

Análisis de la línea de producción de una fábrica del ramo mueblero fundamentada en simulación de procesos

Yvonne Lomas

yvonne.lomas2@iberopuebla.mx

Universidad Iberoamericana Puebla, Puebla, México

Resumen: Este trabajo contiene un análisis para una empresa fabricante y exportadora de muebles de madera. Se desarrolló un modelo de simulación para el abastecimiento de materia prima en una de sus líneas de producción. Con apoyo del software de simulación SIMIO se pudo apreciar el estado actual de la empresa y compararlo con cómo ésta podría mejorar con la propuesta mediante la realización de escenarios. Se observó que se contaba con exceso de madera, pero al reducir la cantidad de madera en un 25% se cumple con la demanda de producto terminado sin incurrir en costos de almacén.

Palabras Clave: industria mueblera de madera, SIMIO, simulación, almacén, inventario, distribución de planta, optimización de flujo de materiales.

Abstract: This work contains an improvement proposal, developed for a manufacturer and exporter of wooden furniture. A simulation model was developed for the supply of raw material in one of its production lines. With the support of SIMIO Simulation Software, one could visualize the current state of the company and its comparison with others this way it can be improved with the proposal through the realization of scenarios. It was observed that there was excess wood, reducing the amount of wood by 25% meets the demand for finished product without incurring in warehouse costs.

Keywords: wood furniture industry, SIMIO, simulation, warehouse, inventory, plant distribution, material flow optimization.

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto es un análisis para una empresa del ramo mueblero. Se busca por medio de un simulador de proceso, conocer áreas de oportunidad para en el almacén, con relación al pedido de materia prima. La razón por la cual se realiza esta propuesta es debido a que la empresa requiere solución para los problemas que tiene de abastecimiento de materia prima para de carpintería, para poder así cumplir correctamente con la demanda, reduciendo costos y tiempos muertos.

El objetivo de la investigación es analizar si la cantidad de materia prima que se compra actualmente es la adecuada para cumplir con la producción y no caer en costos innecesarios.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El inventario es un recurso almacenado al que se recurre para satisfacer una necesidad actual o futura. El inventario nos permite que las operaciones continúen sin que se produzcan patrones por falta de productos o materias primas. Se pueden obtener ventajas por volumen de compra, ya que, si la adquisición de artículos

se produce en grandes cantidades, el coste de cada unidad suele disminuir.

Se proporcionan reservas de artículos para satisfacer la demanda de los clientes, lo anterior permite separar los procesos de producción y distribución, así, por ejemplo, si la demanda de un producto es elevada sólo durante cierta temporada, la empresa puede elaborarlo a lo largo de todo el año y almacenarlo, evitando de este modo su escasez en esa temporada. [1]. El mayor problema que tiene la empresa actualmente se relaciona con las demoras en entregas las cuales implican un aumento en costos. Cabe mencionar que el problema también recae en el proceso que el capturista lleva a cabo, ya que al no registrar en tiempo y forma la información de almacén se crea un efecto cadena que afecta la productividad de las demás áreas. Lo anterior es debido a errores de cálculo en almacén [2]. Un almacén es la instalación específica para el albergue de productos de diferente naturaleza (materiales, productos comerciales, herramientas, mobiliario, etc.) para su posterior venta, uso o distribución. Toda operación de almacenaje y manipulación de productos, representa un coste adicional para la empresa sin ningún valor añadido para el cliente. En consecuencia, “el mejor almacén es aquel que no existe”. Algunos puntos importantes a considerar son:

- Los costes de almacenaje, representan una cifra en torno al 30 % de los costes logísticos de distribución.
- Una buena racionalización y organización de los procesos productivos de un almacén, pueden aumentar su productividad del 50 al 150 %.
- El objetivo de un almacén comercial es contribuir a un máximo servicio al cliente, con mínimos costes operativos [3].

Si bien contar con más material del necesario implica caer en costos y pérdidas ya que en algunos casos la materia prima solo se utiliza para un pedido en específico, no contar con la materia prima en la línea de producción cuando es requerida, genera pedidos de compra de materiales en un modo de emergencia. Lo cual a su vez afecta también la relación con sus clientes. Entre los artículos de materia prima se encuentra el herraje, piezas de metal decorativas del mueble, rieles, chapetones o jaladeras. Los faltantes de herraje resultan ser los más costosos para la empresa; por un lado, debido a su valor monetario, y por otro ya que es difícil adquirir en un modo de emergencia. Lo anterior se debe a que el herraje puede ser obtenido por dos medios, el primero es comprarlo a maquiladores artesanales y el segundo es fabricarlo en la planta [4].

