Ruíz Jímenes, 1995).

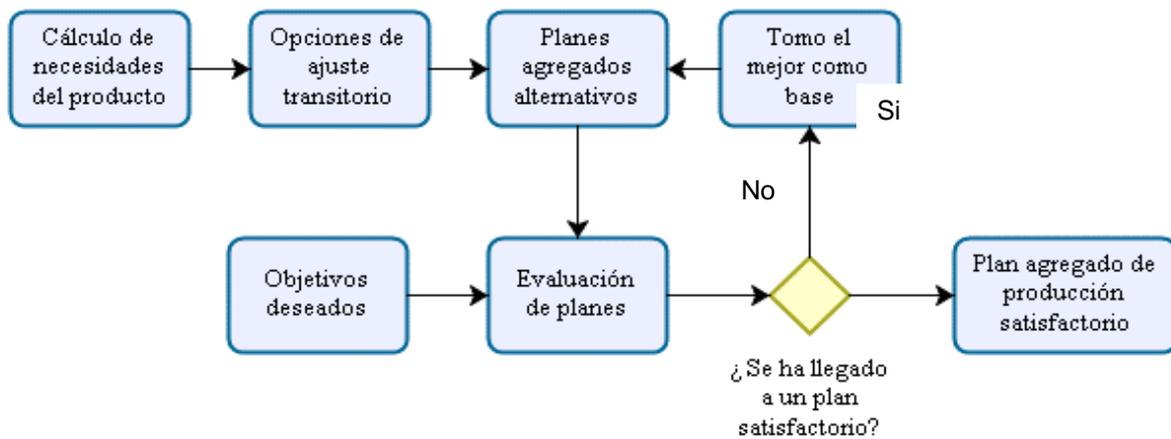


Figura 1. Proceso de elaboración del Plan Agregado

Fuente: Tomado de Domínguez Machuca et al. (1995)

Se consideraron como datos de entrada los pronósticos de las ventas como los equivalentes a las necesidades de productos. Además, se tuvieron en cuenta objetivos provenientes de las diferentes áreas funcionales de la empresa, como por ejemplo: la proyección de ingresos, costos y utilidades, la cantidad de trabajadores, capacidad de producción, los inventarios, los suministros y de operaciones, lo cual denota el carácter interfuncional del plan (Schroeder, 2011).

Además, las limitaciones marcadas por el entorno y la política de la empresa, todo lo cual permitió generar diversas opciones de ajuste transitorio que se tradujeron en la generación de diversos planes agregados alternativos.

Las alternativas diseñadas fueron eminentemente reactivas, incrementando o disminuyendo la capacidad de producción para hacer frente a los requerimientos de la demanda (Krajewski et al., 2013), que por otros autores se abordan como alternativas de capacidad (Render & Heizer, 2014) o como administración del suministro (Schroeder, 2011).

Se evaluaron las estrategias puras de nivelación de la fuerza de trabajo con horas extras y la de subcontratación, además, como estrategias mixtas las combinaciones de las anteriores. Todas las alternativas buscaron aportarles flexibilidad a los planes, absorbiendo las fluctuaciones de la demanda mediante las variaciones de capacidad, sin generar costos de

contratación o despidos del personal y pese a las primas por concepto de tiempo extra y a la pérdida de calidad producto de la subcontratación (Render & Heizer, 2014).

La selección de un plan satisfactorio resultó de la viabilidad real y de la comparación entre ellos sobre la base de minimizar los costos totales, maximizar el nivel de servicio al cliente y aprovechar al máximo los recursos de la empresa, como principales objetivos (Krajewski et al., 2013).

Los costos totales estuvieron integrados por los costos de producción en tiempo regular, los costos por laborar horas extras, los costos de subcontratación y los relacionados con mantener los inventarios, dependiendo de la estrategia desarrollada en cuestión. El servicio al cliente se calculó mediante la división del total de unidades producidas *versus* la demanda pronosticada. La utilización de los recursos se determinó mediante un balance anual de carga y capacidad.

RESULTADOS

Descripción del proceso productivo.

La empresa, realiza un proceso productivo para la fabricación de línea deportiva para damas, caballeros y niños, en tela *fleace lycra*. Dentro de estas líneas de producción sus productos estrellas de fabricación son pantalón llano y pantalón *leggings*. Estos últimos representan un 50 % de los ingresos de la empresa. El flujo de Operación Transporte Inspección Demora y Almacenamiento (OTIDA) relacionado a este producto se muestra en la figura 2 y sus operaciones principales son las descritas a continuación:

Operación de corte: en la operación de corte se transforma la tela acabada en piezas componentes de una prenda, en conformidad con las especificaciones técnicas enviadas por el área de diseño. Este proceso, tiene cuatro subprocesos: reposo de la tela, tendido de la tela, corte y clasificación de los componentes para su posterior costura. Como insumo para esta operación tenemos la plantilla de corte que se realiza a través del software AUDACES, el cual es encargado de brindar el máximo aprovechamiento de la tela, la maquinaria más utilizada es la cortadora vertical.

