

**STANDARD DE MANO DE OBRA DIRECTA EN PRODUCCIÓN  
EN LA EMPRESA COLDIDACTICAS LTDA**

**VICTORIA EUGENIA GONZÁLEZ MARTÍNEZ  
JOSE ARTURO GONZÁLEZ OROZCO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI**

**2001**

**STANDARD DE MANO DE OBRA DIRECTA EN PRODUCCIÓN  
EN LA EMPRESA COLDIDACTICAS LTDA**

**VICTORIA EUGENIA GONZÁLEZ MARTÍNEZ  
JOSE ARTURO GONZÁLEZ OROZCO**

**Monografía para optar al  
título de Ingeniero Industrial**

**Asesor  
LUIS ALFONSO GARZÓN  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI**

**2001**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

Este trabajo fue presentado ante el comité de grado, como requisito para optar el título de Ingeniero Industrial.

**Ing. LUIS ALFOSO GARZÓN**  
**ASESOR DEL PROYECTO**

**Ing, FAMEL I. GALLEGO**  
**JURADO**

**Ing. RIGOBERTO CELIS**  
**JURADO**

Santiago de Cali, 29 de mayo de 2001

**A mis padres y hermanas,  
quienes con su paciencia,  
amor y apoyo hacen  
posible esta experiencia y  
conocimientos que hoy  
comparto con ustedes.**

**Victoria G.**

**A mis padres, hermanos,  
familia Orozco y González  
y mi perro Goofy.**

**Arturo G.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean agradecer a:

La Corporación Universitaria Autónoma de Occidente por la formación integral en los diferentes aspectos que hacen parte del ser humano.

Ingeniero Industrial Alfonso Garzón quien nos guió y apoyó constantemente a la realización de este proyecto de manera profesional y personal.

COLDIDÁCTICAS LTDA por la confianza y la colaboración para llevar a feliz termino este proyecto.

A nuestros compañeros que nos acompañaron durante toda la carrera y siempre nos brindaron apoyo y alientos con este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                    | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------|-------------|
| <b>0. INTRODUCCIÓN</b>             | 13          |
| <b>1. MARCO GENERAL</b>            | 16          |
| 1.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA            | 16          |
| 1.2 RESEÑA HISTÓRICA               | 16          |
| 1.3 RESEÑA GEOGRÁFICA              | 18          |
| 1.4 MISIÓN                         | 18          |
| 1.5 VISIÓN                         | 19          |
| 1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA      | 20          |
| 1.7 DIAGRAMA DE LA PLANTA          | 21          |
| 1.8 LOGO DE LA EMPRESA             | 22          |
| <b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> | 23          |
| 2.1 TITULO                         | 23          |
| 2.2 TEMA                           | 23          |
| <b>3. PROBLEMA</b>                 | 24          |
| 3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA     | 24          |
| 3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA       | 24          |
| <b>4. OBJETIVOS</b>                | 25          |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL               | 25          |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS          | 25          |
| <b>5. JUSTIFICACIÓN</b>            | 27          |

|  |    |
|--|----|
| <b>6. MARCO REFERENCIAL</b>                                  | 29 |
| 6.1 MARCO TEÓRICO  | 29 |
| 6.2 MARCO CONCEPTUAL   | 30 |
| <b>7. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>                             | 36 |
| 7.1 TIPO DE ESTUDIO  | 36 |
| 7.1.1 Estudio exploratorio                                   | 36 |
| 7.1.2 Estudio descriptivo                                    | 36 |
| 7.1.3 Estudio explicativo                                    | 37 |
| 7.2 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN                          | 37 |
| 7.2.1 Método de observación                                  | 37 |
| 7.2.2 Método de medición                                     | 38 |
| 7.2.3 Método de análisis                                     | 38 |
| 7.2.4 Método de comparación                                  | 39 |
| 7.2.5 Método deductivo                                       | 39 |
| 7.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN<br>DE INFORMACIÓN | 39 |
| 7.3.1 Fuentes primarias                                      | 40 |
| 7.3.2 Fuentes secundarias                                    | 40 |
| 7.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN                            | 40 |
| <b>8. DESARROLLO DEL TRABAJO</b>                             | 42 |
| 8.1 MEDICIÓN DEL TRABAJO                                     | 42 |
| 8.1.1 Estudio de tiempos                                     | 43 |
| 8.1.2 Material fundamental                                   | 44 |
| 8.1.3 Selección del trabajo                                  | 45 |
| 8.1.4 Elementos del proceso                                  | 46 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 8.1.5   | Estándares de tiempo   | 48 |
| 8.1.5.1 | Introducción   | 48 |
| 8.1.5.2 | Definición   | 49 |
| 8.1.5.3 | Propósito de los estándares  | 51 |
| 8.1.6   | Técnicas de balanceo de línea  | 56 |
| 8.1.7   | Estándar de mano de obra directa   | 58 |
| 8.1.8   | Costo de mano de obra directa  | 59 |
| 8.1.9   | Costo de materia prima   | 60 |
| 8.2     | APLICACIÓN DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO EN<br>COLDIDÁCTICAS LTDA PARA SEIS REFERENCIAS | 61 |
| 8.2.1   | Producto 1: Tablero para marcador (120 x 80 cm)                                      | 61 |
| 8.2.1.1 | Recopilación de tiempos (tiempos estándar)   | 61 |
| 8.2.1.2 | Racionalización  | 64 |
| 8.2.1.3 | Normalización  | 67 |
| 8.2.1.4 | Balanceo de línea  | 67 |
| 8.2.1.5 | Estándares de mano de obra directa   | 70 |
| 8.2.1.6 | Costo de materia prima   | 74 |
| 8.2.2   | Producto 2: Silla para profesor tapizada   | 75 |
| 8.2.2.1 | Recopilación de tiempos (tiempos estándar)   | 75 |
| 8.2.2.2 | Racionalización  | 78 |
| 8.2.2.3 | Normalización  | 81 |
| 8.2.2.4 | Balanceo de línea  | 82 |
| 8.2.2.5 | Estándares de mano de obra directa   | 85 |
| 8.2.2.6 | Costo de materia prima   | 88 |
| 8.2.3   | Producto 3: Silla universitaria con bandeja  | 90 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 8.2.3.1 | Recopilación de tiempos (tiempos estándar)  | 90  |
| 8.2.3.2 | Racionalización                             | 95  |
| 8.2.3.3 | Normalización                               | 101 |
| 8.2.3.4 | Balanceo de línea                           | 102 |
| 8.2.3.5 | Estándares de mano de obra directa          | 107 |
| 8.2.3.6 | Costo de materia prima                      | 111 |
| 8.2.4   | Producto 4: Silla universitaria con cruceta | 113 |
| 8.2.4.1 | Recopilación de tiempos (tiempos estándar)  | 113 |
| 8.2.4.2 | Racionalización                             | 118 |
| 8.2.4.3 | Normalización                               | 123 |
| 8.2.4.4 | Balanceo de línea                           | 124 |
| 8.2.4.5 | Estándares de mano de obra directa          | 129 |
| 8.2.4.6 | Costo de materia prima                      | 133 |
| 8.2.5   | Producto 5: Silla primaria en laca natural  | 134 |
| 8.2.5.1 | Recopilación de tiempos (tiempos estándar)  | 134 |
| 8.2.5.2 | Racionalización                             | 138 |
| 8.2.5.3 | Normalización                               | 142 |
| 8.2.5.4 | Balanceo de línea                           | 143 |
| 8.2.5.5 | Estándares de mano de obra directa          | 147 |
| 8.2.5.6 | Costo de materia prima                      | 151 |
| 8.2.6   | Producto 6: Silla kinder en laca natural    | 153 |
| 8.2.6.1 | Recopilación de tiempos (tiempos estándar)  | 153 |
| 8.2.6.2 | Racionalización                             | 157 |
| 8.2.6.3 | Normalización                               | 161 |
| 8.2.6.4 | Balanceo de línea                           | 161 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 8.2.6.5 | Estándares de mano de obra directa  | 165 |
| 8.2.6.6 | Costo de materia prima  | 169 |
| 8.3     | COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA   | 171 |
| 8.4     | CUADRO COMPARATIVO DE LOS ESTÁNDARES<br>PARA CADA UNA DE LAS SEIS REFERENCIAS | 177 |
| 8.5     | ANÁLISIS DE COSTOS  | 178 |
| 9.      | <b>CONCLUSIONES</b>   | 179 |
| 10.     | <b>RECOMENDACIONES</b>  | 181 |
|         | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | 183 |

## **RESUMEN**

Con este proyecto los autores pretenden dar una guía basada en la medición y valoración del trabajo partiendo de la obtención de los estándares de mano de obra directa en producción, consiguiendo a partir de esto cargar los costos de mano de obra y tiempos reales de fabricación a los productos escogidos para su estudio por la empresa Coldidácticas Ltda.

Se espera que con este trabajo se brinde ayuda a las personas vinculadas al tema y estudiantes de ingeniería industrial que necesiten información y soporte sobre el desarrollo de estándares de mano de obra directa en producción y todos aquellos parámetros de métodos y tiempos que fueron utilizados para la elaboración de este proyecto.

## **0. INTRODUCCIÓN**

Ha sido una necesidad de la empresa manufacturera el establecer unos estándares de tiempo que les permita proyectar un centro de trabajo, para la fabricación de un producto obteniendo de manera paralela el rendimiento y la eficiencia que se debe alcanzar en el desarrollo de sus procesos. Esto se ha logrado alcanzar a partir de los diferentes estudios de medición que a través del tiempo se han perfeccionado, ya que no es posible establecer unos estándares de forma inmediata y confiable con el simple hecho de dar una mirada a una determinada actividad de trabajo y luego apreciar el tiempo requerido para efectuarlo.

Generalmente se utiliza una recolección continua de datos tomados a través del desarrollo de trabajos semejantes realizados con anterioridad por parte del trabajador, lo cual permite de manera simple registrar el tiempo promedio utilizado para ejecutar ese trabajo, pero no en que tiempo debía haberlo realizado.

Existen ciertos espacios de tiempo algunos evitables como otros inevitables llamados holguras, las cuales afectan de manera directa el tiempo requerido para alguna operación de trabajo y pueden alcanzar un mayor grado de lo

debido, mientras que en otros no se tiene la proporción adecuada del tiempo de retrasos.

Este método de recolección de datos aporta resultados más confiables que si se utilizaran sencillas estimaciones, pero sin embargo no llegan a ser lo suficientemente válidos para asegurar que existan valores equitativos y competitivos en el momento de cargar los costos reales de mano de obra directa.

La medición del trabajo de tareas realizadas manualmente, consiste en varias de las siguientes técnicas principales: el estudio de tiempos con cronómetro, los sistemas de tiempo predeterminado, muestreo del trabajo y datos tipo (o estándar). El objetivo primario de estas herramientas es determinar un periodo de tiempo estándar para llevar a cabo una buena cantidad definida de trabajo y así lograr una mayor eficiencia.

Existen muchos usos distintos para los estándares del trabajo, de modo que cualquier compañía de mercadotecnia, administrativa y manufacturera puede encontrar, por lo menos una o dos funciones que si necesitan de los estándares de trabajo, en el caso del control de producción, de personal y la supervisión necesitan saber la cantidad de personal que se necesitará para alcanzar a cubrir un programa de producción requerido o para apoyar una función de servicio.

Debido al desarrollo significativo que ha tenido la empresa COLDIDACTICAS LTDA a través del tiempo se hace necesario el diseño y la implementación de estándares de mano de obra directa en producción, los cuales permiten establecer criterios de desempeño que producirán los mejores resultados posibles al más bajo costo aceptable.

Estos estándares son el soporte para medir la eficiencia de los resultados obtenidos a través del desarrollo de una operación en particular.

Las variaciones en cuanto al estándar nos llevan a una evaluación de los métodos de trabajo, equipos, condiciones, supervisión y procedimientos.

En la búsqueda de determinar los estándares mencionados anteriormente se requiere de desarrollar un proceso de medición de tiempos, evaluación de jornadas de trabajo a través de los cuales se identificarán las variables necesarias para obtener el cálculo de los estándares de mano de obra directa en producción. Con este estándar determinado y la elaboración del costeo de la mano de obra directa y el costeo de la materia prima correspondiente a una clase de producto se procederá a cuantificar el costo real a niveles de materia prima y mano de obra directa.

## 1. MARCO GENERAL

### 1.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA

**Coldidácticas** es una empresa de sociedad Ltda, la cual tiene como objetivo principal diseñar y producir material didáctico y asesores educativos a todo nivel, desde el grado cero hasta universitario.

### 1.2 RESEÑA HISTORICA

Asesorados por el gabinete de investigación didáctica (proveedores de firmas como ENOSO S.A., CULTURA, SOGERESA, SUMINISTROS ESCOLARES, etc.) de Madrid España, se radicaron en Colombia en el año de 1973 con el nombre de **COLDIDACTA**, en el año de 1984 se amplió con el nombre de **COLDIDACTICAS LTDA**.

Fabrican equipos con diseños propios, utilizando mano de obra y materia prima colombianas, economizando divisas y reduciendo los costos de la educación en el país.

Los equipos producidos por **COLDIDACTICAS** están ajustados por los programas y planes emanados del Ministerio de Educación nacional de Colombia, de tal manera que no contienen elementos innecesarios o de poca utilización que constituyen un lucro cesante para las instituciones que los adquieren.

Han sido calificados en el registro de Proveedores de Licitaciones internacionales como los primeros del país, con 93 puntos sobre 100 en la categoría A por el Instituto Colombiano de Construcciones Escolares (ICCE) según resolución No. 02514 del 28 de diciembre de 1987. Participando con el protocolo Colombo - Español de asistencia técnica en el sector educativo fase I y fase II entre el ministerio nacional de Colombia y el Fomento de Comercio Exterior S.A. (FOCOEX) de España, según contratos 003/SL-0/8709/710 de diciembre 18 de 1991 y 010/SL/t/8303/069 de marzo 8 de 1985.

Desde hace 15 años son proveedores de los departamentos de Cauca, Valle, Cundinamarca, etc. por intermedio del fondo educativo regional, secretaria de educación, asuntos indígenas y nacionales unidos con quienes efectuamos un contrato para dotación y capacitación para el programa de erradicación de cultivos de coca y son fundadores del programa CARELA, capacitación y recuperación de laboratorios.

El personal actual tiene una experiencia promedio de 10 años, cuentan con departamentos de termoformado, soplado, cromado, torno, repujado,

impresión, pintura, y capacitación para el profesorado en física, química, biología.

Tiene distribución para América, con unos bajos costos en producción y además de las ventajas tributarias y reducción en el transporte.

### **1.3 RESEÑA GEOGRAFICA**

**Coldidácticas Ltda**, está ubicada en la ciudad de Santiago de Cali, en la carrera 8 No. 34 - 109 con unas instalaciones propias de 2000 m2.

### **1.4 MISIÓN**

Investigar, diseñar, desarrollar y producir material didáctico y mobiliario para todos los niveles educativos desde el grado cero hasta el universitario, brindando asesorías a los directivos docentes, sobre le uso efectivo de este material a fin de obtener el mejor provecho de los procesos pedagógicos, de esta manera se contribuye al fortalecimiento de la calidad de la educación.

Para lograrlo proporcionamos el trabajo en equipo y la participación individual, con un ambiente sano, brindando los medios necesarios para el mejoramiento continuo de nuestra gente, nuestra organización, sus procesos, sistemas, tecnología y maquinaria, como también trabajamos en conjunto con clientes y

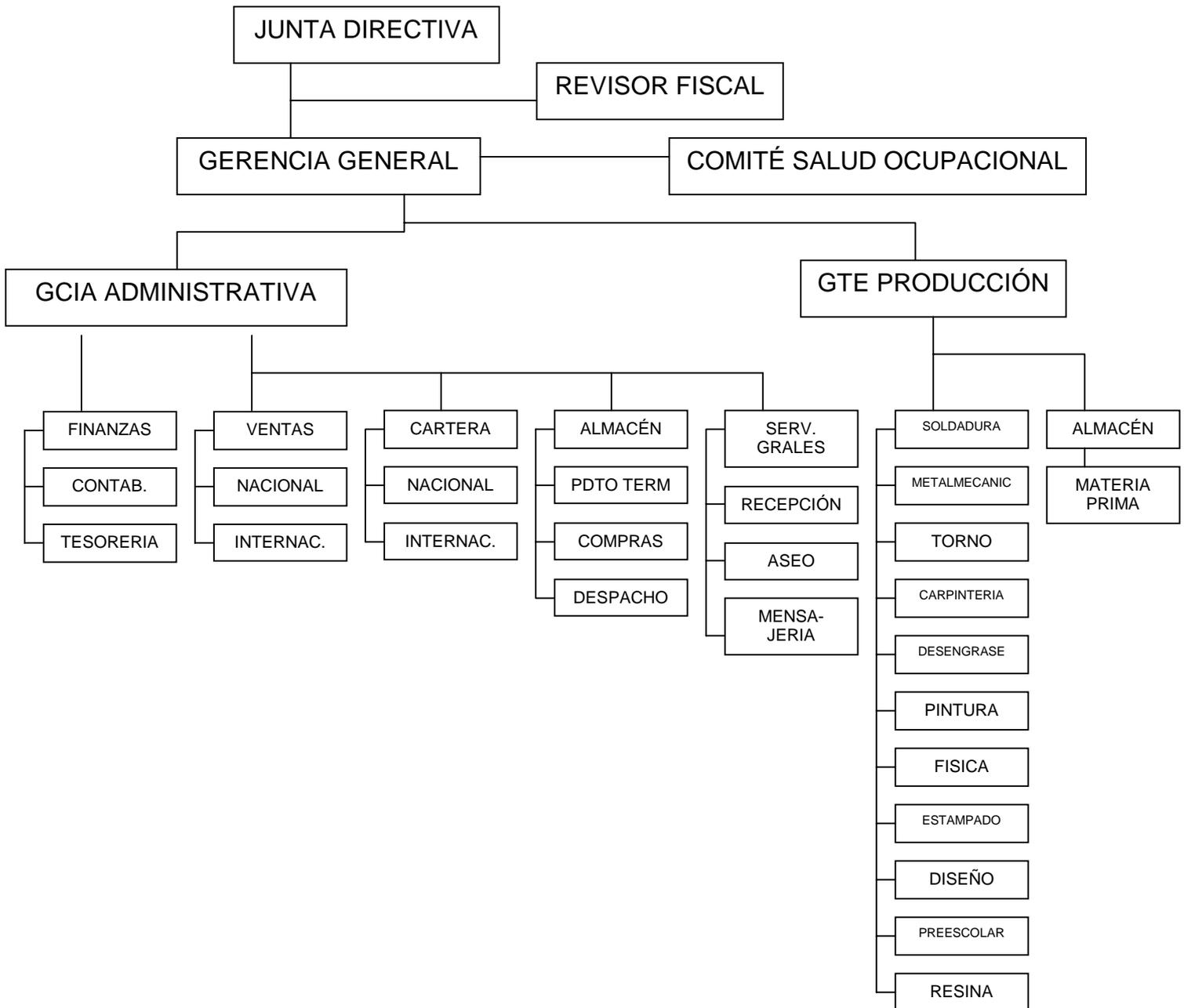
proveedores, a fin de generar productos de óptima calidad que ofrezcan plena satisfacción.

## **1.5 VISION**

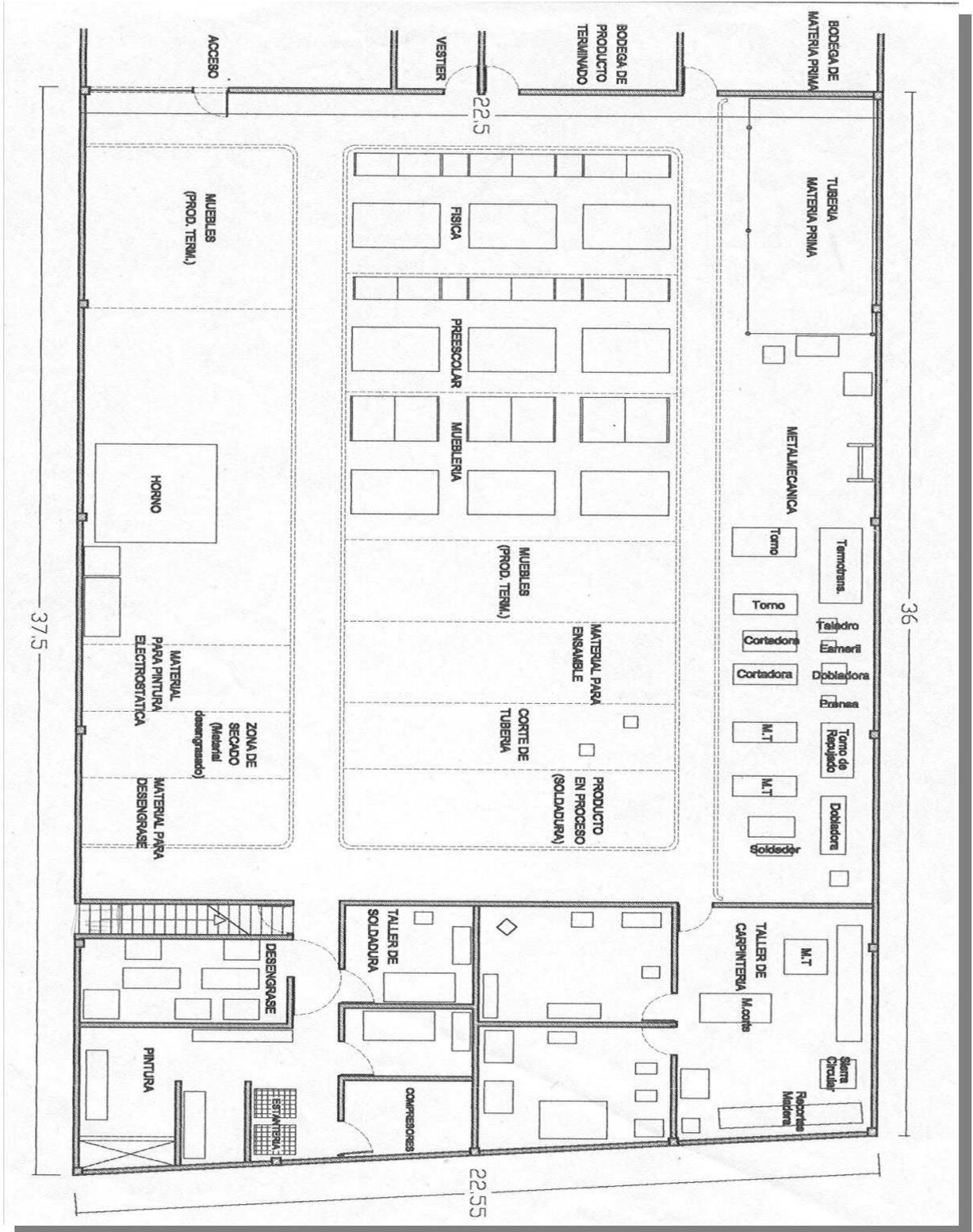
Ser reconocidos como la mejor empresa latinoamericana productora y prestadora de servicios, en lo referente a material didáctico y mobiliario con el fin de obtener los más altos índices de gestión dentro del sector educativo:

- Convirtiéndonos en la primera opción del cliente.
- Desarrollando una idónea formación humana y técnica.
- Brindando a la familia Coldidácticas una mejor calidad de vida.
- Que nuestra marca Coldidácticas sea símbolo de calidad total.