Si el herraje es comprado, es importante considerar los tiempos de entrega y la disponibilidad del proveedor. En este análisis el herraje está conformado por las jaladeras; sin embargo, en otras líneas se refiere a barras decorativas de metal hechas a la medida. Lo mismo se debe realizar con toda la materia prima, sin embargo, el herraje es un tipo de pieza que representa mayor valor monetario debido a su costo, y difícil adaptabilidad para muebles con diferentes medidas.

De igual manera podría suceder que el proveedor no entregue las medidas correctas, o que el carpintero no fabrique el mueble con las medidas adecuadas para que el herraje embone. Cabe mencionar, que no es posible reducir los tiempos de proceso debido a que afectaría la calidad del producto. Sin embargo, es posible acomodar las actividades para mejorar la eficiencia y reducir cuellos de botella. Es importante hacer mención que el tiempo de producción varía dependiendo de la programación de los pedidos [5].

III. SIMULACIÓN

La simulación es una técnica experimental, que generalmente se realiza con computadora para analizar el comportamiento de cualquier sistema que opere en el mundo real. Ésta involucra un proceso o sistema en el que el modelo produce la respuesta del sistema real ante eventos que suceden durante un periodo dado de tiempo; se utiliza para predecir el comportamiento de sistemas complejos de manufactura o servicios, mediante la observación de los movimientos y la interacción de los componentes del sistema. Desarrollar un modelo de este tipo constituye un soporte indispensable para el proceso de construcción del modelo en sus diferentes aproximaciones (niveles de agregación), ya que aporta imágenes (comportamiento de cada variable) que van indicando al modelador cuan acertado está en la representación matemática de la realidad. Así mismo, la simulación es la herramienta para la validación final de un modelo, el análisis de sensibilidad y en general para la experimentación con propósitos de conocimiento o de definición de estrategias de control o intervención sobre la realidad [6].

Se efectuó el cálculo ABC [7], al recabar la información necesaria para desarrollar la simulación, debido a que la empresa cuenta con una gran variedad de muebles en cada línea que produce. Dicho cálculo se realizó con el propósito de crear la propuesta de mejora al proceso de abastecimiento de materia prima. Se decidió elegir la línea de muebles estrella, debido a que es la línea de muebles que la empresa vende con mayor frecuencia; de igual manera es la que le representa mayor ganancia. La empresa sobre la cual se realizó el presente trabajo

se dedica a la exportación de muebles, en sus comienzos elaboraba muebles nacionales. La línea estrella de la empresa es aquella que vende de manera continua y en grandes volúmenes.

El análisis ABC es un método basado en el principio de Pareto y el uso de costo anual como criterio para clasificación de artículos. El costo anual se obtiene de la demanda anual multiplicada por el precio unitario promedio. Esto conlleva al agrupamiento de todo el inventario en tres grupos A, B y C en donde A representa al grupo de artículos de mayor importancia y C al grupo de artículos de menor importancia de acuerdo con el criterio previamente definido. De manera específica, en el grupo A se consideran el 10% de los productos que consuman o representen cerca del 70% del presupuesto. El siguiente 20% de los productos del inventario, es decir el grupo B, utiliza el 20% de los recursos financieros. Por último, en el grupo C, se consideran el 70% de los productos restantes los cuales representan el 10% del presupuesto. Con el uso de esta técnica, el costo de los artículos puede ser más detallado y preciso, además de que los gastos generales disminuyen drásticamente [8].

Con lo anterior se pudo realizar un análisis ABC para conocer cuáles son sus muebles clasificación A, lo que implica mayores ventas con relación con la frecuencia en que esas unidades son vendidas y al valor monetario que representa. Una vez que se creó el modelo para la propuesta con una muestra de muebles, (aquellos incluidos en el grupo A), el cual podrá replicar el modelo para todos los muebles de la fábrica y sus respectivas líneas. El presente trabajo solamente abarca el modelo para productos en clasificación A de la línea "X". Es importante mencionar, que el análisis ABC se aplicó en dos partes, la primera para encontrar los muebles que son A con base a la utilidad que representan para la empresa, y posteriormente se realizó el análisis para conocer cuáles son los muebles que representan mayor volumen de ventas, los resultados se pueden observar en la Tabla I y Tabla II.