Sublimado: El proceso de sublimación se utiliza para estampar sobre poliéster u otras fibras sintéticas, los diseños que provienen del área de diseño y patronaje, son impresos en papel CAD. Se utiliza para piezas de prendas por ejemplo: los conjuntos de dama y niños, buzos de niña; o en casos, se sublima toda la prenda como pueden ser camisetas deportivas. Luego de su impresión estos son transportados al taller en donde se procede al corte de estos patrones. Luego se procede a ubicar en las planchas la pieza a sublimar conjuntamente con su diseño para ser sometido a una temperatura de 200°C durante un tiempo de 30 segundos en donde el diseño queda permanentemente impreso en la tela por lo que se puede lavar sin

dañar la calidad de la imagen. Cabe recalcar que es necesario la impresión de un diseño por cada prenda a sublimar. La empresa cuenta con una maquina sublimadora semiautomática, y como salida de esta operación se obtiene el papel del patrón el cual es usado con fines de reciclaje.

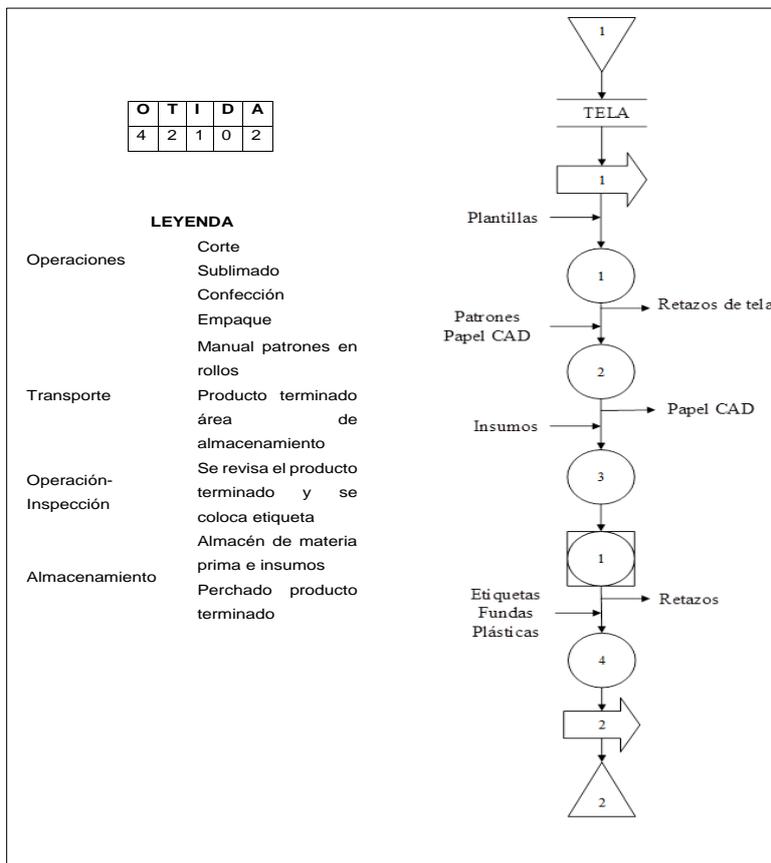


Figura 2. Diagrama de Operación, Transporte, Inspección, Demora y Almacenamiento del proceso productivo.

Fuente: Tomado de Rosero Lomas (2018).

Confección: en esta operación una vez que llega los insumos como son piezas cortadas, piezas sublimadas, hilos, cierres, botones, elásticos, entre otros; se inicia su transformación en prendas, siguiendo una secuencia de actividades que se llevan a cabo en máquinas overlock, recta y recubridora, en dependencia del tipo de prenda. En esta área se cuenta con tres operarias las cuales realizan un proceso completo por cada prenda.

