UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TEMA:

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE MESAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:
ARÉVALO VILLALTA DANIEL STALIN

MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, ARÉVALO VILLALTA DANIEL STALIN, con C.I. 0705184992, estudiante de la carrera de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE MESAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.

- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:

  a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

  b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 20 de noviembre de 2015

ARÉVALO VILLALTA DANIEL STALIN
C.I. 0705184992

RESUMEN

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE MESAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS.

Daniel Stalin Arévalo Villalta

0705184992 danielarevalovillalta@gmail.com

Dentro de nuestra sociedad es imprescindible conocer la forma más óptima de distribuir los recursos disponibles sean estos materiales o humanos; y con mucha más importancia, dentro de una empresa, debido a que las organizaciones frecuentemente buscan la opción más adecuada de aprovechar al máximo los recursos con que cuentan, una manera de lograrlo es a través de herramientas basadas en SED (Simulación De Eventos Discretos) en donde los cambios de estado de las variables se generan en puntos discretos de tiempo disparados por una secuencia o serie de eventos, las cuales deben ser apoyadas en el conocimiento del proceso productivo. Por tal motivo el presente trabajo se desarrolló a través de la aplicación de mecanismos de simulación presentado una propuesta de optimización del proceso productivo de una fábrica de mesas para restaurante tipo exportación utilizando FlexSim7.5.4, software de simulación de eventos discretos que permitió analizar el modelo implementado concluyendo que una solución efectiva no siempre es la más laboriosa, sino aquella que por simple que pueda parecer causa un mayor impacto al momento de mitigar o eliminar un problema, por consiguiente en este caso se recomienda la reubicación de los equipos y el reajuste del personal contratando dos nuevos empleados y así asignarlos eficientemente en cada etapa del proceso, lo que permitirá la especialización del recurso humano, mejorar la calidad de producto, disminuir los tiempos de espera de las maquinas en los procesos y el aumento de la producción en menor tiempo.

Palabras claves: simulación, FlexSim, SED, operario, reajuste.

ABSTRACT

PROPOSAL OPTIMIZATION OF FACTORY PRODUCTION TABLES USING A MODEL OF DISCRETE EVENT SIMULATION.

Daniel Stalin Arévalo Villalta

0705184992 danielarevalovillalta@gmail.com

In our society it is essential to know the optimal way to distribute available resources be they human or material; and much more important, within a company, because organizations often seek the best option to maximize the resources they have, one way to achieve this is through based on SED tools (Simulation Discrete Event) where changes of state variables generated at discrete points triggered by a sequence or series of events, which should be supported on the knowledge of the production process time. Therefore the present work was developed through the application of simulation mechanisms presented an optimization of the production process of a factory for export type restaurant tables using FlexSim7.5.4 software, discrete event simulation model allowed analyzing implemented concluding that an effective solution is not always the most laborious, but one that simple as it may seem because a greater impact when mitigate or eliminate a problem, therefore in this case the relocation of equipment and the reset is recommended staff hiring two new employees and thus assign them efficiently at each stage of the process, allowing the specialization of human resources, improve product quality, reduce waiting times of the machines in the processes and increased production in less time.

Keywords: simulation, FlexSim, SED, operator, adjustment.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA 1
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR II
RESUMEN III
ABSTRACT IV
ÍNDICE DE CONTENIDO V
ÍNDICE DE TABLAS VI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES VI
1. INTRODUCCIÓN ..... - 1 -
1.1 MARCO CONTEXTUAL ..... - 1 -
1.2 PROBLEMA ..... - 2 -
1.3 OBJETIVO GENERAL ..... - 2 -
2. DESARROLLO ..... - 2 -
2.1 MARCO TEÓRICO ..... - 2 -
2.2 MARCO METODOLÓGICO ..... - 4 -
2.2.1 Fases de desarrollo del modelo de simulación. ..... - 4 -
Fase1. Análisis del sistema bajo estudio ..... - 4 -
Fase2. Planteamiento del problema ..... - 5 -
Fase3. Construcción del modelo ..... - 6 -
Fase4. Análisis de Resultados. ..... - 7 -
3. RESULTADOS ..... - 9 -
4. CONCLUSIONES ..... - 11 -
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... - 12 -
6. ANEXOS ..... - 13 -
6.1 Caso de Estudio ..... - 13 -
6.2 Resumen de fórmulas utilizadas ..... - 14 -
6.3 Cuadro estadístico de exportaciones para el 2015 según la CEPAL. ..... - 15 -
6.4 Reporte de Similitud del URKUND ..... - 16 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Asignación actual de los procesos ..... - 5 -
Tabla 2 Cantidad de recursos por procesos ..... - 6 -
Tabla 3 Reajuste de personal en los procesos ..... - 6 -
Tabla 4 Elementos de Costo ..... - 7 -
Tabla 5 Costo de Mano de Obra en el Modelo Actual ..... - 7 -
Tabla 6 Costo de Producción del Modelo Actual ..... - 7 -
Tabla 7 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Actual ..... - 8 -
Tabla 8 Costo de Mano de Obra en el Modelo Propuesto ..... - 8 -
Tabla 9 Costos de Producción del Modelo Propuesto ..... - 8 -
Tabla 10 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Propuesto ..... - 8 -
Tabla 11 Comparación entre los resultados del modelo actual vs el modelo propuesto ..... - 9 -
Tabla 12 Diferencia entre Costo, Precio y Utilidad ..... - 10 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema de procesos utilizado actualmente ..... - 5 -
Ilustración 2 Modelo de simulación del sistema actual ..... - 5 -
Ilustración 3 Reubicación de maquinarias por Producto en Línea ..... - 6 -
Ilustración 4 Ejecución del Modelo Propuesto ..... - 9 -

1. INTRODUCCIÓN

Una de las mejores maneras de poder determinar cómo se comporta un sistema es implementándolo, pero esta afirmación no siempre es factible debido a que el nivel de incertidumbre es demasiado alto, y los riesgos que se toman al hacerlo son excesivamente elevados, esto implica la necesidad de soluciones aún más con el fin de apoyar la planificación de mejoras necesarias y las reducciones de costos (Banks, 1998), indispensables para adquirir un nivel predominante y efectivo en el mercado altamente competitivo; por este motivo en la actualidad con la ayuda de la tecnología una de las maneras más eficientes y confiables de poder visualizar dicho comportamiento es a través de herramientas de software orientadas a la simulación de eventos discretos que se definen “como el conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísimas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado” (Eduardo García Dunna, 2006), por esta razón se optó por la presente propuesta de optimización del proceso de producción de una fábrica de mesas tipo restaurante utilizando la herramienta FLEXSIM 7.5.4, que es un software de SED, con un entorno completamente en 3D y se puede utilizar para simular cualquier proceso en cualquier industria (FlexSim Software Products, 1993-2015), además nos permitirá ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo, obteniendo resultados fidedignos respecto al comportamiento de los recursos involucrados en cada uno de los procesos dentro de la empresa.

1.1 MARCO CONTEXTUAL

El presente trabajo de fue desarrollado tomando como referencia una fábrica dedicada a la producción de mesas tipo restaurante, empleando la herramienta de simulación de eventos discretos FlexSim7.5.4 en la que se consideró un lapso de tiempo de 8 horas diarias durante 5 días equivalentes a 2400 minutos, espacio temporal que permitió visualizar el proceso productivo de la empresa, el mismo que se realiza de la siguiente forma:

La madera llega al ALMACÉN DE MP entonces el operario 1 mueve la materia prima desde allí hasta la máquina de CORTE donde la madera se somete a un proceso de cortado para luego ser llevada a la cola VENTANA en dónde la pieza permanece hasta ser movida por el operario 2 el cual la lleva a MAQUINADO en donde se realizan moldes a las piezas entrantes utilizando la máquina que se encuentra en esa locación. Luego se lleva la pieza a la máquina de LIJADO donde se pule hasta tener la textura apropiada. La pieza va hacia la cola L2 de donde sale con una probabilidad del 50% de ser atendida por ENSAMBLE 1 o ENSAMBLE 2 en la misma proporción.

Las piezas entran a Ensamble1 y el operario3 usa la máquina y a continuación sale la mesa a la cola L3 con ese operario.

Las piezas entran a ENSAMBLE2 y el operario4 usa la máquina y luego sale a la cola L3. El tiempo de operación para ambos ensambles es de 30 minutos para cada una.

Salen las mesas de la cola L3 hacia ACABADOS, allí el operario1 se encarga de pulir y dar el brillo al producto, después es llevada a la cola L4 en dónde espera para ser llevada a EMPAQUE. La mesa es empaquetada por el mismo operario y finamente llega al ALMACÉN DE PT en donde se depositan todos los productos terminados para posteriormente ser distribuidas a los clientes.

1.2 PROBLEMA

¿La necesidad de mejorar el Ineficiente proceso de producción de una fábrica de mesas ya que no está aprovechando sus recursos de manera óptima?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso de producción de una fábrica de mesas tipo restaurante mediante la herramienta de simulación de eventos discretos FlexSim7.5.4, para aprovechar al máximo los recursos utilizados en cada uno de los procesos.

2. DESARROLLO

2.1 MARCO TEÓRICO

La industria de muebles: "Constituye el segmento más importante de la industria maderera secundaria del Ecuador. Incluyendo talleres y fábricas de dimensiones más bien pequeñas. Se abastece de madera con calidad muy variada, proveniente, en general, de procesos previos realizados por motosierristas". (MIPRO, 2012)

Estas empresas en el Ecuador se encuentran con mayor frecuencia en la región Sierra y generan gran expectativa debido a la calidad de sus productos que sin duda alguna tienen potencial para ser catalogados como productos de calidad de exportación.

Simulación de eventos discretos: "Este esquema permite representar la naturaleza estocástica del sistema y simplificar la representación de todas las variables y elementos que a él pertenecen." (Guerrero & André, 2013)

Es la representación de un sistema que puede ser expresado por una serie de eventos a medida que el tiempo avanza, para apoyar la toma de decisiones.

