RESUMEN

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODELO PARA HACER MÁS EFICIENTE EL ENSAMBLADO DE CAJONES DE COCINAS INTEGRALES

Por

Karla Eli Leal Isla Lara

Asesor: Melquiades Alejandro Sosa Herrera

RESUMEN DE TESIS DE LICENCIATURA

Universidad de Montemorelos

Facultad de Ingeniería y Tecnología

Titulo de la investigación mayor:
DESARROLLO DE UN PLAN DE ESTANDARIZACION PARA LA CARPINTERIA DE LA UNIVERSIDAD DE MONTEMORELOS

Investigador: Melquiades Sosa Herrera

Titulo: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODELO PARA HACER MÁS EFICIENTE EL ENSAMBLADO DE CAJONES DE COCINAS INTEGRALES

Investigador: Karla Eli Leal Isla Lara

Asesor: Melquiades Alejandro Sosa Herrera, Ingeniero Mecánico Administrador

Fecha de terminación: Mayo 2014

Problema

¿La fabricación de muebles de la empresa MODUMART podría ser más ágil y económica si sus procesos y medidas fueran estandarizados?

La carpintería universitaria se ha dedicado a fabricar productos en madera por años abasteciendo a la universidad de Montemorelos y fuera de la misma. Presentando fallas en su sistema de producción, debido a que sus procesos productivos no son estandarizados y su proceso de ensamble no se basa en una teoría de tiempos movimientos.

Método

Se construyó un modelo que facilita el ensamble con base a la teoría de tiempos y movimientos el modelo consta de guías y soportes que facilitará el trabajo del obrero.

Resultados

El modelo construido logró, facilitar el ensamblado de los cajones, haciendo más ágil el proceso y por consiguiente a un menor costo.

Conclusiones

El modelo construido logró los resultados esperados al disminuir el tiempo de ensamblado de cajones y el obrero quedó satisfecho con el prototipo ya que su trabajo lo puede hacer de manera mas ágil.

Universidad de Montemorelos
Facultad de Ingeniería y tecnología

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODELO PARA HACER MÁS EFICIENTE EL ENSAMBLADO DE CAJONES DE COCINAS INTEGRALES

Tesis
presentada en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de
Ingeniería Industrial y de Sistemas

Presentada por
Karla Eli Leal Isla Lara

Mayo 2014

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MODELO PARA HACER MÁS EFICIENTE EL ENSAMBLADO DE CAJONES DE COCINAS INTEGRALES

Tesis
presentada en cumplimiento parcial de
los requisitos para el grado de
Ingeniería Industrial y de Sistemas

Por
Karla Eli Leal Isla Lara

APROBADA POR LA COMISION

_____ _____

Asesor principal Ing. Melquiades Sosa Herrera Fecha de Aprobación

_____

Miembro: Ing. Daniel Gutiérrez Colorado

_____

Miembro: Raúl Rodríguez

Tabla de contenido

RESUMEN DE TESIS DE LICENCIATURA 3

SECCION I 9

1.1 Antecedentes 9

1.2 Problema 10

1.2.1 Declaración del problema 10

1.2.2 Definición del problema 10

1.2.3 Justificación 11

1.3 Objetivos específicos 12

1.4 Preguntas de la investigación. 12

1.5 Hipotesis 12

1.6.1 Limitaciones 13

1.6.2 Delimitaciones 13

SECCION II 13

2.1 Marco teórico 13

2.2 Metodologia 20

Tabla1 26

Conclusión 30

Anexos 32

Bibliografía 34

SECCION I

1.1 Antecedentes

La industria maderera es una de las más importantes dentro del ámbito del aprovechamiento de los recursos naturales. La industria del aserrado ha existido en formas sencillas desde hace siglos, aunque han sido estas últimas décadas cuando se han producido importantes avances tecnológicos con la introducción de la electricidad, la mejora en el diseño de las herramientas de trabajo y, más recientemente, la automatización.

La empresa se inicio hace algunos años, cuando en la universidad se vio la necesidad de gente que fabricara los muebles para la misma. Se empezó realizando pequeñas cosas de madera para las oficinas y escuelas, después siguieron haciendo cada vez más proyectos logrando así ampliar su campo al realizar nuevos productos para los hogares universitarios como lo son closets, cocinas , comedores entre otros.

Los primeros años solo se realizaban productos para la universidad, con el tiempo fueron logrando hacer contacto con personas ajenas a la universidad quienes han hecho que la carpintería crezca cada vez más.

La presente investigación se desarrolla en el área de producción de cocinas en la empresa MODUMART. Esta empresa va a introducir la estandarización en el área antes mencionada, por lo cual, dependiendo de los atributos exigidos por el mercado, se modificarán partes de la producción en lo que consta al ensamble final.

1.2 Problema

1.2.1 Declaración del problema

¿La fabricación de muebles de la empresa MODUMART podría ser más ágil y económica si sus procesos y medidas fueran estandarizados?