## 1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



# 1.7 DIAGRAMA DE LA PLANTA



## 1.8 LOGO DE LA EMPRESA



## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1 TITULO**

Standard de mano de obra directa en producción en la empresa Coldidácticas Ltda.

### **2.2 TEMA**

El proyecto se desarrolló en una empresa manufacturera, ubicada en el norte de la ciudad de Cali.

El tema se centra en determinar los costos de mano de obra directa utilizando herramientas del estudio de métodos y tiempos del trabajo en los que incurren los operarios de la planta al desarrollar una actividad específica que conlleva a la fabricación de un producto. A partir de esta información se entrará a determinar el cálculo de estándares de mano de obra directa en producción para la elaboración de los seis productos más representativos, valorando igualmente los niveles de consumo de materia prima.

## **3. PROBLEMA**

### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa Coldidácticas Ltda no tiene establecido aún una correcta estructura de costeo para todo su portafolio de productos, lo cual ha conllevado a que se elaboren determinadas referencias a costos muy elevados comparados con los fabricados por la competencia.

### **3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo determinar los estándares en producción con el propósito de valorar correctamente la mano de obra directa?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el estándar de mano de obra directa en producción para los productos que son objeto de estudio, con el propósito de cargar los costos reales de mano de obra directa y materia prima requerida para su elaboración.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ◆ Realizar un estudio de tiempos para el proceso de fabricación de cada uno de los productos a estudiar.
  
- ◆ Realizar una evaluación de las jornadas de trabajo con el fin de determinar los porcentajes de tiempo para necesidades y fatiga, horas no trabajadas por turno por parte de los operarios de la planta de producción.
  
- ◆ Determinar el tiempo productivo de máquina, el tiempo improductivo de máquina y el tiempo no trabajado a través de una línea de fabricación de un producto.

- ◆ Determinar los costos de mano de obra directa reales en que incurre la empresa Coldidácticas Ltda. clasificado por días, horas y minutos.
- ◆ Identificar y costear la cantidad de materia prima requerida para la fabricación de una unidad de un producto en particular.

## 5. JUSTIFICACIÓN

En un proceso de aseguramiento de calidad y exportación de los productos de la empresa COLDIDÁTICAS Ltda. a largo plazo se hace necesario e importante cargar los costos reales de materia prima y mano de obra directa a cada referencia, por medio de un proceso de asignación de estándares.

A partir de un pronóstico de ventas elaborado por el departamento de producción nos permite determinar los factores de producción que deben estar disponibles si se va a cumplir el programa sugerido por el pronóstico de ventas. Por lo tanto una vez sea preparado el pronóstico de ventas en unidades físicas para varios productos, la siguiente tarea es convertir esta predicción en la demanda que se genera de los varios factores de producción.

Por medio de la medición del trabajo se conseguirá valorar el desempeño con más exactitud, se determinarán los cambios en los elementos de trabajo o en la secuencia de los mismos cuando se tengan que revisar los estándares en el futuro, también permitirá crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; estos podrán verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos, identificar el trabajo no productivo y hasta llegar a evaluar las tasas presupuestadas de venta con las pronosticadas en la unidad de tiempo establecida.

Todo esto contribuirá a no sobre – estimar o subestimar costos que se verán reflejados en un futuro, en una posible crisis económica de la cual no se tenga identificada su causa.

## **6. MARCO REFERENCIAL**

### **6.1 MARCO TEÓRICO**

Una empresa que desee estar en la búsqueda de adoptar las medidas necesarias que le permitan utilizar técnicas para desarrollar y ofrecer productos de calidad al mercado de tal forma que les garantice competitividad dentro del mismo debe desarrollar formas nuevas y mejoradas de ejecutar cualquier tarea o trabajo específico y a su vez el tiempo que le tomará realizarlo.

Con el propósito de alcanzar lo mencionado anteriormente la empresa Coldidácticas ha iniciado su proceso de estandarización, control y planificación de la producción.

Este proyecto de estandarización de mano de obra directa inicia con la medición del trabajo para establecer el estándar de tiempo para que un trabajador calificado ejecute un trabajo específico en cierto nivel definido de desempeño con los instrumentos necesarios de trabajo normal, para lo que se emplea entre otros el método de observación directa o estudio de tiempos. partiendo con la toma de estos por medio de un cronómetro logrando así obtener el tiempo exacto para desarrollar una respectiva actividad. El tiempo

resultante se ajusta por medio de holguras establecidas y otros márgenes de tolerancia para terminar convirtiéndolo en un estándar de tiempo.

La empresa en la actualidad no tiene definido un sistema de costeo para determinar realmente los niveles de costos en que se incurre al momento de la fabricación de un producto. Los estándares de mano de obra directa permitirán establecer los valores reales que deben asignarse a la mano de obra directa y la materia prima que intervienen en el desarrollo de la producción de un producto o cantidades del mismo.

## **6.2 MARCO CONCEPTUAL**

Durante el desarrollo de este proyecto se ha utilizado cierta terminología que hace referencia a los temas de medición del trabajo y estándares de mano de obra directa los cuales serán definidos a continuación para una mejor comprensión del trabajo.

Balanceo de línea: técnica extremadamente importante que ayuda a aumentar la labor y la utilización de la maquinaria. Una línea de producción sin equilibrio es caracterizada por alguna estación – trabajador en estado perezoso o con exceso de trabajo, como resultado de este desequilibrio se puede presentar un inventario intolerable.

Ciclo de trabajo: Serie de elementos que ocurren en orden regular y hacen posible una operación. Estos elementos se repiten cuando se repite la operación.

Cronometraje: Modo de observar y registrar, por medio de un dispositivo (cronómetro), el tiempo que se tarda en ejecutar cada elemento. Las formas de cronometrar son:

- Continuo: Método en que se deja andar el cronómetro sin hacerlo volver a cero al final de cada elemento, obteniéndose posteriormente el tiempo de cada elemento por promedio.
- Con vuelta a cero: Método en que al final de cada elemento se hace volver a cero el cronómetro, lo que da el tiempo del elemento.

División de la tarea: Lista de los elementos que conforman la tarea.

Elemento: Parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Estándar de mano de obra directa: Es la suma del tiempo productivo de máquina (TPM), tiempo improductivo de máquina (TIM) y tiempo no trabajado (TNT).

Estudio de métodos: Registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

Estudio de tiempos: Técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Hora – hombre: Trabajo de un hombre en una hora.

Jornada de trabajo: Sistema en el que el operario es retribuido con base en el tiempo de trabajo (1 día) y no según su producción o rendimiento.

Mano de obra directa: Mano de obra (o trabajo) aplicada a cada pieza y que la hace avanzar hacia sus especificaciones finales.

Mantenimiento: Inspección, cuidado, reparación y disponibilidad de las máquinas, herramientas a fin de evitar averías o daños durante el uso.

Medición del trabajo: Aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Observación: Medición y registro del tiempo requerido para realizar un elemento o bien, una lectura de cronómetro.

Operación: El cambio intencional en una pieza que se trabaja para darle las características deseadas de tamaño, forma y otros detalles.

Operario calificado: Operario que ha tenido la suficiente instrucción y el adiestramiento necesario y mostrado un adecuado nivel de habilidad y empeño de manera que se puede esperar que realice una actuación aceptable en lo que respecta a cantidad o calidad.

Operario normal: Operario que puede lograr el estándar establecido de actuación siguiendo el método prescrito y trabajando a un ritmo o paso de tipo medio.

Productividad: Relación entre producción e insumo.

Ritmo de trabajo: Rapidez con la que se efectúa una operación o actividad.

Tiempo estándar: Es el tiempo que necesita un operario más o menos preparado y entrenado, trabajando a una velocidad normal para ejecutar una operación determinada.

Tiempo improductivo de máquina: Tiempo requerido para el mantenimiento y limpieza de la máquina.

Tiempo normal: Es el tiempo observado multiplicado por la valoración.

Tiempo no trabajado: Es la proporción de tiempo no laborado dentro de la jornada normal de trabajo de un operario.

Tiempo observado: Es el tiempo requerido por el operario para realizar una operación.

Tiempo productivo de máquina: Tiempo empleado al hacer avanzar un producto hacia sus especificaciones finales de producción.

### ***SIMBOLOGÍA***

P.R.A: se obtiene dividiendo el total de holguras entre la jornada de trabajo. El resultado se expresa en porcentaje. (Personal and relaxation allowed).

C: número de operarios que participan en la línea.

B: número de unidades por lote.

N: horas no trabajadas por turno.

W: horas trabajadas por turno.

S: velocidad de la línea.

H: tiempo necesario para producir una unidad.

P: unidades producidas por cada hombre en el turno.

F: hombres por turno correspondientes al lote.

A: horas hombre no trabajadas por unidad.

## **7. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **7.1 TIPO DE ESTUDIO**

Los siguientes tipos de estudio fueron necesarios para el desarrollo de este proyecto:

#### **7.1.1 ESTUDIO EXPLORATORIO**

La empresa Coldidácticas Ltda. ha planteado un problema en la metodología para establecer los costos reales de mano de obra, aplicando una evaluación para el reconocimiento del problema indicado. Se dispone con información interna de la empresa como lo son estimaciones y datos históricos, además de la externa relacionada con los temas involucrados.

#### **7.1.2 ESTUDIO DESCRIPTIVO**

Todos los datos e información necesaria para llevar a cabo este proyecto será facilitada y conseguida por medio de técnicas como la observación, medición y

un contacto directo con el personal que hace parte del departamento administrativo como del departamento de producción.

### **7.1.3 ESTUDIO EXPLICATIVO**

Con los datos e información requerida, se iniciará el proceso de interpretación y evaluación, para obtener una perspectiva más amplia del problema planteado y así determinar las causas, consecuencias, soluciones y recomendaciones.

## **7.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Los métodos que se utilizarán para lograr el propósito de este proyecto serán los siguientes:

### **7.2.1 Método de observación**

A partir de una observación directa a todas las actividades desarrolladas durante la elaboración de los productos a estudiar, se procederá a determinar los estándares de mano de obra directa y plantear posibilidades de mejoramiento en los procesos , además de la manera de cómo se realizan, por quienes y bajo que condiciones se trabaja.

### **7.2.2 Método de medición**

Los productos que serán objeto de estudio pertenecen a la sección de Mobiliario del departamento de producción de la empresa Coldidácticas Ltda. Los procesos para la fabricación de estos artículos son largos y complejos, debido a que se realizan en casi toda su totalidad de forma manual.

La medición de los tiempos necesarios para la fabricación de los productos se trabajara bajo el concepto de horas – hombre requeridas para la consecución de los mismos, teniendo en cuenta que la producción se hace bajo pedidos y especificaciones requeridas por los clientes, variando necesariamente por estipulaciones de la gerencia, los tamaños de los lotes a producir.

Cada uno de los procesos se dividirán en elementos con el propósito de establecer la necesidad de balancear las líneas de producción.

### **7.2.3 MÉTODO DE ANÁLISIS**

Se realizara la selección pertinente y coherente con el tema relacionado, para su procesamiento y consecución de los objetivos planteados en el proyecto.

#### **7.2.4 Método de comparación**

A partir de los métodos utilizados por los operarios cotidianamente en la realización de sus actividades, se buscara la propensión de mejores métodos de trabajo y organización de puestos de desempeño.

#### **7.2.5 Método deductivo**

Con base en la información suministrada por la empresa acerca de su situación actual se llevarán a cabo las deducciones pertinentes, teniendo en cuenta aspectos preestablecidos en la organización.

### **7.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Las fuentes empleadas para obtener la información y datos requeridos se consiguió por medio de:

### **7.3.1 Fuentes primarias**

El área de producción será nuestra principal fuente de información ya que es directamente aquí donde se desarrolla el trabajo. Esta se obtendrá por medio de la aplicación de las técnicas de observación participante directa y cronometraje de la actividades de manufactura.

### **7.3.2 Fuentes secundarias**

Se facilitaron documentos en los cuales se encuentra registrado los diseños de los diferentes productos, además de la descripción poco detallada de las actividades que comprenden cada proceso de fabricación de los artículos y listado de materia prima e insumos requeridos con su respectivo valor de compra. Por medio del dialogo con los respectivos jefes de secciones de la planta de producción se compartían estimaciones calculadas a través del tiempo.

## **7.4 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

La información obtenida durante este trabajo será clasificada y ordenada, según su naturaleza (cuantitativa o cualitativa), en tablas, formatos, diagramas

y/o gráficas. También será utilizada solo con fines académicos y profesionales para la implantación por parte de la empresa.

## **8. DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **8.1 MEDICIÓN DEL TRABAJO**

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

En efecto, la medición del trabajo, como su nombre lo indica es el medio por el cual la dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones de tal forma que el tiempo improductivo se destaque y sea posible separarlo del tiempo productivo. Así se descubre su existencia, naturaleza e importancia, que antes estaban ocultas dentro del tiempo total. Una vez conocida la existencia del tiempo improductivo y averiguadas sus causas se pueden tomar medidas para reducirlo.

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo a seguir son:

| ETAPA       | DEFINICIÓN   |
|-------------|--|
| Seleccionar | El trabajo que va a ser objeto de estudio.   |
| Registrar   | Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.   |
| Examinar    | Los datos registrados y el detalle de los elementos con espíritu crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos. |
| Medir       | La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.  |
| Determinar  | El tiempo estándar de la operación teniendo en cuenta los suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.  |
| Definir     | Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.                 |

### 8.1.1 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es el análisis de una operación dada para determinar los elementos de trabajo necesarios para ejecutarla, el orden en que suceden estos elementos y los tiempos requeridos para desarrollarlos con efectividad.

Por definición, los fines implicados en el estudio de tiempos son:

- Analizar las operaciones y las condiciones de trabajo para ver las posibilidades de mejorar los métodos existentes.
- Incrementar la efectividad del esfuerzo utilizando sólo movimientos necesarios.

- Establecer y normalizar las condiciones adecuadas para la operación eficiente.
- Establecer tipos de ejecución estables y justos.
- Facilitar datos seguros para utilizar en la compilación de gráficos y fórmulas.
- Proveer un registro permanente de las condiciones actuales asociadas con el tiempo tipo.

### **8.1.2 Material fundamental**

Las herramientas en si mismas no hacen al mecánico; sin embargo, los siguientes instrumentos, en manos de un ingeniero de tiempos calificado, son esenciales.

1. Cronómetro: existen varios tipos de cronómetros, pero el decimal de minutos tiende a ser el favorito de los analistas de tiempos por la facilidad con que se lee y se registra.
2. Hojas o impresos de observación: formato que permite anotar todas las informaciones requeridas de una forma lógica y conveniente. Generalmente son diseñados por los propios analistas de tiempos.

3. Plancheta: dispositivo que permite comodidad para anotar sobre el formato sin importar la posición del analista ( sentado o de pie), tiene un soporte para aguantar el cronómetro firmemente y con un clip sujeta papeles.
4. Cinta métrica: esta puede ser pasada por alto como pieza necesaria del equipo. Es importante que se tenga un croquis o fotografía del puesto de trabajo, indicando las dimensiones del equipo y las distancia de los movimientos manuales.
5. Calculadora: es necesaria para realizar los cálculos pertinentes de las diferentes operaciones.

### **8.1.3 Selección del trabajo**

Determinar y seleccionar el trabajo que se va a desarrollar y estudiar es lo primordial en el estudio de tiempos. La selección del trabajo puede seleccionarse de acuerdo a la presentación de las siguientes situaciones:

- Implementación de nuevos trabajos o procedimientos para una operación o serie de actividades que no fueron ejecutadas anteriormente.
- Cambio en la composición física (materiales) o de la técnica, que requiere un nuevo tiempo estándar.

- Preparación para un estudio de métodos o para comparar las ventajas de dos métodos posibles.
  
- Valoración del costo por encima o por debajo en apariencia de alguna clase de trabajo.
  
- Demoras causadas por una operación lenta, que retrasa las siguientes, y posiblemente las anteriores, por acumularse los trabajos que no siguen su curso (cuellos de botella).

#### **8.1.4 Elementos del proceso**

Los elementos deben definirse con claridad. De preferencia la descripción del elemento debe indicar el punto de inicio, el trabajo específico incluido y el punto final. Las reglas básicas para la selección de elementos son:

1. Comience y termine cada elemento con puntos finales que se pueden detectar con facilidad, tales como un movimiento o sonido específico.
2. Los elementos, dependiendo de la necesidad de detalle, deben ser tan pequeños como resulte conveniente para medir su tiempo.
3. Las unidades de tiempo de 0.03 a 0.04 minutos se consideran por lo general como el tiempo mínimo para lecturas con cronómetro manual mecánico. Las pantallas digitales son más sencillas de leer y los tiempos mínimos de 0.01 a 0.03 minutos se ajustan a la realidad.

También es necesario considerar la habilidad y reflejos del analista al seleccionar el tiempo mínimo que se utilizará.

4. Los elementos deben estar lo más coordinado posible. Deben consistir en un patrón de movimiento realizado en secuencia sobre un objeto en particular.
5. De preferencia, un elemento debe cubrir sólo los movimientos para un objeto. Dicho de otra manera, un elemento raras veces, preferiblemente nunca, deberá incluir movimientos para más de un objeto.
6. Los tiempos manuales y de máquina deben ser elementos separados.
7. Los elementos extraños e irregulares deben separarse de los repetitivos.

Por lo general se pueden encontrar varios tipos de elementos en un estudio de tiempos. Cada tiempo se maneja en forma diferente al calcular el estándar y al crear los datos de tiempo estándar. Los tipos de elementos son los siguientes:

1. Regulares: ocurren cada ciclo.
2. Irregulares: no ocurren en cada ciclo, pero pueden ocurrir a intervalos regulares o irregulares, tales como apilar o retirar. Las frecuencias se deben indicar.

## **8.1.5 Estándares de tiempo**

### **8.1.5.1 Introducción**

En las primeras épocas de la medición del trabajo y después de la segunda guerra mundial, las mejoras de métodos y el establecimiento de estándares se encontraban casi de manera exclusiva en las plantas manufactureras y se aplicaba solo a los obreros que trabajaban por día. Lo común era que los directivos de los departamentos de oficina y administración no comprendieran las ventajas que podían obtener si mejoraban los métodos y/o los estándares de producción.

En la estructura del trabajo de manufactura, en el gobierno y otros servicios ocurrieron dos grandes cambios que provocaron el interés en la medición de la fuerza laboral de oficina y administración. Estos cambios fueron, en primer lugar, que como porcentaje de la fuerza laboral, los empleos en la manufactura estaban declinando y correspondían a menos del costo total de la fábrica para manufacturar sus productos. Segundo, los trabajos de oficina y administrativos fueron aumentando debido al crecimiento del sector de servicios y a la expansión gubernamental en donde había una gran parte donde no se medía. Una gran cantidad de trabajos de manufactura se había medido con gran éxito y se habían percibido ganancias sustanciales en la productividad. Esto, junto con los cambios en la estructura de los empleos hizo surgir la pregunta de que “si el análisis de métodos y la

medición del trabajo podían aplicarse a los trabajos de oficina y administrativos, de manera tan eficaz como a la manufactura”. La respuesta que dieron los ingenieros industriales y los directivos de las organizaciones más progresistas fue que sí.

### **8.1.5.2 Definición**

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

Con el tiempo estándar podemos calcular la eficiencia.

Un estándar de ingeniería no deberá permitir ineficacias debidas a:

1. Velocidad del trabajo del operador menor que lo razonable

2. Métodos incorrectos de trabajo

- Racionalizar
- Normalizar
- Estandarizar
- Automatizar
- Robótica

3. Alta frecuencia de descompostura del equipo
4. Excesivo tiempo de descanso
5. Excesivo número de personas en los puestos de trabajo
6. Retrasos debidos a una mala planeación o mala administración
7. Incorrecta colocación y/o velocidad de máquina
8. Asignación de operadores no capacitados o inadecuados
9. Asignación de labores tarde o paros temprano
10. Pobre servicio de líneas

Una vez establecido el estándar este debe revisarse con alguna frecuencia, debido a que mejoras graduales en un proceso o línea de producción pueden avanzar sin ser notadas y causar leves cambios en el estándar.

Cualquier cambio en métodos, materiales o procesos requiere de una revisión del estándar. Un estándar de ingeniería deberá reflejar niveles de estado práctico considerando:

1. Tiempos personales y fatiga natural del trabajo considerados en la holgura
2. Demoras y paros inevitables en la línea
3. Contingencias
4. Método correcto de trabajo
5. Velocidad de máquina correcta
6. Balanceo de línea en porcentaje aceptable

### **8.1.5.3 Propósito de los estándares**

En la operación de una empresa manufacturera o negociación industrial es básico que se tengan estándares de tiempo. El tiempo es el denominador común para todos los elementos de costos. De hecho, todo mundo emplea estándares de tiempo prácticamente para todo lo que hace o quiere que otro realice. Todo empleado al levantarse por la mañana se asignará un cierto tiempo (por ejemplo, una hora) para bañarse, afeitarse, vestirse, tomar el desayuno y salir al trabajo. Esto es ciertamente un estándar de tiempo que influye en el número de horas dedicadas a dormir.

Puesto que el tiempo es una medida común para todos los trabajos, los tiempos estándares son una base para comparar diversos métodos de realizar la misma operación o trabajo. Sin estándares confiables se andaría como a tientas en la oscuridad.