Etiquetado y control de calidad: una vez que se encuentra las prendas terminadas pasa al control de calidad en donde se realiza una inspección visual en la costura del producto, se efectúa cortes de hilos, limpieza de impurezas endógenas al proceso. Una vez que la prenda pasa este subproceso se lleva a cabo el etiquetado que se cumple de dos maneras dependiendo de la prenda. El primero con la pistola de aguja en la etiqueta; donde se encuentran las indicaciones de tratamiento de la prenda como especificaciones de talla, precio y material de las que están fabricada, y también el código del sistema que se le da a

cada producto. El otro procedimiento se realiza por medio de una plancha en donde se aplica temperatura y se imprime en la prenda de manera permanente la marca conjuntamente con su slogan, por lo general esta última se realiza en conjuntos de damas.

Empaque: en esta sección las prendas ya confeccionadas, inspeccionadas y etiquetadas, se dobla y se coloca dentro de bolsas plásticas transparentes para la visualización de sus diseños, se clasifican por tallas para luego ser transportadas en gavetas hacia el área de almacenamiento que se encuentra en la segunda planta, para su posterior distribución. Este diagrama se elabora según los principios de Maynard et al. (2005).

Clasificación del sistema de producción

Con un valor de 12,2, bajo el concepto del indicador de serialidad, según la clasificación de Fundora Miranda, Taboada Rodríguez, Cuellar, Urquiaga Rodríguez, y Sánchez Lara (1994) y Taboada Rodríguez, et al., (1987), se concluye que el sistema productivo se encuentra en mediana serie. Para afianzar este concepto y ligar la teoría estudiada por Hayes y Wheelwright (1984), la industria textil es considerada, como producción en lotes porque su línea de productos es más estandarizada y lo único que varía son pequeñas modificaciones en alguna de las partes del producto.

Otro punto muy importante a analizar es el propuesto por Krajewski, et al. (2013); Render y Heizer (2014); y Schroeder (2011) en el que nos remite como un proceso productivo en lotes. Schroeder, Goldstein, and Rungtusanatham (2011) propone un análisis donde se toma en cuenta el tipo de orden del cliente, la fábrica trabaja contra pedido, lo cual determina el punto de penetración de la orden, entraña una flexibilidad más alta de personalización del producto, su servicio es relativamente rápido. Además, el ciclo de producción y el cumplimiento de la orden empiezan con el pedido del cliente para el inicio de su proceso productivo.

Elaboración del Plan Agregado de producción

Se comienza con una clasificación ABC, permitiendo identificar los artículos que tienen un impacto importante a nivel global, de esta forma se prioriza y se centran los esfuerzos en ellos. Esto constituye el insumo principal para el desarrollo del proceso de planificación de la producción. Para la confección de los planes a mediano plazo se siguen los procedimientos de la figura 1.

Definición de la nomenclatura de productos a planificar

Para la determinación de los artículos medulares que deben ser planificados se realiza una clasificación ABC, para determinar cuáles son los más demandados y se producen de manera relativamente constante durante todos los meses del año. La clasificación es la siguiente:

- Clasificación A: el 55 % de los ítems, 6 productos, representan el 85 % de las ventas totales.
- Clasificación B: el 18 % de los ítems, 2 productos, representa el 10 % de las ventas totales.

- Clasificación C: el 27 % de los ítems, 3 productos, representa el 5 % de las ventas totales. De esta clasificación ABC se toman los productos clasificados como A para todo el proceso de planificación de la producción y que incluye a los pronósticos. Es de destacar que ninguna familia se concentra en un único grupo de clasificación.

Cálculo de las necesidades

Recolección de datos: Se registra la información de las ventas mensuales de cada producto desde enero del 2015 hasta diciembre del 2017 siguiendo el procedimiento de la Figura 1. La unidad de medida utilizada es: unidades por mes. Puede considerarse que las ventas facturadas son representativas de la demanda, dado que la facturación se ejecuta generalmente dentro del mes en el que se realiza el pedido.

Revisión de patrones de datos: En la serie de tiempo total (Figura 3) se observa una tendencia negativa y no se destacan períodos que demuestren estacionalidad en los datos.