La carpintería universitaria se ha dedicado a fabricar productos en madera por años abasteciendo a la universidad de Montemorelos y fuera de la misma. Presentando fallas en su sistema de producción, debido a que sus procesos productivos no son estandarizados y su proceso de ensamble no se basa en una teoría de tiempos movimientos.

1.2.2 Definición del problema

La empresa MODUMART hace sus trabajos a la medida del cliente, esto provoca que las operaciones sean lentas ya que no hay medidas estandarizadas o patrones que ayuden a hacer los cortes o ensambles. También el proceso de cotizado se vuelve tardado ya que es necesario definir cuanta madera y diversos

materiales se utilizan dependiendo las medidas, que requiere el cliente, en cambio cuando se definen medidas estándares, se hacen tomando en cuenta la optimización de materiales para aprovechar los recursos al máximo. Teniendo en cuenta el entorno se define como producto artesanal por los métodos utilizados en los procesos sin tener indicador que diga nivel de eficiencia, en la productividad, no existe una secuencia de operaciones en los diferentes procesos, estos son realizados empíricamente por los operarios dando como resultado excesos de tiempos, desperdicios de materiales, y aumento de clientes no conformes.

1.2.3 Justificación

La idea de esta investigación surge debido a que un cliente de la empresa MODUMART de la Universidad de Montemorelos no quedó muy conforme en lo que se refiere a tiempo de fabricación y entrega de su producto por parte de la empresa. Es por esto que se comenzó a analizar la metodología de trabajo que utiliza la empresa y se pudo ver que trabajan de manera artesanal, cada cocina es de una medida distinta y hay que medir y marcar cada rato para cortar la madera a las medidas correspondientes haciendo lento el proceso. Con esta investigación se pretende disminuir uno de los tiempos de operación y poder entregar al cliente el producto más rápido y con un costo menor que el actual.

Con esto la empresa lograra un incremento en la utilidad, eficiencia en el área de producción, mejor imagen y hasta una mejor posición en el mercado.

Con el ingreso de la estandarización, se debe acondicionar la línea principal de ensamblaje en los cajones para garantizar la producción ágil, mejor calidad y más seguridad al realizar las operaciones.

1.3 Objetivos específicos

El objetivo de este proyecto es diseñar y fabricar un modelo para el área de fabricación de cocinas que agilizará el ensamblado de cajones. Con esto se pretende que la empresa pueda producir más en un menor tiempo y a un costo menor.

1.4 Preguntas de la investigación.

¿Cómo se descubrió la necesidad de un modelo de ensamble?

¿Cómo se definió el modelo a fabricar?

1.5 Hipotesis

El ensamblado de cajones de la empresa MODUMART se realiza en menos tiempo por medio de un modelo de ensamblad

1.6 Limitaciones y delimitaciones

1.6.1 Limitaciones

Una de las limitantes es que las cocinas son productos que no se hacen de la noche a la mañana, llevan su buena cantidad de días y no es fácil estar al pendiente de todos los pasos debido a que se cruzaban con las clases.

Otra limitante es que no se puede hacer una propuesta muy costosa ya que son bajos los recursos con los que cuenta la empresa que pudiera invertir en esta mejora. Habría que hacerle un estudio de costo beneficio para que quedara bien convencida del beneficio que le traería un sistema de estandarización y que pudiera invertir una buena suma de dinero en este cambio.

1.6.2 Delimitaciones

La propuesta tecnológica para la empresa estará en conjunto con la tecnología actual, los recursos y los planes que la misma pueda manejar, es decir no es posible hacer un cambio radical.

SECCION II

2.1 Marco teórico

“Para comprender las casi 600 formas de ensambles que conocemos, es necesario referirse a sus principios básicos. Cada una de ellas no ha sido desarrollada exclusivamente para cumplir una función determinada, y no es evidente qué ensamble conviene aplicar en un lugar determinado de una estructura. El gran

número de ensambles de la madera debe atribuirse al hecho de que generaciones de artesanos se vieron obligadas a ir perfeccionando las formas de ensambles tradicionales para adaptarlas a las cambiantes condiciones y exigencias que iban encontrando".

"En Japón perfeccionaron los empalmes longitudinales en la madera, mientras que los oblicuos es escaso. Esto se explica porque los nipones intentaron evitar los arriostramientos (acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma) en diagonal en las construcciones de madera porque su elasticidad era insuficiente ante los terremotos. Sin embargo, para dar a los edificios la rigidez necesaria, tuvieron que utilizar maderas estructurales largas y unir los pasadores a los postes de forma resistente a tracción y compresión. Esta forma de construir llevó ya en los siglos XI y XII a una explotación desmesurada de los árboles más altos, de modo que hubo que recurrir a los árboles cortos y retorcidos a los que había que dar la longitud suficiente por medio de ensambles longitudinales (empalmes). Lo contrario vale para las construcciones de madera del sur de Europa, que son de tradición romana. En ellas se necesitó un gran número de ensambles oblicuos a causa de los numerosos arriostramientos. En cambio, los empalmes longitudinales se utilizan pocas veces en las construcciones europeas de varias plantas". (Wolfram, 1991)

Una línea de ensamble está formada por un cierto número de estaciones de trabajo y de tareas que contemplan un tiempo de proceso o un tiempo para procesar las tareas en cada estación. Un conjunto de piezas son agregadas de manera predefinida por medio de una secuencia para crear un determinado producto.

