

Modelo ergonómico para eficientar los procesos de producción (FASE I)

Ergonomic model to streamline production processes (PHASE I)

LEVARIO-TORRES, José Guadalupe*†, REYES-SÁNCHEZ, Luz Marcela, BETANCOURT-SÁNCHEZ, Ricardo Gabino y SANDOVAL-CORONA, Martín Alonso

Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiari, Km 114 Carr.J. Gpe. Aguilera-Gunaceví, Stgo. Papasquiari, Dgo., México

ID 1^{er} Autor: *José Guadalupe, Levario-Torres* / ORC ID: 0000-0002-0576-6908, Researcher ID Thomson: S-2869-2018, arXiv Author ID: levariort, CVU CONACYT ID: 260831

ID 1^{er} Coautor: *Luz Marcela, Reyes-Sánchez* / ORC ID: 0000-0002-3686-9205, Researcher ID Thomson: S-2875-2018, arXiv Author ID: LuzMarcela, CVU CONAYT ID: 614765

ID 2^{do} Coautor: *Ricardo Gabino, Betancourt-Sánchez* / ORC ID: 0000-0003-3917-2793, Researcher ID Thomson: S-2780-2018, arXiv Author ID: beta20991, CVU CONACYT ID: 260735

ID 3^{er} Coautor: *Martín Alonso, Sandoval-Corona* / CVU CONACYT ID: 361900

Recibido 22 de Abril, 2018; Aceptado 28 Junio, 2018

Resumen

El modelo es una herramienta que ayudará a las empresas a analizar, controlar y administrar sus recursos materiales, desde el proceso de entrada hasta la salida de los mismos considerando los costos de ordenar, envíos, tipo de transporte, inventarios existentes de materias primas y productos terminados. El modelo ayudara a eficientar la toma de decisiones en los departamentos de control de producción, materiales, aduanas, embarques, finanzas, contabilidad, también es una herramienta en la que los gerentes analizan diferentes opciones de producir. Esta investigación abarca los temas desde pronósticos e inventarios, hasta la planeación agregada, plan maestro de producción, planeación de requerimientos de materiales, planeación de recursos de distribución y Kanban. Para presentar de una forma sistemática la metodología, se mostrará de manera independiente cada uno de los temas. El modelo para eficientar los procesos de producción beneficiará a todas las empresas en las que se desee calcular pronósticos, inventarios, planes de producción, programas de producción, requerimientos de materiales, número de kanban y planeaciones de requerimientos de producción. Teniendo como objetivo el desarrollar un modelo ergonómico para agilizar los procesos de producción, que será analizado, desarrollado y puesto a prueba

Modelo, Procesos, Producción

Abstract

The model is a tool that will help companies to analyze, control and manage their material resources, from the entry process to their exit considering the costs of ordering, shipping, type of transport, existing inventories of raw materials and products. finished. The model will help to make efficient decision making in the departments of production control, materials, customs, shipping, finance, accounting, it is also a tool in which managers analyze different production options. This research covers topics from forecasts and inventories, to aggregate planning, production master plan, material requirements planning, distribution resource planning and Kanban. To present the methodology in a systematic way, each one of the topics will be shown independently. The model to streamline production processes will benefit all the companies in which we wish to calculate forecasts, inventories, production plans, production programs, material requirements, number of kanban and planning of production requirements. With the objective of developing an ergonomic model to streamline production processes, which will be analyzed, developed and put to the test.

Model, Processes, Production

Citación: LEVARIO-TORRES, José Guadalupe, REYES-SÁNCHEZ, Luz Marcela, BETANCOURT-SÁNCHEZ, Ricardo Gabino y SANDOVAL-CORONA, Martín Alonso. Modelo ergonómico para eficientar los procesos de producción (FASE). Revista de Ingeniería Industrial. 2018. 2-4:12-20.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: (margelina76@hotmail.com)

Introducción

Un buen control de los recursos de una empresa (factor humano, tiempo de producción, materiales, insumos etc.) es indispensable para la subsistencia de la organización no solo en nuestro contexto (ciudad de Santiago Papequiario., Dgo.) sino en cualquier empresa del país o inclusive en otras naciones del mundo que se dedican a la producción de productos.

El que las empresas de la región tengan un modelo para analizar, controlar y administrar sus recursos por medio de pronósticos, inventarios, planeación agregada, plan maestro de producción, MRP Y DRP contribuye significativamente a eficientar la toma de decisiones de las personas que se encargan de controlar este rubro en una organización, también le pueden mostrar a los gerentes de planta cuales son las posibles opciones que tienen así como sus costos pero también las ventajas y desventajas para poder llevar a cabo cada uno de los planes.

El control de la producción es una herramienta indispensable que toda organización debe de tener bien estructurada por medio de un departamento, y más aún cuando maneja una gran variedad de productos ya que esta aunado a la complejidad de los mismos para elaborarlos, es por lo que es importante para tener un buen control de los recursos empleados de la empresa puede provocar la pérdida de los mismos y por consiguiente bajar sus ingresos.