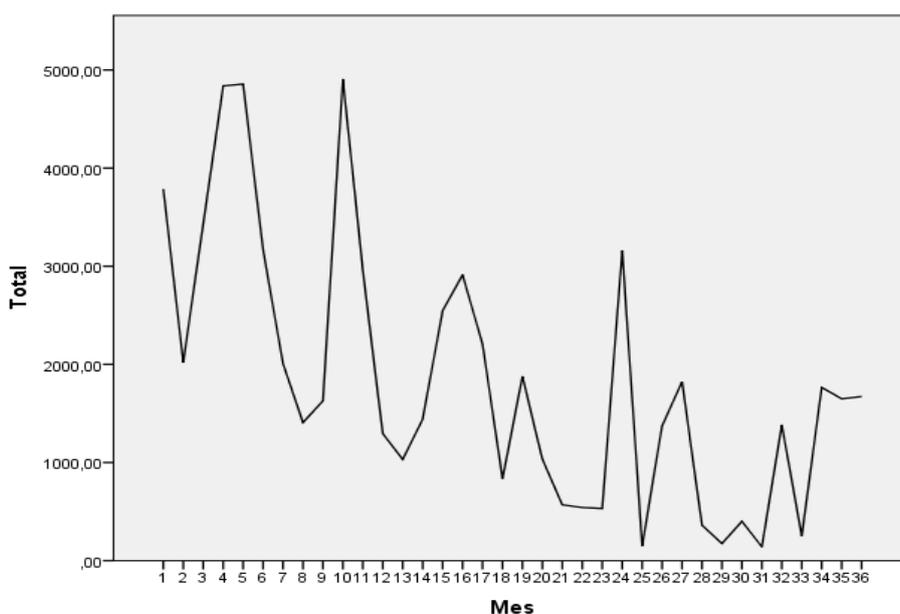


Figura 3. Series de tiempo para el total de ventas enero 2015 - diciembre 2017.

Fuente: Tomado de Rosero Lomas (2018).

En el autocorrelograma, que es una representación gráfica de los índices de autocorrelación, (Figura 4), para la serie de tiempo se observa como los coeficientes de autocorrelación comienzan siendo significativos y decae al nivel cero en la medida que se incrementan los períodos de desfase hasta el desfase 12.

En una primera diferenciación para eliminar la tendencia, por la variedad de productos que desarrollaron en el año 2015, debido a las problemáticas financieras; se obtiene que los coeficientes de autocorrelación se mantienen dentro de los límites de control, por lo que no son significativos.

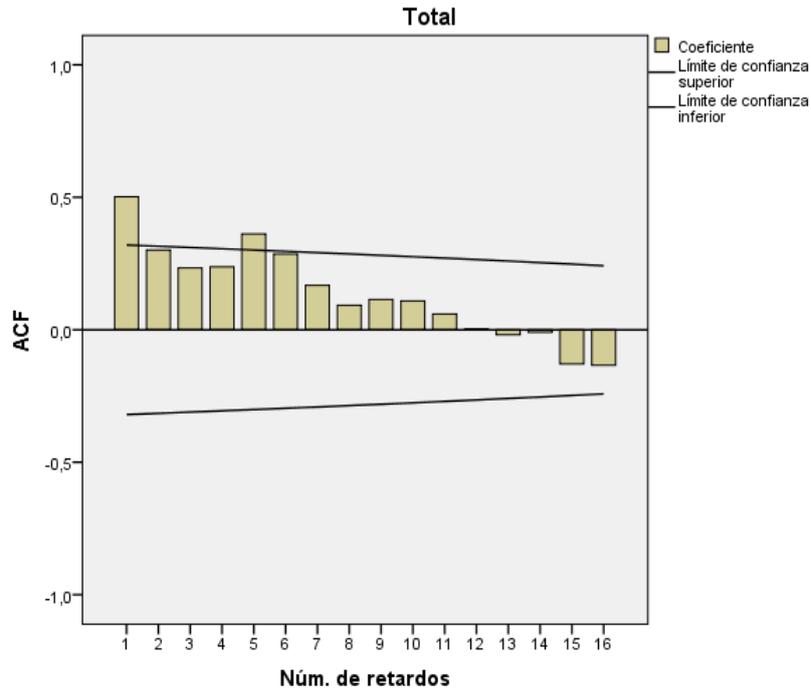


Figura 4. Autocorrelograma ventas totales.

Fuente: Tomado de Rosero Lomas (2018).

Lo anterior se corrobora mediante el estadístico de Box-Ljung. Se determina que para los dieciséis primeros períodos de desfase dichos coeficientes no son significativos para un nivel de significación del 5 %. Además, estos se comportan de forma aleatoria alrededor del valor cero para un nivel de significación del 5 %, lo cual se demuestra mediante la prueba de rachas correspondiente. Posterior a estas pruebas puede decirse que no se observa ningún otro patrón en la serie de tiempo total (Figura 5).

Los resultados con la solución experta para la serie de tiempo denotan la selección de la suavización exponencial sin tendencia, con estacionalidad aditiva y nivel constante.