Las líneas de ensamble pueden clasificarse de la siguiente manera:

A) De acuerdo al tipo de producto

Single model: La línea solo puede procesar el producto para el cual fue diseñada.

Mixed model: Esta línea puede procesar el mismo producto pero con diversas variantes dado a que estas variantes son pequeñas.

Multi-model: Esta línea puede producir diferentes productos y las variantes pueden tener diferencias significativas. Variando los procesos de producción para producir un nuevo lote.

B) De a cuerdo a la duración de las tareas

Deterministicas: todos los tiempos son conocidos con seguridad

Estocasticas: "La duración de una o más tareas es aleatoria o probabilística dado que la variabilidad en su tiempo es significativo."

Dependientes: El tiempo de duración de una tarea depende de factores como operador y secuencia. (Capacho L., 2004)

C) De acuerdo a la arquitectura de la línea

Serial: La línea tiene estaciones colocadas en serie en la cual las tareas avanzan de una estación a la siguiente por medio de transportadores; permitiendo que una pieza o sub-ensamble sea transformado en una estación, en un ciclo de tiempo dado; de esta manera se conectan todas las estaciones del proceso de producción

(Sule R., 2001).

En forma de U: Flexibilidad en el sistema de producción, se pueden combinar las tareas y estaciones.

D) De acuerdo al tipo de operador

Manuales: Estas líneas constan de operadores humanos y pueden ser o no ser automatizadas.

Robotizadas: Procesos totalmente automatizadas, en los cuales se deben programar tanto a los robots como a las estaciones

E) De acuerdo a la disciplina de entrada de las piezas

Entrada Fija: El ingreso de las piezas al proceso se realiza de manera regular en intervalos de tiempo regular.

Entrada Variable: El ingreso de las piezas al proceso se realiza de manera irregular o variable.

(JJ, 2010)

Técnicas de unión por ensambles.

La unión por ensamble no es más que unir dos piezas de madera, cada una con picos cuadrados sobresalientes diferentes (una al contrario de la otra) de forma

que coincidan entrelazando sus puntas y haciendo una sola pieza casi uniforme. Existen muchas técnicas de ensamblaje, algunas tan perfectas que no necesitan clavos ni resistol, pero difíciles de hacer sin herramientas profesionales. Sin embargo saber hacer algunos ensamblajes sencillos puede resultar útil para construir pequeños muebles y accesorios de madera por reparar mobiliario en mal estado.

Existen distintos tipos de ensamblado, según la forma de las piezas que se desee unir. Los más frecuentes son los que tienen forma de L , de T y de cruz.

Ensamble a tope: Son los más sencillos de realizar ya que la superficie a ensamblar se atornilla o encolan directamente sin necesidad de rebajarlas. Pero no son muy resistentes por lo que convienen reforzarlos mediante placas, clavos, etc.

Ensamble a escuadras: Las escuadras metálicas permiten hacer ensambles fuertes y duraderos, y si la escuadra no es visible, puede ser una opción sencilla y rápida.

Ensambles con planchas o taco de refuerzo: Una plancha de contrachapado o una pieza de madera puede servir para que el ensamble sea mas seguro.

Una pieza de contrachapado de forma triangular encolada y posteriormente clavada o atornillada, servirá para reforzar la unión.

También se puede utilizar tacos de madera recortados de listón cuadrado o triangular que se encolan en el ángulo de unión.

Ensamble con espiga o clavija: La unión con espiga (tambien llamada clavija) es sencilla y rápida. Las espigas son cilindros estriados de madera dura que se introducen en los orificios taladrados previamente en las dos piezas que se desea ensamblar. Siempre se deberá usar una broca del mismo tamañode la clavija para que esta encage perfectamente en el orificio.

Corte a escuadra y corte a inglete: Al hacer cualquier ensamble, es importante que las piezas a unir encagen perfectamente, para evitar que la unión se mueva. Por eso es importante hacer un corte muy preciso que podrá ser de dos tipos:

A escuadra: El ángulo de unió entre piezas tendrá exactamente 90º.

A inglete: El inglete se divide en dos al ángulo que forman sus piezas. El corte mas frecuente es a 45º, de forma que, al ensamblarse las piezas formen un ángulo de 90º.

Se pueden hacer diferentes cortes: dos piezas cortadas a 60º deben hacer un ángulo de 120º.

Ensambles solapados

El ensamble solapado o junta de solapa es la unión de dos piezas de madera en la que una se sobrepone a otra. Esto permite obtener una mayor superficie de contacto entre las piezas, que se pueden encolar o reforzar con tornillos, para lograr una unión sólida.