FlexSim: "Es un software de simulación de eventos discretos, con un entorno completamente en 3D y se puede utilizar para simular cualquier proceso en cualquier industria. Pertenece a FlexSim Software Products, Inc y puede descargarse una versión gratuita desde su página oficial.". (FlexSim Software Products, 1993-2015)

Es una herramienta de software que permite simular sistemas y visualizar el comportamiento de cada uno de los procesos haciendo uso de un computador.

Sistema: "Conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto." (Mauttone & Alaggia, 2010)

Es el conjunto ordenado de elementos que se asocian para cumplir con un determinado objetivo.

Proceso: "Toda actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente externo o interno". (Julian & Juan, 2013)

Es el grupo de actividades relacionadas para cumplir con una meta establecida.

Entidad: "objetos o individuos cuyas actividades modelamos". (Mauttone & Alaggia, 2010)

Localizaciones: "Son todos aquellos lugares en los que la entidad puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo". (Eduardo García Dunna, 2006)

Son los lugares en donde las entidades sufren algún cambio o modificación dentro de un proceso determinado.

Recursos: “Son aquellos dispositivos diferentes a las localizaciones necesarios para llevar a cabo una operación; una herramienta necesaria para realizar un proceso pero que no forma parte de una localización específica, sino que es trasladada de acuerdo con los requerimientos de aquel.” (Eduardo García Dunna, 2006)

Son todos aquellos materiales y personas necesarios para llevar a cabo un determinado proceso.

Eventos: “Es todo aquello que puede ocurrir durante la simulación en función del proceso que estamos estudiando”. (Rodríguez, Serrano, Moleón, & Caro, 2008)

Es un suceso que se presenta en un desminado instante de tiempo.

Reloj de la simulación: “Contador de tiempo de la simulación, y su función consiste en responder preguntas tales como cuánto tiempo se ha utilizado el modelo en la simulación.” (Eduardo García Dunna, 2006)

CEPAL: Es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí. (ONU, 2015)

Es una organización que se encarga del estudio e impacto económico para América Latina y el Caribe con respecto a los otros países del mundo.

Rutas del proceso: “Recorrido durante la fabricación del producto, para el orden y la secuencia de las operaciones.” (Mago & Abel, 2007)

Dicho de otra manera se trata del recorrido que toma la materia prima para ser procesada y tener como resultado un producto terminado.

Costo unitario: “Valor de un artículo en particular. Se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida”. (Del Rio Gonzales, 2011)

Es el valor que cuesta producir una unidad del producto.

Costo de producción: El costo de producción representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio.” (Del Rio Gonzales, 2011).

Precio de Venta: “Es el resultado de sumar el Costo de Producción y el porcentaje de Utilidad”. (Riofrío & Castillo, 2010)

Utilidad: Es la diferencia entre el Costo de producción y el Precio de Venta.

Distribución en Planta: “La distribución de las facilidades en planta influye directamente en el costo del manejo de materiales y en el uso adecuado del factor tiempo, entre otros; representando un aspecto que repercute directamente en la productividad de la organización”. (Barrios, 2012)

Es un factor de vital importancia ya que la correcta distribución de recursos permite optimizar su utilización generando una mayor productividad.

2.2 MARCO METODOLÓGICO

2.2.1 Fases de desarrollo del modelo de simulación.

La simulación es una representación simplificada de un sistema, realizado y comprendido por un especialista, quien tiene la intención de identificar sus potenciales mejoras (Buselato & Barra, 2015). Esta propuesta de optimización está basada en la simulación de eventos discretos la misma que se encuentra segmentada en cuatro fases, que nos ayudaran a cumplir efectivamente el objetivo planteado; y son: Análisis del sistema bajo estudio, Planteamiento del problema, Construcción del modelo, Análisis de resultados.

Fase1. Análisis del sistema bajo estudio

Reloj de simulación

El sistema se simulará con tiempo de 8 horas durante 5 días que equivalen a 2400 min.

Entidades

- **Madera**: es la materia prima utilizada para la elaboración de las mesas.
- **Pieza:** es el resultado de cortar, maquinar y lijar la madera por parte del operario.
- **Mesa:** es el producto resultante de ensamblar las piezas.

Recursos

- **Operarios:** Personal encargado de movilizar el producto en las locaciones.

Locaciones

- **Almacén:** Es el lugar inicial donde llegan de a 150 tablas por vez con un tiempo entre llegadas de 120 minutos.
- **Corte:** Aquí se ubica la máquina de corte usada por el operario1 durante 9 min.
- **Maquinado:** En esta parte la máquina es usada por el operario 2 durante 12 min.
- **Lijado:** Aquí el operario 2 usa la máquina de lijado por 18 min.
- **Ensamble1:** Aquí el operario 3 usa la máquina 30 min luego lleva la mesa a L3.
- **Ensamble2:** Aquí el operario4 usa la máquina 30 min y luego lleva la mesa a L3.
- **Acabados:** Aquí el operario 1 usa la máquina por 7.5 min luego lleva la mesa a L4.
- **Empaque:** Donde la mesa es llevada y el operario1 usa la máquina por 3 min.
- **Almacén de PT:** Donde finalmente el operario1 coloca los productos terminados.

Colas de espera

- **Ventana:** Cola desde Corte a Maquinado donde las piezas pasan una por vez.
- **L1:** Es la cola que sale de maquinado y llega a Lijado.
- **L2:** Es la Cola que sale de Lijado y llega a ENSAMBLE 1 o ENSAMBLE 2 con una probabilidad de 50% de ser atendida.
- **L3:** Donde pasan las mesas al salir de los Ensambles para llegar a los Acabados.
- **L4:** Donde pasan las mesas al salir de Acabados para llegar a Empaque.

Fase2. Planteamiento del problema

¿La necesidad de mejorar el Ineficiente proceso de producción de una fábrica de mesas ya que no está aprovechando sus recursos de manera óptima?

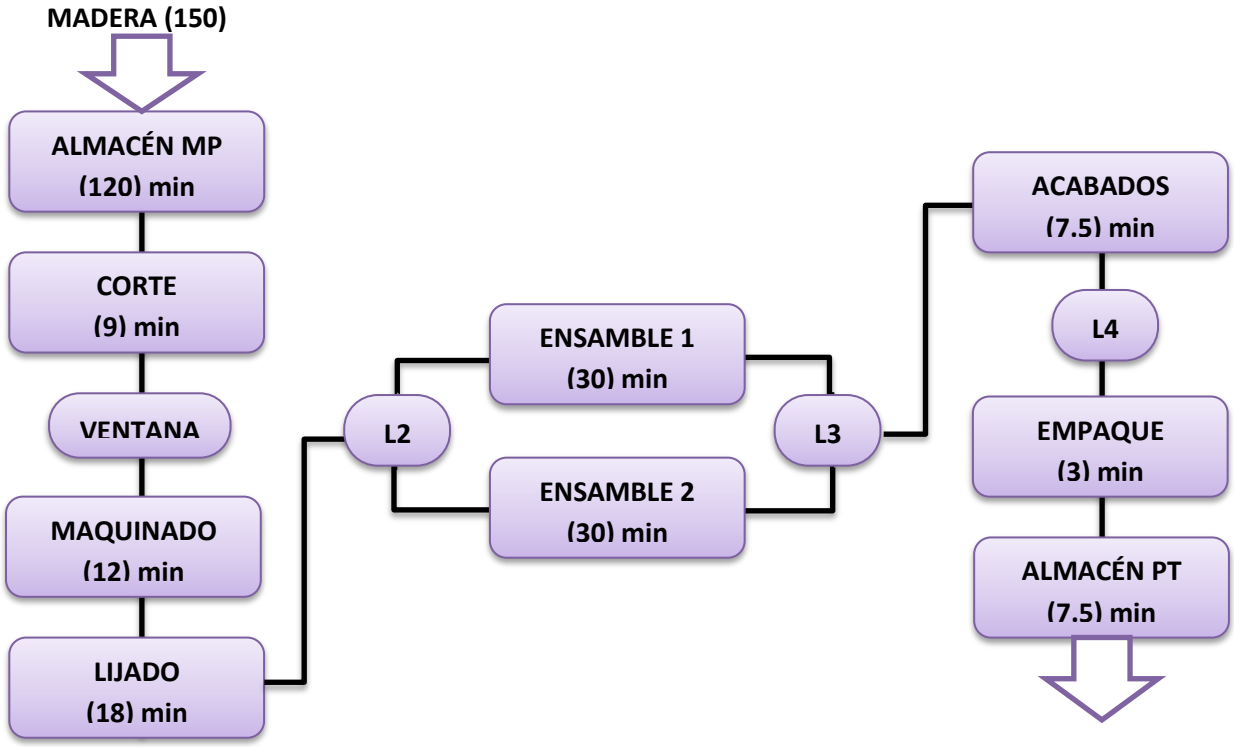


Ilustración 1 Esquema de procesos utilizado actualmente

Considerar que solamente cuenta con cuatro operadores asignados a todo el proceso productivo, generando poca especialización de los operarios, tiempos de espera prolongados y una baja competitividad en cuanto a la calidad y exigencias en el mercado.