Para realizar el modelo es necesario llevar un orden secuencial, en donde se muestre cada uno de los componentes del producto, por lo que en la metodología utilizada se muestra la logística que se implementó para poder obtener los resultados deseados. Una vez aprobado el modelo diferentes empresas e instituciones educativas lo podrán adquirir, para que este ayude al estudiante y a los empresarios a obtener deducciones verídicas en corto tiempo, comparado a la forma tradicional, siendo este uno de los objetivos de la ergonomía, eficientar.

Al implementar el modelo ergonómico se eficientaran los recursos involucrados en el proceso de la producción como son la optimización de la producción, horas trabajadas, materias primas, costos, tiempos y movimientos etc.

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

Una vez estructurado teóricamente el modelo, se desarrolló cada punto del mismo en el programa Excel, a continuación, se muestran algunas imágenes de los resultados obtenidos, también diferentes codificaciones y fórmulas que se utilizaron.

1. Antecedentes de Modelos Similares

Hoy en día la ergonomía se basa en las interacciones entre el hombre y otros elementos de un sistema, establecidos en el entorno de trabajo, relacionándose con la producción y con los nuevos modelos o simuladores que se van imponiendo en práctica. Los componentes que las empresas han utilizado para eficientar los procesos de producción son el uso de las tecnologías de información. Son herramientas que permiten imitar, comunicar, calcular y decidir, para mejorar la productividad.

Almaral, Carral y Hernández (2004) mencionan que en: “La década de los 70 es cuando la ergonomía invade casi todos los sectores de la vida de relación. Ligada estrechamente al fenómeno de la efectividad laboral y al aumento en los servicios y calidad de los bienes de consumo” (p.41).

Un sistema de producción se encuentra conformado por un conjunto de medios humanos y materiales llamados factores de producción, el proceso de producción y los productos obtenidos con valor agregado (Cuatrecasas, 2009).

La empresa Teradyne se basó en la aplicación de la simulación, para justificar la implementación de proyectos ergonómicos, en líneas de producción con ensamble manual, en sustentar gráfica y analíticamente, la factibilidad para estos, mediante el simulacro de eventos discretos, teniendo como resultados un 86% de efectividad en la línea de producción.

Otro caso aplicable de modelos predictivos fue en el 2008, SICOMPC: simulador para control predictivo basado en modelos, es una herramienta computacional cuyo objetivo es generar estrategias clásicas de control, comparando criterios de estabilidad y robustez en los procesos de producción.

2. Describiendo el método.

El modelo consta de siete secciones la primera de ella es el apartado de PRONÓSTICOS en este punto se manejan los pronósticos de demanda que comprende los siguientes modelos promedios móviles simples, ponderados y proyecciones con tendencia, y regresión lineal.

2.1. Primera sección

En esta primera parte del modelo se introducen los datos de las ventas y por medio de las fórmulas establecidas en el programa Excel arroja los resultados de los diferentes promedios (simple, ponderado).

En la siguiente figura No1 se muestra la tabla de datos necesarios para determinar los pronósticos, así como el tipo de mismo de cada uno de los productos.

Cabe mencionar que los productos se agrupan por línea así como maneja la opción de ver el porcentaje de unidades que se venden por líneas.

Total de ventas de las 4 líneas del mes de diciembre es 160 aspiradoras

No.	Producto	No. Línea	Unidades vendidas	Porcentaje de unidades por producto de cada línea	Porcentaje de unidades total por línea	Precio de venta por unidad	Ingreso por producto
1	A	Línea 1	30	55%	36%	45	1350
2	B		12	21%		60	720
3	C		10	18%		130	1300
4	D		5	9%		85	425
Unidades vendidas por línea			57	100%			3795
5	F	Línea 2	6	21%	18%	35	210
6	G		8	28%		30	240
7	H		3	10%		85	255
8	J		12	41%		20	240
Unidades vendidas por línea			29	100%			345
9	K	Línea 3	1	5%	13%	50	50
10	L		3	15%		200	600
11	M		13	65%		115	1495
12	N		3	15%		40	120
Unidades vendidas por línea			20	100%			2265
13	O	Línea 4	15	28%	34%	28	420
14	P		17	31%		33	663
15	Q		13	24%		45	585
16	R		5	9%		65	585
Unidades vendidas por línea			50	100%	100%		2253
Unidades vendidas por línea			160				3258

RESUMEN		
Línea	Ingresos por línea en dólares	Unidades producidas por línea
No 1	3795	57
No 2	345	29
No 3	2265	20
No 4	2253	54
Total	3258	160

Figura 1 Esquema de la fase I Fuente: Elaboración Propia 2017

En la figura No.2. Se observan el gráfico que muestra los resultados de las ventas reales, pronósticos móviles y ponderados.