Ensamble solapado sencillo: Consiste en clavar, atornillar o pegar una pieza sobre otra.

Ensamble solapado rebajado: La mayoría se realiza rsbajando la junta, es decir se retira material o cajea uno de los elementos solapados para que la pieza encajé perfectamente.

Ensambles solapados en L (a escuadra e inglete): Este tipo de juta perte unir dos piezas de madera formando un ángulo recto. La realización es sencilla usando una simple sierra de costilla, y el resultado es un ensamble bien acabado que, además, se puede reforzar con clavos o tornillos.

Ensambles solapados con ranura: Se usan sobre todo, para unir dos piezas de distinto grosor, o para fijar el borde de un tablero en un soporte vertical. Son especialmente útiles para hacer baldas o librerías. En el ensamble de ranura completo se puede ver la unión de dos piezas. Para hacerlo invisible por una de sus caras hay que hacer en ensamble oculto.

Ensamble de caja o espiga: Son muy resistentes y seguros, pero exigen gran precisión en su realización.

Para hacer estos ensambles hay que rebajar el travesaño hasta lograr una espiga que se inserta en la caja del larguero.

Los ensambles se pueden reforzar con cuñas de madera para obtener juntas fuertes y seguras que pueden prescindir, incluso, del encolado.

Existen otros muchos tipos de ensambles derivados de los anteriores o destinados a unir dos piezas irregulares o con gran precisión. Muchas de estas juntas exigen gran habilidad o contar con herramientas profesionales que exceden del nivel de un manual básico de bricolaje. Es el caso de los ensambles de orquillas y de cola de milano, muy usados en ebanistería que generalmente se realizan de forma mecánica todo lo anterior es según (Mendez, 2013)

2.2 Metodologia

A continuación la metodología la cual detalla con precisión los pasos que se realizaran para la elaboración del proyecto.

Paso1: Análisis de la situación actual de la empresa desde el momento que se toman las piezas para comenzar el ensamblado hasta que el cajón está listo.

Se toman las piezas de madera se miden y se cortan en las medidas ya estandarizadas ya que están listas se pasa a la parte de pegado donde el obrero toma una la pega después la sostiene con una mano mientras que con la otra toma la pistola de clavos y comienza a clavar, repite el mismo proceso 4 veces ya que termino procede a poner resistol en la parte superior para así pegar la base del cajón y posteriormente clavar. El obrero tarda entre 1 minuto 20 segundos a 2 minutos.

Paso2: Identificación de problemas, para esto tendremos la descripción del proceso ya que con esto detectaremos fácilmente las complicaciones y así identificar y determinar cómo facilitar el trabajo.

Descripción del proceso:

Inicialmente se recibe la madera (roble, laurel, cedro, etc.) la cual viene en diferentes medidas. Posteriormente se seleccionan las piezas de madera para iniciar la producción.

El proceso empieza realizando cortes a las piezas seleccionadas con la utilización de una sierra circular, una vez que los cortes fueron realizados la pieza pasa a ser rectificada ya que pudiese tener imperfecciones que sean naturales de la madera o que hayan sido provocadas al momento de realizar el corte.

El siguiente paso es dar el espesor requerido a la pieza de madera para esto se utiliza un cepillo, seguidamente se tiene que cortar la madera en las medidas exactas que se requieren para armar los cajones, la máquina que se utiliza aquí es una sierra circular de mesa pero con precisión en cortes.

Por último está la etapa de armado en esta etapa el obrero coloca una de las piezas del cajón le pone resistol pega la siguiente pieza y clava y repite el mismo proceso 4 veces ya que termino procede a poner resistol en la parte superior para así pegar la base del cajón y posteriormente clavar el obrero tarda entre 1 minuto 20 segundos a 2 minutos.

Después del armado se utiliza lijadora orbital o de palma para corregir fallas mínimas**.**

Por último la aplicación de color base, aplicación de sellador Se realiza la aplicación del sellador para corregir las últimas fallas, por lo general se dan 2 aplicaciones del sellador y se deja secar.

En la etapa de acabado final se tapan los defectos que se originaron al momento de la instalación, nuevamente se lija la superficie y finalmente se corrige las fallas de color y brillo**.**

Paso3y4: Selección de problemas críticos y sugerencias de mejoras. De acuerdo con estos problemas se procederá a buscar y escoger la técnica que brinde mejores beneficios para la fábrica

Los problemas que se presentaron en los procesos de producción son situaciones en los cuales por consideraciones se establecen que deben ser cambiados.

Después de esto se pudieron evidenciar algunos de los problemas desde que se recibe la madera hasta que finaliza su proceso de producción ya que no se encontró un orden en el área de producción debido a que cada vez que se termina de dar acabado los retazos que salen de la madera no son retirados lo que dificulta el transito libre dentro del área.