Se simuló el modelo de abastecimiento de materia prima para la empresa, posteriormente se realizaron propuestas de escenarios dentro del experimento relacionadas con la cantidad de materia prima a ordenar sobre el mismo modelo para realizar una comparativa y encontrar áreas de oportunidad en el ámbito de abastecimiento de materiales. La construcción del simulador se llevó acabo con los objetos necesarios para reproducir el proceso se abastecimiento. Se incluyen entidades para cada mueble, seguido de estaciones de trabajo donde se realiza la combinación de requerimientos de materiales, posteriormente se encuentra el área de pintura y finalmente el área de

empaque y embarque donde el mueble es guardado en una caja.

Para analizar la eficiencia y la mejora de los datos aplicados se crearon diferentes escenarios dentro del modelo de simulación para analizar el movimiento de producto en proceso, tomando en cuenta la cantidad de materia prima con la que cuentan actualmente en almacén y la demanda diaria de producto terminado.

Tabla I. Resultados comparativos de análisis ABC para línea "X" con relación a la utilidad.

UTILIDAD		
Descripción	ABC	BUSCARV
Silla lateral tapizada	A	A
Cofre	A	A
Buffet	A	A
Silla alta	A	A
Silla	A	A
Mesa de comedor 102"	A	A
Cómoda	A	B
Stand de Tv 83"	A	B
Barra	A	B
Stand de Tv 72"	A	B
Mesa lateral	A	A
Mesa de centro	B	A
Banca 30"	B	A
Consola	B	A
Banca 25"	B	B
Cabecera	B	A
Buro	B	B
Piecerca	C	C
Base para mesa	C	B
Cubierta para mesa	C	B
Espejo	C	C
Rieles	C	C

Tabla II. Resultados comparativos de análisis ABC para línea "X" con relación a la frecuencia.

FRECUENCIA		
Descripción	ABC	BUSCARV
Silla lateral tapizada	A	A
Silla alta	A	A
Silla	A	A
Banca 30"	A	B
Lateral	A	A
Banca 25"	A	B
Cofre	A	A
Buffet	A	A
Mesa de comedor 102"	A	A
Mesa de centro	A	B
Consola	A	B
Base para mesa	B	C
Cubierta para mesa	B	C
Cómoda 7 cajones	B	A
Stand de Tv 83"	B	A
Barra 76"	B	A
Stand de Tv 72"	B	A
Cabecera	B	B
Buro	B	B
Piecera	C	C
Espejo	C	C
Rieles	C	C

Con dicha información se simuló el modelo de abastecimiento de materia prima para la empresa, posteriormente se realizaron mejoras sobre el mismo modelo por medio de escenarios dentro de un experimento, para realizar una comparativa y encontrar áreas de oportunidad en el área de abastecimiento de materiales. El experimento consistió en 25 escenarios cada uno con 385 réplicas y un nivel de confianza del 95%, contemplando distintas situaciones referentes a la cantidad de materia prima [9]. En cada escenario se cambió la cantidad de materia prima con la que se contaba para comparar el estado actual con el que trabaja la empresa y la cantidad que mejor se ajusta a sus necesidades. Se calculó en número de réplicas considerando que la demanda de mueble es variable por lo que se utilizó la fórmula para población no conocida.

La fórmula y los parámetros utilizados son los siguientes:

$$n = \frac{(Z^2 \times P \times Q)}{(d^2)}$$

Fórmula 1. Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra desconociendo el tamaño de la población [10].

Donde:

Z= -1.96

d= 0.05

P= 0.5

Q= 0.5

n= 384.145

Las respuestas obtenidas de cada escenario fueron la cantidad de producto terminado de cada tipo de mueble de la línea. Se buscó cumplir con la demanda de producto terminado con la menor cantidad de materia prima posible. Se diseñó un modelo en el simulador para replicar el sistema de órdenes de compra que la empresa requiere para el área de producción.