El tiempo es la base para determinar cuánto se necesita de cada clase de equipo. Conociendo los requisitos exactos acerca de las instalaciones de trabajo, se puede llevar a cabo la mejor utilización posible del espacio disponible. Sin estándares de tiempo se puede tener exceso de equipo en un caso y deficiencia en otro, utilizando ineficientemente el espacio disponible. Las áreas de almacenaje y existencia se determinan según el tiempo que una pieza esté en el almacén y la demanda de la pieza. Asimismo, los estándares de tiempo son la base para determinar el tamaño de tales áreas. Por medio de los estándares de tiempo no sólo es posible determinar la capacidad de una máquina, sino también de un departamento y de una planta.

Teniendo información concreta acerca del volumen de producción requerido, así como del tiempo necesario para producir una unidad de producto, se podrá determinar la mano de obra o fuerza laboral necesaria. Cuando el nivel de personal de trabajo esté en equilibrio con el volumen de producción, los costos unitarios se elevarán progresivamente. Sólo será cuestión de tiempo, en estas circunstancias, el que las operaciones de producción lleguen a ser realizadas a costa de una pérdida de consideración, por lo que se necesitará así aumentar los precios de venta y reducir aún más el volumen de producción. El ciclo se repetirá sucesivamente hasta que llegue a ser necesario cerrar la fábrica.

En un mercado en expansión es igualmente importante poder presupuestar la mano de obra. A medida que crece la demanda por parte de los consumidores, lo que requiere mayor cantidad de recursos humanos, es esencial que se conozca el número y el tipo exacto de personal que tenga que agregarse a la nómina, de modo que se pueda seleccionar y contratar con la suficiente anticipación para elaborar los programas necesarios. Si existen estándares de tiempo precisos, es muy sencillo convertir los requisitos de producción en horas - hombre de actividad laboral. Además de permitir presupuestar los requisitos de mano de obra en una planta, los estándares de tiempo sirven también para presupuestar las necesidades laborales en departamentos específicos.

Con estándares de tiempo adecuados es posible mantener la fuerza laboral en proporción al volumen de producción requerido, controlando así los costos y manteniendo una apropiada separación en un mercado competitivo.

El control de la producción es la fase operativa en que se programan, se distribuyen y expeditan, y se vigila el cumplimiento de las órdenes de producción de modo que se logren las economías de operación y se satisfagan lo mejor posible las demanda de los consumidores. La función de control de la producción en su totalidad se basa en determinar dónde y cuándo se deberá realizar el trabajo. Obviamente lo anterior no se puede lograr a menos que se tenga una idea concreta de "cuánto tiempo".

El éxito de un plan o programa de trabajo está en relación directa con la exactitud de los valores de tiempo empleados para determinar dicho programa. Si no existieran los estándares de tiempo, no se esperaría que resultase confiables los programas formulados sólo con base en un criterio personal. Mediante el empleo de tiempos estándares es posible predeterminar la tasa de flujo o circulación de materiales y el avance del trabajo, formando así una base para la programación exacta.

Con estándares de tiempo confiables, una empresa no tiene que depender del pago de incentivos para determinar y controlar sus costos de mano de obra. La relación entre las hora efectivas de trabajo de producción en un departamento y las horas cronométricas o de reloj en dicho departamento, proporciona información acerca de la eficiencia en el mismo. El recíproco de la eficiencia multiplicado por la tasa horaria media dar{a el costo por hora en función de la producción estándar.

Los métodos de costos estándares se refieren al procedimiento de determinación de los costos exactos antes de la producción. La ventaja es que actualmente es necesario calcular los costos y contratar trabajo a un precio predeterminado. Teniendo estándares de tiempo para operaciones de mano de obra directa, es posible preevaluar aquellos elementos que entran dentro del costo primario o principal del producto. (El costo primario se considera generalmente como la suma de los costos de material directo y de mano de obra directa.)

El establecimiento de estándares fuerza u obliga al mantenimiento de los requisitos de calidad. Puesto que los estándares de producción se basan en la cantidad de piezas aceptables por unidad de tiempo, y puesto que no se concede ningún punto o crédito por trabajo defectuoso resultante, habrá un intenso empeño constante por parte de todos los operarios para producir sólo piezas con la calidad fijada.

Donde se emplean estándares existirá una tendencia natural a "situar a la persona adecuada en el trabajo apropiado", de modo que se cumplan o superen los estándares establecidos. Con el uso de estándares de tiempo se pueden introducir procedimientos de control de producción actualizados, con la ventaja resultante para el cliente o consumidor de obtener su mercancía o producto cuando lo necesita y lo desea. Asimismo, los estándares de tiempo tienden a hacer a una empresa más conciente del tiempo y de los costos; esto generalmente da por resultado ofrecer precios de venta más bajos al consumidor ya que la calidad se mantendrá aplicando un plan de estándares de trabajo, lo que asegura, por consiguiente, que el cliente recibirá el mayor número de piezas hechas según las especificaciones requeridas.

Probablemente el resultado más significativo de los estándares de tiempo es el mantenimiento de la eficiencia total de una planta. Si la eficiencia no se puede medir tampoco se podrá controlar, y sin control, disminuirá marcadamente. Una vez que haya descendido la eficiencia, se elevarán rápidamente los costos de mano de obra, y el resultado será la pérdida eventual de la posición competitiva en el mercado.

El establecer y mantener estándares efectivos ayuda a una negociación industrial a estandarizar sus costos de mano de obra directa y a controlar los costos totales.

### **8.1.6 Técnicas de balanceo de línea**

Es una técnica que se puede aplicar en las líneas semiautomáticas y puede reflejarse en un aumento significativo de productividad.

Una línea de producción sin equilibrio es caracterizada por alguna estación - trabajador en estado perezoso o con exceso de trabajo, como resultado de este desequilibrio se puede presentar un inventario intolerable. Para aumentar la utilización de los hombres y las máquinas se pueden dar los siguientes criterios:

- Manejar todas las operaciones con el porcentaje de eficiencia de la estación de cuello de botella.
- Se puede alterar físicamente el sistema para mejorar el equilibrio por mejoramiento de métodos de la estación del problema.
- Duplicar la estación problema con el fin de aumentar la capacidad de esta estación.

- Redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo.
- Procesar algunas partes de la estación problema en otras máquinas de la planta.
- Aumentar las horas trabajadas en la estación de cuello de botella.
- Tener subcontratos para hacer partes y alimentar simultáneamente la línea.

Es casi tener una verdadera línea equilibrada, pero una combinación de ideas inevitables por conclusión pueden ser adoptadas para mejorar la eficiencia de la línea.

El problema de determinar el número ideal de trabajadores que debe asignarse a una producción en línea; es análogo al número de trabajadores que debe asignarse a una máquina. La situación más elemental de balanceo de línea, es aquella que se presenta cuando varios operarios, cada uno llevando a cabo operaciones consecutivas trabajan como una sola unidad. En tal situación es obvio que la velocidad de producción a través de la línea depende del operador más lento.

### **8.1.7 Estándar de mano de obra directa**

El estándar de mano de obra directa, busca establecer los criterios de desempeño, que producirán los mejores resultados posibles al más bajo costo aceptable.

En la operación de una empresa manufacturera o empresa industrial es básico que se tengan estándares de tiempo. El tiempo es el denominador común para todos los elementos de costos. Por medio de estándares de tiempo no solo es posible determinar la capacidad de una máquina, sino también de un departamento y de una planta, proporcionando información necesaria para determinar cuántas y de qué tipo deben ser las instalaciones de trabajo para un cierto volumen de producción.

Además el estándar permite presupuestar los requisitos de mano de obra en una planta y las necesidades laborales en departamentos específicos. Con estándares de tiempo adecuados es posible mantener la fuerza laboral en proporción al volumen de producción requerido, controlando así los costos y manteniendo una apropiada operación en un mercado competitivo.

El estándar de producción se expresa en horas hombre por unidad de producto terminado (hr-h/und.)

Para establecer un estándar de producción alcanzable, después de haber determinado el mejor método de trabajo, la operación será medida en tres pasos diferentes:

1. Determinar el tiempo productivo de máquina (TPM)
2. Determinar el tiempo improductivo de máquina (TIM)
3. Determinar el tiempo no trabajado (TNT)

A cada uno de los anteriores pasos le será dado un factor de trabajo y la cantidad de horas - hombre resultante a partir de la suma de los tres factores se da el estándar de mano de obra directa en producción (PSLF ó LF.) requerido para producir una unidad de producto terminado.

### **8.1.8 Costo de mano de obra directa**

Antes de introducirse a la definición de costo de mano de obra directa se especificará brevemente el significado de costo.

Costo es la erogación económica que se hace para obtener un bien o un servicio, con la intención de que genere ingresos o beneficios en el futuro.

El costo de la mano de obra directa, más el costo de material directo se le denomina costo primo.

Los costos de producción se clasifican de acuerdo a la función en que incurren, ya que se generan en el proceso de generar la materia prima en productos terminados.

Este se subdivide en tres, que son costo de materia prima directa, costo de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación.

Costo de mano de obra directa es el que interviene directamente en la transformación del producto, por ejemplo el salario de los operarios involucrados directamente en la producción del mismo.

### **8.1.9 Costo de materia prima**

Este hace referencia al costo de los materiales directamente integrados al producto.

Los costos directos de material son constantes por unidad producida. Sin embargo, hay casos en los cuales se produce un número relativamente fijo de unidades inservibles antes de que se puedan hacer los ajustes correctos en el equipo que se está instalando para efectos de producción. Cuando esto ocurre, se desprende que a mayor tamaño de lote menor será la cantidad promedio de material exigido por unidad buena de producción. En consecuencia, el costo anual de materiales disminuirá, puesto que se producirá el mismo número de unidades buenas por año, sin tener en cuenta el tamaño

del lote. Esto estimula, naturalmente, la producción de tamaños de lote más grande y por lo tanto el mantenimiento de inventario promedios más altos.

## **8.2 APLICACIÓN DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO EN COLDIDÁCTICAS LTDA PARA SEIS REFERENCIAS**

### **8.2.1 Producto 1: TABLERO PARA MARCADOR (120 x 80 cm)**

#### **8.2.1.1 Recopilación de tiempos (tiempos estándar)**

Los tiempos tomados para la fabricación de estos productos se encuentran en minutos. Debido a que la mayoría de las actividades son muy cortas y son en su totalidad manuales fue necesario tomar un cronometraje continuo y así obtener el tiempo de cada elemento por promedio. Este consistió en iniciar el cronometraje de las actividades por lotes de unidades y después dividir el tiempo registrado al final de la actividad entre el número de unidades obtenidas.

| <b>Actividad</b>  | <b>Tiempo (min.)</b> |
|-------------------|----------------------|
| Cortar            | 1,43                 |
| Cortar            | 1,43                 |
| Marcar con gramil | 0,86                 |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Despuntar                | 1,43 |
| Doblar para chafar       | 2,14 |
| Chafar                   | 1,43 |
| Doblar cerrar            | 2,29 |
| Marcar para perforar     | 1,57 |
| Perforar                 | 2,43 |
| Pulir                    | 1,43 |
| Quitar rebaba            | 1,57 |
| Cortar MDF               | 3,95 |
| Cortar ángulos           | 0,33 |
| Cortar nave              | 1,34 |
| Cortar nave              | 0,31 |
| Llevar a mesa de trabajo | 0,30 |
| Pulir nave               | 3,26 |
| Marcar para perforar     | 0,33 |
| Llevar a carpintería     | 0,30 |
| Pulir ángulos            | 0,99 |
| Llevar a mesa de trabajo | 0,30 |
| Llevar a metalmecánica   | 0,25 |
| Perforar                 | 1,79 |
| Quitar rebaba            | 0,94 |
| Perforar ángulos         | 3,59 |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Llevar a mesa de trabajo | 0,30 |
| Remachar ángulos         | 3,24 |
| Cortar formica           | 5,28 |
| Aplicar pegante          | 9,97 |
| Cerrar abertura de nave  | 1,25 |
| Unir formica             | 4,49 |
| Quitar sobrante formica  | 0,67 |
| Quitar bordes de puntas  | 1,74 |
| Aplicar silicona         | 0,65 |
| Unir naves a tablero     | 4,65 |
| Inspección               | 2,59 |
| Marcar perforación       | 0,43 |
| Perforar                 | 0,47 |
| Perforar                 | 2,45 |
| Pintar perforaciones     | 2,37 |
| Limpiar                  | 0,92 |
| Empacar                  | 3,00 |

### 8.2.1.2 Racionalización

Dentro de este punto pretendemos mostrar un análisis detallado de los niveles de participación de cada actividad estudiada en medio de la elaboración del tablero, en términos de porcentaje y tiempo utilizados.

El porcentaje de participación consiste en dividir cada tiempo determinado para realizar una actividad específica, entre el tiempo total de fabricación del respectivo producto, multiplicado por 100.

El turno consiste en multiplicar cada uno de los porcentajes de participación de las actividades del trabajado producto, por 8.43 horas que es el tiempo promedio de labores dentro de la empresa.

| <b>Tiempo (min.)</b> | <b>Operación</b>   | <b>% de Participación</b> | <b>Turno (horas.)</b> | <b>Turno (min.)</b> |
|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1,43                 | Cortar             | 1,778                     | 0,150                 | 8,992               |
| 1,43                 | Cortar             | 1,778                     | 0,150                 | 8,992               |
| 0,86                 | Marcar con gramil  | 1,067                     | 0,090                 | 5,395               |
| 1,43                 | Despuntar          | 1,778                     | 0,150                 | 8,992               |
| 2,14                 | Doblar para chafar | 2,667                     | 0,225                 | 13,487              |
| 1,43                 | Chafar             | 1,778                     | 0,150                 | 8,992               |
| 2,29                 | Doblar cerrar      | 2,844                     | 0,240                 | 14,386              |

|      |                          |        |       |        |
|------|--------------------------|--------|-------|--------|
| 1,57 | Marcar para perforar     | 1,955  | 0,165 | 9,891  |
| 2,43 | Perforar                 | 3,022  | 0,255 | 15,286 |
| 1,43 | Pulir                    | 1,778  | 0,150 | 8,992  |
| 1,57 | Quitar rebaba            | 1,955  | 0,165 | 9,891  |
| 3,95 | Cortar MDF               | 4,915  | 0,414 | 24,862 |
| 0,33 | Cortar ángulos           | 0,415  | 0,035 | 2,101  |
| 1,34 | Cortar nave              | 1,671  | 0,141 | 8,450  |
| 0,31 | Cortar nave              | 0,386  | 0,033 | 1,951  |
| 0,30 | Llevar a mesa de trabajo | 0,373  | 0,031 | 1,888  |
| 3,26 | Pulir nave               | 4,052  | 0,342 | 20,495 |
| 0,33 | Marcar para perforar     | 0,415  | 0,035 | 2,101  |
| 0,30 | Llevar a carpintería     | 0,373  | 0,031 | 1,888  |
| 0,99 | Pulir ángulos            | 1,226  | 0,103 | 6,200  |
| 0,30 | Llevar a mesa de trabajo | 0,373  | 0,031 | 1,888  |
| 0,25 | Llevar a metalmecánica   | 0,311  | 0,026 | 1,574  |
| 1,79 | Perforar                 | 2,227  | 0,188 | 11,266 |
| 0,94 | Quitar rebaba            | 1,170  | 0,099 | 5,916  |
| 3,59 | Perforar ángulos         | 4,467  | 0,377 | 22,596 |
| 0,30 | Llevar a mesa de trabajo | 0,311  | 0,026 | 1,574  |
| 3,24 | Remachar ángulos         | 4,026  | 0,339 | 20,361 |
| 5,28 | Cortar formica           | 6,570  | 0,554 | 33,233 |
| 9,97 | Aplicar pegante          | 12,406 | 1,046 | 62,752 |

|                                 |                         |             |             |              |
|---------------------------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|
| 1,25                            | Cerrar obertura de nave | 1,555       | 0,131       | 7,868        |
| 4,49                            | Unir formica            | 5,581       | 0,470       | 28,229       |
| 0,67                            | Quitar sobrante formica | 0,828       | 0,070       | 4,186        |
| 1,74                            | Quitar bordes de puntas | 2,159       | 0,182       | 10,920       |
| 0,65                            | Aplicar silicona        | 0,809       | 0,068       | 4,091        |
| 4,65                            | Unir naves a tablero    | 5,786       | 0,488       | 29,267       |
| 2,59                            | Inspección              | 3,217       | 0,271       | 16,270       |
| 0,43                            | Marcar perforación      | 0,535       | 0,045       | 2,706        |
| 0,47                            | Perforar                | 0,579       | 0,049       | 2,927        |
| 2,45                            | Perforar                | 3,049       | 0,257       | 15,420       |
| 2,37                            | Pintar perforaciones    | 2,943       | 0,248       | 14,885       |
| 0,92                            | Limpiar                 | 1,139       | 0,096       | 5,759        |
| 3,00                            | Empacar                 | 3,733       | 0,315       | 18,882       |
| <b>Tiempo total: 80.36 min.</b> |                         | <b>100%</b> | <b>8.43</b> | <b>505.8</b> |

Con este proceso de racionalización, se pretende evaluar las actividades que mayor porcentaje y tiempo utilizan, para tener en cuenta el mejoramiento de métodos de trabajo que permitan un mayor eficiencia de la actividad.

#### **8.2.1.4 Normalización**

En esta parte de normalización se pretende adecuar los procedimientos de manera tal que los operarios realicen sus actividades de igual forma cada vez que las desarrollen, utilizando el mejor método de movimientos encontrado y establecido.

Debido a que la toma de tiempos se hizo a partir de estar implantado la rutina de los movimientos para efectuar las operaciones de manera idéntica cada vez que se apliquen, son estos los usados como tiempos estándar.

Para validar y comprobar que las operaciones se realizan de la misma forma se realizó una segunda toma de tiempos por actividad, arrojando como resultado valores de tiempos muy similares a los tomado en la producción de un lote inicial.

#### **8.2.1.5 Balanceo de línea**

Con este balanceo de línea se trata de redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo en caso de que el balanceo así lo muestre.

UND / TURNO: aquí se muestra la cantidad de unidades que se pueden obtener por cada actividad durante un turno de 505.8 minutos.

Nº Operarios (%): este corresponde al nivel en porcentaje requerido de una disponibilidad total (100%) del tiempo en el turno del operario.

Turno: es el tiempo total que se le debe asignar a cada operario para el desarrollo de cada actividad, con el propósito de cumplir con el estándar de producción de unidades en el turno.

| <b>Tiempo (min)</b> | <b>Operación</b>     | <b>UND/TURNO<br/>Turno = 505.8<br/>min</b> | <b>Nº Operarios (%)</b> | <b>Turno Min.</b> |
|---------------------|----------------------|--|-------------------------|-------------------|
| 1,43                | Cortar               | 354,06                                     | 1,695                   | 8,571             |
| 1,43                | Cortar               | 354,06                                     | 1,695                   | 8,571             |
| 0,86                | Marcar con gramil    | 590,10                                     | 1,017                   | 5,143             |
| 1,43                | Despuntar            | 354,06                                     | 1,695                   | 8,571             |
| 2,14                | Doblar para chafar   | 236,04                                     | 2,542                   | 12,857            |
| 1,43                | Chafar               | 354,06                                     | 1,695                   | 8,571             |
| 2,29                | Doblar cerrar        | 221,29                                     | 2,711                   | 13,714            |
| 1,57                | Marcar para perforar | 321,87                                     | 1,864                   | 9,429             |
| 2,43                | Perforar             | 208,27                                     | 2,881                   | 14,571            |
| 1,43                | Pulir                | 354,06                                     | 1,695                   | 8,571             |
| 1,57                | Quitar rebaba        | 321,87                                     | 1,864                   | 9,429             |
| 3,95                | Cortar MDF           | 128,05                                     | 4,686                   | 23,700            |
| 0,33                | Cortar ángulos       | 1515,51                                    | 0,396                   | 2,003             |

|      |                          |         |        |        |
|------|--------------------------|---------|--------|--------|
| 1,34 | Cortar nave              | 376,76  | 1,593  | 8,055  |
| 0,31 | Cortar nave              | 1631,61 | 0,368  | 1,860  |
| 0,30 | Llevar a mesa de trabajo | 1686,00 | 0,356  | 1,800  |
| 3,26 | Pulir nave               | 155,33  | 3,863  | 19,538 |
| 0,33 | Marcar para perforar     | 1515,51 | 0,396  | 2,003  |
| 0,30 | Llevar a carpintería     | 1686,00 | 0,356  | 1,800  |
| 0,99 | Pulir ángulos            | 513,50  | 1,168  | 5,910  |
| 0,30 | Llevar a mesa de trabajo | 1686,00 | 0,356  | 1,800  |
| 0,25 | Llevar a metalmecánica   | 2023,20 | 0,297  | 1,500  |
| 1,79 | Perforar                 | 282,57  | 2,123  | 10,740 |
| 0,94 | Quitar rebaba            | 538,09  | 1,115  | 5,640  |
| 3,59 | Perforar ángulos         | 140,89  | 4,259  | 21,540 |
| 0,30 | Llevar a mesa de trabajo | 1686,00 | 0,356  | 1,800  |
| 3,24 | Remachar ángulos         | 156,35  | 3,837  | 19,410 |
| 5,28 | Cortar formica           | 95,80   | 6,263  | 31,680 |
| 9,97 | Aplicar pegante          | 50,73   | 11,827 | 59,820 |
| 1,25 | Cerrar obertura de nave  | 404,64  | 1,483  | 7,500  |
| 4,49 | Unir formica             | 112,78  | 5,320  | 26,910 |
| 0,67 | Quitar sobrante formica  | 760,60  | 0,789  | 3,990  |
| 1,74 | Quitar bordes de puntas  | 291,53  | 2,058  | 10,410 |
| 0,65 | Aplicar silicona         | 778,15  | 0,771  | 3,900  |
| 4,65 | Unir naves a tablero     | 108,77  | 5,516  | 27,900 |

|      |                      |         |       |        |
|------|----------------------|---------|-------|--------|
| 2,59 | Inspección           | 195,67  | 3,066 | 15,510 |
| 0,43 | Marcar perforación   | 1176,28 | 0,510 | 2,580  |
| 0,47 | Perforar             | 1087,74 | 0,552 | 2,790  |
| 2,45 | Perforar             | 206,45  | 2,906 | 14,700 |
| 2,37 | Pintar perforaciones | 213,87  | 2,805 | 14,190 |
| 0,92 | Limpiar              | 552,79  | 1,085 | 5,490  |
| 3,00 | Empacar              | 168,60  | 3,559 | 18,000 |

### 8.2.1.6 Estándares de mano de obra directa

Horas promedio trabajadas por turno:

De Lunes a Sábado se trabajan 8 horas diarias en las secciones de metalmecánica y soldadura. De Lunes a Viernes en las demás secciones se trabajan 9.5 horas.