Otra de las observaciones y la más importante fue a la hora del ensamblaje ya que se lleva mucho tiempo en detener y poner los clavos. Para este problema se diseño y se construyo el modelo que facilita el ensamblaje en el área de producción de cajones. Se hizo un estudio de tiempos y movimientos.

Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de trabajo reúne técnicas como son el estudio de métodos y medición del trabajo que se utilizan para analizar una tarea objeto de estudio para de esta manera investigar los factores que influyen en la eficiencia y economías de las tareas de estudio para efectuar mejoras (Castillo, 2007).

Este estudio es una de las herramientas más utilizadas para la medición de trabajos cuyos beneficios son la solución de múltiples problemas de producción, permitiendo que las tareas se realicen en el menor tiempo posible y menor costo por unidad tratando siempre de cumplir el propósito de la ingeniería de métodos que es el incremento de las utilidades de la empresa.

Definición del estudio de tiempos: Es la aplicación de técnicas para establecer un estándar de tiempo para realizar una tarea, actividad o proceso determinado, el cual se debe establecer con consideraciones de tiempos de fatiga, demoras personales y retrasos inevitables. Se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo que integran una tarea definida bajo normas establecidas, se procede al análisis de los datos para establecer el tiempo requerido al efectuar una tarea.

Definición del estudio de Movimientos: Para analizar un método determinado se utiliza el estudio visual de movimientos y el de micro movimientos, esto permite

desarrollar métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra. Se analizan los movimientos que efectúa el cuerpo humano para realizar una tarea. (Escalona, 2007)

El objetivo de estos estudios es aumentar la productividad de la planta, así como minimizar tiempos en la ejecución de tareas, maximizar utilidades de la empresa, eliminar o reducir movimientos innecesarios facilitando las tareas y aumentar la producción.

Las metodologías que servirán de guía para este estudio también se tratarán en esta parte para así proporcionar una idea global a cerca de la manera en que se llevará a cabo el análisis y procesamiento de toda la información recabada.

Se hará el diseño y fabricación de un modelo para hacer más eficiente el ensamblado de los cajones ya que esto será parte de la base de la estandarización. El modelo pretende la agilización a la hora de hacer el producto, también con esto se ayudará a la carpintería para que entregue sus trabajos en un menor tiempo que el que entregaba regularmente.

El modelo construido fue diseñado a base de algunos principios de movimientos con respecto a la teoría anterior tales como:

1. El trabajo deberá de ser ordenado para proporcionar un ritmo natural que puede llegar a ser automático.

2. Hay que tener en cuenta la naturaleza simétrica del cuerpo.

Los movimientos de los brazos deben de ser simultáneos al alejarse del cuerpo y acercarse a éste, iniciando y completando sus movimientos al mismo tiempo.

Los movimientos de los brazos deben ser opuestos y simétricos

3. Hay que simplificar el trabajo.

El contacto visual debe ser limitado y en grupos

Hay que eliminar trabajo innecesario, retrasos y la ociosidad.

El grado de precisión requerido y el control deben de ser minimizados.

Reducir los movimientos al mínimo, junto con los de los grupos musculares que intervienen.

También se observo que no hay una ubicación correcta de la maquinaria es decir el trabajador demora en ir de una estación a otra por lo que la producción se torna lenta.

Además de todo esto el material no siempre está a la hora precisa por lo que algunas veces se retrasa la producción.

Al parecer no existe un área destinada para colocar el producto terminado, la mayoría de las veces es colocada en el primer lugar vacio que se encuentre ocasionando algunas veces obstrucciones en la planta e incluso maltrato del mismo..

Paso5: Análisis de resultados obtenidos

Ya con el modelo o prototipo de ensamble armado se procedió a hacer un estudio de tiempos utilizando nuestro nuevo modelo vs el modelo con el que ellos hacen sus cajones. Llamamos método a al método utilizado en la carpintería y el método b al modelo creado.

En la tabla1 se observan los resultados obtenidos en los tiempos:

Tabla1

Metodo carpintería (A)	Metodo Modelo (B)
1:20 min	1:00 min
1:22 min	1:04 min
1:13 min	0:58 min
1:14 min	0:53 min
1:20 min	0:57 min
1:10 min	1:09 min
1:10 min	1:00 min

Ya que se obtuvieron los datos de los tiempos se hicieron pruebas en el programa "Minitab" el cual es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina el uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. Se utilizaron diferentes funciones del minitab como lo son la prueba T de student En estadística, una prueba t de Student, prueba t-Student, o Test-T es cualquier prueba en la que el estadístico utilizado tiene una distribución t de Student si la hipótesis nula es cierta. Se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal pero el tamaño muestral

es demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real. Es utilizado en análisis discriminante. Este metodo estadístico t fue introducido por William Sealy Gosset en 1908, un químico que trabajaba para la cervecería Guinness de Dublín. estadísticos. (O'Connor & Robertson)

Estos fueron los resultados al emplear el estadístico t de student

Se comparo el método de dispositivo construido con el método usado por la carpintería se pretende probar si existe un valor significativo entre el tiempo de ambos métodos. Se efectuó una prueba de hipótesis, con un nivel de significancia de 0.05.