Tabla 1 Asignación actual de los procesos

Operarios	Locaciones Asignadas	Tiempo x Procesos (min)	Tiempo Total (min)
Operario 1	Corte, Acabado, Empaque	9, 7.5, 3	19.5
Operario 2	Maquinado, Lijado	12, 18	30
Operario 3	Ensamble 1	30	30
Operario 4	Ensamble 2	30	30

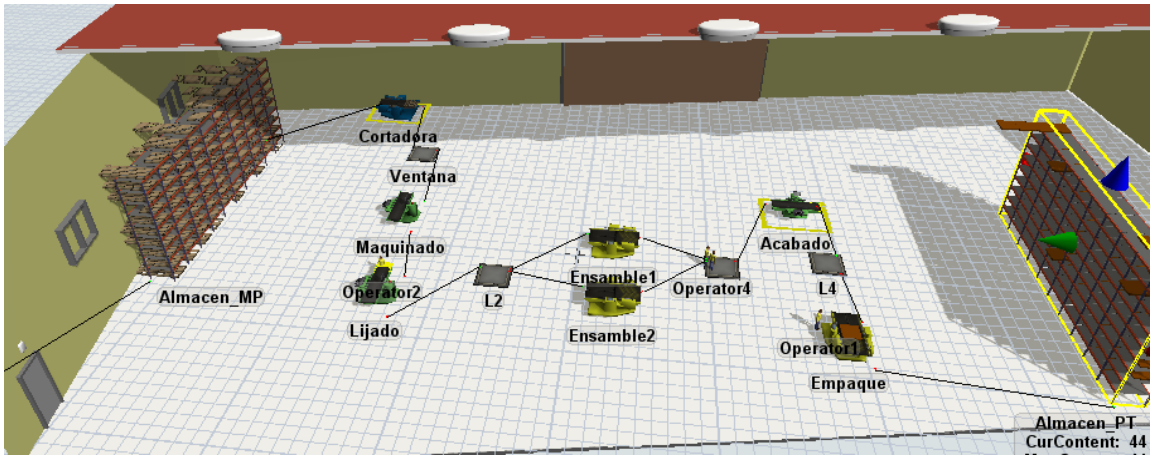


Ilustración 2 Modelo de simulación del sistema actual

Fase3. Construcción del modelo

Distribución de Planta

Para la distribución de planta en esta propuesta se utilizó una distribución con enfoque en los Procesos de la línea de producción y un Reajuste de Personal.

- **Reubicación por producto en línea:** Éste tipo de distribución comúnmente denominado "distribución de producción en cadena", consiste en que la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación de determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordena de acuerdo con el proceso secuencial de fabricación.

Tabla 2 Cantidad de recursos por procesos

RECURSOS	CANTIDAD
Almacén	2
Cortadora	1
Maquinadora	1
Lijadora	1
Ensambladora	2
Acabado	1
Empaquetadora	1

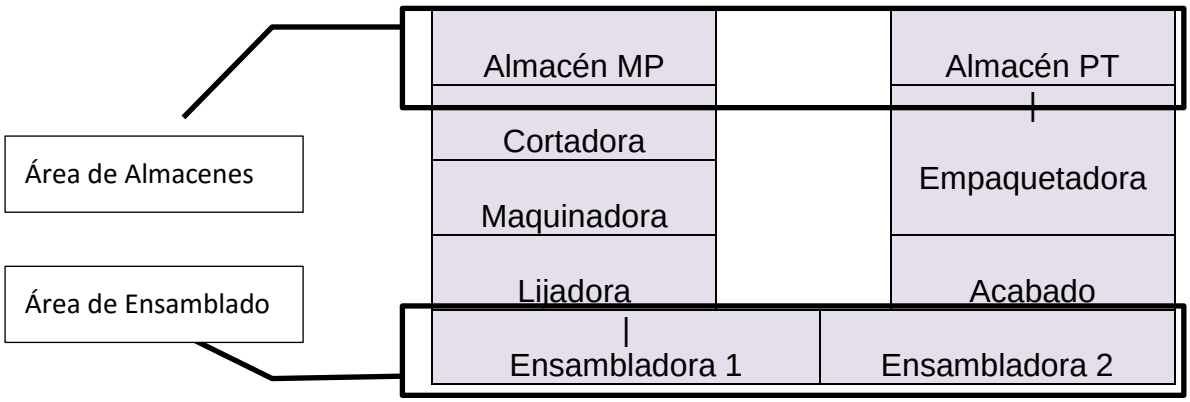


Ilustración 3 Reubicación de maquinarias por Producto en Línea

- **Reajuste de Personal:** En esta propuesta se consideró la contratación de dos nuevos empleados dando un total de seis operarios, los cuales han sido asignados y distribuidos más eficientemente reduciendo de esta manera los tiempos de procesamiento en cada Locación.

Tabla 3 Reajuste de personal en los procesos

OPERARIOS	LOCACIONES ASIGNADAS	TIEMPO X PROCESO (min)	TIEMPO TOTAL (min)
Operario 1	Corte, Empaque	9, 3	12
Operario 2	Maquinado	12	12
Operario 5	Lijado	18	18
Operario 3	Ensamble 1	30	30
Operario 4	Ensamble 2	30	30
Operario 6	Acabado	7.5	7.5

Fase4. Análisis de Resultados.

Como dato adicional antes de empezar con este análisis debemos conocer que de acuerdo a datos de la CEPAL en 2015 el Ecuador tendrá una caída de -25% en cuanto a sus exportaciones por esta razón es importante aprovechar al máximo los recursos involucrados en el proceso de producción de las mesas.

Análisis de Costos

- **Elementos del costo**

En este trabajo tomamos en cuenta el desembolso de los elementos utilizados para la producción de las mesas, los mismos que se detallan a continuación.

Tabla 4 Elementos de Costo

ELEMENTOS DE COSTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD DE MESAS	COSTO X MESA
Materia Prima			
Madera Teca	25	1	25
Insumos			
Cola plástica 1lt	3	10	0.3
Clavos 2plg 1lb	2.5	5	0.5
Laca selladora 1 lt	6	6	1
Diluyente 1 galón	5	5	1
Pintura 1 galón	25	6	4.2
Subtotal costo/Elementos	66.5		**31.97**
MANTENIMIENTO	**Mensual**	**Semanal**	
Cortadora	160	40	
Maquinadora	180	45	
Lijadora	140	35	
Ensambladoras	160	40	
Empacadora	130	32.5	
Subtotal mantenimiento	**770**	**192.5**	

- **Costos del Modelo Actual**

Tabla 5 Costo de Mano de Obra en el Modelo Actual

MANO DE OBRA	COSTO SEMANAL	CANTIDAD MESAS	COSTO X DÍA
Operario1	150	44	3.41
Operario2	150	44	3.41
Operario3	150	44	3.41
Operario4	150	44	3.41
Costo Operarios x Día	600		**13.64**

Tabla 6 Costo de Producción del Modelo Actual

Elementos de producción	Semana	Mes
Materia Prima	1100	4400
Materiales directos	306.53	1226.13
Mano obra directos	600	2400
Costos Directos	**2006.53**	**8026.13**
Impuestos	410	1640
Materiales indirectos	210	840
Mano de obra indirecta	192.5	770
Gastos generales	300	1200
Costos Indirectos	**1112.5**	**4450**
Costos Total	**3119.03**	**12476.1**

Tabla 7 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Actual

Costos de Unitario total	70.89
Precio de Venta Unitario (25%)	88.61
Utilidad por mesa	17.72
Utilidad total semanal	**779.76**

- **Costos del Modelo Propuesto**

Con el reajuste de Personal y la Redistribución de Planta se obtienen los siguientes valores.

Tabla 8 Costo de Mano de Obra en el Modelo Propuesto

MANO DE OBRA	COSTO UNITARIO SEMANAL	CANTIDAD MESAS	COSTO X DÍA
Operario1	150	105	1.43
Operario2	150	105	1.43
Operario3	150	105	1.43
Operario4	150	105	1.43
Operador5	150	105	1.43
Operador6	150	105	1.43
Costo Operarios x Día	900		**8.57**

Tabla 9 Costos de Producción del Modelo Propuesto

Elementos de producción	Semana	Mes
Materia Prima	2625	10500
Materiales directos	731.50	2926
Mano obra directo	900	3600
Costos Directos	**4256.5**	**17026**
Impuestos	410	1640
Materiales indirectos	210	840
Mano de obra indirecta	192.5	770
Gastos generales	300	1200
Costos Indirectos	**1112.5**	**4450**
Costos Total	**5369**	**21476**

Tabla 10 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Propuesto

Costos de Unitario total	51.13
Precio de Venta (35%)	71.59
Utilidad Neta por mesa	20.45
Utilidad total semanal	2147.6

3. RESULTADOS

Ilustración 4 Ejecución del Modelo Propuesto

Una vez ejecutado el modelo de simulación propuesto sobre el proceso de producción con un tiempo de 2400 min equivalentes a cinco días laborables, comparamos valores con respecto al modelo implementado actualmente y se determinó los siguientes valores.

Tabla 11 Comparación entre los resultados del modelo actual vs el modelo propuesto

Personal	Locaciones Asignadas	Tiempo por proceso (min)	T. Espera de maquina (%)	Maquinas Bloqueadas	Uso de Recurso (%)	Participación de operario (%)
PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL						
Operario 1	Corte,	9	22.64%	0	17.68%	37.23%
	Acabado	7.5	**37.29%**	0	14.10%	
	Empaque	3	26.97%	0	**5.51%**	
Operario 2	Maquinado	12	7.32%	0	23.54%	**58.08%**
	Lijado	18	1.24%	0	**34.55%**	
Operario 3	Ensamble 1	30	0.64%	0	31.17%	31.16%
Operario 4	Ensamble 2	30	0.46%	0	21.31%	21.30%
PROCESO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO						
Operario 1	Corte, Empaque	9 3	11.28% **24.87%**	0 0	41.31% **13.27%**	54.57%
Operario 2	Maquinado	12	0.00%	0	55.01%	55.01%
Operario 5	Lijado	18	0.00%	0	**81.59%**	**81.59%**
Operario 3	Ensamble 1	30	2.45%	0	68.33%	68.30%
Operario 4	Ensamble 2	30	2.41%	0	68.29%	66.27%
Operario 6	Acabado	7.5	3.65%	0	33.13%	33.13%

Los mismos que demuestran que el proceso con mayor tiempo de espera en el Modelo Actual es el de Acabado con un porcentaje de 37.29%, en el Modelo Optimizado es el proceso de Empaque con un porcentaje de 24.87%

El recurso más utilizado en el Modelo Actual es la máquina que corresponde al proceso de Lijado con un porcentaje de 34.55%, igualmente en el Modelo Optimizado es el proceso de Lijado pero con un porcentaje de 81.59%,

El recurso menos utilizado en el Modelo Actual es la máquina de Empaquetado con un porcentaje de 5.51%, en el Modelo Optimizado utilizado también es la máquina de Empaquetado con un porcentaje de 13.27%.