Entonces tenemos:

$$W = \frac{(6\text{días})(7.75\text{hr}/\text{día}) + (5\text{días})(9.25\text{hr}/\text{día})}{11\text{días}}$$

$$W = 8.43 \text{ hr. / día}$$

Porcentaje de tiempo para necesidades y fatiga:

Desayuno 15 min = 0.25 hr.

Necesidades Fisiológicas 15 min = 0.25 hr.

Total de holguras 30 min = 0.5 hr.

P.R.A. = (0.5 hr. / 8.43 hr.)x100

**P.R.A. = 6%**

Horas no trabajadas por turno:

Descanso y Limpieza = 30 min

**N = 30 min.  $\cong$  0.5 hr.**

A continuación se procederán a calcular los estándares respectivos:

Número de unidades por lote:

**B = 10 unid / lote**

Número de operarios en la línea:

**C = 1**

Nota: debido a que el número de operarios encontrados en el balanceo de línea es menor a uno (1), entonces los operarios se especificarán por horas. (ver en la tabla de balanceo de línea).

Velocidad de la línea:

Este tiempo corresponde a la suma de las actividades comprendidas en el fabricación del producto.

**S = 80.36 min / und  $\cong$  0.0124 und / min**

Tiempo productivo de máquina: (TPM)

$$H = \frac{\frac{1}{S}(P.R.A.)(C)}{60}$$

$$H = \frac{\frac{1}{0.0124}(1.06)(1)}{60}$$

$$H = 1.424 \text{ hr} - \text{h/und}$$

Unidades producidas por cada hombre en el turno:

$$P = \frac{W}{H}$$

$$P = \frac{8.43 \text{ hr/turno}}{1.424 \text{ hr} - \text{h/und}}$$

$$P = 5.919 \text{ und/h} - \text{turno}$$

Hombres turno correspondientes al lote:

$$F = \frac{B}{P}$$

$$F = \frac{10 \text{ und/lote}}{5.919 \text{ und/h} - \text{turno}}$$

$$F = 1.689 \text{ h} - \text{turno/lote}$$

Horas – hombre por lote:

$$D = N \times F$$

$$D = (0.5hr) \times \left(1.689h - \frac{turno}{lote}\right)$$

$$D = 0.844hr - \frac{h}{lote}$$

Tiempo no trabajado: (TNT)

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{0.844hr - \frac{h}{lote}}{10und/lote}$$

$$A = 0.0844hr - \frac{h}{und}$$

Tiempo improductivo de máquina: (TIM)

$$TIM = (0.1) \times (TPM)$$

$$TIM = (0.1) \times \left(1.424hr - \frac{h}{und}\right)$$

$$TIM = 0.1424hr - \frac{h}{und}$$

Estándar de mano de obra directa:

$$STD. - MOD = TPM + TNT + TIM$$

$$STD. - MOD = 1.424 \text{ hr} - \text{h/und} + 0.0844 \text{ hr} - \text{h/und} + 0.1424 \text{ hr} - \text{h/und}$$

$$STD : -MOD = 1.6508 \text{ hr} - \text{h/und}$$

### 8.2.1.7 Costo de materia prima

| <b>Materiales</b>                                 | <b>Consumo para<br/>1 und.</b> | <b>Medida</b>   | <b>Costo * consumo<br/>1 unidad (\$)</b> |
|---|--------------------------------|-----------------|--|
| Nave pesada para baño<br>Anolock 120*240          | 4                              | metro           | 8.973,33                                 |
| Lámina de madera MDF<br>153*244 – 5.5 mm. Espesor | 9500.25                        | cm <sup>2</sup> | 6.689,26                                 |
| Remaches POP 5-4 anolock                          | 16                             | unidad          | 240                                      |
| Pegante AXW (bóxer)                               | 600                            | cc              | 2.488,8                                  |
| Lámina formica para pizarrón<br>122*244           | 9500.25                        | cm <sup>2</sup> | 6.705,51                                 |
| Silicona  | 50                             | mililitros      | 2.583,33                                 |
| Tornillos phillips 12*2"                          | 4                              | unidad          | 204                                      |
| Lamina cold roller caliber 22                     | 384                            | cm <sup>2</sup> | 558,43                                   |
| Tornillos 3/16*1" (cabeza<br>redonda)             | 3                              | unidad          | 96                                       |
| Tuerca de 3/16                                    | 3                              | unidad          | 249                                      |
| Pintura electrostática (marrón)                   | 5                              | gramos          | 39                                       |

|   |      |          |                    |
|---|------|----------|--------------------|
| Angulo de 1 ½*1/8"                            | 4    | cm       | 51,43              |
| Pegante AXW (bóxer)                           | 600  | cc       | 2.488,8            |
| <b><u>Insumos y materiales indirectos</u></b> |      |          |                    |
| Disolvente mil                                | 50   | ml       | 58,44              |
| Fosbond amc desoxidante                       | 85   | ml       | 348,06             |
| Gas propano * 100 libras                      | 0.31 | lb       | 85,25              |
| Fosbond 224 fosfatizante                      | 17   | kg       | 219,30             |
| Trapos  | 0.5  | unidades | 0,9                |
| <b>Total</b>                                  |      |          | <b>\$32.078,85</b> |

## 8.2.2 Producto 2: SILLA PARA PROFESOR TAPIZADA

### 8.2.2.1 Recopilación de tiempos (tiempos estándar)

Los tiempos tomados para la fabricación de estos productos se encuentran en minutos. Debido a que la mayoría de las actividades son muy cortas y son en su totalidad manuales fue necesario tomar un cronometraje continuo y así obtener el tiempo de cada elemento por promedio. Este consistió en iniciar el cronometraje de las actividades por lotes de unidades y después dividir el tiempo registrado al final de la actividad entre el número de unidades obtenidas.

| <b>Actividad</b>              | <b>Tiempo (min.)</b> |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>Juego de tubos 1"</b>      |                      |
| Rectificar perforaciones      | 0,46                 |
| Chafar perforaciones          | 0,36                 |
| Llevar a soldadura            | 0,17                 |
| Soldar estructura             | 3,00                 |
| Llevar a desengrase           | 0,16                 |
| Desengrasar                   | 1,00                 |
| Dejar en tanque de desengrase | 1,75                 |
| Aplicar químico sellador      | 1,20                 |
| Llevar a secado               | 0,16                 |
| Llevar a pintura              | 0,05                 |
| Pintar                        | 0,78                 |
| Colgar en el carro            | 0,65                 |
| Hornear pintura               | 0,63                 |
| Descolgar del carro           | 0,20                 |
| Colocar tapones               | 0,30                 |
| Llevar a ensamble             | 0,25                 |
| Ensamblar                     | 1,75                 |
| Inspección                    | 1,00                 |
| Empacar                       | 2,00                 |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| <b>Madera triplex 12mm - Espalda</b>  |       |
| Cortar lámina a 20 cm                 | 1,43  |
| Cortar lámina a 40 cm                 | 1,43  |
| Marcar                                | 0,30  |
| Despuntar                             | 0,20  |
| Perforar                              | 0,20  |
| Pulir                                 | 0,55  |
| <b>Madera triplex 123mm - Asiento</b> |       |
| Cortar lámina a 39.5 cm               | 1,43  |
| Cortar lámina a 34 cm                 | 1,43  |
| Marcar                                | 0,30  |
| Despuntar                             | 0,20  |
| Perforar                              | 0,20  |
| Pulir                                 | 0,55  |
| <b>Tapizado</b>                       |       |
| Cortar espuma                         | 5,00  |
| Pegar espuma a madera                 | 3,00  |
| Cortar tela                           | 20,00 |
| Cocer y pegar embono                  | 30,00 |
| Forrar y coser espaldar               | 10,00 |
| Forrar y grapar asiento               | 10,00 |
| Cortar hule                           | 3,00  |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Forrar parte inferior asiento | 5,00 |
| Pegar                         | 3,00 |

### 8.2.2.2 Racionalización

Dentro de este punto pretendemos mostrar un análisis detallado de los niveles de participación de cada actividad estudiada en medio de la elaboración de la silla para profesor tapizada, en términos de porcentaje y tiempo utilizados.

El porcentaje de participación consiste en dividir cada tiempo determinado para realizar una actividad específica, entre el tiempo total de fabricación del respectivo producto, multiplicado por 100.

El turno consiste en multiplicar cada uno de los porcentajes de participación de las actividades del trabajado producto, por 8.43 horas que es el tiempo promedio de labores dentro de la empresa.

| <b>Tiempo<br/>(min.)</b> | <b>Operación</b>              | <b>% de<br/>Participación</b> | <b>Turno<br/>(horas.)</b> | <b>Turno<br/>(min.)</b> |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                          | <b>Juego de tubos 1”</b>      |                               |                           |                         |
| 0,46                     | Rectificar perforaciones      | 0,407                         | 0,034                     | 2,057                   |
| 0,36                     | Chafar perforaciones          | 0,318                         | 0,027                     | 1,610                   |
| 0,17                     | Llevar a soldadura            | 0,150                         | 0,013                     | 0,760                   |
| 3,00                     | Soldar estructura             | 2,653                         | 0,224                     | 13,418                  |
| 0,16                     | Llevar a desengrase           | 0,141                         | 0,012                     | 0,716                   |
| 1,00                     | Desengrasar                   | 0,884                         | 0,075                     | 4,473                   |
| 1,75                     | Dejar en tanque de desengrase | 1,548                         | 0,130                     | 7,827                   |
| 1,20                     | Aplicar químico sellador      | 1,061                         | 0,089                     | 5,367                   |
| 0,16                     | Llevar a secado               | 0,141                         | 0,012                     | 0,716                   |
| 0,05                     | Llevar a pintura              | 0,044                         | 0,004                     | 0,224                   |
| 0,78                     | Pintar                        | 0,690                         | 0,058                     | 3,489                   |
| 0,65                     | Colgar en el carro            | 0,575                         | 0,048                     | 2,907                   |
| 0,63                     | Hornear pintura               | 0,553                         | 0,047                     | 2,795                   |
| 0,20                     | Descolgar del carro           | 0,177                         | 0,015                     | 0,895                   |
| 0,30                     | Colocar tapones               | 0,265                         | 0,022                     | 1,342                   |
| 0,25                     | Llevar a ensamble             | 0,221                         | 0,019                     | 1,118                   |
| 1,75                     | Ensamblar                     | 1,548                         | 0,130                     | 7,827                   |
| 1,00                     | Inspección                    | 0,884                         | 0,075                     | 4,473                   |
| 2,00                     | Empacar                       | 1,769                         | 0,149                     | 8,945                   |

|       |   |        |       |         |
|-------|---|--------|-------|---------|
|       | <b>Madera triplex 12mm –<br/>Espalda</b>  |        |       |         |
| 1,43  | Cortar lámina a 20 cm                     | 1,265  | 0,107 | 6,396   |
| 1,43  | Cortar lámina a 40 cm                     | 1,265  | 0,107 | 6,396   |
| 0,30  | Marcar                                    | 0,265  | 0,022 | 1,342   |
| 0,20  | Despuntar                                 | 0,177  | 0,015 | 0,895   |
| 0,20  | Perforar                                  | 0,177  | 0,015 | 0,895   |
| 0,55  | Pulir                                     | 0,486  | 0,041 | 2,460   |
|       | <b>Madera triplex 123mm –<br/>Asiento</b> |        |       |         |
| 1,43  | Cortar lámina a 39.5 cm                   | 1,265  | 0,107 | 6,396   |
| 1,43  | Cortar lámina a 34 cm                     | 1,265  | 0,107 | 6,396   |
| 0,30  | Marcar                                    | 0,265  | 0,022 | 1,342   |
| 0,20  | Despuntar                                 | 0,177  | 0,015 | 0,895   |
| 0,20  | Perforar                                  | 0,178  | 0,015 | 0,900   |
| 0,55  | Pulir                                     | 0,486  | 0,041 | 2,460   |
|       | <b>Tapizado</b>                           |        |       |         |
| 5,00  | Cortar espuma                             | 4,421  | 0,373 | 22,364  |
| 3,00  | Pegar espuma a madera                     | 2,653  | 0,224 | 13,418  |
| 20,00 | Cortar tela                               | 17,686 | 1,491 | 89,455  |
| 30,00 | Cocer y pegar embono                      | 26,529 | 2,236 | 134,182 |
| 10,00 | Forrar y coser espalda                    | 8,843  | 0,745 | 44,727  |
| 10,00 | Forrar y grapar asiento                   | 8,843  | 0,745 | 44,727  |

|                                  |                               |             |             |              |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| 3,00                             | Cortar hule                   | 2,653       | 0,224       | 13,418       |
| 5,00                             | Forrar parte inferior asiento | 4,421       | 0,373       | 22,364       |
| 3,00                             | Pegar                         | 2,653       | 0,224       | 13,418       |
| <b>Tiempo total: 113.09 min.</b> |                               | <b>100%</b> | <b>8.43</b> | <b>505.8</b> |

Con este proceso de racionalización, se pretende evaluar las actividades que mayor porcentaje y tiempo utilizan, para tener en cuenta el mejoramiento de métodos de trabajo que permitan un mayor eficiencia de la actividad.

#### **8.2.2.4 Normalización**

En esta parte de normalización se pretende adecuar los procedimientos de manera tal que los operarios realicen sus actividades de igual forma cada vez que las desarrollen, utilizando el mejor método de movimientos encontrado y establecido.

Debido a que la toma de tiempos se hizo a partir de estar implantado la rutina de los movimientos para efectuar las operaciones de manera idéntica cada vez que se apliquen, son estos los usados como tiempos estándar.

Para validar y comprobar que las operaciones se realizan de la misma forma se realizó una segunda toma de tiempos por actividad, arrojando como resultado

valores de tiempos muy similares a los tomados en la producción de un lote inicial.

### 8.2.2.5 Balanceo de línea

Con este balanceo de línea se trata de redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo en caso de que el balanceo así lo muestre.

UND / TURNO: aquí se muestra la cantidad de unidades que se pueden obtener por cada actividad durante un turno de 505.8 minutos.

Nº Operarios (%): este corresponde al nivel en porcentaje requerido de una disponibilidad total (100%) del tiempo en el turno del operario.

Turno: es el tiempo total que se le debe asignar a cada operario para el desarrollo de cada actividad, con el propósito de cumplir con el estándar de producción de unidades en el turno.

| Tiempo (min) | Operación                | UND/TURNO<br>Turno = 505.8<br>min | Nº Operarios (%) | Turno Min. |
|--------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------------|
|              | <b>Juego de tubos 1"</b> |                                   |                  |            |
| 0,46         | Rectificar perforaciones | 1099,565                          | 0,364            | 1,840      |
| 0,36         | Chafar perforaciones     | 1405,000                          | 0,285            | 1,440      |

|      |  |           |       |        |
|------|--|-----------|-------|--------|
| 0,17 | Llevar a soldadura                       | 2975,294  | 0,134 | 0,680  |
| 3,00 | Soldar estructura                        | 168,600   | 2,372 | 12,000 |
| 0,16 | Llevar a desengrase                      | 3161,250  | 0,127 | 0,640  |
| 1,00 | Desengrasar                              | 505,800   | 0,791 | 4,000  |
| 1,75 | Dejar en tanque de desengrase            | 289,029   | 1,384 | 7,000  |
| 1,20 | Aplicar químico sellador                 | 421,500   | 0,949 | 4,800  |
| 0,16 | Llevar a secado                          | 3161,250  | 0,127 | 0,640  |
| 0,05 | Llevar a pintura                         | 10116,000 | 0,040 | 0,200  |
| 0,78 | Pintar                                   | 648,462   | 0,617 | 3,120  |
| 0,65 | Colgar en el carro                       | 778,154   | 0,514 | 2,600  |
| 0,63 | Hornear pintura                          | 809,280   | 0,494 | 2,500  |
| 0,20 | Descolgar del carro                      | 2529,000  | 0,158 | 0,800  |
| 0,30 | Colocar tapones                          | 1686,000  | 0,237 | 1,200  |
| 0,25 | Llevar a ensamble                        | 2023,200  | 0,198 | 1,000  |
| 1,75 | Ensamblar                                | 289,029   | 1,384 | 7,000  |
| 1,00 | Inspección                               | 505,800   | 0,791 | 4,000  |
| 2,00 | Empacar                                  | 252,900   | 1,582 | 8,000  |
|      | <b>Madera triplex 12mm -<br/>Espalda</b> |           |       |        |
| 1,43 | Cortar lámina a 20 cm                    | 353,706   | 1,131 | 5,720  |
| 1,43 | Cortar lámina a 40 cm                    | 353,706   | 1,131 | 5,720  |
| 0,30 | Marcar                                   | 1686,000  | 0,237 | 1,200  |

|       |   |          |        |         |
|-------|---|----------|--------|---------|
| 0,20  | Despuntar                                 | 2529,000 | 0,158  | 0,800   |
| 0,20  | Perforar                                  | 2529,000 | 0,158  | 0,800   |
| 0,55  | Pulir                                     | 919,636  | 0,435  | 2,200   |
|       | <b>Madera triplex 123mm -<br/>Asiento</b> |          |        |         |
| 1,43  | Cortar lámina a 39.5 cm                   | 353,706  | 1,131  | 5,720   |
| 1,43  | Cortar lámina a 34 cm                     | 353,706  | 1,131  | 5,720   |
| 0,30  | Marcar                                    | 1686,000 | 0,237  | 1,200   |
| 0,20  | Despuntar                                 | 2529,000 | 0,158  | 0,800   |
| 0,20  | Perforar                                  | 2529,000 | 0,158  | 0,800   |
| 0,55  | Pulir                                     | 919,636  | 0,435  | 2,200   |
|       | <b>Tapizado</b>                           |          |        |         |
| 5,00  | Cortar espuma                             | 101,160  | 3,954  | 20,000  |
| 3,00  | Pegar espuma a madera                     | 168,600  | 2,372  | 12,000  |
| 20,00 | Cortar tela                               | 25,290   | 15,817 | 80,000  |
| 30,00 | Cocer y pegar embono                      | 16,860   | 23,725 | 120,000 |
| 10,00 | Forrar y coser espaldar                   | 50,580   | 7,908  | 40,000  |
| 10,00 | Forrar y grapar asiento                   | 50,580   | 7,908  | 40,000  |
| 3,00  | Cortar hule                               | 168,600  | 2,372  | 12,000  |
| 5,00  | Forrar parte inferior asiento             | 101,160  | 3,954  | 20,000  |
| 3,00  | Pegar                                     | 168,600  | 2,372  | 12,000  |

### 8.2.2.6 Estándares de mano de obra directa

Horas promedio trabajadas por turno:

Lunes a Sábado se trabajan 8 horas diarias en las secciones de metalmecánica y soldadura. De Lunes a Viernes en las demás secciones se trabajan 9.5 horas.

Entonces tenemos:

$$W = \frac{(6\text{días})(7.75\text{hr}/\text{día}) + (5\text{días})(9.25\text{hr}/\text{día})}{11\text{días}}$$

$$W = 8.43 \text{ hr. / día}$$

Porcentaje de tiempo para necesidades y fatiga:

$$\text{Desayuno} \quad 15 \text{ min} = 0.25 \text{ hr.}$$

$$\text{Necesidades Fisiológicas} \quad 15 \text{ min} = 0.25 \text{ hr.}$$

$$\text{Total de holguras} \quad 30 \text{ min} = 0.5 \text{ hr.}$$

$$\text{P.R.A.} \quad = (0.5 \text{ hr.} / 8.43 \text{ hr.}) \times 100$$

$$\text{P.R.A.} = 6\%$$

Horas no trabajadas por turno:

$$\text{Descanso y Limpieza} = 30 \text{ min}$$

$$N = 30 \text{ min.} \cong 0.5 \text{ hr.}$$

A continuación se procederán a calcular los estándares respectivos:

Número de unidades por lote:

$$B = 10 \text{ unid / lote}$$

Número de operarios en la línea:

$$C = 1$$

Nota: debido a que el número de operarios encontrados en el balanceo de línea es menor a uno (1), entonces los operarios se especificarán por horas. (ver en la tabla de balanceo de línea).