Seguidamente, se realizó la ejecución de una serie de experimentos con la intención de entender su comportamiento bajo ciertas condiciones. Se confeccionó el modelo para que simule el funcionamiento del almacén y áreas de carpintería, pintura y embarque. La demanda se consigue considerando producción mensual, realizando experimentos comparativos con los escenarios antes mencionado, para poder así decidir si para cumplir con la demanda se deben pedir más lotes que los requeridos de materia prima o menos.

Se modificaron los datos base, con una nueva demanda (diferente a la pronosticada), la cantidad de materiales se mantiene considerando pedir todo el material necesario para satisfacer la demanda pronosticada. Por otro lado, se modificó la cantidad de materiales considerando una demanda distinta a la pronosticada, para así simular que ésta es variable.

Cabe mencionar que la cantidad recibida al ordenar por lotes no es la cantidad exacta necesaria para producir precisamente los muebles requeridos. Por ello, el abastecimiento se realiza adquiriendo lotes y teniendo así un poco más de materia prima para elaborar la producción, cayendo en un costo de mantenimiento. De lo contrario, se pueden pedir menos lotes de los necesarios y esto genera a su vez menor producción con un costo por no cumplir con la demanda.

Los pasos que se siguieron para la elaboración del modelo de simulación en SIMIO [11] fueron los siguientes:

1. Definición del sistema: Se realizó un análisis inicial del área de carpintería para obtener la iteración del sistema.
2. Formular el modelo: Se construyó el diagrama de flujo del modelo de simulación para obtener entradas y salidas que permiten obtener los datos deseados en cantidades y tiempo. Lo anterior se realizó considerando la cantidad de materia prima requerida, la demanda de la empresa y la medición de sus tiempos de proceso.

3. Colección de datos: Se desarrolló y formuló el modelo de un pedido de carpintería que proporciona la obtención de datos, como es la cantidad de cada materia prima y de los productos terminados.

4. Implementación del modelo: Se elaboró el modelo en SIMIO y se alimentó con los datos obtenidos de la colección de datos [12].

5. Validación: Se llevo a cabo la revisión continua del mismo para revisar que no hubiera errores y el modelo realice las funciones deseadas. De igual manera se generó el experimento del modelo con una programación de nivel de confianza del 95%, con percentil superior de 75/ y el inferior del 25%. Los datos que se utilizaron en el experimento fueron obtenidos de demandas históricas. Sin embargo, los escenarios se realizaron con el método empírico.

6. Experimentación: Se ejecutaron 25 escenarios con 385 réplicas cada uno en SIMIO para obtener los datos máximos, mínimos y promedio y poder a su vez reducir el margen de error debido a las iteraciones. Los escenarios consistieron en analizar cómo el cambio de cantidad de materia prima impacta en la producción de muebles en el mismo horizonte de tiempo, una jornada laboral de 8 horas.

7. Interpretación: análisis de los resultados alcanzados de la simulación [13].

8. Documentación: de los resultados para futuras ocasiones.

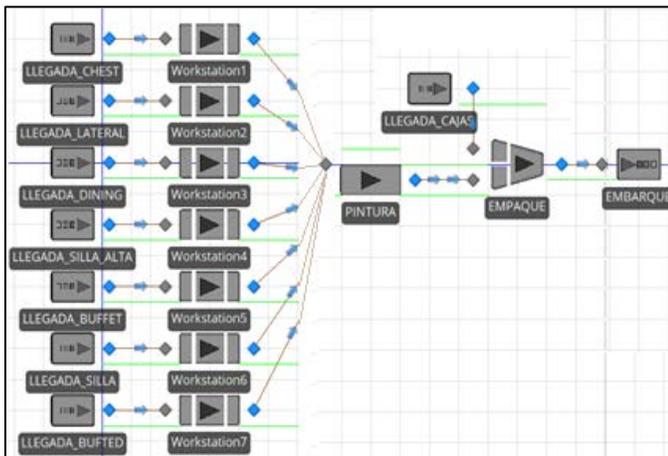


Figura 1. Diagrama de la simulación de proceso en SIMIO.