El operario con más participación en el Modelo Actual es el Operario2 con un porcentaje de 58.08%, mientras que en el Modelo Optimizado es el Operario5 con un porcentaje de 81.59%.

Por último se determinó que la cantidad de productos terminados en cinco días en Modelo Actual es de un total de 44 mesas, mientras que en el Modelo Optimizado se produjo un total de 105 mesas.

Además se pudo comprobar que los Costos también tuvieron un impacto positivo los mismos que arrojaron los siguientes resultaros.

Tabla 12 Diferencia entre Costo, Precio y Utilidad

	Sistema Actual	Sistema Propuesto
Costos Unitario	70.89	51.13
Precio Unitario de Venta	88.61	71.59
Utilidad por Mesa	17.72	20.45
Diferencia de Utilidad		**2.73**
Porcentaje Incremento de Utilidad x mesa		15%
Producción Semanal	44	105
Inversión Semanal		300

4. CONCLUSIONES

Podemos concluir que mediante la utilización de la herramienta de simulación de eventos discretos Flexim7.5.4 se pudo observar el comportamiento del Modelo Actual así como desarrollar la Propuesta de Optimización aplicada para la fábrica de mesas, la misma que tuvo el impacto esperado.

La reubicación de la maquinaria y el reajuste del personal que fue asignado eficientemente en cada etapa del proceso productivo, permitió la distribución equitativa de la carga laboral mejorando el ambiente de trabajo.

La calidad del producto mejoró notablemente, debido a la especialización del recurso humano pues ahora los operarios cumplen funciones específicas.

Se disminuyeron los tiempos de espera de las maquinas en algunos procesos ya que no tienen que estar inactivas esperando a que un operario este libre, empleando menos tiempo en la fabricación de las mesas.

Se obtuvo un aumento considerable en la producción con menores costos, generando mayores ganancias y logrando que la empresa pueda ser un ente dominante en el mercado altamente competitivo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banks, J. (1998). *HANDBOOK OG SIMULATION: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice.* Atlanta: Engineering & Management Press.

Barrios, M. (2012). FISONOMÍA DE LA LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL Y. *Ingeniería y Sociedad UC*, 60.

Buselato, T., & Barra, M. (2015). Using discrete event simulation to change from a functional layout to a cellular layout in an. *27*(3).

Del Rio Gonzales, C. (2004). *Costos para Administradores y Dirigentes.* Mexico: Thomson.

Del Rio Gonzales, C. (2011). *Costos I. Históricos: Introducción al Estudio de la Contabilidad y Control de los Costos Industriales. .* Mexico: Thomson.

Eduardo García Dunna, G. R. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel.* Mexico: Pearson.

FlexSim Software Products, I. (1993-2015). *FlexSim Problem solved*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de https://www.flexsim.com

Guerrero, M., & André, H. (2013). Simulación de eventos discretos de la cadena logística. *Ingeniare*, 3.

Julian, G., & Juan, R. (2013). *Estudio de costos de produccion mediante el método tradicional y el método abc en la empresa muebles yoly simulado en el software promodel.* Pereira: Universidad de Pereira.

Mago, M., & Abel, D. (2007). Reubicación de línea de producción de una fabrica de productos escolares . *Ingeniería y Sociedad - UC*, 2.

Mauttone, A., & Alaggia, S. (2010). SIMULACIÓN DE SISTEMAS DISCRETOS. *S.E.D Curso 2010*, (pág. 5). Uruguay.

MIPRO. (2012). Muebles de madera sólida para exportación. *FLACSO-Ecuador*, 28.

ONU. (20 de Octubre de 2015). *www.cepal.org*. Recuperado el 21 de Octubre de 2015, de http://www.cepal.org/es/comunicados/comercio-regional-encrucijada-diversificacion-integracion-un-contexto-global-crecimiento

Riofrío, J., & Castillo, R. (2010). *Los Costos y Presupuestas en la Empresa Indutrial.* Loja: UNL.

Rodríguez, J., Serrano, D., Moleón, T., & Caro, J. (2008). Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación. *Scielo*, 5.

6. ANEXOS

6.1 Caso de Estudio

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS PROBLEMA DE EXAMEN COMPLEXIVO CASO DE ESTUDIO: PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS PARA RESTAURANTE

Una empresa de muebles está fabricando mesas para restaurante tipo exportación. El gerente de la compañía desea saber cómo se comporta el sistema en un día normal de trabajo. El proceso de producción se realiza de la siguiente forma:

La madera llega al ALMACÉN DE MP (Materia Prima) con un tiempo entre llegadas de 120 minutos. El operario 1 mueve la madera desde allí hasta CORTE. El operario 1 hace uso de la máquina de corte por 9 minutos y lleva la pieza hasta la VENTANA (cola).

La pieza es recogida por el operario 2 y la lleva para MAQUINADO, el operario 2 hace uso de esta máquina por 12 minutos. Luego el operario 2 se lleva la pieza para LIJADO y hace uso de esa máquina por 18 minutos. La pieza sale hacia L2 de a dos por vez, de L2 sale con una probabilidad del 50% de ser atendida por ENSAMBLE 1 o ENSAMBLE 2 en la misma proporción.

Entra la mesa a Ensamble 1 y el operario 3 hace uso de la máquina, sale la mesa hacia L3 llevada por ese operario.

Entra la mesa para ENSAMBLE 2 y el operario 4 hace uso de la máquina, sale hacia L3 movida por el operario 4. El tiempo de operación para ambos ensambles es de 30 minutos para cada una.

Sale la mesa de L3 hacia ACABADOS, allí el operario 1 hace uso de la máquina por 7.5 minutos, es llevada hacia L4 por el operario 1. Entra la mesa a L4 y sale hacia a EMPAQUE.

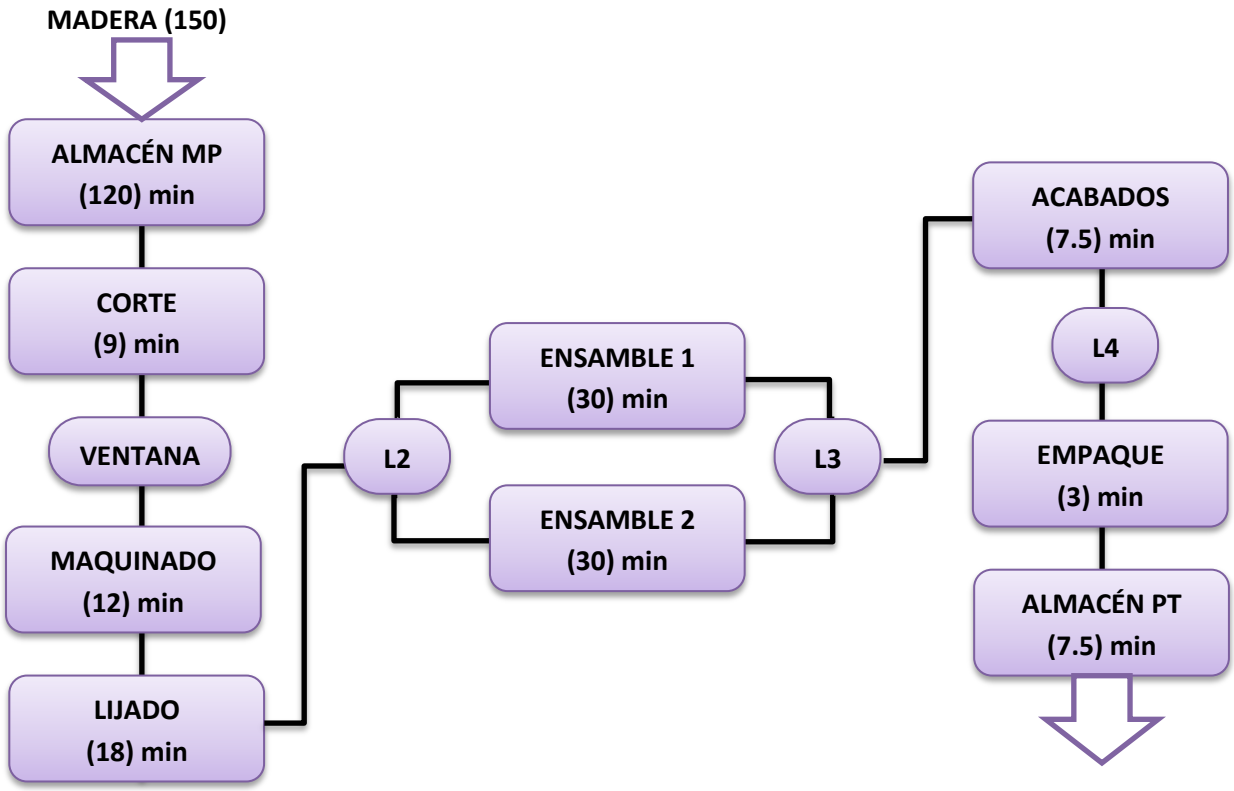
La mesa entra a EMPAQUE y el operario 1 hace uso de esta máquina por 3 minutos. Sale la mesa hacia el ALMACÉN DE PT (productos terminados) con el operario 1. La mesa llega al ALMACÉN DE PT y luego sale del sistema (EXIT).