Velocidad de la línea:

Este tiempo corresponde a la suma de las actividades comprendidas en el fabricación del producto.

$$S = 113.09 \text{ min / und} \cong 0.00884 \text{ und / min}$$

Tiempo productivo de máquina: (TPM)

$$H = \frac{1}{S}(P.R.A.)(C)$$

$$H = \frac{1}{0.00884}(1.06)(1)$$

$$H = 1.998 \text{ hr} - \text{h/und}$$

Unidades producidas por cada hombre en el turno:

$$P = \frac{W}{H}$$

$$P = \frac{8.43 \text{ hr/turno}}{1.998 \text{ hr} - \text{h/und}}$$

$$P = 4.219 \text{ und/h} - \text{turno}$$

Hombres turno correspondientes al lote:

$$F = \frac{B}{P}$$

$$F = \frac{10 \text{und}/\text{lote}}{4.219 \text{und}/\text{h-turno}}$$

$$F = 2.37 \text{h-turno}/\text{lote}$$

Horas – hombre por lote:

$$D = N \times F$$

$$D = (0.5 \text{hr}) \times (2.37 \text{h-turno}/\text{lote})$$

$$D = 1.185 \text{hr-h}/\text{lote}$$

Tiempo no trabajado: (TNT)

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{1.185 \text{hr-h}/\text{lote}}{10 \text{und}/\text{lote}}$$

$$A = 0.1185 \text{hr-h}/\text{und}$$

Tiempo improductivo de máquina: (TIM)

$$TIM = (0.1) \times (TPM)$$

$$TIM = (0.1) \times (1.998 \text{ hr} - \text{h/und})$$

$$TIM = 0.1998 \text{ hr} - \text{h/und}$$

Estándar de mano de obra directa:

$$STD. - MOD = TPM + TNT + TIM$$

$$STD. - MOD = 1.998 \text{ hr} - \text{h/und} + 0.1185 \text{ hr} - \text{h/und} + 0.1998 \text{ hr} - \text{h/und}$$

$$STD : -MOD = 2.3163 \text{ hr} - \text{h/und}$$

### 8.2.2.7 Costo de materia prima

| <b>Materiales</b>                    | <b>Consumo para<br/>1 und.</b> | <b>Medida</b>   | <b>Costo * consumo<br/>1 unidad (\$)</b> |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|--|
| Juego de tubos de 1 pulg. C20        | 1                              | juego           | 4.615,00                                 |
| Hilo de Soldadura MIG                | 30                             | gramos          | 7,25                                     |
| Pintura electrostática               | 40                             | gramos          | 344,00                                   |
| Tapón plástico de 1 pulg.            | 4                              | unidad          | 108,00                                   |
| Lámina de triplex de 12mm<br>244x122 | 2143                           | Cm <sup>2</sup> | 1.570,67                                 |

|   |      |                 |                    |
|---|------|-----------------|--------------------|
| Tornillos Pupitre 1 1/2 x 1/4                 | 5    | unidad          | 235,00             |
| Tuerca Hexagonal de 1/4                       | 5    | unidad          | 450,00             |
| Guasa de Presión                              | 5    | unidad          | 30,00              |
| Lámina de espuma de 3mm rosada                | 2120 | Cm <sup>2</sup> | 694,51             |
| Tela escorial                                 | 3840 | Cm <sup>2</sup> | 7.560,34           |
| Hilo Haptan                                   | 20   | metros          | 72,00              |
| Pegante AXW (bóxer)                           | 10   | cc              | 41,48              |
| Embono plástico                               | 3    | metros          | 114,00             |
| <b><u>Insumos y materiales indirectos</u></b> |      |                 |                    |
| Sellador forince                              | 1    | ml              | 10,25              |
| Gas Propano                                   | 130  | gramos          | 79,44              |
| fosbond amc desoxidante                       | 19   | ml              | 78,72              |
| fosbond ar 224 fosfatizante                   | 20   | gramos          | 258,00             |
| CO2   | 30   | gramos          | 124,66             |
| Lija pulimetal No. 60                         | 2    | cm              | 172,00             |
| <b>Total</b>                                  |      |                 | <b>\$16.565,32</b> |

## 8.2.3 Producto 3: SILLA UNIVERSITARIA CON BANDEJA

### 8.2.3.1 Recopilación de tiempos (tiempos estándar)

Los tiempos tomados para la fabricación de estos productos se encuentran en minutos. Debido a que la mayoría de las actividades son muy cortas y son en su totalidad manuales fue necesario tomar un cronometraje continuo y así obtener el tiempo de cada elemento por promedio. Este consistió en iniciar el cronometraje de las actividades por lotes de unidades y después dividir el tiempo registrado al final de la actividad entre el número de unidades obtenidas.

| <b>Actividad</b>              | <b>Tiempo (min.)</b> |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>Juego de tubos 1". C20</b> |                      |
| Rectificar perforaciones      | 0,60                 |
| Chafar perforaciones          | 0,46                 |
| Llevar a soldadura            | 0,17                 |
| Soldar estructura             | 7,5                  |
| Perforar                      | 0,25                 |
| Chafar orificio               | 0,30                 |
| Llevar a desengrase           | 0,16                 |
| Desengrasar                   | 1,16                 |
| Dejar en tanque de desengrase | 1,75                 |

|  |       |
|--|-------|
| Aplicar químico sellador                 | 0,85  |
| Llevar a secado                          | 0,16  |
| Llevar a pintura                         | 0,05  |
| Pintar                                   | 2,00  |
| Colgar en el carro                       | 0,65  |
| Hornear pintura                          | 0,625 |
| Descolgar del carro                      | 0,20  |
| Poner tapones                            | 0,60  |
| Llevar a ensamble                        | 0,25  |
| Ensamblar                                | 2,35  |
| Inspección                               | 1,00  |
| Aforar                                   | 0.40  |
| <b>Lámina cold rolled. C22 – Bandeja</b> |       |
| Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>    | 0,86  |
| Cortar tiras                             | 0,32  |
| Marcar                                   | 1,28  |
| Despuntar                                | 1,14  |
| Doblar tres lados                        | 1,33  |
| Chafar tres lados                        | 0,51  |
| Doblar cuarto lado                       | 0,41  |
| Chafar cuarto lado                       | 0,20  |
| Doblar tres lados                        | 1,50  |

|   |      |
|---|------|
| Doblar cuarto lado                      | 1,70 |
| Llevar a soldadura                      | 0,17 |
| <b>Madera triplex 12mm - Brazo</b>      |      |
| Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>   | 0,56 |
| Cortar lámina 244x101.6 cm <sup>2</sup> | 0,24 |
| Cortar tiras 101.6x48 cm <sup>2</sup>   | 0,16 |
| Marcar                                  | 0,48 |
| Cortar y despuntar brazos               | 2,20 |
| Perforar                                | 0,25 |
| Avellanar                               | 0,20 |
| Pulir bordes                            | 0,98 |
| Pulir curva                             | 0,20 |
| Lijar bordes                            | 1,50 |
| Resanar                                 | 1,50 |
| Lijar partes resanadas                  | 1,00 |
| Llevar a pintura                        | 0,30 |
| Aplicar sellador a los bordes           | 0,15 |
| Secado                                  | 2,00 |
| Aplicar sellador a la superficie        | 0,40 |
| Llevar a carpintería                    | 0,30 |
| Lijar sellador                          | 1,30 |
| Llevar a pintura                        | 0,30 |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Aplicar laca a los bordes             | 0,16  |
| Aplicar laca a la superficie          | 0,50  |
| Llevar a ensamble                     | 0,20  |
| <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>      |       |
| Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup> | 0,275 |
| Cortar tira 244x20 cm <sup>2</sup>    | 0,18  |
| Marcar                                | 0,3   |
| Despuntar                             | 0,3   |
| Perforar                              | 0,2   |
| Avellanar                             | 0,18  |
| Pulir                                 | 0,62  |
| Lijar                                 | 1,30  |
| Resanar                               | 1,30  |
| Lijar partes resanadas                | 1,00  |
| Llevar a pintura                      | 0,30  |
| Aplicar sellador a los bordes         | 0,075 |
| Aplicar sellador a primer cara        | 0,225 |
| Aplicar sellador a segunda cara       | 0,225 |
| Llevar a carpintería                  | 0,30  |
| Lijar sellador                        | 1,80  |
| Llevar a pintura                      | 0,30  |
| Aplicar laca a los bordes             | 0,092 |

|   |       |
|---|-------|
| Aplicar laca a primer cara              | 0,275 |
| Aplicar laca a segunda cara             | 0,275 |
| Llevar a estampado                      | 0,10  |
| Estampar logotipo                       | 0,30  |
| Llevar a ensamble                       | 0,2   |
| <b>Triplex de 12mm – Asiento</b>        |       |
| Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>   | 0,56  |
| Cortar lámina 244x101.6 cm <sup>2</sup> | 0,22  |
| Cortar tiras 101.6 X 37 cm.             | 0,48  |
| Marcar                                  | 0,33  |
| Despuntar                               | 0,30  |
| Perforar                                | 0,20  |
| Pulir                                   | 0,65  |
| Lijar                                   | 1,40  |
| Resanar                                 | 0,85  |
| Lijar partes resanadas                  | 0,50  |
| Llevar a pintura                        | 0,30  |
| Aplicar sellador a los bordes           | 0,083 |
| Secado                                  | 2,00  |
| Aplicar sellador a superficie           | 0,35  |
| Secado                                  | 15,00 |
| Llevar a carpintería                    | 0,30  |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Lijar sellador            | 1,00  |
| Llevar a pintura          | 0,30  |
| Aplicar laca a los bordes | 0,10  |
| Secado                    | 3,00  |
| Aplicar laca a superficie | 0,45  |
| Secado                    | 30,00 |
| Llevar a ensamble         | 0,20  |

### 8.2.3.2 Racionalización

Dentro de este punto pretendemos mostrar un análisis detallado de los niveles de participación de cada actividad estudiada en medio de la elaboración de la silla universitaria con bandeja, en términos de porcentaje y tiempo utilizados.

El porcentaje de participación consiste en dividir cada tiempo determinado para realizar una actividad específica, entre el tiempo total de fabricación del respectivo producto, multiplicado por 100.

El turno consiste en multiplicar cada uno de los porcentajes de participación de las actividades del trabajado producto, por 8.43 horas que es el tiempo promedio de labores dentro de la empresa.

| <b>Tiempo<br/>(min.)</b> | <b>Operación</b>              | <b>% de<br/>Participación</b> | <b>Turno<br/>(horas.)</b> | <b>Turno<br/>(min.)</b> |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                          | <b>Juego de tubos 1". C20</b> |                               |                           |                         |
| 0,60                     | Rectificar perforaciones      | 0,96                          | 0,08                      | 4,86                    |
| 0,46                     | Chafar perforaciones          | 0,74                          | 0,06                      | 3,72                    |
| 0,17                     | Llevar a soldadura            | 0,27                          | 0,02                      | 1,38                    |
| 7,5                      | Soldar estructura             | 12,00                         | 1,01                      | 60,72                   |
| 0,25                     | Perforar                      | 0,40                          | 0,03                      | 2,02                    |
| 0,30                     | Chafar orificio               | 0,48                          | 0,04                      | 2,43                    |
| 0,16                     | Llevar a desengrase           | 0,26                          | 0,02                      | 1,30                    |
| 1,16                     | Desengrasar                   | 1,86                          | 0,16                      | 9,39                    |
| 1,75                     | Dejar en tanque de desengrase | 2,80                          | 0,24                      | 14,17                   |
| 0,85                     | Aplicar químico sellador      | 1,36                          | 0,11                      | 6,88                    |
| 0,16                     | Llevar a secado               | 0,26                          | 0,02                      | 1,30                    |
| 0,05                     | Llevar a pintura              | 0,08                          | 0,01                      | 0,40                    |
| 2,00                     | Pintar                        | 3,20                          | 0,27                      | 16,19                   |
| 0,65                     | Colgar en el carro            | 1,04                          | 0,09                      | 5,26                    |

|       |  |      |      |       |
|-------|--|------|------|-------|
| 0,625 | Hornear pintura                              | 1,00 | 0,08 | 5,06  |
| 0,20  | Descolgar del carro                          | 0,32 | 0,03 | 1,62  |
| 0,60  | Poner tapones                                | 0,96 | 0,08 | 4,86  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                            | 0,40 | 0,03 | 2,02  |
| 2,35  | Ensamblar                                    | 3,76 | 0,32 | 19,02 |
| 1,00  | Inspección                                   | 1,60 | 0,13 | 8,10  |
| 0.40  | Aforar                                       | 0,64 | 0,05 | 3,24  |
|       | <b>Lámina cold rolled. C22 –<br/>Bandeja</b> |      |      |       |
| 0,86  | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>        | 1,37 | 0,12 | 6,92  |
| 0,32  | Cortar tiras                                 | 0,51 | 0,04 | 2,58  |
| 1,28  | Marcar                                       | 2,04 | 0,17 | 10,31 |
| 1,14  | Despuntar                                    | 1,81 | 0,15 | 9,18  |
| 1,33  | Doblar tres lados                            | 2,12 | 0,18 | 10,71 |
| 0,51  | Chafar tres lados                            | 0,81 | 0,07 | 4,11  |
| 0,41  | Doblar cuarto lado                           | 0,65 | 0,06 | 3,30  |
| 0,20  | Chafar cuarto lado                           | 0,32 | 0,03 | 1,61  |
| 1,50  | Doblar tres lados                            | 2,39 | 0,20 | 12,08 |
| 1,70  | Doblar cuarto lado                           | 2,71 | 0,23 | 13,69 |
| 0,17  | Llevar a soldadura                           | 0,27 | 0,02 | 1,37  |
|       | <b>Madera triplex 12mm –<br/>Brazo</b>       |      |      |       |
| 0,56  | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>        | 0,90 | 0,08 | 4,53  |

|       |   |      |      |       |
|-------|---|------|------|-------|
| 0,24  | Cortar lámina 244x101.6 cm <sup>2</sup> | 0,38 | 0,03 | 1,94  |
| 0,16  | Cortar tiras 101.6x48 cm <sup>2</sup>   | 0,26 | 0,02 | 1,30  |
| 0,48  | Marcar                                  | 0,77 | 0,06 | 3,89  |
| 2,20  | Cortar y despuntar brazos               | 3,52 | 0,30 | 17,81 |
| 0,25  | Perforar                                | 0,40 | 0,03 | 2,02  |
| 0,20  | Avellanar                               | 0,32 | 0,03 | 1,62  |
| 0,98  | Pulir bordes                            | 1,57 | 0,13 | 7,93  |
| 0,20  | Pulir curva                             | 0,32 | 0,03 | 1,62  |
| 1,50  | Lijar bordes                            | 2,40 | 0,20 | 12,14 |
| 1,50  | Resanar                                 | 2,40 | 0,20 | 12,14 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                  | 1,60 | 0,13 | 8,10  |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,15  | Aplicar sellador a los bordes           | 0,24 | 0,02 | 1,21  |
| 0,40  | Aplicar sellador a la superficie        | 0,64 | 0,05 | 3,24  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                    | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 1,30  | Lijar sellador                          | 2,08 | 0,18 | 10,52 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,16  | Aplicar laca a los bordes               | 0,26 | 0,02 | 1,30  |
| 0,50  | Aplicar laca a la superficie            | 0,80 | 0,07 | 4,05  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                       | 0,32 | 0,03 | 1,62  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |      |      |       |
| 0,275 | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>   | 0,44 | 0,04 | 2,23  |

|       |                                    |      |      |       |
|-------|------------------------------------|------|------|-------|
| 0,18  | Cortar tira 244x20 cm <sup>2</sup> | 0,29 | 0,02 | 1,46  |
| 0,30  | Marcar                             | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,30  | Despuntar                          | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,20  | Perforar                           | 0,32 | 0,03 | 1,62  |
| 0,18  | Avellanar                          | 0,29 | 0,02 | 1,46  |
| 0,62  | Pulir                              | 0,99 | 0,08 | 5,02  |
| 1,30  | Lijar                              | 2,08 | 0,18 | 10,52 |
| 1,30  | Resanar                            | 2,08 | 0,18 | 10,52 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas             | 1,60 | 0,13 | 8,10  |
| 0,05  | Llevar a pintura                   | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,075 | Aplicar sellador a los bordes      | 0,12 | 0,01 | 0,61  |
| 0,225 | Aplicar sellador a primer cara     | 0,36 | 0,03 | 1,82  |
| 0,225 | Aplicar sellador a segunda cara    | 0,36 | 0,03 | 1,82  |
| 0,30  | Llevar a carpintería               | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 1,80  | Lijar sellador                     | 2,88 | 0,24 | 14,57 |
| 0,30  | Llevar a pintura                   | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,092 | Aplicar laca a los bordes          | 0,15 | 0,01 | 0,74  |
| 0,275 | Aplicar laca a primer cara         | 0,44 | 0,04 | 2,23  |
| 0,275 | Aplicar laca a segunda cara        | 0,44 | 0,04 | 2,23  |
| 0,66  | Llevar a estampado                 | 0,16 | 0,01 | 0,81  |
| 0,30  | Estampar logotipo                  | 0,48 | 0,04 | 2,43  |
| 0,02  | Llevar a ensamble                  | 0,32 | 0,03 | 1,62  |

|                                 | <b>Triplex de 12mm – Asiento</b>        |      |             |              |
|---------------------------------|---|------|-------------|--------------|
| 0,56                            | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>   | 0,89 | 0,08        | 4,51         |
| 0,22                            | Cortar lámina 244x101.6 cm <sup>2</sup> | 0,35 | 0,03        | 1,77         |
| 0,48                            | Cortar tiras 101.6 X 37 cm.             | 0,76 | 0,06        | 3,86         |
| 0,33                            | Marcar                                  | 0,53 | 0,04        | 2,66         |
| 0,30                            | Despuntar                               | 0,48 | 0,04        | 2,42         |
| 0,20                            | Perforar                                | 0,32 | 0,03        | 1,61         |
| 0,65                            | Pulir                                   | 1,03 | 0,09        | 5,23         |
| 1,40                            | Lijar                                   | 2,23 | 0,19        | 11,27        |
| 0,85                            | Resanar                                 | 1,35 | 0,11        | 6,84         |
| 0,50                            | Lijar partes resanadas                  | 0,80 | 0,07        | 4,03         |
| 0,30                            | Llevar a pintura                        | 0,48 | 0,04        | 2,42         |
| 0,083                           | Aplicar sellador a los bordes           | 0,13 | 0,01        | 0,67         |
| 0,35                            | Aplicar sellador a superficie           | 0,56 | 0,05        | 2,82         |
| 0,30                            | Llevar a carpintería                    | 0,48 | 0,04        | 2,42         |
| 1,00                            | Lijar sellador                          | 1,59 | 0,13        | 8,05         |
| 0,30                            | Llevar a pintura                        | 0,48 | 0,04        | 2,42         |
| 0,10                            | Aplicar laca a los bordes               | 0,16 | 0,01        | 0,81         |
| 0,45                            | Aplicar laca a superficie               | 0,72 | 0,06        | 3,62         |
| 0,2                             | Llevar a ensamble                       | 0,32 | 0,03        | 1,62         |
| <b>Tiempo total: 62.48 min.</b> |   |      | <b>8.43</b> | <b>505.8</b> |

Con este proceso de racionalización, se pretende evaluar las actividades que mayor porcentaje y tiempo utilizan, para tener en cuenta el mejoramiento de métodos de trabajo que permitan un mayor eficiencia de la actividad.

#### **8.2.3.4 Normalización**

En esta parte de normalización se pretende adecuar los procedimientos de manera tal que los operarios realicen sus actividades de igual forma cada vez que las desarrollen, utilizando el mejor método de movimientos encontrado y establecido.

Debido a que la toma de tiempos se hizo a partir de estar implantado la rutina de los movimientos para efectuar las operaciones de manera idéntica cada vez que se apliquen, son estos los usados como tiempos estándar.

Para validar y comprobar que las operaciones se realizan de la misma forma se realizó una segunda toma de tiempos por actividad, arrojando como resultado valores de tiempos muy similares a los tomado en la producción de un lote inicial.

### 8.2.3.5 Balanceo de línea

Con este balanceo de línea se trata de redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo en caso de que el balanceo así lo muestre.

UND / TURNO: aquí se muestra la cantidad de unidades que se pueden obtener por cada actividad durante un turno de 505.8 minutos.

Nº Operarios (%): este corresponde al nivel en porcentaje requerido de una disponibilidad total (100%) del tiempo en el turno del operario.

Turno: es el tiempo total que se le debe asignar a cada operario para el desarrollo de cada actividad, con el propósito de cumplir con el estándar de producción de unidades en el turno.

| <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Operación</b>              | <b>UND/TURNO<br/>Turno = 505.8<br/>min</b> | <b>Nº<br/>Operarios<br/>(%)</b> | <b>Turno<br/>Min.</b> |
|-------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
|                         | <b>Juego de tubos 1". C20</b> |  |                                 |                       |
| 0,60                    | Rectificar perforaciones      | 843,00                                     | 0,949                           | 4,800                 |
| 0,46                    | Chafar perforaciones          | 1099,57                                    | 0,728                           | 3,680                 |
| 0,17                    | Llevar a soldadura            | 2975,29                                    | 0,269                           | 1,360                 |
| 7,5                     | Soldar estructura             | 67,44                                      | 11,862                          | 60,000                |
| 0,25                    | Perforar                      | 2023,20                                    | 0,395                           | 2,000                 |
| 0,30                    | Chafar orificio               | 1686,00                                    | 0,474                           | 2,400                 |

|       |  |          |        |        |
|-------|--|----------|--------|--------|
| 0,16  | Llevar a desengrase                          | 3161,25  | 0,253  | 1,280  |
| 1,16  | Desengrasar                                  | 436,03   | 1,835  | 9,280  |
| 1,75  | Dejar en tanque de desengrase                | 289,03   | 2,768  | 14,000 |
| 0,85  | Aplicar químico sellador                     | 595,06   | 1,344  | 6,800  |
| 0,16  | Llevar a secado                              | 3161,25  | 0,253  | 1,280  |
| 0,05  | Llevar a pintura                             | 10116,00 | 0,079  | 0,400  |
| 2,00  | Pintar                                       | 252,90   | 3,163  | 16,000 |
| 0,65  | Colgar en el carro                           | 778,15   | 1,028  | 5,200  |
| 0,625 | Hornear pintura                              | 809,28   | 0,989  | 5,000  |
| 0,20  | Descolgar del carro                          | 2529,00  | 0,316  | 1,600  |
| 0,60  | Poner tapones                                | 843,00   | 0,949  | 4,800  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                            | 2023,20  | 0,395  | 2,000  |
| 2,35  | Ensamblar                                    | 215,23   | 3,717  | 18,800 |
| 1,00  | Inspección                                   | 505,80   | 1,582  | 8,000  |
| 0.40  | Aforar                                       | 1264,50  | 0,633  | 3,200  |
|       | <b>Lámina cold rolled. C22 –<br/>Bandeja</b> |          |        |        |
| 0,86  | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>        | 843,00   | 0,949  | 4,800  |
| 0,32  | Cortar tiras                                 | 1099,57  | 0,728  | 3,680  |
| 1,28  | Marcar                                       | 2975,29  | 0,269  | 1,360  |
| 1,14  | Despuntar                                    | 67,44    | 11,862 | 60,000 |
| 1,33  | Doblar tres lados                            | 2023,20  | 0,395  | 2,000  |