IV. RESULTADOS

Partiendo de la recolección de información se observa que en muchos casos la misma materia prima es utilizada para distintos muebles, los carpinteros toman el material sin consultar los pedidos provenientes de ventas, por lo que a veces el material es utilizado y genera una sobreproducción de un mueble, que no es requerido lo que implica faltantes en otro mueble que si ha sido solicitado. A continuación, la Tabla III demuestra los diferentes escenarios que se realizaron en el experimento de Simio. Seguidamente, la Tabla IV muestra el nombre de las columnas de la tabla de experimentos y réplicas de la simulación en SIMIO.

Tabla III. Experimentos y réplicas de la simulación en SIMIO.

Escenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4929	3297	24.2	50	324	40	40	40	160	224	448	896	1873	56	126.61	127.2	20	9.99	22.03	127.19
2	2000	3297	24.2	50	324	40	40	40	160	224	448	896	1873	21.14	20.38	20.5	18.39	9.99	19.4	20.29
3	4929	500	11	50	100	40	40	40	50	200	448	896	600	27.14	26.05	25.8	12	6.55	6.49	25.93
4	4700	300	24.2	50	324	40	40	40	160	224	448	896	1873	14.59	13.5	13.37	20	10	13.45	13.72
5	2525	850	10	8	80	15	20	40	160	224	448	896	1873	46.9	45.11	45.66	20	4.62	5.77	45.86
6	2525	850	10	8	80	15	30	30	20	10	448	896	1873	10	47.43	47.77	5	5.19	5.34	48.03
7	2525	850	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	46.96	45.23	45.76	5	5.19	5.34	45.97
8	2525	850	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	900	46.96	45.23	45.76	5	5.19	5.34	45.97
9	2525	850	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	600	46.96	45.23	45.74	5	5.19	5.34	45.98
10	2525	850	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	45.82	44.24	44.73	5	5.19	5.34	47.92
11	1500	850	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	33.66	32.92	33.05	5	5.19	5.34	32.45
12	800	850	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	9.74	9.2	9.28	4.95	5.19	5.33	9.23
13	2525	600	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	32.92	31.71	31.62	5	5.19	5.34	31.92
14	2525	500	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	27.44	26.32	26.06	5	5.19	5.34	26.22
15	5000	400	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	21.9	20.66	20.53	5	5.19	5.34	20.65
16	2525	100	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	5.11	4.3	4.31	5	5.48	4.42	4.6
17	2525	300	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	16.12	15.13	15.05	5	5.19	5.34	15.07
18	4929	3297	24.2	50	324	40	40	40	160	224	448	896	1873	56	126.61	127.2	20	9.99	22.03	127.19
19	2525	300	10	8	80	15	30	30	20	56	120	150	550	16.12	15.13	15.05	5	5.19	5.34	15.07
20	4929	3297	24.2	8	324	40	40	40	160	224	448	896	1873	56	166.39	166.19	20	5.38	5.8	166.8
21	4929	3297	24.2	8	324	15	30	30	20	224	448	896	1873	56	168.97	168.8	5	5.38	5.8	169.31
22	1232	521	9.2	7.8	80	10	20	10	20	56	112	112	468	24.95	24.23	23.94	5	4.62	5.43	23.68
23	4929	521	9.2	7.8	80	10	20	10	20	56	112	112	468	28.63	27.43	27.17	5	4.62	5.43	27.39
24	1232	521	9.2	7.8	80	10	20	10	20	56	112	112	468	24.95	24.23	23.94	5	4.62	5.43	23.68
25	1232	521	9.2	7.8	80	10	20	10	20	56	112	112	468	24.95	24.23	23.94	5	4.62	5.43	23.68

Tabla IV. Nombre de las columnas de la tabla de experimentos y réplicas de la simulación en SIMIO.

Número	Material /Mueble
1	Tabla
2	Tablón
3	Triplay
4	MDF
5	Jaladera
6	Corredera
7	Bisgara
8	Polín
9	Tornillo
10	Funda
11	Chapetón 1
12	Chapetón 2
13	Resbalón
14	Silla lateral tapizada
15	Silla
16	Silla alta
17	Mesa comedor 102"
18	Buffet
19	Cofre
20	Mesa Lateral

En escenarios donde la demanda no es exacta, siempre existen fluctuaciones debido a que en algunos casos no hay materiales, capital, tiempo o el cliente puede que cambie de decisión, por lo que en este modelo se ajusta la demanda. Debido al ajuste de la demanda se puede tener excedente de material, lo cual genera gastos de mantener los artículos en almacén.