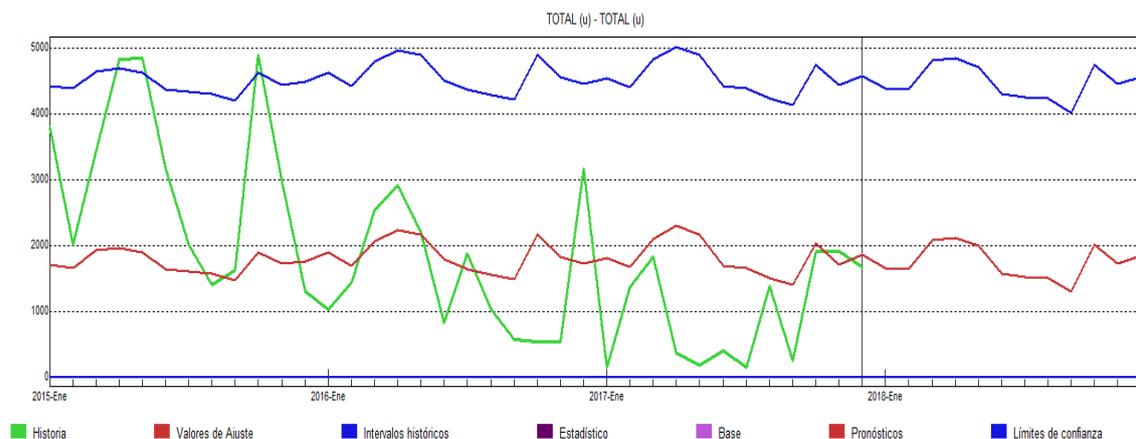


Figura 5. Solución experta serie de tiempo Total sin eventos.

Fuente: Resultados del Forecast Pro.

Es de destacar que este modelo sólo explica el 5% de la variabilidad de la serie de tiempo, origina altos niveles de error, además de presentar problemas de autocorrelación de los errores de pronóstico en el estadístico de Ljung-Box.

Se ajusta la solución experta. En primer lugar, se identifican datos atípicos en la serie para +/- 2 desviaciones estándar y hasta 6 iteraciones, los cuales pueden ser asociados a eventos sucedidos en las ventas de la empresa. Para ello se crean tres eventos que se concretan en pedidos extras, producción para reabastecimiento de locales y vacaciones. Posterior a la introducción de estos eventos, los resultados del pronóstico generados por la solución experta demuestran que el modelo de suavización exponencial sin tendencia y con estacionalidad aditiva llega a explicar hasta el 75% de la variabilidad de la serie de tiempo, Figura 6.

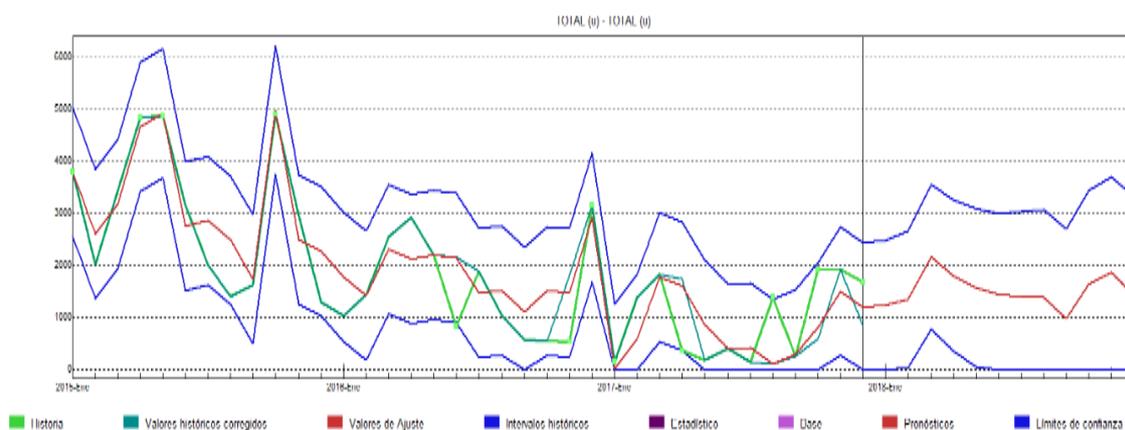


Figura 6. Solución experta serie de tiempo Total con eventos

Fuente: Resultados de Forecast Pro.

La prueba de Ljung-Box arroja la no existencia de autocorrelación en los errores de los pronósticos para 18 períodos de desfase. Se disminuyen los valores de la desviación media absoluta (MAD) y el error porcentual absoluto medio (MAPE) hasta los valores de 506 unidades y 65.84 %, respectivamente.