|      |   |         |       |        |
|------|---|---------|-------|--------|
| 0,51 | Chafar tres lados                       | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,41 | Doblar cuarto lado                      | 3161,25 | 0,253 | 1,280  |
| 0,20 | Chafar cuarto lado                      | 436,03  | 1,835 | 9,280  |
| 1,50 | Doblar tres lados                       | 289,03  | 2,768 | 14,000 |
| 1,70 | Doblar cuarto lado                      | 595,06  | 1,344 | 6,800  |
| 0,17 | Llevar a soldadura                      | 3161,25 | 0,253 | 1,280  |
|      | <b>Madera triplex 12mm – Brazo</b>      |         |       |        |
| 0,56 | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>   | 903,21  | 0,886 | 4,480  |
| 0,24 | Cortar lámina 244x101.6 cm <sup>2</sup> | 2107,50 | 0,380 | 1,920  |
| 0,16 | Cortar tiras 101.6x48 cm <sup>2</sup>   | 3161,25 | 0,253 | 1,280  |
| 0,48 | Marcar                                  | 1053,75 | 0,759 | 3,840  |
| 2,20 | Cortar y despuntar brazos               | 229,91  | 3,480 | 17,600 |
| 0,25 | Perforar                                | 2023,20 | 0,395 | 2,000  |
| 0,20 | Avellanar                               | 2529,00 | 0,316 | 1,600  |
| 0,98 | Pulir bordes                            | 516,12  | 1,550 | 7,840  |
| 0,20 | Pulir curva                             | 2529,00 | 0,316 | 1,600  |
| 1,50 | Lijar bordes                            | 337,20  | 2,372 | 12,000 |
| 1,50 | Resanar                                 | 337,20  | 2,372 | 12,000 |
| 1,00 | Lijar partes resanadas                  | 505,80  | 1,582 | 8,000  |
| 0,15 | Aplicar sellador a los bordes           | 3372,00 | 0,237 | 1,200  |
| 0,40 | Aplicar sellador a la superficie        | 1264,50 | 0,633 | 3,200  |
| 0,30 | Llevar a carpintería                    | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |

|       |                                       |         |       |        |
|-------|---------------------------------------|---------|-------|--------|
| 1,30  | Lijar sellador                        | 389,08  | 2,056 | 10,400 |
| 0,30  | Llevar a pintura                      | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,16  | Aplicar laca a los bordes             | 3161,25 | 0,253 | 1,280  |
| 0,50  | Aplicar laca a la superficie          | 1011,60 | 0,791 | 4,000  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                     | 2529,00 | 0,316 | 1,600  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>      |         |       |        |
| 0,275 | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup> | 1839,27 | 0,435 | 2,200  |
| 0,18  | Cortar tira 244x20 cm <sup>2</sup>    | 2810,00 | 0,285 | 1,440  |
| 0,30  | Marcar                                | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,30  | Despuntar                             | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,20  | Perforar                              | 2529,00 | 0,316 | 1,600  |
| 0,18  | Avellanar                             | 2810,00 | 0,285 | 1,440  |
| 0,62  | Pulir                                 | 815,81  | 0,981 | 4,960  |
| 1,30  | Lijar                                 | 389,08  | 2,056 | 10,400 |
| 1,30  | Resanar                               | 389,08  | 2,056 | 10,400 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                | 505,80  | 1,582 | 8,000  |
| 0,05  | Llevar a pintura                      | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,075 | Aplicar sellador a los bordes         | 6744,00 | 0,119 | 0,600  |
| 0,225 | Aplicar sellador a primer cara        | 2248,00 | 0,356 | 1,800  |
| 0,225 | Aplicar sellador a segunda cara       | 2248,00 | 0,356 | 1,800  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                  | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 1,80  | Lijar sellador                        | 281,00  | 2,847 | 14,400 |

|       |   |         |       |        |
|-------|---|---------|-------|--------|
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,092 | Aplicar laca a los bordes               | 5497,83 | 0,146 | 0,736  |
| 0,275 | Aplicar laca a primer cara              | 1839,27 | 0,435 | 2,200  |
| 0,275 | Aplicar laca a segunda cara             | 1839,27 | 0,435 | 2,200  |
| 0,10  | Llevar a estampado                      | 5058,00 | 0,158 | 0,800  |
| 0,30  | Estampar logotipo                       | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                       | 2529,00 | 0,316 | 1,600  |
|       | <b>Triplex de 12mm – Asiento</b>        |         |       |        |
| 0,56  | Cortar lámina 244x122 cm <sup>2</sup>   | 903,21  | 0,886 | 4,480  |
| 0,22  | Cortar lámina 244x101.6 cm <sup>2</sup> | 2299,09 | 0,348 | 1,760  |
| 0,48  | Cortar tiras 101.6 X 37 cm.             | 1053,75 | 0,759 | 3,840  |
| 0,33  | Marcar                                  | 1532,73 | 0,522 | 2,640  |
| 0,30  | Despuntar                               | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,20  | Perforar                                | 2529,00 | 0,316 | 1,600  |
| 0,65  | Pulir                                   | 778,15  | 1,028 | 5,200  |
| 1,40  | Lijar                                   | 361,29  | 2,214 | 11,200 |
| 0,85  | Resanar                                 | 595,06  | 1,344 | 6,800  |
| 0,50  | Lijar partes resanadas                  | 1011,60 | 0,791 | 4,000  |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |
| 0,083 | Aplicar sellador a los bordes           | 6093,98 | 0,131 | 0,664  |
| 0,35  | Aplicar sellador a superficie           | 1445,14 | 0,554 | 2,800  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                    | 1686,00 | 0,474 | 2,400  |

|      |                           |         |       |       |
|------|---------------------------|---------|-------|-------|
| 1,00 | Lijar sellador            | 505,80  | 1,582 | 8,000 |
| 0,30 | Llevar a pintura          | 1686,00 | 0,474 | 2,400 |
| 0,10 | Aplicar laca a los bordes | 5058,00 | 0,158 | 0,800 |
| 0,45 | Aplicar laca a superficie | 1124,00 | 0,712 | 3,600 |
| 0,20 | Llevar a ensamble         | 2529,00 | 0,316 | 1,600 |

### 8.2.5.6 Estándares de mano de obra directa

Horas promedio trabajadas por turno:

De Lunes a Sábado se trabajan 8 horas diarias en las secciones de metalmecánica y soldadura. De Lunes a Viernes en las demás secciones se trabajan 9.5 horas.

Entonces tenemos:

$$W = \frac{(6\text{días})(7.75\text{hr}/\text{día}) + (5\text{días})(9.25\text{hr}/\text{día})}{11\text{días}}$$

$$W = 8.43 \text{ hr. / día}$$

Porcentaje de tiempo para necesidades y fatiga:

Desayuno                      15 min = 0.25 hr.

Necesidades Fisiológicas 15 min = 0.25 hr.

Total de holguras            30 min = 0.5 hr.

$$\text{P.R.A.} = (0.5 \text{ hr.} / 8.43 \text{ hr.}) \times 100$$

$$\text{P.R.A.} = 6\%$$

Horas no trabajadas por turno:

Descanso y Limpieza = 30 min

**N** = 30 min.  $\cong$  0.5 hr.

A continuación se procederán a calcular los estándares respectivos:

Número de unidades por lote:

**B** = 10 unid / lote

Número de operarios en la línea:

**C** = 1

Nota: debido a que el número de operarios encontrados en el balanceo de línea es menor a uno (1), entonces los operarios se especificarán por horas. (ver en la tabla de balanceo de línea).

Velocidad de la línea:

Este tiempo corresponde a la suma de las actividades comprendidas en el fabricación del producto.

**S** = 62.48 min / und  $\cong$  0.016 und / min

Tiempo productivo de máquina: (TPM)

$$H = \frac{1}{S} (P.R.A.)(C)$$

$$H = \frac{1}{0.016} (1.06)(1)$$

$$H = 1.104 \text{ hr} - \text{h/und}$$

Unidades producidas por cada hombre en el turno:

$$P = \frac{W}{H}$$

$$P = \frac{8.43 \text{ hr/turno}}{1.104 \text{ hr} - \text{h/und}}$$

$$P = 7.635 \text{ und/h - turno}$$

Hombres turno correspondientes al lote:

$$F = \frac{B}{P}$$

$$F = \frac{10 \text{ und/lote}}{7.635 \text{ und/h - turno}}$$

$$F = 1.309 \text{ h - turno/lote}$$

Horas – hombre por lote:

$$D = N \times F$$

$$D = (0.5hr) \times \left(1.309h - \frac{turno}{lote}\right)$$

$$D = 0.654hr - \frac{h}{lote}$$

Tiempo no trabajado: (TNT)

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{0.654hr - \frac{h}{lote}}{10und/lote}$$

$$A = 0.0654hr - \frac{h}{und}$$

Tiempo improductivo de máquina: (TIM)

$$TIM = (0.1) \times (TPM)$$

$$TIM = (0.1) \times \left(1.104hr - \frac{h}{und}\right)$$

$$TIM = 0.1104hr - \frac{h}{und}$$

Estándar de mano de obra directa:

$$STD. - MOD = TPM + TNT + TIM$$

$$STD. - MOD = 1.104 \text{ hr} - \text{h/und} + 0.0654 \text{ hr} - \text{h/und} + 0.1104 \text{ hr} - \text{h/und}$$

$$STD : -MOD = 1.279 \text{ hr} - \text{h/und}$$

### 8.2.3.7 Costo de materia prima

| <b>Materiales</b>                                  | <b>Consumo para<br/>1 und.</b> | <b>Medida</b>   | <b>Costo * consumo<br/>1 unidad (\$)</b> |
|--|--------------------------------|-----------------|--|
| Juego de tubos de 1" C20 curvos                    | 1                              | juego           | 5.634,00                                 |
| tubo de 5/8 C 20 (viene dentro del juego de tubos) | 1                              | cm              | 0,00                                     |
| Lamina de Cold roller calibre C22 240 x 120        | 1828.75                        | cm <sup>2</sup> | 2.659,45                                 |
| lámina de triplex de 12mm 244 x 122                | 3248,25                        | cm <sup>2</sup> | 2.380,76                                 |
| Tornillo para Pupitre 1 1/2" x 1/4"                | 4                              | unidades        | 188,00                                   |
| Tornillo para carraje 1 1/2" x 1/4"                | 1                              | unidades        | 57,00                                    |
| Tornillo para carraje 2 1/2" x 1/4"                | 1                              | unidades        | 42,00                                    |
| Tuerca Hexagonal 1/4"                              | 6                              | unidades        | 90,00                                    |
| Tapón de Caucho interno 1"                         | 4                              | unidades        | 108,00                                   |
| Pintura en Polvo electrostática                    | 70                             | gramos          | 602,00                                   |
| Pintura laca transparente pigmentada               | 57                             | ml              | 333,22                                   |
| Pintura laca Ocre                                  | 6                              | ml              | 55,25                                    |

|   |       |          |                    |
|---|-------|----------|--------------------|
| Hilo de Soldadura MIG                         | 40    | gramos   | 9,67               |
| Tinta de PVC                                  | 3     | gramos   | 66,28              |
| Guasas de presión                             | 6     | unidades | 36,00              |
| <b><u>Insumos y materiales indirectos</u></b> |       |          |                    |
| Sellador lijable para madera                  | 57    | ml       | 316,22             |
| Sellador nitro forince                        | 1     | ml       | 10,25              |
| Disolvente thinner                            | 227   | ml       | 1,25               |
| Gas propano                                   | 0,31  | libras   | 85,25              |
| Fosbond amc desoxidante                       | 84    | ml       | 348,06             |
| Fosbond ar 224 fosfatizante                   | 17    | gramos   | 219,30             |
| Co2   | 0,093 | libras   | 173,91             |
| Lija pulimetal No. 60                         | 10    | cm       | 860,00             |
| Lija de agua No. 150                          | 13    | cm       | 15,09              |
| Lija de agua No. 220                          | 25    | cm       | 24,02              |
| Trapos  | 0,5   | gramos   | 0,90               |
| Emulsión gama screen                          | 0,2   | gramos   | 2,77               |
| Película stretch film                         | 6     | metros   | 238,20             |
| Disolvente mil                                | 0,75  | cc       | 2,70               |
| Sellador lijable para madera                  | 57    | ml       | 316,22             |
| <b>Total</b>                                  |       |          | <b>\$14.559,56</b> |

## 8.2.4 Producto 4: SILLA UNIVERSITARIA CON CRUCETA

### 8.2.4.1 Recopilación de tiempos (tiempos estándar)

Los tiempos tomados para la fabricación de estos productos se encuentran en minutos. Debido a que la mayoría de las actividades son muy cortas y son en su totalidad manuales fue necesario tomar un cronometraje continuo y así obtener el tiempo de cada elemento por promedio. Este consistió en iniciar el cronometraje de las actividades por lotes de unidades y después dividir el tiempo registrado al final de la actividad entre el número de unidades obtenidas.

| Actividad                     | Tiempo (min.) |
|-------------------------------|---------------|
| <b>Juego de tubos 1". C20</b> |               |
| Rectificar perforaciones      | 0,60          |
| Chafar perforaciones          | 0,46          |
| Llevar a soldadura            | 0,17          |
| Soldar estructura             | 9,50          |
| Perforar                      | 0,25          |
| Chafar orificio               | 0,30          |
| Llevar a desengrase           | 0,16          |
| Desengrasar                   | 1,00          |

|   |       |
|---|-------|
| Dejar en tanque de desengrase             | 1,40  |
| Aplicar químico sellador                  | 0,85  |
| Llevar a pintura                          | 0,05  |
| Pintar                                    | 1,20  |
| Colgar en el carro                        | 0,65  |
| Hornear pintura                           | 0,625 |
| Descolgar del carro                       | 0,20  |
| Poner tapones                             | 0,60  |
| Llevar a ensamble                         | 0,25  |
| Ensamblar                                 | 2,35  |
| Inspección                                | 1,00  |
| Aforar                                    | 0,40  |
| <b>Tubo 5/8". C20</b>                     |       |
| Troquelar                                 | 0,60  |
| Pulir extremos                            | 0,45  |
| <b>Madera triplex 12mm – Brazo</b>        |       |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>   | 0,56  |
| Cortar lámina 244 x 101.6 cm <sup>2</sup> | 0,24  |
| Cortar tiras 101.6 x 48 cm <sup>2</sup>   | 0,16  |
| Marcar                                    | 0,48  |
| Cortar y despuntar brazos                 | 2,20  |
| Perforar                                  | 0,25  |

|   |       |
|---|-------|
| Avellanar                               | 0,20  |
| Pulir bordes                            | 0,98  |
| Pulir curva                             | 0,20  |
| Lijar bordes                            | 1,50  |
| Resanar                                 | 1,50  |
| Lijar partes resanadas                  | 1,00  |
| Llevar a pintura                        | 0,30  |
| Aplicar sellador a los bordes           | 0,15  |
| Aplicar sellador a superficie           | 0,40  |
| Llevar a carpintería                    | 0,30  |
| Lijar sellador                          | 1,30  |
| Llevar a pintura                        | 0,30  |
| Aplicar laca a los bordes               | 0,16  |
| Aplicar laca a superficie               | 0,50  |
| Llevar a ensamble                       | 0,20  |
| <b>Triplex de 12mm – Espalda</b>        |       |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 0,275 |
| Cortar lámina 244 x 20 cm <sup>2</sup>  | 0,18  |
| Marcar                                  | 0,30  |
| Despuntar                               | 0,30  |
| Perforar                                | 0,20  |
| Avellanar                               | 0,18  |

|  |       |
|--|-------|
| Pulir                                      | 0,62  |
| Lijar                                      | 1,30  |
| Resanar                                    | 1,30  |
| Lijar partes resanadas                     | 1,00  |
| Llevar a pintura                           | 0,30  |
| Aplicar sellador a los bordes              | 0,75  |
| Aplicar sellador a cara 1                  | 0,225 |
| Aplicar sellador a cara 2                  | 0,225 |
| Llevar a carpintería                       | 0,30  |
| Lijar sellador                             | 1,80  |
| Llevar a pintura                           | 0,30  |
| Aplicar laca a los bordes                  | 0,092 |
| Aplicar laca a cara 1                      | 0,275 |
| Aplicar laca a cara 2                      | 0,275 |
| Llevar a estampado                         | 0,10  |
| Estampar logotipo                          | 0,30  |
| Llevar a ensamble                          | 0,20  |
| <b>Triplex de 12mm – Asiento</b>           |       |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>    | 0,028 |
| Cortar lámina 244 x 101.6 cm <sup>2</sup>  | 0,22  |
| Cortar tiras de 101.6 x 37 cm <sup>2</sup> | 0,48  |
| Marcar                                     | 0,33  |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Despuntar                     | 0,30  |
| Perforar                      | 0,20  |
| Pulir                         | 0,65  |
| Lijar                         | 1,40  |
| Resanar                       | 0,85  |
| Lijar partes resanadas        | 0,50  |
| Llevar a pintura              | 0,30  |
| Aplicar sellador a los bordes | 0,083 |
| Aplicar sellador a superficie | 0,35  |
| Llevar a carpintería          | 0,30  |
| Lijar sellador                | 1,00  |
| Llevar a pintura              | 0,30  |
| Aplica laca a los bordes      | 0,10  |
| Aplicar laca a superficie     | 0,45  |
| Llevar a ensamble             | 0,20  |

### 8.2.4.2 Racionalización

Dentro de este punto pretendemos mostrar un análisis detallado de los niveles de participación de cada actividad estudiada en medio de la elaboración de la silla universitaria con cruceta, en términos de porcentaje y tiempo utilizados.

El porcentaje de participación consiste en dividir cada tiempo determinado para realizar una actividad específica, entre el tiempo total de fabricación del respectivo producto, multiplicado por 100.

El turno consiste en multiplicar cada uno de los porcentajes de participación de las actividades del trabajado producto, por 8.43 horas que es el tiempo promedio de labores dentro de la empresa.

| <b>Tiempo (min.)</b> | <b>Operación</b>              | <b>% de Participación</b> | <b>Turno (horas.)</b> | <b>Turno (min.)</b> |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|
|                      | <b>Juego de tubos 1". C20</b> |                           |                       |                     |
| 0,60                 | Rectificar perforaciones      | 1,10                      | 0,09                  | 5,54                |
| 0,46                 | Chafar perforaciones          | 0,84                      | 0,07                  | 4,25                |
| 0,17                 | Llevar a soldadura            | 0,31                      | 0,03                  | 1,57                |
| 9,50                 | Soldar estructura             | 17,34                     | 1,46                  | 87,71               |
| 0,25                 | Perforar                      | 0,46                      | 0,04                  | 2,31                |
| 0,30                 | Chafar orificio               | 0,55                      | 0,05                  | 2,77                |

|       |   |      |      |       |
|-------|---|------|------|-------|
| 0,16  | Llevar a desengrase                       | 0,29 | 0,02 | 1,48  |
| 1,00  | Desengrasar                               | 1,83 | 0,15 | 9,23  |
| 1,40  | Dejar en tanque de desengrase             | 2,56 | 0,22 | 12,93 |
| 0,85  | Aplicar químico sellador                  | 1,55 | 0,13 | 7,85  |
| 0,05  | Llevar a pintura                          | 0,09 | 0,01 | 0,46  |
| 1,20  | Pintar                                    | 2,19 | 0,18 | 11,08 |
| 0,65  | Colgar en el carro                        | 1,19 | 0,10 | 6,00  |
| 0,625 | Hornear pintura                           | 1,14 | 0,10 | 5,77  |
| 0,20  | Descolgar del carro                       | 0,37 | 0,03 | 1,85  |
| 0,60  | Poner tapones                             | 1,10 | 0,09 | 5,54  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                         | 0,46 | 0,04 | 2,31  |
| 2,35  | Ensamblar                                 | 4,29 | 0,36 | 21,70 |
| 1,00  | Inspección                                | 1,83 | 0,15 | 9,23  |
| 0,40  | Aforar                                    | 0,73 | 0,06 | 3,69  |
|       | <b>Tubo 5/8". C20</b>                     |      |      |       |
| 0,60  | Troquelar                                 | 1,10 | 0,09 | 5,54  |
| 0,45  | Pulir extremos                            | 0,82 | 0,07 | 4,15  |
|       | <b>Madera triplex 12mm -<br/>Brazo</b>    |      |      |       |
| 0,56  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>   | 1,02 | 0,09 | 5,17  |
| 0,24  | Cortar lámina 244 x 101.6 cm <sup>2</sup> | 0,44 | 0,04 | 2,22  |
| 0,16  | Cortar tiras 101.6 x 48 cm <sup>2</sup>   | 0,29 | 0,02 | 1,48  |

|       |   |      |      |       |
|-------|---|------|------|-------|
| 0,48  | Marcar                                  | 0,88 | 0,07 | 4,43  |
| 2,20  | Cortar y despuntar brazos               | 4,02 | 0,34 | 20,31 |
| 0,25  | Perforar                                | 0,46 | 0,04 | 2,31  |
| 0,20  | Avellanar                               | 0,37 | 0,03 | 1,85  |
| 0,98  | Pulir bordes                            | 1,79 | 0,15 | 9,05  |
| 0,20  | Pulir curva                             | 0,37 | 0,03 | 1,85  |
| 1,50  | Lijar bordes                            | 2,74 | 0,23 | 13,85 |
| 1,50  | Resanar                                 | 2,74 | 0,23 | 13,85 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                  | 1,83 | 0,15 | 9,23  |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,55 | 0,05 | 2,77  |
| 0,15  | Aplicar sellador a los bordes           | 0,27 | 0,02 | 1,38  |
| 0,40  | Aplicar sellador a superficie           | 0,73 | 0,06 | 3,69  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                    | 0,55 | 0,05 | 2,77  |
| 1,30  | Lijar sellador                          | 2,37 | 0,20 | 12,00 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,55 | 0,05 | 2,77  |
| 0,16  | Aplicar laca a los bordes               | 0,29 | 0,02 | 1,48  |
| 0,50  | Aplicar laca a superficie               | 0,91 | 0,08 | 4,62  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                       | 0,37 | 0,03 | 1,85  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |      |      |       |
| 0,275 | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 0,50 | 0,04 | 2,54  |
| 0,18  | Cortar lámina 244 x 20 cm <sup>2</sup>  | 0,33 | 0,03 | 1,66  |
| 0,30  | Marcar                                  | 0,55 | 0,05 | 2,77  |

|       |   |      |       |       |
|-------|---|------|-------|-------|
| 0,30  | Despuntar                               | 0,55 | 0,05  | 2,77  |
| 0,20  | Perforar                                | 0,37 | 0,03  | 1,85  |
| 0,18  | Avellanar                               | 0,33 | 0,03  | 1,66  |
| 0,62  | Pulir                                   | 1,13 | 0,10  | 5,72  |
| 1,30  | Lijar                                   | 2,37 | 0,20  | 12,00 |
| 1,30  | Resanar                                 | 2,37 | 0,20  | 12,00 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                  | 1,83 | 0,15  | 9,23  |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,55 | 0,05  | 2,77  |
| 0,75  | Aplicar sellador a los bordes           | 1,37 | 0,12  | 6,92  |
| 0,225 | Aplicar sellador a cara 1               | 0,41 | 0,03  | 2,08  |
| 0,225 | Aplicar sellador a cara 2               | 0,41 | 0,03  | 2,08  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                    | 0,55 | 0,05  | 2,77  |
| 1,80  | Lijar sellador                          | 3,29 | 0,28  | 16,62 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,55 | 0,05  | 2,77  |
| 0,092 | Aplicar laca a los bordes               | 0,17 | 0,01  | 0,85  |
| 0,275 | Aplicar laca a cara 1                   | 0,50 | 0,04  | 2,54  |
| 0,275 | Aplicar laca a cara 2                   | 0,50 | 0,04  | 2,54  |
| 0,10  | Llevar a estampado                      | 0,18 | 0,02  | 0,92  |
| 0,30  | Estampar logotipo                       | 0,55 | 0,05  | 2,77  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                       | 0,37 | 0,03  | 1,85  |
|       | <b>Triplex de 12mm – Asiento</b>        |      |       |       |
| 0,028 | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 0,05 | 0,004 | 0,26  |

|                                  |  |      |             |              |
|----------------------------------|--|------|-------------|--------------|
| 0,22                             | Cortar lámina 244 x 101.6 cm <sup>2</sup>  | 0,40 | 0,03        | 2,03         |
| 0,48                             | Cortar tiras de 101.6 x 37 cm <sup>2</sup> | 0,88 | 0,07        | 4,43         |
| 0,33                             | Marcar                                     | 0,60 | 0,05        | 3,05         |
| 0,30                             | Despuntar                                  | 0,55 | 0,05        | 2,77         |
| 0,20                             | Perforar                                   | 0,37 | 0,03        | 1,85         |
| 0,65                             | Pulir                                      | 1,19 | 0,10        | 6,00         |
| 1,40                             | Lijar                                      | 2,56 | 0,22        | 12,93        |
| 0,85                             | Resanar                                    | 1,55 | 0,13        | 7,85         |
| 0,50                             | Lijar partes resanadas                     | 0,91 | 0,08        | 4,62         |
| 0,30                             | Llevar a pintura                           | 0,55 | 0,05        | 2,77         |
| 0,083                            | Aplicar sellador a los bordes              | 0,15 | 0,01        | 0,77         |
| 0,35                             | Aplicar sellador a superficie              | 0,64 | 0,05        | 3,23         |
| 0,30                             | Llevar a carpintería                       | 0,55 | 0,05        | 2,77         |
| 1,00                             | Lijar sellador                             | 1,83 | 0,15        | 9,23         |
| 0,30                             | Llevar a pintura                           | 0,55 | 0,05        | 2,77         |
| 0,10                             | Aplica laca a los bordes                   | 0,18 | 0,02        | 0,92         |
| 0,45                             | Aplicar laca a superficie                  | 0,82 | 0,07        | 4,15         |
| 0,20                             | Llevar a ensamble                          | 0,37 | 0,03        | 1,85         |
| <b>Tiempo total: 54.783 min.</b> |  |      | <b>8.43</b> | <b>505.8</b> |

Con este proceso de racionalización, se pretende evaluar las actividades que mayor porcentaje y tiempo utilizan, para tener en cuenta el mejoramiento de métodos de trabajo que permitan un mayor eficiencia de la actividad.