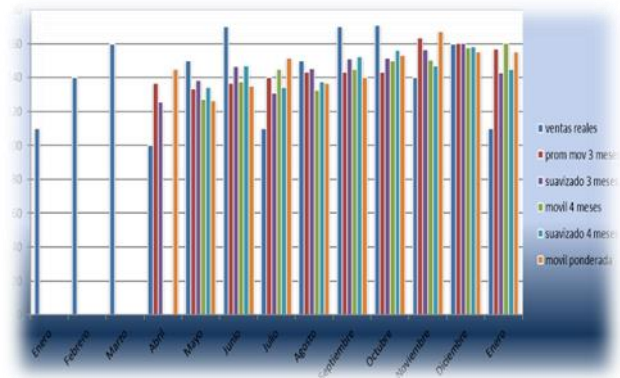


Figura 2 Esquema de la fase I Fuente: Elaboración Propia 2017

2.2. Segunda sección

En la segunda sección del proyecto se procedió a la programación de las técnicas de inventarios, en primera instancia, se determinaron las técnicas como EOQ (Modelo de Tamaño Económico Básico), punto de reorden, análisis ABC y modelos para descuentos de precios, los resultados se exponen a continuación.

La Tabla No. 1 se puede apreciar los datos para el análisis A, B, C. el análisis de los datos de este modelo es con la información que se suministra en el modelo en la parte de pronósticos para que esas mismas cantidades coincidan con las cantidades de inventarios necesarias para hacer los productos.

También se menciona que las cantidades de pronósticos suministradas se relacionan con los diferentes modelos de inventarios mencionados con anterioridad.

Producto	Costo unitario	Volumen anual, unidades	Utilización anual, dólares.	Porcentaje de utilización	Clasificación del producto
A	78	100	7800	1,122	C
B	67	1700	113900	16,384	A
C	14	2700	37800	5,437	B
D	37	1200	44400	6,387	B
E	18	2200	39600	5,696	B
F	0,95	36000	34200	4,920	B
G	0,98	3500	3430	0,493	C
H	13,5	12700	171450	24,663	A
I	17,5	5000	87500	12,587	A
J	13,2	4500	59400	8,545	B
K	25	350	8750	1,259	C
L	18,5	4700	86950	12,508	A
Total		74650	695180	100,000	

Tabla 1 Datos del análisis A, B, C Fuente: Elaboración Propia 2017

En la figura No.3, se muestra el grafico en el cual se muestra el porcentaje de los productos, del Analisis A, B, C de manera evidente los que tienen una rotación alta, media y baja. En la Tabla No. 2 se encuentran desglosados los artículos según su clasificación de acuerdo al gráfico de la figura 3.

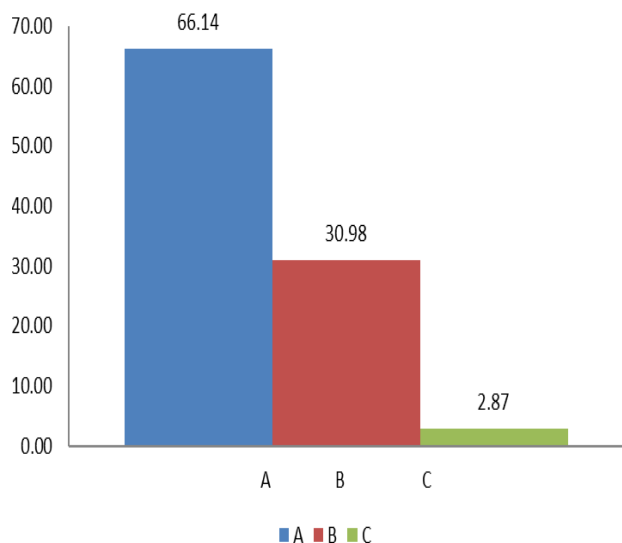


Figura 3 Analisis A, B, C
Fuente: Elaboración Propia 2017

Clasificación	Artículos	Artículos	Porcentaje
A	B, H, I, L	33,33	66,14
B	C, D, E, F, J	41,67	30,98
C	G, A, K	25,00	2,87

Tabla 2 Desgloce de los artículos A, B, C
Fuente: Elaboración Propia 2017

2.3. Tercera sección

Una vez que se han determinado los pronósticos y los inventarios se procede a trabajar con el programa maestro de producción, aquí se toman como base los datos de los pronósticos en cuanto a las cantidades de cada producto seleccionado uno de ellos que hay que producir y el tipo de inventario, para que se vayan relacionadno.

En términos del programa maestro de producción, mediante el desglose de la fórmula que aparece al inicio se obtuvo los resultados de la cantidad de inventario disponible para promesa (ATP).