En el experimento se observó que se contaba con exceso de madera, al reducir la cantidad de madera en un 25% se cumple con la demanda de producto terminado sin incurrir en costos de almacén. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que la madera puede ser utilizada para la elaboración de muebles en otra línea de producción.

Por otro lado, la cantidad de sillas que se podrían llegar a producir con la materia prima con la que actualmente cuenta la empresa sobrepasa la demanda tres veces, este valor se puede observar en el primer escenario del experimento en SIMIO. Algo similar, pero en menor medida ocurre con los demás muebles, como se puede observar en la tabla de resultados que arroja el experimento en SIMIO.

Debido a que las jaladeras solamente pueden ser utilizadas para fabricar determinado tipo de mueble, no se llega a sobrepasar la demanda. Lo anterior no ocurre con la madera, ya que ésta si puede utilizarse en otros muebles e incluso líneas. Es importante recalcar que, si bien las jaladeras no sobrepasan el inventario requerido, es indispensable mantener su registro al día y no hacer compras sin la aprobación del departamento de ventas con el respaldo de un pedido. Lo anterior debido a que, en caso que se pida madera de más, ésta se puede utilizar en otros pedidos, las jaladeras no.

Las mejoras planteadas podrán ver favorecidas las áreas de almacén de materia prima, almacén de producto en proceso [14] y terminado y el área de compras. El área de producción, debe estar estrechamente relacionada con almacén, ya que para cumplir con entregas en tiempo y forma se debe llevar a cabo una planeación eficaz y eficiente. De igual manera el correcto uso de la información proporcionada por el modelo permitirá reducción en cuanto a la incidencia de trabajos incompletos, debido a conteos imprecisos en el almacén [15].



Figura 2. Simulador del proceso actual de abastecimiento en planta

V. CONCLUSIONES

El objetivo de la investigación fue analizar si la cantidad de materia prima que se compra actualmente es la adecuada para cumplir con la producción y no caer en costos innecesarios; se observó que se contaba con exceso de madera, al reducir la cantidad de madera en un 25% se cumple con la demanda de producto terminado sin incurrir en costos de almacén. Al recabar la información de la materia prima necesaria para la producción de dichos artículos y, de acuerdo con la demanda de muebles que se tiene, se creó un modelo de simulación. Para su creación se consideró la demanda y la cantidad de materia prima. En el experimento realizado en SIMIO, se observó que la cantidad de materia prima, con la que en promedio contaba la empresa, no se ajustaba a sus necesidades, debido a que en el simulador no se cumplía con la demanda en todos los escenarios. Por ello recaía en costos innecesarios, y no es la cantidad exacta necesaria para producir los muebles requeridos.

Con los resultados arrojados por el simulador se puede decidir qué tamaño pedir los lotes de materia prima para reducir la merma y falta de material, reduciendo así el costo de mantenimiento. Lo anterior sucede debido a que en ocasiones se requieren fracciones de un lote para producir y cumplir con la demanda, sin embargo, no se puede pedir medio lote al proveedor. Debido a lo anterior se puede ordenar dos lotes y tener materia prima sobrante. O pedir un lote, y no cumplir con la demanda. Cabe mencionar que en el escenario antes mencionado no solamente se incurre en faltantes de producto terminado, sino que, al no haber suficiente materia prima, algunos productos se quedan en proceso, lo anterior implica el material también al no ser reutilizado genere costos de almacenaje.

De igual manera, es importante recalcar que el modelo realizado contempla todos los materiales requeridos para la fabricación de los muebles clasificados como A de la línea "X" y aunque la empresa tiene especial interés por reducir el costo que genera el herraje de los muebles, se

recomendó considerar todos los materiales, ya que estos son un todo para el mueble. Por otro lado, fabricar el herraje en planta no es una solución muy sencilla, debido a que la fábrica en sí se dedica a construir muebles de madera.

El valor de este proyecto recae en el aporte de la metodología y de las herramientas de apoyo, y sobre todo el modelo que puede ser adaptado para cualquier producto y tomando en cuenta distintos requerimientos de materia prima con sus respectivas cantidades y combinaciones, para conocer así la cantidad óptima a pedir y poder cumplir con la demanda.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa planear de manera efectiva y con la anticipación necesaria la información conveniente para el modelo, considerando los productos terminados, las materias primas y sus respectivas cantidades y costos para casos particulares.