#### **8.2.4.4 Normalización**

En esta parte de normalización se pretende adecuar los procedimientos de manera tal que los operarios realicen sus actividades de igual forma cada vez que las desarrollen, utilizando el mejor método de movimientos encontrado y establecido.

Debido a que la toma de tiempos se hizo a partir de estar implantado la rutina de los movimientos para efectuar las operaciones de manera idéntica cada vez que se apliquen, son estos los usados como tiempos estándar.

Para validar y comprobar que las operaciones se realizan de la misma forma se realizó una segunda toma de tiempos por actividad, arrojando como resultado valores de tiempos muy similares a los tomado en la producción de un lote inicial.

### 8.2.4.5 Balanceo de línea

Con este balanceo de línea se trata de redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo en caso de que el balanceo así lo muestre.

UND / TURNO: aquí se muestra la cantidad de unidades que se pueden obtener por cada actividad durante un turno de 505.8 minutos.

Nº Operarios (%): este corresponde al nivel en porcentaje requerido de una disponibilidad total (100%) del tiempo en el turno del operario.

Turno: es el tiempo total que se le debe asignar a cada operario para el desarrollo de cada actividad, con el propósito de cumplir con el estándar de producción de unidades en el turno.

| <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Operación</b>              | <b>UND/TURNO<br/>Turno = 505.8<br/>min</b> | <b>Nº<br/>Operarios<br/>(%)</b> | <b>Turno<br/>Min.</b> |
|-------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
|                         | <b>Juego de tubos 1". C20</b> |  |                                 |                       |
| 0,60                    | Rectificar perforaciones      | 843,000                                    | 1,186                           | 6,000                 |
| 0,46                    | Chafar perforaciones          | 1099,565                                   | 0,909                           | 4,600                 |
| 0,17                    | Llevar a soldadura            | 2975,294                                   | 0,336                           | 1,700                 |
| 9,50                    | Soldar estructura             | 53,242                                     | 18,782                          | 95,000                |
| 0,25                    | Perforar                      | 2023,200                                   | 0,494                           | 2,500                 |

|       |   |           |       |        |
|-------|---|-----------|-------|--------|
| 0,30  | Chafar orificio                         | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 0,16  | Llevar a desengrase                     | 3161,250  | 0,316 | 1,600  |
| 1,00  | Desengrasar                             | 505,800   | 1,977 | 10,000 |
| 1,40  | Dejar en tanque de desengrase           | 361,286   | 2,768 | 14,000 |
| 0,85  | Aplicar químico sellador                | 595,059   | 1,681 | 8,500  |
| 0,16  | Llevar a secado                         | 3161,250  | 0,316 | 1,600  |
| 0,05  | Llevar a pintura                        | 10116,000 | 0,099 | 0,500  |
| 1,20  | Pintar                                  | 421,500   | 2,372 | 12,000 |
| 0,65  | Colgar en el carro                      | 778,154   | 1,285 | 6,500  |
| 0,625 | Hornear pintura                         | 809,280   | 1,236 | 6,250  |
| 0,20  | Descolgar del carro                     | 2529,000  | 0,395 | 2,000  |
| 0,60  | Poner tapones                           | 843,000   | 1,186 | 6,000  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                       | 2023,200  | 0,494 | 2,500  |
| 2,35  | Ensamblar                               | 215,234   | 4,646 | 23,500 |
| 1,00  | Inspección                              | 505,800   | 1,977 | 10,000 |
| 0,40  | Aforar                                  | 1264,500  | 0,791 | 4,000  |
|       | <b>Tubo 5/8". C20</b>                   |           |       |        |
| 0,60  | Troquelar                               | 843,000   | 1,186 | 6,000  |
| 0,45  | Pulir extremos                          | 1124,000  | 0,890 | 4,500  |
|       | <b>Madera triplex 12mm -<br/>Brazo</b>  |           |       |        |
| 0,56  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 903,214   | 1,107 | 5,600  |

|       |   |          |       |        |
|-------|---|----------|-------|--------|
| 0,24  | Cortar lámina 244 x 101.6 cm <sup>2</sup> | 2107,500 | 0,474 | 2,400  |
| 0,16  | Cortar tiras 101.6 x 48 cm <sup>2</sup>   | 3161,250 | 0,316 | 1,600  |
| 0,48  | Marcar                                    | 1053,750 | 0,949 | 4,800  |
| 2,20  | Cortar y despuntar brazos                 | 229,909  | 4,350 | 22,000 |
| 0,25  | Perforar                                  | 2023,200 | 0,494 | 2,500  |
| 0,20  | Avellanar                                 | 2529,000 | 0,395 | 2,000  |
| 0,98  | Pulir bordes                              | 516,122  | 1,938 | 9,800  |
| 0,20  | Pulir curva                               | 2529,000 | 0,395 | 2,000  |
| 1,50  | Lijar bordes                              | 337,200  | 2,966 | 15,000 |
| 1,50  | Resanar                                   | 337,200  | 2,966 | 15,000 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                    | 505,800  | 1,977 | 10,000 |
| 0,15  | Aplicar sellador a los bordes             | 3372,000 | 0,297 | 1,500  |
| 0,40  | Aplicar sellador a superficie             | 1264,500 | 0,791 | 4,000  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                      | 1686,000 | 0,593 | 3,000  |
| 1,30  | Lijar sellador                            | 389,077  | 2,570 | 13,000 |
| 0,30  | Llevar a pintura                          | 1686,000 | 0,593 | 3,000  |
| 0,16  | Aplicar laca a los bordes                 | 3161,250 | 0,316 | 1,600  |
| 0,50  | Aplicar laca a superficie                 | 1011,600 | 0,989 | 5,000  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                         | 2529,000 | 0,395 | 2,000  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>          |          |       |        |
| 0,275 | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>   | 1839,273 | 0,544 | 2,750  |
| 0,18  | Cortar lámina 244 x 20 cm <sup>2</sup>    | 2810,000 | 0,356 | 1,800  |

|       |   |           |       |        |
|-------|---|-----------|-------|--------|
| 0,30  | Marcar                                  | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 0,30  | Despuntar                               | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 0,20  | Perforar                                | 2529,000  | 0,395 | 2,000  |
| 0,18  | Avellanar                               | 2810,000  | 0,356 | 1,800  |
| 0,62  | Pulir                                   | 815,806   | 1,226 | 6,200  |
| 1,30  | Lijar                                   | 389,077   | 2,570 | 13,000 |
| 1,30  | Resanar                                 | 389,077   | 2,570 | 13,000 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                  | 505,800   | 1,977 | 10,000 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 0,75  | Aplicar sellador a los bordes           | 674,400   | 1,483 | 7,500  |
| 0,225 | Aplicar sellador a cara 1               | 2248,000  | 0,445 | 2,250  |
| 0,225 | Aplicar sellador a cara 2               | 2248,000  | 0,445 | 2,250  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                    | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 1,80  | Lijar sellador                          | 281,000   | 3,559 | 18,000 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 0,092 | Aplicar laca a los bordes               | 5497,826  | 0,182 | 0,920  |
| 0,275 | Aplicar laca a cara 1                   | 1839,273  | 0,544 | 2,750  |
| 0,275 | Aplicar laca a cara 2                   | 1839,273  | 0,544 | 2,750  |
| 0,10  | Llevar a estampado                      | 5058,000  | 0,198 | 1,000  |
| 0,30  | Estampar logotipo                       | 1686,000  | 0,593 | 3,000  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                       | 2529,000  | 0,395 | 2,000  |
|       | <b>Triplex de 12mm – Asiento</b>        |           |       |        |
| 0,028 | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 18064,286 | 0,055 | 0,280  |

|       |  |          |       |        |
|-------|--|----------|-------|--------|
| 0,22  | Cortar lámina 244 x 101.6 cm <sup>2</sup>  | 2299,091 | 0,435 | 2,200  |
| 0,48  | Cortar tiras de 101.6 x 37 cm <sup>2</sup> | 1053,750 | 0,949 | 4,800  |
| 0,33  | Marcar                                     | 1532,727 | 0,652 | 3,300  |
| 0,30  | Despuntar                                  | 1686,000 | 0,593 | 3,000  |
| 0,20  | Perforar                                   | 2529,000 | 0,395 | 2,000  |
| 0,65  | Pulir                                      | 778,154  | 1,285 | 6,500  |
| 1,40  | Lijar                                      | 361,286  | 2,768 | 14,000 |
| 0,85  | Resanar                                    | 595,059  | 1,681 | 8,500  |
| 0,50  | Lijar partes resanadas                     | 1011,600 | 0,989 | 5,000  |
| 0,30  | Llevar a pintura                           | 1686,000 | 0,593 | 3,000  |
| 0,083 | Aplicar sellador a los bordes              | 6093,976 | 0,164 | 0,830  |
| 0,35  | Aplicar sellador a superficie              | 1445,143 | 0,692 | 3,500  |
| 0,30  | Llevar a carpintería                       | 1686,000 | 0,593 | 3,000  |
| 1,00  | Lijar sellador                             | 505,800  | 1,977 | 10,000 |
| 0,30  | Llevar a pintura                           | 1686,000 | 0,593 | 3,000  |
| 0,10  | Aplica laca a los bordes                   | 5058,000 | 0,198 | 1,000  |
| 0,45  | Aplicar laca a superficie                  | 1124,000 | 0,890 | 4,500  |
| 0,20  | Llevar a ensamble                          | 2529,000 | 0,395 | 2,000  |

### 8.2.4.6 Estándares de mano de obra directa

Horas promedio trabajadas por turno:

De Lunes a Sábado se trabajan 8 horas diarias en las secciones de metalmecánica y soldadura. De Lunes a Viernes en las demás secciones se trabajan 9.5 horas.

Entonces tenemos:

$$W = \frac{(6\text{días})(7.75\text{hr}/\text{día}) + (5\text{días})(9.25\text{hr}/\text{día})}{11\text{días}}$$

$$W = 8.43 \text{ hr. / día}$$

Porcentaje de tiempo para necesidades y fatiga:

Desayuno                      15 min = 0.25 hr.

Necesidades Fisiológicas 15 min = 0.25 hr.

Total de holguras            30 min = 0.5 hr.

P.R.A.                                = (0.5 hr. / 8.43 hr.)x100

**P.R.A. = 6%**

Horas no trabajadas por turno:

Descanso y Limpieza = 30 min

**N = 30 min. ≅ 0.5 hr.**

A continuación se procederán a calcular los estándares respectivos:

Número de unidades por lote:

$$B = 10 \text{ unid / lote}$$

Número de operarios en la línea:

$$C = 1$$

Nota: debido a que el número de operarios encontrados en el balanceo de línea es menor a uno (1), entonces los operarios se especificarán por horas. (ver en la tabla de balanceo de línea).

Velocidad de la línea:

Este tiempo corresponde a la suma de las actividades comprendidas en el fabricación del producto.

$$S = 54.783 \text{ min / und} \cong 0.0182 \text{ und / min}$$

Tiempo productivo de máquina: (TPM)

$$H = \frac{1}{S} \frac{(P.R.A.)(C)}{60}$$

$$H = \frac{1}{0.0182} \frac{(1.06)(1)}{60}$$

$$H = 0.97 \text{ hr} - h / \text{und}$$

Unidades producidas por cada hombre en el turno:

$$P = \frac{W}{H}$$

$$P = \frac{8.43 \text{ hr/turno}}{0.97 \text{ hr-h/und}}$$

$$P = 8.69 \text{ und/h-turno}$$

Hombres turno correspondientes al lote:

$$F = \frac{B}{P}$$

$$F = \frac{10 \text{ und/lote}}{8.69 \text{ und/h-turno}}$$

$$F = 1.1507 \text{ h-turno/lote}$$

Horas – hombre por lote:

$$D = N \times F$$

$$D = (0.5 \text{ hr}) \times (1.1507 \text{ h-turno/lote})$$

$$D = 0.575 \text{ hr-h/lote}$$

Tiempo no trabajado: (TNT)

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{0.575 \text{ hr} - h/\text{lote}}{10 \text{ und}/\text{lote}}$$

$$A = 0.0575 \text{ hr} - h/\text{und}$$

Tiempo improductivo de máquina: (TIM)

$$TIM = (0.1) \times (TPM)$$

$$TIM = (0.1) \times (0.97 \text{ hr} - h/\text{und})$$

$$TIM = 0.097 \text{ hr} - h/\text{und}$$

Estándar de mano de obra directa:

$$STD. - MOD = TPM + TNT + TIM$$

$$STD. - MOD = 0.97 \text{ hr} - h/\text{und} + 0.0575 \text{ hr} - h/\text{und} + 0.097 \text{ hr} - h/\text{und}$$

$$STD : -MOD = 1.1245 \text{ hr} - h/\text{und}$$

### 8.2.4.7 Costo de materia prima

| <b>Materiales</b>                             | <b>Consumo para<br/>1 und.</b> | <b>Medida</b>   | <b>Costo * consumo<br/>1 unidad (\$)</b> |
|---|--------------------------------|-----------------|--|
| Juego de tubos de 1" C20 curvos               | 1                              | juego           | 5.634,00                                 |
| tubo de 5/8 C 20                              | 2                              | cm              | 0,00                                     |
| lámina de triplex de 12mm 244 x 122           | 3248,25                        | cm <sup>2</sup> | 2.380,76                                 |
| Tornillo para Pupitre 1 1/2" x 1/4"           | 4                              | unidades        | 188,00                                   |
| Tornillo para carraje 1 1/2" x 1/4"           | 1                              | unidades        | 57,00                                    |
| Tornillo para carraje 2 1/2" x 1/4"           | 1                              | unidades        | 42,00                                    |
| Tuerca Hexagonal 1/4"                         | 6                              | unidades        | 90,00                                    |
| Tapón de Caucho interno 1"                    | 4                              | unidades        | 108,00                                   |
| Pintura en Polvo electrostática               | 60                             | gramos          | 516,00                                   |
| Pintura laca transparente pigmentada          | 57                             | ml              | 333,22                                   |
| Pintura laca Ocre                             | 6                              | ml              | 55,25                                    |
| Hilo de Soldadura MIG                         | 40                             | gramos          | 9,67                                     |
| Tinta de PVC                                  | 3                              | gramos          | 66,28                                    |
| Guasas de presión                             | 6                              | unidades        | 36,00                                    |
| <b><u>Insumos y materiales indirectos</u></b> |                                |                 |  |
| sellador lijable para madera                  | 57                             | ml              | \$316,22                                 |
| sellador nitro forince                        | 1                              | ml              | \$10,25                                  |
| Disolvente thinner                            | 227                            | ml              | \$1,25                                   |

|                             |       |        |                    |
|-----------------------------|-------|--------|--------------------|
| Gas Propano                 | 0,31  | libras | \$85,25            |
| fosbond amc desoxidante     | 84    | ml     | \$348,06           |
| fosbond ar 224 fosfatizante | 17    | gramos | \$219,30           |
| CO2                         | 0,093 | libras | \$173,91           |
| Lija pulimetal No. 60       | 10    | cm     | \$860,00           |
| Lija de agua No. 150        | 13    | cm     | \$15,09            |
| Lija de agua No. 220        | 25    | cm     | \$24,02            |
| Trapos                      | 0,5   | gramos | \$0,90             |
| Película Stretch Filen      | 6     | metros | \$238,20           |
| emulsión gama screen        | 0,2   | gramos | \$2,77             |
| Disolvente Mil              | 0,75  | cc     | \$2,70             |
| <b>Total</b>                |       |        | <b>\$11.814,10</b> |

## 8.2.5 Producto 5: SILLA PRIMARIA EN LACA NATURAL

### 8.2.5.1 Recopilación de tiempos (tiempos estándar)

Los tiempos tomados para la fabricación de estos productos se encuentran en minutos. Debido a que la mayoría de las actividades son muy cortas y son en su totalidad manuales fue necesario tomar un cronometraje continuo y así obtener el tiempo de cada elemento por promedio. Este consistió en iniciar el cronometraje de las actividades por lotes de unidades y después dividir el

tiempo registrado al final de la actividad entre el número de unidades obtenidas.

| <b>Actividad</b>              | <b>Tiempo (min.)</b> |
|-------------------------------|----------------------|
| <b>Tubo 7/8". C18</b>         |                      |
| Rectificar perforaciones      | 0,46                 |
| Chafar perforaciones          | 0,36                 |
| Troquelar                     | 0,20                 |
| Pulir                         | 0,47                 |
| Llevar a soldadura            | 0,17                 |
| Soldar estructura             | 3,00                 |
| Enviar a desengrase           | 0,16                 |
| Desengrasar                   | 1,00                 |
| Dejar en tanque de desengrase | 0,70                 |
| Aplicar químico sellador      | 1,2                  |
| Llevar a secado               | 0,16                 |
| Llevar a pintura              | 0,05                 |
| Pintar                        | 0,78                 |
| Colgar en el carro            | 0,65                 |
| Hornear pintura               | 0,33                 |
| Descolgar del carro           | 0,20                 |
| Colocar tapones               | 0,30                 |

|   |       |
|---|-------|
| Llevar a ensamble                       | 0,25  |
| Ensamble                                | 1,75  |
| Inspección                              | 1,00  |
| Aforar                                  | 0,40  |
| <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |       |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 2,00  |
| Cortar a 17 cm.                         | 0,088 |
| Marcar                                  | 0,30  |
| Despuntar                               | 0,30  |
| Perforar                                | 0,20  |
| Avellanar                               | 0,18  |
| Pulir                                   | 0,60  |
| Lijar                                   | 0,75  |
| Resanar                                 | 1,30  |
| Lijar partes resanadas                  | 1,00  |
| Llevar a pintura                        | 0,30  |
| Aplicar sellador a los bordes           | 0,075 |
| Aplicar sellador a primer cara          | 0,178 |
| Aplicar sellador a segunda cara         | 0,178 |
| Llevar a carpintería                    | 0,30  |
| Lijar sellador                          | 1,20  |
| Llevar a pintura                        | 0,30  |

|  |        |
|--|--------|
| Aplicar laca a los bordes                  | 0,0916 |
| Aplicar laca a primer cara                 | 0,214  |
| Aplicar laca a segunda cara                | 0,214  |
| Llevar a estampado                         | 0,10   |
| Estampar logotipo                          | 0,30   |
| Llevar a ensamble                          | 0,20   |
| <b>Madera triplex 12mm - Asiento</b>       |        |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>    | 0,55   |
| Cortar lámina 244 x 104.6 cm <sup>2</sup>  | 0,2328 |
| Cortar tiras de 104.6 x 34 cm <sup>2</sup> | 0,08   |
| Marcar                                     | 0,33   |
| Despuntar                                  | 0,30   |
| Perforar                                   | 0,30   |
| Avellanar                                  | 0,28   |
| Pulir                                      | 0,65   |
| Lijar                                      | 0,57   |
| Resanar                                    | 0,85   |
| Lijar partes resanadas                     | 0,50   |
| Llevar a pintura                           | 0,30   |
| Aplicar sellador a los bordes              | 0,083  |
| Aplicar sellador a la superficie           | 0,2857 |
| Llevar a carpintería                       | 0,30   |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Lijar sellador               | 1,00  |
| Llevar a pintura             | 0,30  |
| Aplicar laca a los bordes    | 0,10  |
| Aplicar laca a la superficie | 0,357 |
| Llevar a ensamble            | 0,20  |

### 8.2.5.3 Racionalización

Dentro de este punto pretendemos mostrar un análisis detallado de los niveles de participación de cada actividad estudiada en medio de la elaboración de la silla primaria en laca natural, en términos de porcentaje y tiempo utilizados.