Determinación de los porcentajes para la desagregación: de la serie histórica total, y considerando cada una de las series históricas de los productos de Clasificación A, se obtiene los porcentajes por productos que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de desagregación

Producto	Porcentaje de desagregación
Producto 1	55%
Producto 2	45%
Producto 3	57%
Producto 4	43%
Producto 5	22%
Producto 6	78%

Fuente: Tomado de Rosero Lomas (2018).

Balance anual de carga y capacidad

Las entradas del balance anual de carga y capacidad resultan: las operaciones, cantidad de trabajadores, número de equipos, nomenclatura de productos, normas de gasto de tiempo, régimen de trabajo (246 días en el año 2018, de los cuáles el 85 % serán destinados a la producción de los ítems clasificados como A) y la definición de nivel de organización (los eslabones productivos no deben exceder el 75 % de utilización). El punto fundamental se centra en la operación de confección ya que es la que más valor le agrega al objeto de trabajo, además de ser la más compleja desde el punto de vista tecnológico. La interacción de todas estas entradas da como resultado el balance de carga y capacidad (Tabla 2).

Se añade que laboran a razón de 8 horas al día, de lunes a viernes. La operación de sublimado trabaja a medio tiempo, para 4 horas laborables al día.

Tabla 2. Balance de carga y capacidad anual.

Artículo	Volumen de producción (art/año)	Gasto de tiempo (h/u)				Cij Capacidad Productiva (u/año)				Cap. De Prod (art/año) Ci	Prod. pos(u/año) Ci	Prod. Afectado nivel de organización	kp
		Corte	Confección	Sublimado	Etiquetado y empaque	Corte	Confección	Sublimado	Etiquetado y empaque				
Pantalón Llano	4919	0,03	0,068	0,00	0,03	8787	7661	16524	8526	7661	7661	5746	0,000
Pantalón Leggings	6012	0,03	0,08	0,00	0,03	10740	9363	20196	10421	9363	9363	7023	0,000
Conjunto Dama	3115	0,10	0,64	0,02	0,11	5565	4852	10465	5400	4852	4852	3639	0,000
Conjunto Niña	2350	0,10	0,45	0,02	0,09	4198	3660	7895	4074	3660	3660	2745	0,000
Camisetas	401	0,04	0,20	0,02	0,05	716	624	1346	695	624	624	468	0,000
Blusas	1421	0,04	0,26	0,02	0,06	2538	2213	4774	2463	2213	2213	1660	0,000
Fj (h/año)		1673	6691	408	1673								
Ni*Tij (h/año)		936	4296	121	965								
bj		1,79	1,56	3,36	1,73								
U [%]		56%	64%	30%	58%								
Kp (%)		81%											

Fuente: Tomado de Rosero Lomas (2018).

Plan agregado de producción

La empresa sigue una estrategia de nivelación de la fuerza de trabajo, con horas extras y subcontratación de la producción (Kumar et al., 2018), cuando el volumen de producción no puede ser asimilado en tiempo regular se determina pasar a trabajar horas extras y si aún no alcanza el fondo de tiempo se pasa a subcontratar producción. En la tabla 3 se muestra el plan agregado de producción.

El inventario inicial es de 1.114 unidades. Los días hábiles por mes son 5 días a la semana durante todos los meses del año. Las horas de producción disponibles se obtienen multiplicando los días hábiles al mes por 8 horas de trabajo diarios, por los 7 trabajadores disponibles, por el 85% de productos de clasificación A y por el 75% de nivel de organización de la producción. Este último porcentaje refleja otras causas que pueden afectar al fondo productivo total.

Tabla 3. Plan agregado anual de producción.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Inventario Inicial	1114	1190	916	8	0	0	0	0	0	225	0	0	
Días hábiles por mes	22	18	21	21	21	21	22	22	20	23	20	20	
Hora de producción disponibles (h/mes)	785	643	750	750	750	750	785	785	714	821	714	714	
Producción en turno regular (h/u)	1309	1071	1250	1250	1250	1250	1309	1309	1190	1369	1190	1190	
Pronóstico de la demanda (u/mes)	1233	1345	2158	1797	1565	1428	1406	1389	965	1645	1861	1426	
Unidades disponibles antes del tiempo extra (u/mes)	1190	916	8	-540	-316	-179	-97	-80	225	-52	-671	-236	
Unidades producidas en tiempo extra (u/mes)	0	0	0	420	316	179	97	80	0	52	420	236	
Unidades subcontratadas (u/mes)	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	251	0	
Inventario final	1190	916	8	0	0	0	0	0	225	0	0	0	
Costo del tiempo regular (USD/mes)	1.743,59 USD	1.426,57 USD	1.664,33 USD	1.664,33 USD	1.664,33 USD	1.664,33 USD	1.743,59 USD	1.743,59 USD	1.585,08 USD	1.822,84 USD	1.585,08 USD	1.585,08 USD	19.892,75 USD
Costo del tiempo extra (USD/mes)	0 USD	0 USD	0 USD	932,40 USD	701,52 USD	397,38 USD	215,34 USD	177,60 USD	0 USD	115,44 USD	932,40 USD	523,92 USD	3.996,00 USD
Costo de subcontratación (USD/mes)	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	266,44 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	0,04 USD	557,26 USD	0,04 USD	824,15 USD
Costo de inventario (USD/mes)	71,40 USD	54,96 USD	0,48 USD	0 USD	0 USD	0 USD	0 USD	0 USD	13,50 USD	0 USD	0 USD	0 USD	140,34 USD
												TOTAL	24.853,25 USD