Para mayor entendimiento: Ventana, L1, L2, L3 y L4 son colas de espera. En cada una de ellas de colocarse visores que muestren la cantidad de ítems en cola.

Adicionalmente se debe considerar:

- Al almacén de materia prima, llegan de a 150 tablas de madera por vez.
- A la ventana (cola) llega de a una pieza por vez.
- Simular el sistema por un tiempo de 8 horas.

A continuación se muestra un esquema de cada proceso:



CRITERIOS DE EVALUACIÓN:

1. Crear un modelo de simulación del sistema descrito utilizando una herramienta informática.

2. Proporcionar las repuestas a las siguientes preguntas, considerando un tiempo de simulación de 8 horas durante 5 días:

a) ¿Cuál es el recurso más utilizado y el menos utilizado del sistema y en qué proporción?

b) ¿Cuál es la máquina que presenta mayor tiempo de espera? ¿Cuál es su porcentaje?

c) ¿Cuántas y cuáles máquinas estuvieron en algún momento bloqueadas y en qué proporción?

d) ¿Cuál fue el operario con mayor número de veces que participó durante la simulación y cuántas veces?

3. Crear un nuevo modelo que proponga mejorar algún proceso (aspecto) del modelo anterior para obtener mejores resultados en el proceso productivo.

6.2 Resumen de fórmulas utilizadas

FORMULAS UTILIZADAS
Costo Total = Costos Directos + Costos Indirectos
Costo Unitario= Costos Totales de Producción / Total de Unidades
Precio de Venta = Costo Unitario Total + % de Utilidad

6.3 Cuadro estadístico de exportaciones para el 2015 según la CEPAL.

CEPAL

América Latina y el Caribe, evolución de las exportaciones e importaciones, 2013-2015

(Tasas de variación anual)

Región / Subregión / Países	Exportaciones			Importaciones		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
América Latina y el Caribe[a]	**-0,4**	**-3,0**	**-14,0**	**2,4**	**-1,2**	**-10,0**
America Latina	**-0,2**	**-2,7**	**-13,8**	**3,2**	**-0,4**	**-9,8**
America del Sur	**-1,6**	**-7,3**	**-21,0**	**4,1**	**-4,0**	**-16,7**
MERCOSUR	**-1,2**	**-9,6**	**-20,5**	**5,3**	**-5,2**	**-18,8**
Argentina	1,8	-11,9	-16,9	7,5	-11,4	-9,9
Brasil	-0,2	-7,0	-15,1	7,4	-4,5	-22,6
Paraguay	16,7	-3,6	-13,9	2,0	0,0	-13,6
Uruguay	3,4	1,2	-11,5	-5,4	-2,7	-15,7
Venezuela, Rep. Bolivariana	-8,6	-16,8	-40,6	-2,2	-1,7	-15,2
Comunidad Andina	**-3,0**	**-3,6**	**-24,6**	**3,4**	**2,1**	**-12,8**
Bolivia, E.P.	3,6	5,2	-29,5	8,9	12,8	-13,3
Colombia	-2,1	-5,5	-29,2	0,8	8,0	-13,8
Ecuador	4,5	3,6	-24,5	8,5	1,6	-20,9
Perú	-9,6	-7,8	-16,3	2,7	-7,7	-5,5
Chile	**-1,7**	**-1,0**	**-16,8**	**-1,1**	**-9,0**	**-13,7**
Centroamerica	**-1,4**	**4,2**	**-3,7**	**0,8**	**2,4**	**-3,4**
Costa Rica	0,5	2,9	-15,2	2,3	1,3	-9,1
El Salvador	2,3	-1,8	5,1	5,1	-1,7	-0,1
Guatemala	0,8	8,0	3,6	3,3	4,2	-1,4
Honduras	-6,6	3,4	-1,2	-3,7	1,1	4,7
Nicaragua	-5,7	10,0	-3,1	-5,3	7,1	-1,6
Panamá (excluye ZLC)	2,4	-15,1	-15,2	-0,3	3,4	-7,7
México	**2,5**	**4,5**	**-4,1**	**2,8**	**4,8**	**-1,0**
Países del Caribe	**-1,7**	**-3,8**	**-17,5**	**-2,1**	**-1,1**	**-14,2**
Comunidad del Caribe (CARICOM)	**-4,4**	**-7,6**	**-21,9**	**-0,9**	**-0,8**	**-12,6**
Bahamas	-2,9	-11,1	-18,3	-6,5	3,3	-14,9
Barbados	...	3,5	-14,4	-0,4	-1,7	-9,9
Belize	-3,2	-3,1	-0,3	4,7	5,7	-25,2
Guyana	-2,8	-15,2	-14,5	-7,5	-3,7	-11,6
Haiti	18,1	4,3	-0,5	8,1	4,6	-3,5
Jamaica	-8,6	-8,0	-27,7	-3,0	-5,1	-13,4
Suriname	-11,1	-10,3	-9,6	7,8	-7,5	-10,7
Trinidad and Tobago	-1,6	-7,5	-27,8	-2,1	0,4	-8,7
Organización de Estados del Caribe Oriental (OECO)	**-0,6**	**-6,2**	**-14,9**	**2,0**	**-1,9**	**-12,9**
Antigua and Barbuda	7,9	-19,1	-6,6	2,2	-0,6	-9,1
Dominica	5,1	0,0	-10,7	-2,2	1,1	-2,3
Grenada	4,7	2,2	6,0	8,0	-7,7	-3,0
Saint Kitts and Nevis	-9,5	1,8	-3,8	7,2	7,1	-6,3
Saint Vincent and the Grenadines	12,5	0,0	-0,3	4,1	-2,4	-3,6
Saint Lucia	-5,7	-9,0	-31,4	-3,5	-4,4	-35,1
Cuba	**-2,3**	**-3,9**	**-12,9**	**-0,3**	**-9,8**	**-30,4**
República Dominicana	**5,5**	**5,3**	**-12,4**	**-4,9**	**2,9**	**-11,6**

6.4 Reporte de Similitud del URKUND

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: INFORME-FABRICACIÓN DE MESAS-TERMINADO.pdf (D16311290)
Submitted: 2015-11-20 23:38:00
Submitted By: danielarevalovillalta@gmail.com
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Paredes Ricardo..docx (D16066416)
http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf

Instances where selected sources appear:

3

DANIEL STALIN ARÉVALO VILLALTA

C.I: 0705184992

ING. BERTHA MAZÓN OLIVO

DOCENTE DE LA UAIC

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS TEMA: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE MESAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE INGENIERO DE SISTEMAS AUTOR: ARÉVALO VILLALTA DANIEL STALIN MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR Yo, ARÉVALO VILLALTA DANIEL STALIN, con C.I. 0705184992, estudiante de la carrera de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE MESAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS •

Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA. • Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos

de: a.

Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual

del

Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

b.

Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma. Machala, 20

de noviembre

de 2015 ARÉVALO VILLALTA DANIEL STALIN C.I. 0705184992 III RESUMEN PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE MESAS UTILIZANDO UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS. Daniel Stalin Arévalo Villalta Dentro de nuestra sociedad es imprescindible conocer la forma más óptima de distribuir los recursos disponibles sean estos materiales o humanos; y con mucha más importancia, dentro de una empresa, debido a que las organizaciones frecuentemente buscan la opción más adecuada de aprovechar al máximo los recursos con que cuentan, una manera de lograrlo es a través de herramientas basadas en SED (Simulación De Eventos Discretos) en donde los cambios de estado de las variables se generan en puntos discretos de tiempo disparados por una secuencia o serie de eventos, las cuales deben ser apoyadas en el conocimiento del proceso productivo. Por tal motivo el presente trabajo se desarrolló a través de la aplicación de mecanismos de simulación presentado una propuesta de optimización del proceso productivo de una fábrica de mesas para restaurante

tipo exportación utilizando FlexSim7.5.4, software de simulación de eventos discretos que permitió analizar el modelo implementado concluyendo que una solución efectiva no siempre es la más laboriosa, sino aquella que por simple que pueda parecer causa un mayor impacto al momento de mitigar o eliminar un problema, por consiguiente en este caso se recomienda la reubicación de los equipos y el reajuste del personal contratando dos nuevos empleados y así asignarlos eficientemente en cada etapa del proceso, lo que permitirá la especialización del recurso humano, mejorar la calidad de producto, disminuir los tiempos de espera de las maquinas en los procesos y el aumento de la producción en menor tiempo. Palabras claves: simulación, FlexSim, SED, operario, reajuste. ABSTRACT PROPOSAL OPTIMIZATION OF FACTORY PRODUCTION TABLES USING A MODEL OF DISCRETE EVENT SIMULATION. In our society it is essential to know the optimal way to distribute available resources be they human or material; and much more important, within a company, because organizations often seek the best option to maximize the resources they have, one way to achieve this is through based on SED tools (Simulation Discrete Event) where changes of state variables generated at discrete points triggered by a sequence or series of events, which should be supported on the knowledge of the production process time. Therefore the present work was developed through the application of simulation mechanisms presented an optimization of the production process of a factory for export type restaurant tables using FlexSim7.5.4 software, discrete event simulation model allowed analyzing implemented concluding that an effective solution is not always the most laborious, but one that simple as it may seem because a greater impact when mitigate or eliminate a problem, therefore in this case the relocation of equipment and the reset is recommended staff hiring two new employees and thus assign them efficiently at each stage of the process, allowing the specialization of human resources, improve product quality, reduce waiting times of the machines in the processes and increased production in less time. Keywords: simulation, FlexSim, SED, operator, adjustment. IV Índice de Contenido RESUMEN