Por otro lado, para evitar que la materia prima no sea utilizada en los pedidos requeridos en necesario restringir o asignar el material, para que éste solamente se utilice en la orden que lo solicita.

El modelo de simulación permite ver cuanto material es requerido para cumplir exactamente con los pedidos solicitados, esto permite a su vez compararlo con el tamaño de lote que vende el proveedor y elegir el lote que más se acerque a la solicitud de material.

A su vez realizar documentación y registro de la información generada por el modelo para futuro análisis y creación de pronósticos que permitan el mejor aprovechamiento de la herramienta propuesta en forma de modelo.

Es importante elaborar informe de costos y ganancias [16] para conocer el beneficio que desarrolla la aplicación del modelo. Buscar mantener un proceso que controle y registre paulatinamente la mejora generada por el modelo, ya que es un desarrollo continuo, que debería ser implementado de manera constante y permanente.

Cabe mencionar, que son muchas las empresas que enfrentan problemas similares, y se podría decir que casi cualquier tipo de empresa puede beneficiarse de este sistema para agilizar el proceso de órdenes de compra y cumplir con la demanda variable.

A futuro se recomienda el establecimiento de programas de capacitación permanentes que permitan que cada vez se presenten menos margen de error. De igual manera existe un área de oportunidad importante, debido a que

el modelo podría ser optimizado si se crea un apartado donde se calcule información relevante con relación a qué mueble combine más fabricar en situaciones donde no se cuenta con suficiente materia prima debido a imprevistos de la demanda o problemas relacionados a los tiempos de entrega. Conocer que mueble genera mayor beneficio y reduce costos es un paso importante para poder tomar decisiones ágiles, que tengan un impacto positivo en la empresa en momentos donde una decisión debe ser tomada rápidamente.

REFERENCIAS

- [1] Míguez, M., & Bastos, A. (2010). *Introducción a la gestión de stocks: El proceso de control, valoración y gestión de stocks*. México, España: Ideaspropias.
- [2] De Vaan, M. J. (1992). *Introducing MRP II, with enhancements: the case of a furniture manufacturer*. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 258-263.
- [3] Anaya, J. (2008). *Almacenes: Análisis, diseño y organización*. Madrid: ESIC.
- [4] Criollo, H. (2010). *de Planificación y Control de la producción de la empresa Muebles Carrusel Cía*. Lt. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- [5] Liberatore, M. J. (1979). *Using MRP and EOQ/Safety Stock for raw materials inventory control: Discussion and case study*. The Institute of Management Sciences, 1-6.
- [6] Meyers, F., & Stephens, M. (2010). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Mexico: Pearson.
- [7] Simunovic, K., Tomislav, D., & Goran, S. (2008). *Application of different quantitative techniques to inventory classification*. Mechanical Engineering Faculty in Slavonki.
- [8] Rosales, V., Ramis, F., Neriz, L., & Zepeda, C. (2001). *Costeo de productos en la industria del mueble mediante método ABC*. *Scielo*, 3, 14-26. Recuperado el 22 de enero de 2017, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2001000100002.
- [9] Míguez, M., & Bastos, A. (2010). *Introducción a la gestión de stocks: El proceso de control, valoración y gestión de stocks*. México, España: Ideaspropias.
- [10] Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2006). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar, 1-13.
- [11] Simio LLC. (30 de Agosto de 2016). *Home*. Obtenido de SIMIO: <http://www.simio.com/index.php>
- [12] Guaita, W. (2008). *Desarrollo de un modelo de simulación para ensayar políticas operacionales en cadenas de suministros PYMES*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- [13] Maisel, H., & Gnugnoli, G. (1972). *Simulation of Discrete Stochastic Systems*. New York: Science Research Associates, Inc.
- [14] Chuangjian Wang, Z. G. (2013). *Simulation-based optimisation of logistics distribution system for an assembly line*. *International Journal of Production Research*, 1.
- [15] Meyers, F., & Stephens, M. (2010). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Mexico: Pearson.
- [16] Chapman, (2006). *Planificación y control de la producción*. Mexico: Pearson.