En la figura No. 4 se observa la tabla en la que se aprecian los resultados del programa maestro de producción, esta herramienta presenta los inventarios disponibles de por producto, así como muestra la fecha en la que hay que realizar un pedido, para no ir a quedarse sin producto.

En esta figura también presenta la información concerniente para hacer los cambios en las cantidades de producción, así como decidir si se trata de una valla de tiempo de demanda (comprende dos o menos semanas) o una valla de tiempo de planificación que (comprende de 3 o mas semanas) toda esta información es por cada uno de los productos de la empresa.

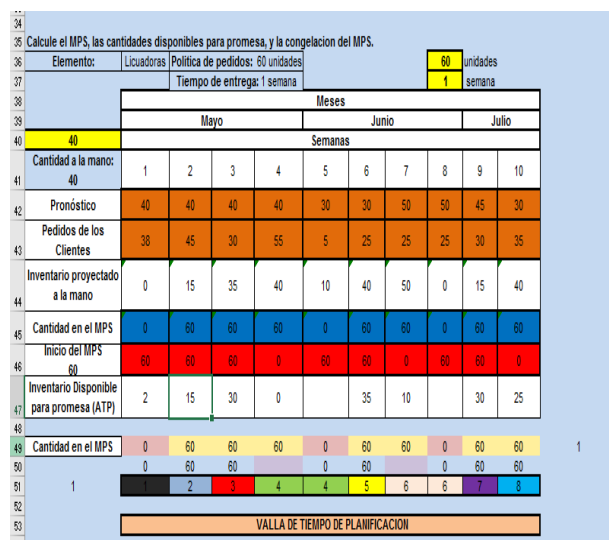


Figura 4 Resultados del MPS
Fuente: Elaboración Propia 2017

En seguida en la figura No.5 se aprecia la cuarta sección del modelo en la tabla se observa del administrador de los formatos condicionales que se usaron para realizar cada uno de los cálculos del programa maestro de producción.

2.4. Cuarta sección

En lo que respecta a la Planeación de Requerimientos de Materiales se trabajo, con los siguientes enfoques de inventario enfoques: lote por lote (LFL), cantidad conómica de pedidos (EOQ) y cantidad periódica de pedidos (POQ).

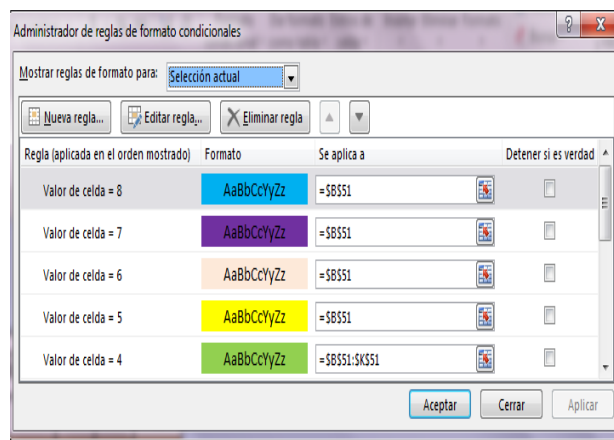


Figura. 5 Administrador de formatos
Fuente: Elaboración Propia 2017

En la figura No. 6 se aprecia la tabla en la que se muestran los cálculos de la Cantidad económica de pedido (EOQ) en esta técnica se determina la cantidad a ordenar y se determinan los costos de inventario y los de pedir, estos cálculos toman como base los datos del program aestro de producción, ahora para determinar los materiales.

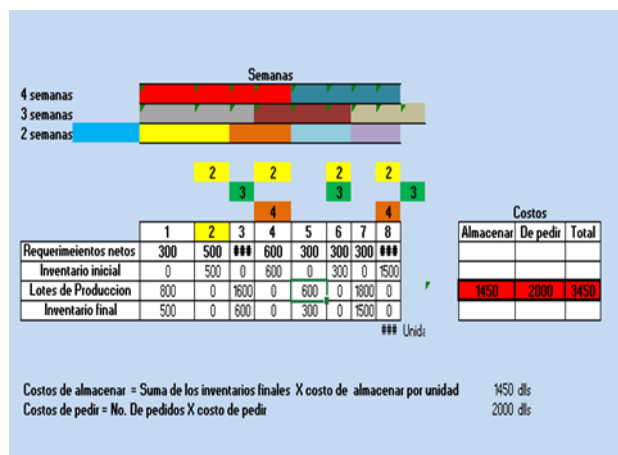


Figura 6 Cantidad Económica de Pedido
Fuente: Elaboración Propia 2017

En la figura No. 7 se observa la tabla en la que se aprecia el formato en el que se registran los componentes por nivel de acuerdo a la complejidad de cada producto, dentro de la planeación de requerimientos de materiales.