.....III 1. INTRODUCCIÓN ..... - 1 - 1.1 MARCO CONTEXTUAL ..... - 1 - 1.2 PROBLEMA ..... - 2 - 1.3 OBJETIVO GENERAL ..... - 2 - 2. DESARROLLO ..... - 2 - 2.1 MARCO TEÓRICO ..... - 2 - 2.2 MARCO METODOLÓGICO ..... - 4 - 2.2.1 Fases de desarrollo del modelo de simulación. ..... - 4 - Fase1. Análisis del sistema bajo estudio ..... - 4 - Fase2. Planteamiento del problema ..... - 5 - Fase3. Construcción del modelo ..... - 6 - Fase4. Análisis de Resultados. ..... - 7 - 3. RESULTADOS ..... - 9 - 4. CONCLUSIONES ..... - 11 - 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... - 12 - 6. ANEXOS ..... - 13 - Índice de Tablas Tabla 1 Asignación actual de los procesos ..... - 5 - Tabla 2 Cantidad de recursos por procesos ..... - 6 - Tabla 3 Reajuste de personal en los procesos ..... - 6 - Tabla 4 Elementos de Costo ..... - 7 - Tabla 5 Costo de Mano de Obra en el Modelo Actual ..... - 7 - Tabla 6 Costo de Producción del Modelo Actual ..... - 7 - Tabla 7 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Actual ..... - 8 - Tabla 8 Costo de Mano de Obra en el Modelo Propuesto ..... - 8 - Tabla 9 Costos de Producción del Modelo Propuesto ..... - 8 - Tabla 10 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Propuesto ..... - 8 - Tabla 11

Comparación entre los resultados del modelo actual vs el modelo propuesto ..... - 9 - Tabla 12 Diferencia entre Costo, Precio y Utilidad ..... - 10 - Índice de Ilustraciones Ilustración 1 Esquema de procesos utilizado actualmente ..... - 5 - Ilustración 2 Modelo de simulación del sistema actual ..... - 5 - Ilustración 3 Reubicación de maquinarias por Producto en Línea ..... - 6 - Ilustración 4 Ejecución del Modelo Propuesto ..... - 9 - - 1 - 1. INTRODUCCIÓN Una de las mejores maneras de poder determinar cómo se comporta un sistema es implementándolo, pero esta afirmación no siempre es factible debido a que el nivel de incertidumbre es demasiado alto, y los riesgos que se toman al hacerlo son excesivamente elevados, esto implica la necesidad de soluciones aún más con el fin de apoyar la planificación de mejoras necesarias y las reducciones de costos (Banks, 1998), indispensables para adquirir un nivel predominante y efectivo en el mercado altamente competitivo; por este motivo en la actualidad con la ayuda de la tecnología una de las maneras más eficientes y confiables de poder visualizar dicho comportamiento es a través de herramientas de software orientadas a

la

simulación de eventos discretos que se definen “como el conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísimas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado” (

Eduardo García Dunna, 2006), por esta razón se optó por la presente propuesta de optimización del proceso de producción de una fábrica de mesas tipo restaurante utilizando la herramienta FLEXSIM 7.5.4, que es un software de SED, con un entorno completamente en 3D y se puede utilizar para simular cualquier proceso en cualquier industria (FlexSim Software Products, 1993-2015), además nos permitirá ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo, obteniendo resultados fidedignos respecto al comportamiento de los recursos involucrados en cada uno de los procesos dentro de la empresa. 1.1 MARCO CONTEXTUAL El presente trabajo de fue desarrollado tomando como referencia una fábrica dedicada a la producción de mesas tipo restaurante, empleando la herramienta de simulación de eventos discretos FlexSim7.5.4 en la que se consideró un lapso de tiempo de 8 horas diarias durante 5 días equivalentes a 2400 minutos, espacio temporal que permitió visualizar el proceso productivo de la empresa, el mismo que se realiza de la siguiente forma: La madera llega al ALMACÉN DE MP entonces el operario 1 mueve la materia prima desde allí hasta la máquina de CORTE donde la madera se somete a un proceso de cortado para luego ser llevada a la cola VENTANA en dónde la pieza permanece hasta ser movida por el operario 2 el cual la lleva a MAQUINADO en donde se realizan moldes a las piezas entrantes utilizando la máquina que se encuentra en esa locación. Luego se lleva la pieza a la máquina de LIJADO donde se pule hasta tener la textura apropiada. La pieza va hacia la cola L2 de donde sale con una probabilidad del 50% de ser atendida por ENSAMBLE 1 o ENSAMBLE 2 en la misma proporción. Las piezas entran a Ensamble1 y el operario3 usa la máquina y a continuación sale la mesa a la cola L3 con ese operario. Las piezas entran a ENSAMBLE2 y el operario4 usa la máquina y luego sale a la cola L3. El tiempo de operación para ambos ensambles es de 30 minutos para cada una. Salen las mesas de la cola L3 hacia ACABADOS, allí el operario1 se encarga de pulir y dar el brillo al producto, después es llevada a la cola L4 en dónde espera para ser llevada a EMPAQUE. La mesa es empaquetada por el mismo operario y finamente llega al ALMACÉN DE PT en donde se depositan todos los productos terminados para posteriormente ser distribuidas a los clientes. - 2 - 1.2 PROBLEMA ¿La necesidad de mejorar el Ineficiente proceso de producción de una fábrica de mesas ya que no está aprovechando sus recursos de manera óptima? 1.3 OBJETIVO GENERAL Optimizar el proceso de producción de una fábrica de mesas tipo restaurante mediante la herramienta de simulación de eventos discretos FlexSim7.5.4, para aprovechar al máximo los recursos utilizados en cada uno de los procesos. 2. DESARROLLO 2.1 MARCO TEÓRICO La industria de muebles: “Constituye el segmento más importante de la industria maderera secundaria del Ecuador. Incluyendo talleres y fábricas de dimensiones más bien pequeñas. Se abastece de madera con calidad muy variada, proveniente, en general, de procesos previos realizados por

motosierristas". (MIPRO, 2012) Estas empresas en el Ecuador se encuentran con mayor frecuencia en la región Sierra y generan gran expectativa debido a la calidad de sus productos que sin duda alguna tienen potencial para ser catalogados como productos de calidad de exportación. Simulación de eventos discretos: "Este esquema permite representar la naturaleza estocástica del sistema y simplificar la representación de todas las variables y elementos que a él pertenecen." (Guerrero & André, 2013) Es la representación de un sistema que puede ser expresado por una serie de eventos a medida que el tiempo avanza, para apoyar la toma de decisiones. FlexSim: "Es un software de simulación de eventos discretos, con un entorno completamente en 3D y se puede utilizar para simular cualquier proceso en cualquier industria. Pertenece a FlexSim Software Products, Inc y puede descargarse una versión gratuita desde su página oficial.". (FlexSim Software Products, 1993-2015) Es una herramienta de software que permite simular sistemas y visualizar el comportamiento de cada uno de los procesos haciendo uso de un computador. Sistema: "Conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto." (Mauttone & Alaggia, 2010) Es el conjunto ordenado de elementos que se asocian para cumplir con un determinado objetivo. Proceso: "Toda

actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre

un producto a un cliente externo o interno". (

Julian & Juan, 2013) Es el grupo de actividades relacionadas para cumplir con una meta establecida. Entidad: "objetos o individuos cuyas actividades modelamos". (Mauttone & Alaggia, 2010)

Localizaciones: "

Son todos aquellos lugares en los que la entidad puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo". (

Eduardo García Dunna, 2006) - 3 -

Son los lugares en donde las entidades sufren algún cambio o modificación dentro de un proceso determinado.

0: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf 100%

Recursos: "Son aquellos dispositivos diferentes a las localizaciones necesarios para

llevar a cabo una operación;

0: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf 100%

una herramienta necesaria para realizar un proceso pero que no forma parte de una localización específica, sino que es trasladada de acuerdo con los requerimientos de aquel." (

Eduardo García Dunna, 2006) Son todos aquellos materiales y personas necesarios para llevar a cabo un determinado proceso. Eventos: "Es todo aquello que puede ocurrir durante la simulación en función del proceso que estamos estudiando". (Rodríguez, Serrano, Moleón, & Caro, 2008) Es un suceso que se presenta en un desminado instante de tiempo. Reloj de la simulación: "Contador de tiempo de la simulación, y su función consiste en responder preguntas tales como cuánto tiempo se ha utilizado el modelo en la simulación." (Eduardo García Dunna, 2006) CEPAL: Es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí. (ONU, 2015) Es una organización que se encarga del