Fuente: Tomado de Rosero Lomas (2018).

Orozco Crespo; Sablón Cossío; Diéguez Santana; Lomas Rosero

La producción de turno regular, se estima dividiendo las horas de producción disponibles entre las horas por unidad requeridas por producto. Este último se obtiene a través del análisis del representante tipo determinado en el tópico anterior, con un tiempo por unidad de 0,6 h/u.

Pronóstico de la demanda: determinada en tópicos anteriores.

Las unidades disponibles antes del tiempo extra es el inventario inicial más la producción en turno regular menos el pronóstico de la demanda. Un valor negativo indica que no se puede satisfacer la demanda en toda su magnitud, por lo que será necesario producirlas en tiempo extra.

El costo del tiempo regular para determinar el costo por concepto de salario en tiempo regular se toma como referencia una remuneración mínima vital de 386 dólares al mes, aproximadamente, el cual mediante un pago por rendimiento que se paga a razón de 0,037 ctvs el minuto. A lo anterior se añade un 9.45% de seguridad social.

El tiempo extra de las unidades, los operarios sólo pueden laborar hasta 2 horas máximas por concepto de horas suplementarias, para una producción máxima en ese tiempo de 420 unidades al mes.

El costo del tiempo extra y horas suplementarias, la empresa paga las horas extras y suplementarias de la misma manera que las horas regulares, aunque el Código de Trabajo en el art. 45 contempla que en el trabajo a rendimiento se tomarán en cuenta para el recargo de la remuneración las unidades de obra ejecutadas durante las horas excedentes de las ocho obligatorias; en tal caso, se aumentará la remuneración correspondiente a cada unidad en un cincuenta por ciento en horario diurno o en un ciento por ciento en horario nocturno o fines de semana (Codificación N° 2005-10, 2005).

Las unidades subcontratadas se realizan en la maquilación que consiste en entregar piezas cortadas e insumos a terceros para que ejecuten la operación de confección. La cantidad a subcontratar oscila en dependencia de la demanda de la empresa, que por lo general es hasta 463 unidades al mes como máximo.

El costo de la subcontratación, está determinado por el costo de producción en tiempo regular más un 2% que se cancela por concepto de uso de energía eléctrica en los centros de maquilación.

El inventario final, es el número de unidades que se obtienen restando el pronóstico de la demanda con la producción en turno regular, que este a su vez se convierte en inventario inicial del próximo período.

El costo de mantenimiento de inventario, se calcula en base a la estimación de los gastos en energía eléctrica, salario de la persona encargada de bodega, arriendo de la infraestructura y costo del material para la manipulación en bodega del producto terminado. La suma de todos estos costos es dividida para la existencia media en inventario, dando un resultado de 0,06 a 0,10 ctvs por unidad.

Posterior a la elaboración de varios planes agregados alternativos y de presentación a la gerencia de la empresa, resultó el Plan Agregado de producción que se muestra en la Tabla 3, el cual genera un costo total para esta estrategia de 24.853,25 USD. En el Plan Agregado son de destacar los períodos de abril-mayo y noviembre-diciembre en el empleo de horas extras y subcontratación, debido a que las ventas se incrementan por el día de las madres y las festividades navideñas.

La planeación agregada contribuye con la determinación de los principales costos para una estrategia de nivelación de la fuerza de trabajo, con horas extras y subcontratación. Todo lo anterior apoya y facilita la toma de decisiones en todo el sistema, no sólo desde la perspectiva productiva, sino también desde el punto de vista financiero.