Se observo el tiempo promedio de armado del cajón empleando el método “a” fue de 1.26 min con una desviación estándar de 0.0823. El tiempo máximo fue de 1.3700 y el mínimo fue de 1.1700.

Para el método “b” el tiempo promedio fue de 1.00 min con una desviación estándar de 0.0867. El tiempo máximo fue de 1.1500 y el mínimo fue de 0.8800.

(Figura 1 y 2, anexos)

El tiempo de armado para ambos métodos sigue una distribución aproximadamente normal según la prueba de Anderson-Darling (valor p = 0.219, valor p= 0.685).

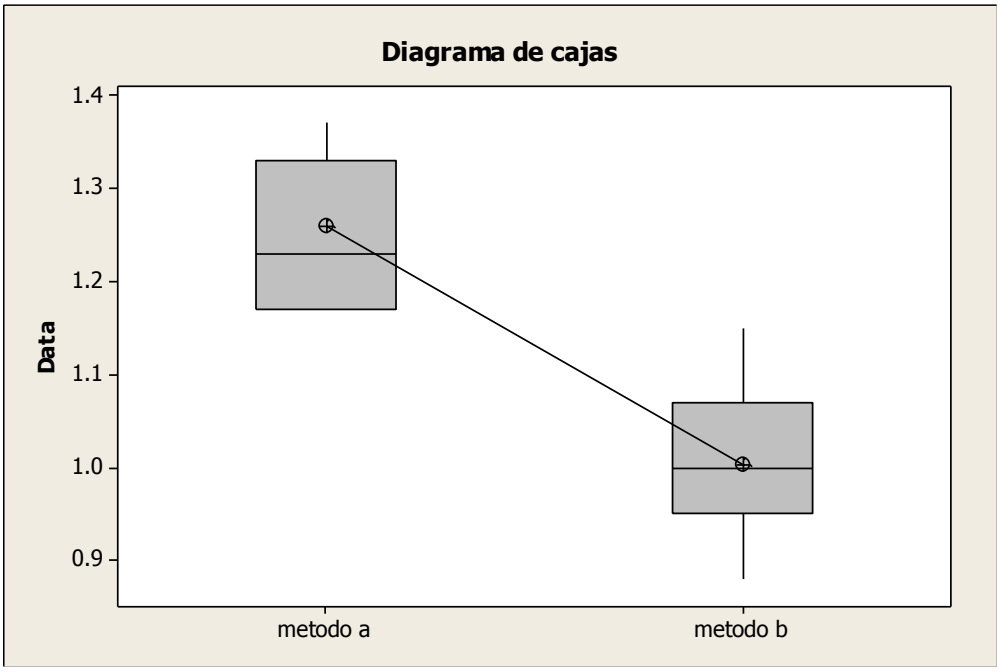
(Figura 3 y 4, anexos)

Se ejecuto la prueba t para 2 muestras, independientes, con varianzas iguales se aplico la prueba F de igualdad de varianzas (valor p= 0.901).

Se concluye, con un valor p=0.00, que existe diferencia significativa en los tiempo promedio de armado de ambos métodos.

La grafica de Box-Plot (figura #1) sugiere que el método B reduce el tiempo de armado significativamente.

Figura 1



Conclusión

Por medio de las graficas de tiempos se observa que el modelo realizado en la investigación cumple con el objetivo principal que es la agilización en el armado de cajones. Esto ayudara en la parte económica de la empresa ya que con esto se podrá tener un costo menor en la fabricación.

Reflexión

Con este proyecto aprendí y puse en práctica lo aprendido en muchas de mis clases y los resultados fueron los esperados aparte de que me servirán mucho para mi vida profesional.

También siento que este proyecto le ayudará mucho a la parte de armado de la carpintería ya que redujo casi en un 50% los tiempos de armado aparte de que el obrero estuvo contento con el nuevo método y le vio mucho futuro.

Por último la experiencia que mas me marco fue que no hay que dejar las cosas a lo ultimo y también me ayudó a ser un poco mas disciplinada y mas responsable.

Futuros aportes

El modelo realizado en este proyecto está hecho de madera y se espera poderlo cambiar a un material más duradero y fuerte. También el proceso podrá ser automatizado.