Tarjeta KANBAN				
Código de la pieza				Imagen de la pieza
Descripción				
Cantidad a pedir	Unidad de medida	Lugar de almacenamiento	Reorder	
Costo	Datos	Proveedor		
Precio	Nombre			
	Código			
	Teléfono			
	Fax			

Figura7 Kan Ban
Fuente: Elaboración Propia 2017

A continuación, se muestra en la figura No.10 la tabla con el formato en donde se muestra cada uno de los artículos, así como su tiempo de entrega, para ser procesados posteriormente, en los formatos condicionales que se utilizaron para automatizar la estructura MRP



Figura 8 Tiempos de entrega de los artículos
Fuente: Elaboración Propia 2017

2.5. Quinta sección

El siguiente punto que se analizó en el trabajo fueron las tarjetas Kan Ban, en la figura No 9 se puede observar la información de esta en donde se incluyen datos generales del proveedor (nombre, teléfono, fax código) mismos que ayudan a la localización del abastecedor.

Otros aspectos como el código de la pieza, la descripción de la misma, la cantidad que se tiene que ordenar, el costo y el precio de esta, estos datos son tomados de la lista de proveedores.

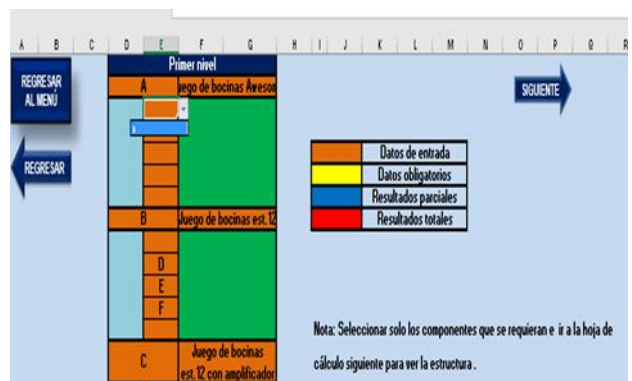


Figura 9 Estructura del producto por nivel
Fuente: Elaboración Propia 2017

En el Kan Ban también se incluye un Lay Out en donde se incluye la ubicación de cada material en los estantes (clasificándolos en piezas pequeñas, medianas y grandes). En este Lay out también se relaciona con los datos que arroja la clasificación A, B C, antes mencionada. En esta distribución se consideran si son artículos de alta rotación A, si son de mediana rotación y por último si son de baja rotación para esto se presenta la figura No. 10. Otro aspecto que considera el Lay out son los tamaños de los estantes estos relacionados directamente con las demandas de producto suministradas en el programa maestro de producción.

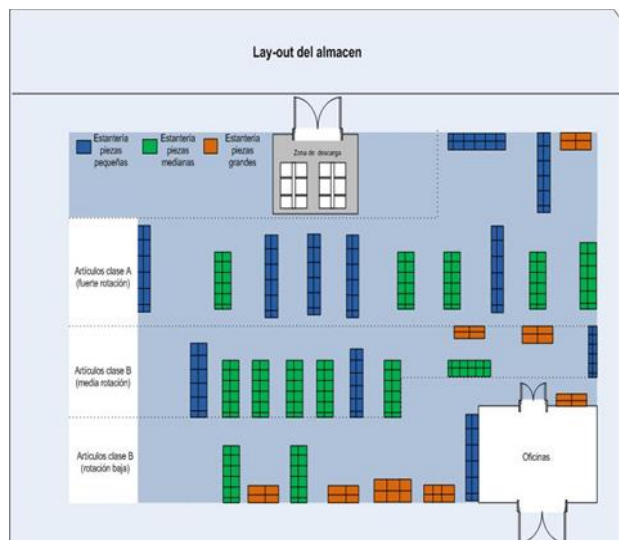


Figura 10 Lay Out Kan Ban
Fuente: Elaboración Propia 2017

2.6. Sexta sección

En la Planeación de los requerimientos de distribución (PRD) se puede observar en la figura No. 11 el flujo de pedido de producto, así como el flujo de distribución, también se aprecia el número de centros de distribución a los cuales la planta o fábrica tiene que surtir. A la planeación de requerimiento de distribución le suministra información el programa maestro de producción y la planeación de requerimiento de materiales, para realizar los cálculos de los diferentes envíos.

Esta figura indica el costo de transporte de enviar a cada centro de distribución, así como la planta, y muestra los costos totales de distribución. Este esquema proporciona la información si hay faltantes entre los centros de distribución, recalcula los traslados entre almacenes con sus respectivos costos de transporte.