DISCUSIÓN

El aporte fundamental del presente estudio se centra en la necesidad de aplicación de las herramientas propuestas 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 Gaudencio (2014), que se enfoca al sistema de planificación con la diferencia que se aplica en México en una empresa constructora y se utiliza una herramienta de planificación de requerimientos empresariales.

En la empresa textil de Imbabura, Ecuador, la planificación de la producción propuesta para el año 2018, permitió el cálculo y análisis de indicadores de eficiencia como el coeficiente de proporcionalidad dando como resultado un 81 % a nivel del plan agregado anual. También el incremento de la utilización de las capacidades productivas a un 64 % y el nivel de productividad medida en horas/hombre a un 96 % con referencia al año 2017.

El pronóstico realizado es la base para la planificación de la producción, este se desarrolló a través de un modelo de suavización exponencial, identificando una tendencia negativa en la serie de tiempo producto de la inestabilidad de las ventas. Estos indicadores muestran las oportunidades de mejora de dicho objeto de estudio.

CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo se cumplió, porque se estimó el plan de ventas y operaciones en el mediano plazo de una empresa textil de Imbabura, Ecuador, como un caso de estudio.

Se evidencia la necesidad en la práctica de estas herramientas, por lo que se sugiere continuar con el proceso de planificación, aplicando una Planificación de Requerimientos Empresariales, como un sistema de planificación - control de la producción y llevarlo a un corto plazo, de conjunto secuenciar la producción identificando las reglas de prioridad que mejor se ajusten a la empresa.

REFERENCIAS

- Cevallos, J. (2014). Problemas en el sector textil ecuatoriano. Informe de Consultora Multiplicación. Quito. Ecuador.
- CNP. (2017-2020). Plan Nacional de Desarrollo. En Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Ed.). Ecuador.
- Subdirección de Asesoría Jurídica de la P.G.E. (2005). Código Civil y Codificación. Comisión de Legislación y Codificación. Congreso Nacional de Ecuador. Quito. Ecuador.
- Chase, R., Shankar, R., & Jacobs, F. R. (2013). *Operations and Supply Chain Management*. (14e). México D.F., México: McGraw-Hill Education.
- Darmawan, A., Wong, H., & Thorstenson, A. (2018). Integration of promotion and production decisions in sales and operations planning. *International Journal of Production Research*, 1-21. Recuperado en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1431418>.
- Domínguez Machuca, J. A., Alvarez Gill, J., Domínguez Machuca, A., García González, S., & Ruíz Jimenes, A. (1995). *Dirección de Operaciones. Aspectos Estratégicos en la producción y los servicios*. Madrid, España: McGraw_Gill.
- 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: Editorial ENPES.
- Ibarra Cisneros, M. A., González Torres, L. A., & Demuner Flores, M. d. R. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California. *Estudios Fronterizos*, 18(35), 107-130. Recuperado: <https://doi.org/10.21670/ref.2017.35.a06>
- Krajewski, L., Manoj, K., & Ritzman, L. (2013). *Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis*. (5ª Ed.). México D.F., México: Prentice Hall.
- Kumar, S., Purohit, B. S., Manjrekar, V., Singh, V., & Lad, B. K. (2018). Investigating the value of integrated operations planning: A case-based approach from automotive industry. *International Journal of Production Research*, 1-22. Recuperado en: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1424367>
- Maynard, H. B., Zandin, K. B., Niebel, B. W. F., Niebel, A. W., Freivalds, A., ALVAREZ, J. E., John Dixon, A. (2005). *Maynard manual del ingeniero industrial*. México D.F., México: McGraw-Hill Education.
- Oppenheimer, A. (2016). *Innovate or Die!: How to Reinvent Yourself and Thrive in the INNOVATION Age*. México D.F., México: Penguin Random House Grupo Editorial.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). *Principios de la Administración de Operaciones*: Pearson. (9ª ed.). México D.F., México: McGraw-Hill Education.

- Rosero Lomas, Y. C. (2018). *Planificación de la producción a mediano plazo en la empresa Tavy Sport del cantón Antonio Ante*. Tesis de Ingeniería Industrial. Universidad Técnica del Norte. Recuperado en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8156>
- Schroeder, R., Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de Operaciones: Conceptos y Casos Contemporáneos*. México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Taboada Rodríguez, C., Acevedo J., Fundora A., Urquiaga, A., Valle, E., Hernández, M., Ruiz, D. (1987). *Organización y planificación de la producción*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Vásquez Médico, J (2013). Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines, Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú Recuperada en: http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/4788/VASQUEZ_JOSE_SISTEMA_PRODUCION_EMPRESA_TEXTIL_CALCETINES.pdf?sequence=1&isAllowed=y