Anexos

Figura 1

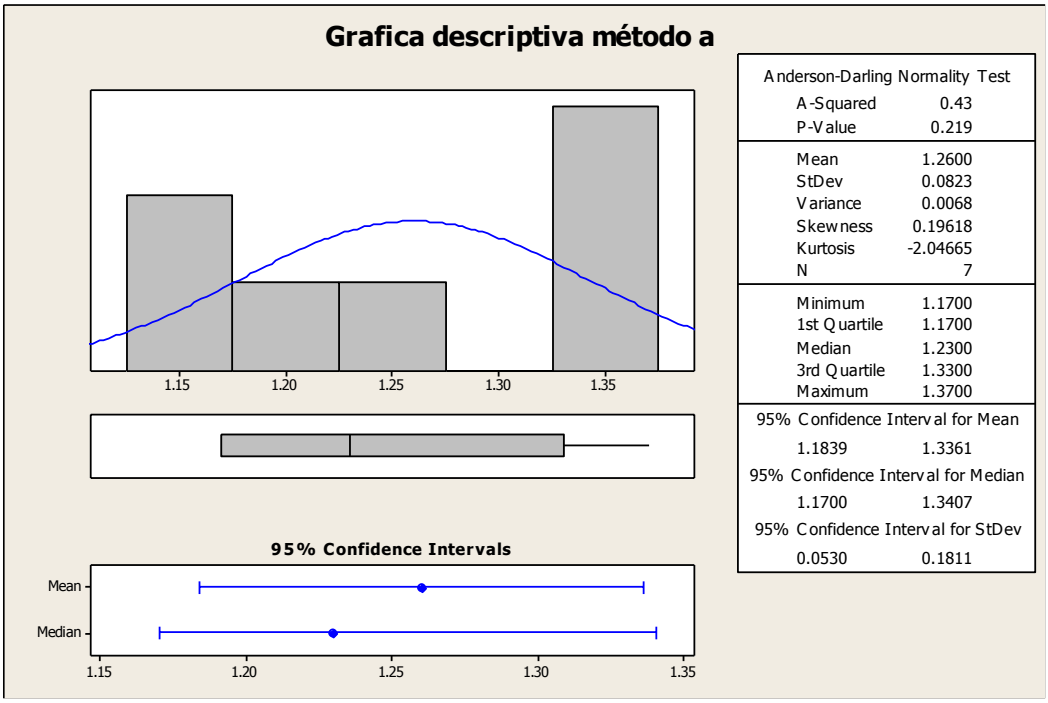


Figura 2

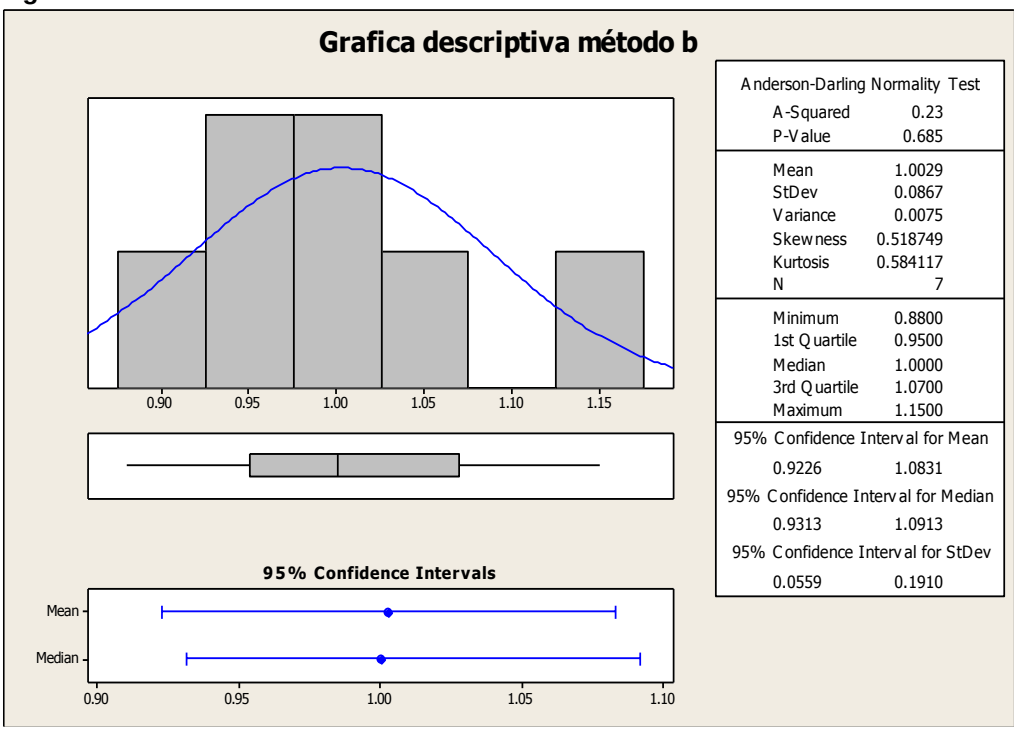


Figura 3

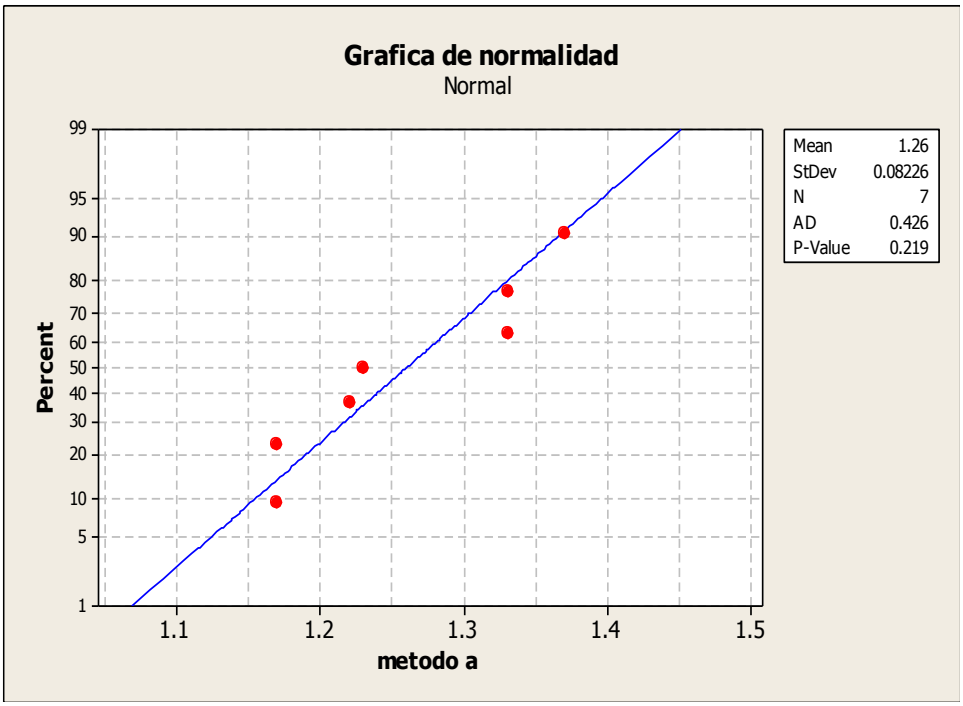
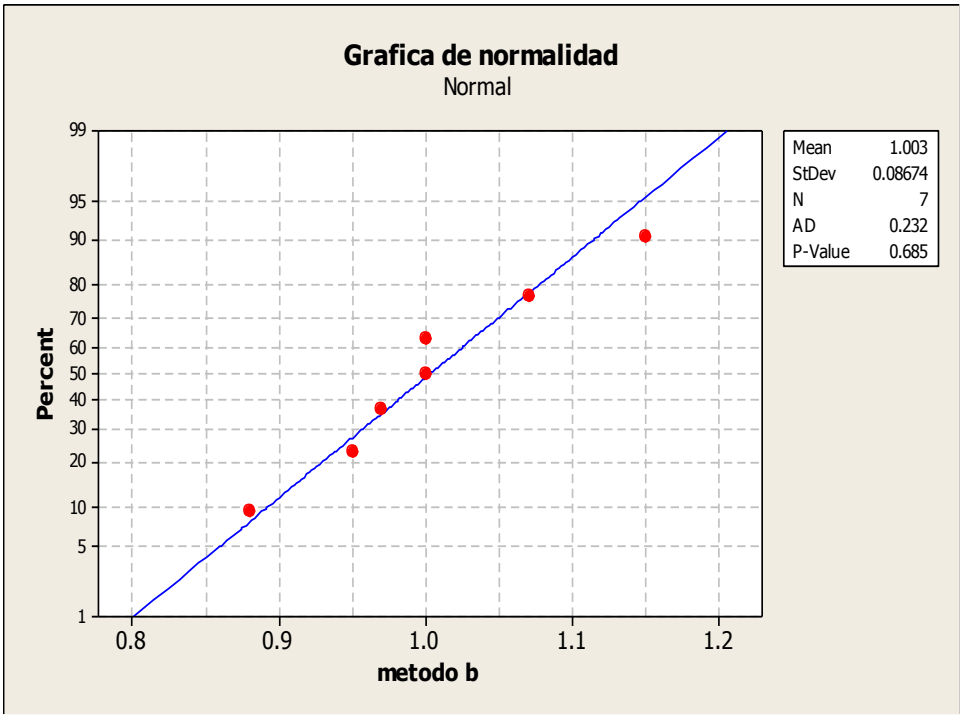


Figura 4



Bibliografía

Capacho L., P. R. (2004). *Generacion de Secuencias de Montajes y Equilibrio de Lineas.* Barcelona España.

Castillo, M. (2007). *Estudio del trabajo.*

Escalona, I. (2007). *Analisis sistematico de la produccion I.*

JJ, D. G. (2010). *Dspace en ESPOL*. Recuperado el abril de 2014, de http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11264/7/tesis.pdf

Mendez, A. (8 de octubre de 2013). *Uniones, puntas y cuidados de la madera*. Recuperado el 2014, de http://prezi.com/rbiv1jjyal0e/uniones-puntas-y-cuidados-de-la-madera/

O'Connor, J. J., & Robertson, E. F. *Biografia prueba t de student.* andrews.

Sule R. (2001). *Instalaciones de Manufactura ubicacion, planeacion y diseño .* Thomson Learning 2001.

Wolfram, G. (1991). *Ensambles de madera .* Barcelona : CEAC.