estudio e impacto económico para América Latina y el Caribe con respecto a los otros países del mundo. Rutas del proceso: “Recorrido durante la fabricación del producto, para el orden y la secuencia de las operaciones.” (Mago & Abel, 2007) Dicho de otra manera se trata del recorrido que toma la materia prima para ser procesada y tener como resultado un producto terminado. Costo unitario: “Valor de un artículo en particular. Se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida”. (Del Rio Gonzales, 2011) Es el valor que cuesta producir una unidad del producto. Costo de producción: El costo de producción representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio.” (Del Rio Gonzales, 2011). Precio de Venta: “Es el resultado de sumar el Costo de Producción y el porcentaje de Utilidad”. (Riofrío & Castillo, 2010) Utilidad: Es la diferencia entre el Costo de producción y el Precio de Venta. Distribución en Planta: “La distribución de las facilidades en planta influye directamente en el costo del manejo de materiales y en el uso adecuado del factor tiempo, entre otros; representando un aspecto que repercute directamente en la productividad de la organización”. (Barrios, 2012) Es un factor de vital importancia ya que la correcta distribución de recursos permite optimizar su utilización generando una mayor productividad. - 4 - 2.2 MARCO METODOLÓGICO 2.2.1 Fases de desarrollo del modelo de simulación. La simulación es una representación simplificada de un sistema, realizado y comprendido por un especialista, quien tiene la intención de identificar sus potenciales mejoras (Buselato & Barra, 2015). Esta propuesta de optimización está basada en la simulación de eventos discretos la misma que se encuentra segmentada en cuatro fases, que nos ayudaran a cumplir efectivamente el objetivo planteado; y son: Análisis del sistema bajo estudio, Planteamiento del problema, Construcción del modelo, Análisis de resultados. Fase1. Análisis del sistema bajo estudio Reloj de simulación El sistema se simulará con tiempo de 8 horas durante 5 días que equivalen a 2400 min. Entidades ? Madera: es la materia prima utilizada para la elaboración de las mesas. ? Pieza: es el resultado de cortar, maquinar y lijar la madera por parte del operario. ? Mesa: es el producto resultante de ensamblar las piezas. Recursos ? Operarios: Personal encargado de movilizar el producto en las locaciones. Locaciones ? Almacén: Es el lugar inicial donde llegan de a 150 tablas por vez con un tiempo entre llegadas de 120 minutos. ? Corte: Aquí se ubica la máquina de corte usada por el operario1 durante 9 min. ? Maquinado: En esta parte la máquina es usada por el operario 2 durante 12 min. ? Lijado: Aquí el operario 2 usa la máquina de lijado por 18 min. ? Ensamble1: Aquí el operario 3 usa la máquina 30 min luego lleva la mesa a L3. ? Ensamble2: Aquí el operario4 usa la máquina 30 min y luego lleva la mesa a L3. ? Acabados: Aquí el operario 1 usa la máquina por 7.5 min luego lleva la mesa a L4. ? Empaque: Donde la mesa es llevada y el operario1 usa la máquina por 3 min. ? Almacén de PT: Donde finalmente el operario1 coloca los productos terminados. Colas de espera ? Ventana: Cola desde Corte a Maquinado donde las piezas pasan una por vez. ? L1: Es la cola que sale de maquinado y llega a Lijado. ? L2: Es la Cola que sale de Lijado y llega a ENSAMBLE 1 o ENSAMBLE 2 con una probabilidad de 50% de ser atendida. ? L3: Donde pasan las mesas al salir de los Ensambles para llegar a los Acabados. ? L4: Donde pasan las mesas al salir de Acabados para llegar a Empaque. - 5 - Fase2. Planteamiento del problema ¿La necesidad de mejorar el Ineficiente proceso de producción de una fábrica de mesas ya que no está aprovechando sus recursos de manera óptima? Ilustración 1 Esquema de procesos utilizado actualmente Considerar que solamente cuenta con cuatro operadores asignados a todo el proceso productivo, generando poca especialización de los operarios, tiempos de espera prolongados y una baja competitividad en cuanto a la calidad y exigencias en el mercado. Tabla 1 Asignación actual de los procesos Operarios Locaciones Asignadas Tiempo x Procesos (min) Tiempo Total (min) Operario 1 Corte, Acabado, Empaque 9, 7.5, 3 19.5 Operario 2 Maquinado, Lijado 12, 18 30 Operario 3 Ensamble 1 30 30 Operario 4 Ensamble 2 30 30 Ilustración 2 Modelo de simulación del sistema actual ACABADOS (7.5) min EMPAQUE (3) min ALMACÉN PT (7.5) min ALMACÉN MP (120) min CORTE (9) min MAQUINADO (12) min LIJADO (18) min MADERA (150) VENTANA ENSAMBLE 1 (30) min ENSAMBLE 2 (30) min L2 L3 L4 - 6 - Fase3. Construcción del modelo Distribución de Planta Para la distribución de planta en esta propuesta se utilizó una distribución con enfoque en los Procesos de la línea de producción y un Reajuste de Personal. ? Reubicación por producto en línea: Éste tipo de distribución comúnmente denominado "distribución de producción en cadena", consiste en que la maquinaria y equipos necesarios para la fabricación

de determinado producto se agrupan en una misma zona y se ordena de acuerdo con el proceso secuencial de fabricación. Tabla 2 Cantidad de recursos por procesos RECURSOS CANTIDAD Almacén 2 Cortadora 1 Maquinadora 1 Lijadora 1 Ensambladora 2 Acabado 1 Empaquetadora 1 Almacén MP Almacén PT Cortadora | Empaquetadora Maquinadora Lijadora Acabado | Ensambladora 1 Ensambladora 2 ? Reajuste de Personal: En esta propuesta se consideró la contratación de dos nuevos empleados dando un total de seis operarios, los cuales han sido asignados y distribuidos más eficientemente reduciendo de esta manera los tiempos de procesamiento en cada Locación. Tabla 3 Reajuste de personal en los procesos OPERARIOS LOCACIONES ASIGNADAS TIEMPO X PROCESO (min) TIEMPO TOTAL (min) Operario 1 Corte, Empaque 9, 3 12 Operario 2 Maquinado 12 12 Operario 5 Lijado 18 18 Operario 3 Ensamble 1 30 30 Operario 4 Ensamble 2 30 30 Operario 6 Acabado 7.5 7.5 Área de Almacenes Área de Ensamblado Ilustración 3 Reubicación de maquinarias por Producto en Línea - 7 - Fase4. Análisis de Resultados. Como dato adicional antes de empezar con este análisis debemos conocer que de acuerdo a datos de la CEPAL en 2015 el Ecuador tendrá una caída de -25% en cuanto a sus exportaciones por esta razón es importante aprovechar al máximo los recursos involucrados en el proceso de producción de las mesas. Análisis de Costos ? Elementos del costo En este trabajo tomamos en cuenta el desembolso de los elementos utilizados para la producción de las mesas, los mismos que se detallan a continuación. Tabla 4 Elementos de Costo ELEMENTOS DE COSTO COSTO UNITARIO CANTIDAD DE MESAS COSTO X MESA Materia Prima Madera Teca 25 1 25 Insumos Cola plástica 1lt 3 10 0.3 Clavos 2plg 1lb 2.5 5 0.5 Laca selladora 1 lt 6 6 1 Diluyente 1 galón 5 5 1 Pintura 1 galón 25 6 4.2 Subtotal costo/Elementos 66.5 31.97 MANTENIMIENTO Mensual Semanal Cortadora 160 40 Maquinadora 180 45 Lijadora 140 35 Ensambladoras 160 40 Empacadora 130 32.5 Subtotal mantenimiento 770 192.5 ? Costos del Modelo Actual Tabla 5 Costo de Mano de Obra en el Modelo Actual MANO DE OBRA COSTO SEMANAL CANTIDAD MESAS COSTO X DÍA Operario1 150 44 3.41 Operario2 150 44 3.41 Operario3 150 44 3.41 Operario4 150 44 3.41 Costo Operarios x Día 600 13.64 Tabla 6 Costo de Producción del Modelo Actual Elementos de producción Semana Mes Materia Prima 1100 4400 Materiales directos 306.53 1226.13 Mano obra directos 600 2400 Costos Directos 2006.53 8026.13 Impuestos 410 1640 Materiales indirectos 210 840 Mano de obra indirecta 192.5 770 Gastos generales 300 1200 Costos Indirectos 1112.5 4450 Costos Total 3119.03 12476.1 - 8 - Tabla 7 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Actual Costos de Unitario total 70.89 Precio de Venta Unitario (25%) 88.61 Utilidad por mesa 17.72 Utilidad total semanal 779.76 ? Costos del Modelo Propuesto Con el reajuste de Personal y la Redistribución de Planta se obtienen los siguientes valores. Tabla 8 Costo de Mano de Obra en el Modelo Propuesto MANO DE OBRA COSTO UNITARIO SEMANAL CANTIDAD MESAS COSTO X DÍA Operario1 150 105 1.43 Operario2 150 105 1.43 Operario3 150 105 1.43 Operario4 150 105 1.43 Operador5 150 105 1.43 Operador6 150 105 1.43 Costo Operarios x Día 900 8.57 Tabla 9 Costos de Producción del Modelo Propuesto Elementos de producción Semana Mes Materia Prima 2625 10500 Materiales directos 731.50 2926 Mano obra directo 900 3600 Costos Directos 4256.5 17026 Impuestos 410 1640 Materiales indirectos 210 840 Mano de obra indirecta 192.5 770 Gastos generales 300 1200 Costos Indirectos 1112.5 4450 Costos Total 5369 21476 Tabla 10 Resumen Precio de Venta y Utilidades del Modelo Propuesto Costos de Unitario total 51.13 Precio de Venta (35%) 71.59 Utilidad Neta por mesa 20.45 Utilidad total semanal 2147.6 - 9 - 3. RESULTADOS Ilustración 4 Ejecución del Modelo Propuesto Una vez ejecutado el modelo de simulación propuesto sobre el proceso de producción con un tiempo de 2400 min equivalentes a cinco días laborables, comparamos valores con respecto al modelo implementado actualmente y se determinó los siguientes valores. Tabla 11 Comparación entre los resultados del modelo actual vs el modelo propuesto Personal Locaciones Asignadas Tiempo por proceso (min) T. Espera de maquina (%) Maquinas Bloqueadas Uso de Recurso (%) Participación de operario (%) PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL Operario 1 Corte, 9 22.64% 0 17.68% 37.23% Acabado 7.5 37.29% 0 14.10% Empaque 3 26.97% 0 5.51% Operario 2 Maquinado 12 7.32% 0 23.54% 58.08% Lijado 18 1.24% 0 34.55% Operario 3 Ensamble 1 30 0.64% 0 31.17% 31.16% Operario 4 Ensamble 2 30 0.46% 0 21.31% 21.30% PROCESO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO Operario 1 Corte, Empaque 9 3 11.28% 24.87% 0 0 41.31% 13.27% 54.57% Operario 2 Maquinado 12 0.00% 0 55.01% 55.01% Operario 5 Lijado 18 0.00% 0 81.59% 81.59%