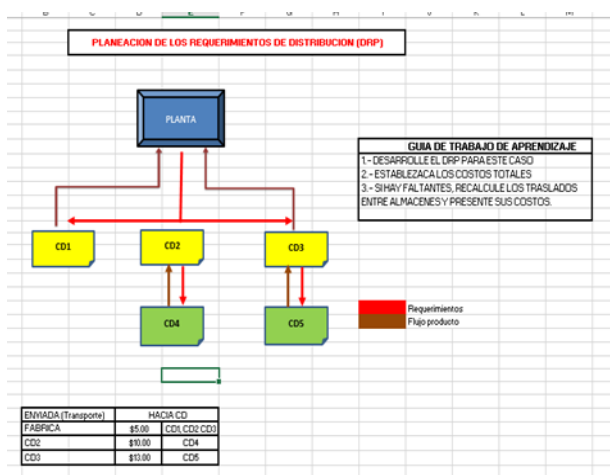


Figura. 11 Estructura DRP
Fuente: Elaboración Propia 2017

En la planeación de requerimientos de distribución se observa el formato en el que se muestran los cálculos de cada centro de comercialización, así como los requerimientos por día de cada centro para posteriormente ser enviados a la planta. También presenta el inventario disponible, las cantidades de stock de seguridad, el tiempo de suministro, el inventario final. El DRP da las cantidades exactas de las necesidades brutas de cada centro de distribución para inmediatamente ser enviadas a la planta o fábrica y ser atendidas, se observan en la figura No. 12.

2.7. Séptima sección

En esta última etapa que comprende el modelo se trabaja con la parte de los programas de producción que comprende la planeación agregada en cuanto a los tipos de opciones para producir, se analizan los costos en cuanto a producir constante durante el tiempo que dure el programa, una segunda opción se analiza trabajar con la demanda mensual más baja, tercera opción producir mediante contratación y despidos y la última el utilizar el tiempo extra cuando sea necesario.

PLANEACION DE LOS RECURSOS DE DISTRIBUCION											
CENTRO DE DISTRIBUCION - C1											
II	SS	TS	Dias								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1350	50	2	NB CD1	140	110	100	180	200	220	180	190
			NB CD4	115	150	180	0	0	0	0	0
			NB Total	255	260	280	180	200	220	180	190
			ID	1350	1095	835	555	375	225	5	0
			NN	0	0	0	0	0	225	190	190
			FP								
			IF	1095	835	555	375	175	5	0	0
FABRICA											
II	SS	TS	Dias								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1950	50	2	NB CD1	0	0	0	0	225	190	0	0
			NB CD2	0	0	0	0	0	180	0	0
			NB Total	0	0	0	0	225	370	0	0
			ID	1950	1850	1850	1850	1850	1625	1255	1255
			NN	0	0	0	0	0	0	0	0
			FP								
			IF	1850	1850	1850	1850	1625	1255	1255	1255

Figura 12 Cantidades exactas DRP
Fuente: Elaboración Propia 2017

3. Resultados

Como uno de los productos se diseñó la estructura del modelo para realizar la primera fase, teniendo una idea general de lo que abarca el modelo, se muestra visualmente el orden de los factores involucrados en el programa, así como también la relación entre un tema y otro.

De tal manera que permite tener un concepto amplio en lo que consistirá la primera parte, puesto que en forma cronológica y con distintas formas se puede reconocer inmediatamente cual factor se desglosa de otro, el seguimiento mediante esta estructura es fácil y sencillo para tener una noción de los puntos que englobará el modelo.

En la figura No. 13 se presentan los menus del modelo como los son los siguientes: (Pronostico, Inventarios, Planeación agregada Programa Maestro de Producción, Planeación de requerimiento de Materiales, Ssitema Kan Ban y la Planeación de Requerimientos de Distribución).

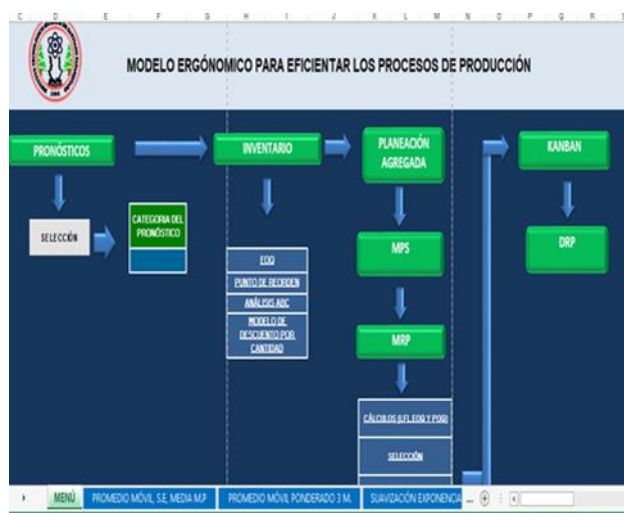


Figura 13 Estructura del Modelo Fuente: Elaboración Propia 2017

Aplicación del modelo en la empresa MUDYM

Mudym es una empresa ubicada en Santiago Papasquiario, Dgo., dedicada a la fabricación de comedores y antecomedores de madera, destacando en los productos más conocidos: Tokio 4 sillas (T4S), Tokio 6 sillas (T6S), Burdeos 4 sillas (B4S), Burdeos 6 sillas (B6S) y Sevilla 8 sillas (S8S), la fábrica desea saber el pronóstico esperado para enero del siguiente año, utilizando promedio móvil y suavizado exponencial, para tres y cuatro meses. También se desea que conocer la determinación del número de comedores que se debe obtener en cada orden, el punto de reorden, la clasificación de los productos, descuentos por precios, costos según diferentes variables de producción para un futuro intermedio, fechas de entrega, costos de almacenar y de pedir, requerimientos de materiales, número de Kanban y requerimientos de distribución.

A continuación, se muestran los datos proporcionados por la empresa, en la tabla No.3.

El programa arroja los siguientes resultados como se aprecia en la Tabla No. 1:es	(T4S)	(T6S)	(B4S)	(B6S)	(S8S)	Total
Enero	30	60	8	38	14	150
Febrero	30	60	8	38	14	150
Marzo	30	60	8	38	14	150
Abril	30	60	8	38	14	150
Mayo	30	60	8	38	14	150
Junio	30	60	8	38	14	150
Julio	30	60	8	38	14	150
Agosto	30	60	18	38	4	140
Septiembre	75	150	150	94	38	508
Octubre	75	150	150	150	150	675
Noviembre	75	150	150	150	150	675
Diciembre	75	150	150	150	150	675

Tabla 3 Datos empresa MUDYM Fuente: Elaboración Propia 2017

Los artículos con mayor rotación son los comedores Sevilla 8 sillas (S8S), Burdeos 6 sillas (B6S) y Tokio 6 sillas (T6S), posteriormente Tokio 6 sillas (T4S) y Burdeos 4 sillas (B4S).

En la figura No. 16 se observan los resultados de los promedios móviles aplicados en la empresa MUDYM.

	Ventas reales	Promedio móvil	Promedio móvil	Suavizado exponencial 0.3	Suavizado exponencial 0.3	Media móvil ponderada
Mes	Comedores	3 meses	4 meses	3 meses	4 meses	
Enero	150	0	0	0	0	0
Febrero	150	0	0	0	0	0
Marzo	150	0	0	0	0	0
Abril	150	150	0	150	0	150
Mayo	150	150	150	150	150	150
Junio	150	150	150	150	150	150
Julio	150	150	150	147	147	150
Agosto	150	147	148	148	148	148
Septiembre	375	147	148	216	216	147
Octubre	375	222	204	358	346	281
Noviembre	375	400	326	483	437	438
Diciembre	375	375	499	504	431	435
Enero	375	375	500	473	420	375

Pesos aplicados	Periodo	
3	Últimos	Ventas del último mes
2	Hico 2 meses	Ventas de hace 2 meses
1	Hico 3 meses	Ventas de hace 3 meses
6	Suma de los pesos	

Figura 14 Promedios móviles empresa MUDYM Fuente: Elaboración Propia 2017

En la figura No. 15 se muestran los artículos con mayor rotación de la empresa MUDYM.

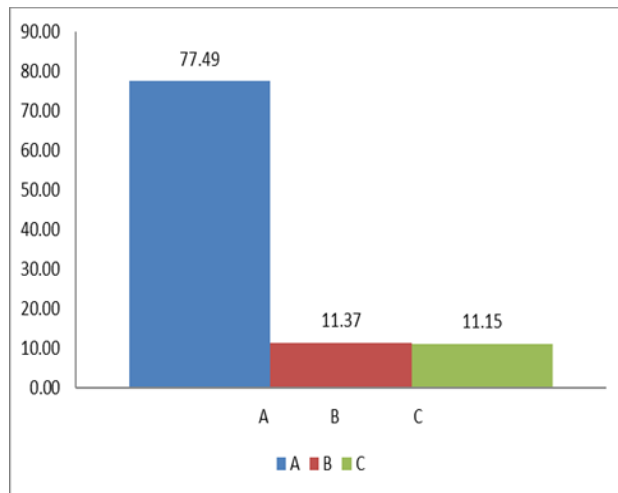


Figura 15 Artículo con mayor rotación
Fuente: Elaboración Propia 2017

El modelo para eficientar los procesos de producción beneficiará a todas las empresas en las que se desee calcular pronósticos, inventarios, planes de producción, programas de producción, requerimientos de materiales, número de kanban y planeaciones de requerimientos de producción.

Al contar con un modelo que sirva de referencia en cuestiones de ingeniería industrial le dará al Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiario promoción y presencia en la elaboración de este tipo de modelos en la carrera nivel regional, nacional y mundial, además que servirá como guía para los profesores y estudiantes de la carrera de ingeniería industrial o de otras especialidades en las que se traten temas que incluye el modelo

4. Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Santiago papasquiario y a la empresa MUDYM por todas las facilidades otorgadas en la realización de este proyecto, así como a los estudiantes que participaron en el y profesores investigadores que participaron en este proyecto de investigación aplicada les agradecemos inmensamente todo su apoyo y colaboración.