Operario 3 Ensamble 1 30 2.45% 0 68.33% 68.30% Operario 4 Ensamble 2 30 2.41% 0 68.29% 66.27% Operario 6 Acabado 7.5 3.65% 0 33.13% 33.13% Los mismos que demuestran que el proceso con mayor tiempo de espera en el Modelo Actual es el de Acabado con un porcentaje de 37.29%, en el Modelo Optimizado es el proceso de Empaque con un porcentaje de 24.87% - 10 - El recurso más utilizado en el Modelo Actual es la máquina que corresponde al proceso de Lijado con un porcentaje de 34.55%, igualmente en el Modelo Optimizado es el proceso de Lijado pero con un porcentaje de 81.59%, El recurso menos utilizado en el Modelo Actual es la máquina de Empaquetado con un porcentaje de 5.51%, en el Modelo Optimizado utilizado también es la máquina de Empaquetado con un porcentaje de 13.27%. El operario con más participación en el Modelo Actual es el Operario2 con un porcentaje de 58.08%, mientras que en el Modelo Optimizado es el Operario5 con un porcentaje de 81.59%. Por último se determinó que la cantidad de productos terminados en cinco días en Modelo Actual es de un total de 44 mesas, mientras que en el Modelo Optimizado se produjo un total de 105 mesas. Además se pudo comprobar que los Costos también tuvieron un impacto positivo los mismos que arrojaron los siguientes resultaros. Tabla 12 Diferencia entre Costo, Precio y Utilidad Sistema Actual Sistema Propuesto Costos Unitario 70.89 51.13 Precio Unitario de Venta 88.61 71.59 Utilidad por Mesa 17.72 20.45 Diferencia de Utilidad 2.73 Porcentaje Incremento de Utilidad x mesa 15% Producción Semanal 44 105 Inversión Semanal 300 - 11 - 4. CONCLUSIONES Podemos concluir que mediante la utilización de la herramienta de simulación de eventos discretos Flexim7.5.4 se pudo observar el comportamiento del Modelo Actual así como desarrollar la Propuesta de Optimización aplicada para la fábrica de mesas, la misma que tuvo el impacto esperado. La reubicación de la maquinaria y el reajuste del personal que fue asignado eficientemente en cada etapa del proceso productivo, permitió la distribución equitativa de la carga laboral mejorando el ambiente de trabajo. La calidad del producto mejoró notablemente, debido a la especialización del recurso humano pues ahora los operarios cumplen funciones específicas. Se disminuyeron los tiempos de espera de las maquinas en algunos procesos ya que no tienen que estar inactivas esperando a que un operario este libre, empleando menos tiempo en la fabricación de las mesas. Se obtuvo un aumento considerable en la producción con menores costos, generando mayores ganancias y logrando que la empresa pueda ser un ente dominante en el mercado altamente competitivo. - 12 - 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Banks, J. (1998). HANDBOOK OG SIMULATION: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice. Atlanta: Engineering & Management Press. Barrios, M. (2012). FISONOMÍA DE LA LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL Y. Ingeniería y Sociedad UC, 60. Buselato, T., & Barra, M. (2015). Using discrete event simulation to change from a functional layout to a cellular layout in an. 27(3). Del Rio Gonzales, C. (2004). Costos para Administradores y Dirigentes. Mexico: Thomson. Del Rio Gonzales, C. (2011). Costos I. Históricos: Introducción al Estudio de la Contabilidad y Control de los Costos Industriales. . Mexico: Thomson. Eduardo García Dunna, G. R. (2006). Simulación y análisis de sistemas con Promodel. Mexico: Pearson. FlexSim Software Products, I. (1993-2015). FlexSim Problem solved. Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de https://www.flexsim.com Guerrero, M., & André, H. (2013). Simulación de eventos discretos de la cadena logística. Ingeniare, 3. Julian, G., & Juan, R. (2013). Estudio de costos de produccion mediante el método tradicional y el método abc en la empresa muebles yoly simulado en el software promodel. Pereira: Universidad de Pereira. Mago, M., & Abel, D. (2007). Reubicación de línea de producción de una fabrica de productos escolares . Ingeniería y Sociedad - UC, 2. Mauttone, A., & Alaggia, S. (2010). SIMULACIÓN DE SISTEMAS DISCRETOS. S.E.D Curso 2010, (pág. 5). Uruguay. MIPRO. (2012). Muebles de madera sólida para exportación. FLACSO-Ecuador, 28. ONU. (20 de Octubre de 2015). www.cepal.org. Recuperado el 21 de

0: Paredes Ricardo..docx 100%

Octubre de 2015, de http://www.cepal.org/es/comunicados/comercio-regional-encrucijada-diversificacion- integracion-un-contexto-global-crecimiento

Riofrío, J., & Castillo, R. (2010). Los Costos y Presupuestas en la Empresa Indutrial. Loja: UNL. Rodríguez, J., Serrano, D., Moleón, T., & Caro, J. (2008). Los modelos de simulación de eventos

discretos en la evaluación. Scielo, 5. - 13 - 6. ANEXOS A. CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS PROBLEMA DE EXAMEN COMPLEXIVO CASO DE ESTUDIO: PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS PARA RESTAURANTE Una empresa de muebles está fabricando mesas para restaurante tipo exportación. El gerente de la compañía desea saber cómo se comporta el sistema en un día normal de trabajo. El proceso de producción se realiza de la siguiente forma: La madera llega al ALMACÉN DE MP (Materia Prima) con un tiempo entre llegadas de 120 minutos. El operario 1 mueve la madera desde allí hasta CORTE. El operario 1 hace uso de la máquina de corte por 9 minutos y lleva la pieza hasta la VENTANA (cola). La pieza es recogida por el operario 2 y la lleva para MAQUINADO, el operario 2 hace uso de esta máquina por 12 minutos. Luego el operario 2 se lleva la pieza para LIJADO y hace uso de esa máquina por 18 minutos. La pieza sale hacia L2 de a dos por vez, de L2 sale con una probabilidad del 50% de ser atendida por ENSAMBLE 1 o ENSAMBLE 2 en la misma proporción. Entra la mesa a Ensamble 1 y el operario 3 hace uso de la máquina, sale la mesa hacia L3 llevada por ese operario. Entra la mesa para ENSAMBLE 2 y el operario 4 hace uso de la máquina, sale hacia L3 movida por el operario 4. El tiempo de operación para ambos ensambles es de 30 minutos para cada una. Sale la mesa de L3 hacia ACABADOS, allí el operario 1 hace uso de la máquina por 7.5 minutos, es llevada hacia L4 por el operario 1. Entra la mesa a L4 y sale hacia a EMPAQUE. La mesa entra a EMPAQUE y el operario 1 hace uso de esta máquina por 3 minutos. Sale la mesa hacia el ALMACÉN DE PT (productos terminados) con el operario 1. La mesa llega al ALMACÉN DE PT y luego sale del sistema (EXIT). Para mayor entendimiento: Ventana, L1, L2, L3 y L4 son colas de espera. En cada una de ellas de colocarse visores que muestren la cantidad de ítems en cola. Adicionalmente se debe considerar: ? Al almacén de materia prima, llegan de a 150 tablas de madera por vez. ? A la ventana (cola) llega de a una pieza por vez. ? Simular el sistema por un tiempo de 8 horas. A continuación se muestra un esquema de cada proceso: - 14 - CRITERIOS DE EVALUACIÓN: 1. Crear un modelo de simulación del sistema descrito utilizando una herramienta informática. 2. Proporcionar las repuestas a las siguientes preguntas, considerando un tiempo de simulación de 8 horas durante 5 días: a) ¿Cuál es el recurso más utilizado y el menos utilizado del sistema y en qué proporción? b) ¿Cuál es la máquina que presenta mayor tiempo de espera? ¿Cuál es su porcentaje? c) ¿Cuántas y cuáles máquinas estuvieron en algún momento bloqueadas y en qué proporción? d) ¿Cuál fue el operario con mayor número de veces que participó durante la simulación y cuántas veces? 3. Crear un nuevo modelo que proponga mejorar algún proceso (aspecto) del modelo anterior para obtener mejores resultados en el proceso productivo. B. RESUMEN DE FORMULAS UTILIZADAS FORMULAS UTILIZADAS Costo Total = Costos Directos + Costos Indirectos Costo Unitario= Costos Totales de Producción / Total de Unidades Precio de Venta = Costo Unitario Total + % de Utilidad ACABADOS (7.5) min EMPAQUE (3) min ALMACÉN PT (7.5) min ALMACÉN MP (120) min CORTE (9) min MAQUINADO (12) min LIJADO (18) min MADERA (150) VENTANA ENSAMBLE 1 (30) min ENSAMBLE 2 (30) min L2 L3 L4 - 15 - C. CUADRO ESTADÍSTICO DE EXPORTACIONES PARA EL 2015 SEGÚN LA CEPAL

Hit and source - focused comparison, Side by Side:

Left side: As student entered the text in the submitted document.
Right side: As the text appears in the source.

Instances from: Paredes Ricardo..docx

2: Paredes Ricardo..docx 100%	2: Paredes Ricardo..docx 100%
Octubre de 2015, de http://www.cepal.org/es/comunicados/comercio-regional-encrucijada-diversificacion- integracion-un-contexto-global-crecimiento	Octubre de 2015). http://www.cepal.org/es/comunicados/comercio-regional-encrucijada-diversificacion-integracion-un-contexto-global-crecimiento.

URKUND INFORME-FABRICACIÓN DE MESAS-TERMINADO.pdf (D16311290)

Instances from: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf

0: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf 100%	0: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf 100%
Recursos: “Son aquellos dispositivos diferentes a las localizaciones necesarios para	recursos son aquellos dispositivos —diferentes a las localizaciones— necesarios para
1: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf 100%	1: http://files.simulacion.webnode.es/200000046-5f96b608ed/simula.pdf 100%
una herramienta necesaria para realizar un proceso pero que no forma parte de una localización específica, sino que es trasladada de acuerdo con los requerimientos de aquel.” (	una herramienta necesaria para realizar un proceso pero que no forma parte de una localización especifica, sino que es trasladada de acuerdo con los requerimientos de aquel.