5. Conclusiones

El diseño del “Modelo ergonómico para eficientar la producción” fue un proyecto realizado en colaboración con docentes del ITSSP quienes brindaron apoyo certero de diferente manera en cada uno de los aspectos abordados en el programa.

Principalmente se rescata el hecho de que el modelo cumple exitosamente con las expectativas planteadas al inicio, ya que efectivamente este resuelve los cálculos y problemas referentes a pronósticos, inventarios de diferentes modelos, planeación agregada, kanban, plan maestro de producción, plan de requerimientos de materiales y plan de distribución de materiales.

En cuanto a la toma de decisiones, también el programa determina los resultados finales que sirven como base al interesado, para analizar y comparar las diferentes opciones que tiene y consecuentemente elegir la mejor opción a la organización empresarial.

6. Referencias

- ADAM, E.E., & Ebert, R.J. (1991). Administración de la producción y de las operaciones: Conceptos, modelos y funcionamiento. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- ANAYA, J. J. (2008). Almacenes: Análisis, diseño y organización. España: ESIC.
- BALLOU, R. H. (2004). Logística: Administración de la Cadena de Suministro. México: Pearson Educación.
- BULLINGER, H., Rally, P., Schipfer, J., (1997). “Some aspects of ergonomics in assembly planning”. *Int.J.Ind.Ergon*, 20, 389–397.
- BOWERSOX, D.J., Closs, D.J. y Cooper, M.B. (2007). Administración y logística en la cadena de suministros. México: McGraw-Hill Interamericana.
- CHAPMAN, S.N., & Montserrat, J.H. (2006). Planificación y control de la producción. México: Pearson Educación.
- CHASE, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., Milanés, J. Y., Sacristán, P. M., & Staines, G. M. (2005). Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. México, D. F.: McGraw-Hill.
- CHAVES, E. (2005). Administración de materiales. San José: Editorial UNED.
- CRUZ, J. A., y Garnica, G.A. (2001). Principios de ergonomía. Bogotá: Géminis Ltda.

- CUATRECASAS, L. (2009). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexibles. Barcelona: Profit Editorial.
- DE LA FUENTE, D., García, N., Gómez, A., y Puentes, J. (2006). Organización de la producción de ingenierías. España: Universidad de Oviedo.
- EPPEN, G.D. (2000). Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. México: Prentice-Hall.
- ESCUADERO, M.J. (2011). Gestión de aprovisionamiento: administración. España: Paraninfo, SA.
- GAITHER, N. y Frazier, G. (2000). Administración de producción y operaciones. México: International Thomson Editores.
- GROOVER, M.P., Roberto, C.P., Brito, J.E., & Elmer, M.M. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: Materiales, procesos y sistemas. México, DF: McGraw-Hill.
- HANKE, J.E., y Wichern, D.W. (2006). Pronósticos en los negocios. México: Pearson educación.
- HEIZER, J., y Render, B. (2004). Principios de administración de operaciones. México: Pearson Educación.
- IPINZA, F.D. (2004). Administración y dirección de la producción: Enfoque estratégico y de calidad. Lima: Pearson Educación.
- KEAT, P., y Young, P.K. (2004). Economía de empresa. México: Pearson educación.
- KRAJEWSKI, L.J., Ritzman, L.P., & Carlos, G.R. (2000). Administración de operaciones: Estrategia y análisis. México: Pearson Educación.
- SÁEZ María, S. A., & M.P. (2005). Curso básico de estadística para economía y administración de empresas. Santander: Servicios de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- MIGUEZ, M., y Bastos, A.I. (2006). Introducción a la gestión de stocks: El proceso del control, valoración y gestión de stocks. España: Ideas propias.
- MONTERO, J.M. (2007). Estadística descriptiva. España: Thomson Ediciones Paraninfo.
- MORILLO, A.D (2015). Gestión de pedidos y stock. España: Paraninfo.
- MUELLER, M. (2005). Fundamentos de administración de inventarios. Bogotá: Norma.
- MUÑOZ, D.F. (2009). Administración de operaciones: enfoque de administración de procesos de negocio. México: Cengage Learning.
- ORIET, L., Ewasyshyn, F., (1998). "Ergonomic implications for new technology guidelines for automotive manufacturers". En: Kumar, S. (Ed.), Advances in Occupational Ergonomics and Safety, (pp.657–660), Amsterdam: IOS Press.
- RENDER, B., y Heizer, J. (2009). Principios de administración de operaciones. México: Pearson Educación.
- ROBUSTÉ, F. (2005). Logística del transporte. Barcelona: UNIVERISAD Politècnica de Catalunya.
- TALAYA, A.E., García, J., Narros, M.J., Olarte, C., Reinares, E.M., y Saco, M. (2006). Principios de marketing. Madrid: ESIC.