El porcentaje de participación consiste en dividir cada tiempo determinado para realizar una actividad específica, entre el tiempo total de fabricación del respectivo producto, multiplicado por 100.

El turno consiste en multiplicar cada uno de los porcentajes de participación de las actividades del trabajado producto, por 8.43 horas que es el tiempo promedio de labores dentro de la empresa.

| <b>Tiempo<br/>(min.)</b> | <b>Operación</b>              | <b>% de<br/>Participación</b> | <b>Turno<br/>(horas.)</b> | <b>Turno<br/>(min.)</b> |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                          | <b>Tubo 7/8". C18</b>         |                               |                           |                         |
| 0,46                     | Rectificar perforaciones      | 1,459                         | 0,123                     | 7,380                   |
| 0,36                     | Chafar perforaciones          | 1,142                         | 0,096                     | 5,776                   |
| 0,20                     | Troquelar                     | 0,634                         | 0,053                     | 3,209                   |
| 0,47                     | Pulir                         | 1,491                         | 0,126                     | 7,540                   |
| 0,17                     | Llevar a soldadura            | 0,539                         | 0,045                     | 2,727                   |
| 3,00                     | Soldar estructura             | 9,516                         | 0,802                     | 48,130                  |
| 0,16                     | Enviar a desengrase           | 0,507                         | 0,043                     | 2,567                   |
| 1,00                     | Desengrasar                   | 3,172                         | 0,267                     | 16,043                  |
| 0,70                     | Dejar en tanque de desengrase | 2,220                         | 0,187                     | 11,230                  |
| 1,2                      | Aplicar químico sellador      | 3,806                         | 0,321                     | 19,252                  |
| 0,16                     | Llevar a secado               | 0,507                         | 0,043                     | 2,567                   |
| 0,05                     | Llevar a pintura              | 0,159                         | 0,013                     | 0,802                   |
| 0,78                     | Pintar                        | 2,474                         | 0,209                     | 12,514                  |
| 0,65                     | Colgar en el carro            | 2,062                         | 0,174                     | 10,428                  |

|       |   |       |       |        |
|-------|---|-------|-------|--------|
| 0,33  | Hornear pintura                         | 1,047 | 0,088 | 5,294  |
| 0,20  | Descolgar del carro                     | 0,634 | 0,053 | 3,209  |
| 0,30  | Colocar tapones                         | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                       | 0,793 | 0,067 | 4,011  |
| 1,75  | Ensamble                                | 5,551 | 0,468 | 28,076 |
| 1,00  | Inspección                              | 3,172 | 0,267 | 16,043 |
| 0,40  | Aforar                                  | 1,269 | 0,107 | 6,417  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |       |       |        |
| 2,00  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 6,344 | 0,535 | 32,087 |
| 0,088 | Cortar a 17 cm.                         | 0,279 | 0,024 | 1,412  |
| 0,30  | Marcar                                  | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,30  | Despuntar                               | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,20  | Perforar                                | 0,634 | 0,053 | 3,209  |
| 0,18  | Avellanar                               | 0,571 | 0,048 | 2,888  |
| 0,60  | Pulir                                   | 1,903 | 0,160 | 9,626  |
| 0,75  | Lijar                                   | 2,379 | 0,201 | 12,033 |
| 1,30  | Resanar                                 | 4,123 | 0,348 | 20,856 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                  | 3,172 | 0,267 | 16,043 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,075 | Aplicar sellador a los bordes           | 0,238 | 0,020 | 1,203  |
| 0,178 | Aplicar sellador a primer cara          | 0,565 | 0,048 | 2,856  |
| 0,178 | Aplicar sellador a segunda cara         | 0,565 | 0,048 | 2,856  |

|        |  |       |       |        |
|--------|--|-------|-------|--------|
| 0,30   | Llevar a carpintería                       | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 1,20   | Lijar sellador                             | 3,806 | 0,321 | 19,252 |
| 0,30   | Llevar a pintura                           | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,0916 | Aplicar laca a los bordes                  | 0,291 | 0,024 | 1,470  |
| 0,214  | Aplicar laca a primer cara                 | 0,679 | 0,057 | 3,433  |
| 0,214  | Aplicar laca a segunda cara                | 0,679 | 0,057 | 3,433  |
| 0,10   | Llevar a estampado                         | 0,317 | 0,027 | 1,604  |
| 0,30   | Estampar logotipo                          | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,20   | Llevar a ensamble                          | 0,634 | 0,053 | 3,209  |
|        | <b>Madera triplex 12mm –<br/>Asiento</b>   |       |       |        |
| 0,55   | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>    | 1,745 | 0,147 | 8,824  |
| 0,2328 | Cortar lámina 244 x 104.6 cm <sup>2</sup>  | 0,738 | 0,062 | 3,735  |
| 0,08   | Cortar tiras de 104.6 x 34 cm <sup>2</sup> | 0,254 | 0,021 | 1,283  |
| 0,33   | Marcar                                     | 1,047 | 0,088 | 5,294  |
| 0,30   | Despuntar                                  | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,30   | Perforar                                   | 0,952 | 0,080 | 4,813  |
| 0,28   | Avellanar                                  | 0,888 | 0,075 | 4,492  |
| 0,65   | Pulir                                      | 2,062 | 0,174 | 10,428 |
| 0,57   | Lijar                                      | 1,808 | 0,152 | 9,145  |
| 0,85   | Resanar                                    | 2,696 | 0,227 | 13,637 |
| 0,50   | Lijar partes resanadas                     | 1,586 | 0,134 | 8,022  |

|                                   |                                  |       |             |              |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------|-------------|--------------|
| 0,30                              | Llevar a pintura                 | 0,952 | 0,080       | 4,813        |
| 0,083                             | Aplicar sellador a los bordes    | 0,263 | 0,022       | 1,332        |
| 0,2857                            | Aplicar sellador a la superficie | 0,906 | 0,076       | 4,584        |
| 0,30                              | Llevar a carpintería             | 0,952 | 0,080       | 4,813        |
| 1,00                              | Lijar sellador                   | 3,172 | 0,267       | 16,043       |
| 0,30                              | Llevar a pintura                 | 0,952 | 0,080       | 4,813        |
| 0,10                              | Aplicar laca a los bordes        | 0,317 | 0,027       | 1,604        |
| 0,357                             | Aplicar laca a la superficie     | 1,132 | 0,095       | 5,727        |
| 0,20                              | Llevar a ensamble                | 0,634 | 0,053       | 3,209        |
| <b>Tiempo total: 31.5271 min.</b> |                                  |       | <b>8.43</b> | <b>505.8</b> |

Con este proceso de racionalización, se pretende evaluar las actividades que mayor porcentaje y tiempo utilizan, para tener en cuenta el mejoramiento de métodos de trabajo que permitan un mayor eficiencia de la actividad.

#### **8.2.5.4 Normalización**

En esta parte de normalización se pretende adecuar los procedimientos de manera tal que los operarios realicen sus actividades de igual forma cada vez que las desarrollen, utilizando el mejor método de movimientos encontrado y establecido.

Debido a que la toma de tiempos se hizo a partir de estar implantado la rutina de los movimientos para efectuar las operaciones de manera idéntica cada vez que se apliquen, son estos los usados como tiempos estándar.

Para validar y comprobar que las operaciones se realizan de la misma forma se realizó una segunda toma de tiempos por actividad, arrojando como resultado valores de tiempos muy similares a los tomados en la producción de un lote inicial.

#### **8.2.5.5 Balanceo de línea**

Con este balanceo de línea se trata de redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo en caso de que el balanceo así lo muestre.

UND / TURNO: aquí se muestra la cantidad de unidades que se pueden obtener por cada actividad durante un turno de 505.8 minutos.

Nº Operarios (%): este corresponde al nivel en porcentaje requerido de una disponibilidad total (100%) del tiempo en el turno del operario.

Turno: es el tiempo total que se le debe asignar a cada operario para el desarrollo de cada actividad, con el propósito de cumplir con el estándar de producción de unidades en el turno.

| <b>Tiempo<br/>(min)</b> | <b>Operación</b>              | <b>UND/TURNO<br/>Turno = 505.8<br/>min</b> | <b>Nº<br/>Operarios<br/>(%)</b> | <b>Turno<br/>Min.</b> |
|-------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------|
|                         | <b>Tubo 7/8". C18</b>         |  |                                 |                       |
| 0,46                    | Rectificar perforaciones      | 1099,565                                   | 1,546                           | 3,272                 |
| 0,36                    | Chafar perforaciones          | 1405,000                                   | 1,210                           | 4,180                 |
| 0,20                    | Troquelar                     | 2529,000                                   | 0,672                           | 7,525                 |
| 0,47                    | Pulir                         | 1076,170                                   | 1,580                           | 3,202                 |
| 0,17                    | Llevar a soldadura            | 2975,294                                   | 0,571                           | 8,852                 |
| 3,00                    | Soldar estructura             | 168,600                                    | 10,083                          | 0,502                 |
| 0,16                    | Enviar a desengrase           | 3372,000                                   | 0,504                           | 10,033                |
| 1,00                    | Desengrasar                   | 505,800                                    | 3,361                           | 1,505                 |
| 0,70                    | Dejar en tanque de desengrase | 722,571                                    | 2,353                           | 2,150                 |
| 1,2                     | Aplicar químico sellador      | 421,500                                    | 4,033                           | 1,254                 |
| 0,16                    | Llevar a secado               | 3161,250                                   | 0,538                           | 9,406                 |
| 0,05                    | Llevar a pintura              | 10116,000                                  | 0,168                           | 30,098                |
| 0,78                    | Pintar                        | 648,462                                    | 2,622                           | 1,929                 |
| 0,65                    | Colgar en el carro            | 778,154                                    | 2,185                           | 2,315                 |
| 0,33                    | Hornear pintura               | 1532,727                                   | 1,109                           | 4,560                 |
| 0,20                    | Descolgar del carro           | 2529,000                                   | 0,672                           | 7,525                 |
| 0,30                    | Colocar tapones               | 1686,000                                   | 1,008                           | 5,016                 |
| 0,25                    | Llevar a ensamble             | 2023,200                                   | 0,840                           | 6,020                 |

|        |   |          |       |        |
|--------|---|----------|-------|--------|
| 1,75   | Ensamble                                | 289,029  | 5,882 | 0,860  |
| 1,00   | Inspección                              | 505,800  | 3,361 | 1,505  |
| 0,40   | Aforar                                  | 1264,500 | 1,344 | 3,762  |
|        | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |          |       |        |
| 2,00   | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 252,900  | 6,722 | 0,752  |
| 0,088  | Cortar a 17 cm.                         | 5747,727 | 0,296 | 17,101 |
| 0,30   | Marcar                                  | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,30   | Despuntar                               | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,20   | Perforar                                | 2529,000 | 0,672 | 7,525  |
| 0,18   | Avellanar                               | 2810,000 | 0,605 | 8,361  |
| 0,60   | Pulir                                   | 843,000  | 2,017 | 2,508  |
| 0,75   | Lijar                                   | 674,400  | 2,521 | 2,007  |
| 1,30   | Resanar                                 | 389,077  | 4,369 | 1,158  |
| 1,00   | Lijar partes resanadas                  | 505,800  | 3,361 | 1,505  |
| 0,30   | Llevar a pintura                        | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,075  | Aplicar sellador a los bordes           | 6744,000 | 0,252 | 20,065 |
| 0,178  | Aplicar sellador a primer cara          | 2841,573 | 0,598 | 8,455  |
| 0,178  | Aplicar sellador a segunda cara         | 2841,573 | 0,598 | 8,455  |
| 0,30   | Llevar a carpintería                    | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 1,20   | Lijar sellador                          | 421,500  | 4,033 | 1,254  |
| 0,30   | Llevar a pintura                        | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,0916 | Aplicar laca a los bordes               | 5521,834 | 0,308 | 16,429 |

|        |  |          |       |        |
|--------|--|----------|-------|--------|
| 0,214  | Aplicar laca a primer cara                 | 2363,551 | 0,719 | 7,032  |
| 0,214  | Aplicar laca a segunda cara                | 2363,551 | 0,719 | 7,032  |
| 0,10   | Llevar a estampado                         | 5058,000 | 0,336 | 15,049 |
| 0,30   | Estampar logotipo                          | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,20   | Llevar a ensamble                          | 2529,000 | 0,672 | 7,525  |
|        | <b>Madera triplex 12mm -<br/>Asiento</b>   |          |       |        |
| 0,55   | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>    | 919,636  | 1,849 | 2,736  |
| 0,2328 | Cortar lámina 244 x 104.6 cm <sup>2</sup>  | 2172,680 | 0,782 | 6,464  |
| 0,08   | Cortar tiras de 104.6 x 34 cm <sup>2</sup> | 6322,500 | 0,269 | 18,811 |
| 0,33   | Marcar                                     | 1532,727 | 1,109 | 4,560  |
| 0,30   | Despuntar                                  | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,30   | Perforar                                   | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,28   | Avellanar                                  | 1806,429 | 0,941 | 5,375  |
| 0,65   | Pulir                                      | 778,154  | 2,185 | 2,315  |
| 0,57   | Lijar                                      | 887,368  | 1,916 | 2,640  |
| 0,85   | Resanar                                    | 595,059  | 2,857 | 1,770  |
| 0,50   | Lijar partes resanadas                     | 1011,600 | 1,681 | 3,010  |
| 0,30   | Llevar a pintura                           | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,083  | Aplicar sellador a los bordes              | 6093,976 | 0,279 | 18,131 |
| 0,2857 | Aplicar sellador a la superficie           | 1770,389 | 0,960 | 5,267  |
| 0,30   | Llevar a carpintería                       | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 1,00   | Lijar sellador                             | 505,800  | 3,361 | 1,505  |

|       |                              |          |       |        |
|-------|------------------------------|----------|-------|--------|
| 0,30  | Llevar a pintura             | 1686,000 | 1,008 | 5,016  |
| 0,10  | Aplicar laca a los bordes    | 5058,000 | 0,336 | 15,049 |
| 0,357 | Aplicar laca a la superficie | 1416,807 | 1,200 | 4,215  |
| 0,20  | Llevar a ensamble            | 2529,000 | 0,672 | 7,525  |

### 8.2.5.6 Estándares de mano de obra directa

Horas promedio trabajadas por turno:

De Lunes a Sábado se trabajan 8 horas diarias en las secciones de metalmecánica y soldadura. De Lunes a Viernes en las demás secciones se trabajan 9.5 horas.

Entonces tenemos:

$$W = \frac{(6\text{días})(7.75\text{hr}/\text{día}) + (5\text{días})(9.25\text{hr}/\text{día})}{11\text{días}}$$

$$W = 8.43 \text{ hr. / día}$$

Porcentaje de tiempo para necesidades y fatiga:

Desayuno 15 min = 0.25 hr.

Necesidades Fisiológicas 15 min = 0.25 hr.

Total de holguras 30 min = 0.5 hr.

P.R.A. = (0.5 hr. / 8.43 hr.)x100

**P.R.A. = 6%**

Horas no trabajadas por turno:

Descanso y Limpieza = 30 min

**N** = 30 min.  $\cong$  0.5 hr.

A continuación se procederán a calcular los estándares respectivos:

Número de unidades por lote:

**B** = 10 unid / lote

Número de operarios en la línea:

**C** = 1

Nota: debido a que el número de operarios encontrados en el balanceo de línea es menor a uno (1), entonces los operarios se especificarán por horas. (ver en la tabla de balanceo de línea).

Velocidad de la línea:

Este tiempo corresponde a la suma de las actividades comprendidas en el fabricación del producto.

**S** = 31.5271 min / und  $\cong$  0.0317 und / min

Tiempo productivo de máquina: (TPM)

$$H = \frac{1}{S} \frac{(P.R.A.)(C)}{60}$$

$$H = \frac{1}{0.0317} \frac{(1.06)(1)}{60}$$

$$H = 0.557 \text{ hr} - \text{h/und}$$

Unidades producidas por cada hombre en el turno:

$$P = \frac{W}{H}$$

$$P = \frac{8.43 \text{ hr/turno}}{0.557 \text{ hr} - \text{h/und}}$$

$$P = 15.13 \text{ und/h} - \text{turno}$$

Hombres turno correspondientes al lote:

$$F = \frac{B}{P}$$

$$F = \frac{10 \text{ und/lote}}{15.13 \text{ und/h} - \text{turno}}$$

$$F = 0.6609 \text{ h} - \text{turno/lote}$$

Horas – hombre por lote:

$$D = N \times F$$

$$D = (0.5hr) \times \left(0.6609h - \frac{turno}{lote}\right)$$

$$D = 0.3304hr - \frac{h}{lote}$$

Tiempo no trabajado: (TNT)

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{0.3304hr - \frac{h}{lote}}{10\frac{und}{lote}}$$

$$A = 0.03304hr - \frac{h}{und}$$

Tiempo improductivo de máquina: (TIM)

$$TIM = (0.1) \times (TPM)$$

$$TIM = (0.1) \times \left(0.557hr - \frac{h}{und}\right)$$

$$TIM = 0.0557hr - \frac{h}{und}$$

Estándar de mano de obra directa:

$$STD. - MOD = TPM + TNT + TIM$$

$$STD. - MOD = 0.557 \text{ hr} - \frac{h}{und} + 0.03304 \text{ hr} - \frac{h}{und} + 0.0557 \text{ hr} - \frac{h}{und}$$

$$STD : -MOD = 0.645 \text{ hr} - \frac{h}{und}$$

### 8.2.5.7 Costo de materia prima

| <b>Materiales</b>                       | <b>Consumo para<br/>1 und.</b> | <b>Medida</b>   | <b>Costo * consumo<br/>1 unidad (\$)</b> |
|---|--------------------------------|-----------------|--|
| Juego de tubos de 1pulg. C20            | 1                              | juego           | 3.820,00                                 |
| Hilo de Soldadura MIG                   | 30                             | gramos          | 7,25                                     |
| Pintura electrostática                  | 35                             | gramos          | 301,00                                   |
| Tapón plástico de 1pulg                 | 4                              | unidad          | 108,00                                   |
| Lámina de triplex de 12mm<br>244x122    | 1827                           | cm <sup>2</sup> | 1.339,07                                 |
| Pintura laca transparente<br>pigmentada | 35                             | ml              | 204,61                                   |
| Pintura laca ocre                       | 0,5                            | ml              | 4,60                                     |
| Tinta de PVC                            | 1                              | gramos          | 22,10                                    |
| Tornillos Pupitre 1 1/2 x ¼             | 5                              | unidad          | 235,00                                   |
| Tuerca Hexagonal de ¼                   | 5                              | unidad          | 450,00                                   |
| Guasa de Presión                        | 5                              | unidad          | 30,00                                    |

| <b><u>Insumos y materiales indirectos</u></b> |     |        |                   |
|---|-----|--------|-------------------|
| Sellador forince                              | 1   | ml     | 10,25             |
| Sellador nitro                                | 50  | ml     | 277,40            |
| Gas propano                                   | 120 | gramos | 73,33             |
| Fosbond amc desoxidante                       | 19  | ml     | 78,72             |
| Fosbond ar 224 fosfatizante                   | 20  | gramos | 258,00            |
| Co2   | 30  | gramos | 124,66            |
| Lija pulimetal No. 60                         | 5   | cm     | 430,00            |
| Lija de agua No. 150                          | 9   | cm     | 10,44             |
| Lija de agua No. 220                          | 5   | cm     | 4,80              |
| Trapos  | 1   | gramos | 1,80              |
| Emulsión gama screen                          | 1   | gramos | 13,85             |
| Película stretch filen                        | 3   | metros | 119,10            |
| Disolvente xicol                              | 0,5 | ml     | 0,73              |
| Disolvente PVC                                | 0,5 | ml     | 1,58              |
| <b>Total</b>                                  |     |        | <b>\$7.926,29</b> |

## 8.2.6 Producto 6: SILLA KINDER EN LACA NATURAL

### 8.2.6.1 Recopilación de tiempos (tiempos estándar)

Los tiempos tomados para la fabricación de estos productos se encuentran en minutos. Debido a que la mayoría de las actividades son muy cortas y son en su totalidad manuales fue necesario tomar un cronometraje continuo y así obtener el tiempo de cada elemento por promedio. Este consistió en iniciar el cronometraje de las actividades por lotes de unidades y después dividir el tiempo registrado al final de la actividad entre el número de unidades obtenidas.

| Actividad                | Tiempo (min.) |
|--------------------------|---------------|
| <b>Tubo 7/8". C18</b>    |               |
| Rectificar perforaciones | 0,46          |
| Chafar perforaciones     | 0,36          |
| Troquelar                | 0,20          |
| Pulir                    | 0,47          |
| Llevar a soldadura       | 0,17          |
| Soldar estructura        | 3,00          |
| Enviar a desengrase      | 0,16          |
| Desengrasar              | 1,00          |

|   |       |
|---|-------|
| Dejar en tanque de desengrase           | 0,70  |
| Aplicar químico sellador                | 1,20  |
| Llevar a secado                         | 0,16  |
| Llevar a pintura                        | 0,05  |
| Pintar                                  | 0,78  |
| Colgar en el carro                      | 0,65  |
| Hornear pintura                         | 0,33  |
| Descolgar del carro                     | 0,20  |
| Colocar tapones                         | 0,30  |
| Llevar a ensamble                       | 0,25  |
| Ensamble                                | 1,75  |
| Inspección                              | 1,00  |
| Aforar                                  | 0,40  |
| <b>Triplex de 12mm – Espalda</b>        |       |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 1,50  |
| Cortar a 32 cm.                         | 0,085 |
| Marcar                                  | 0,30  |
| Despuntar                               | 0,20  |
| Perforar                                | 0,20  |
| Avellanar                               | 0,18  |
| Pulir                                   | 0,55  |
| Lijar                                   | 0,60  |

|  |         |
|--|---------|
| Resanar                                  | 1,00    |
| Lijar partes resanadas                   | 1,00    |
| Llevar a pintura                         | 0,30    |
| Aplicar sellador a los bordes            | 0,075   |
| Aplicar sellador a primer cara           | 0,1875  |
| Aplicar sellador a segunda cara          | 0,1875  |
| Llevar a carpintería                     | 0,30    |
| Lijar sellador                           | 1,00    |
| Llevar a pintura                         | 0,30    |
| Aplicar laca a los bordes                | 0,092   |
| Aplicar laca a primer cara               | 0,218   |
| Aplicar laca a segunda cara              | 0,218   |
| Llevar a estampado                       | 0,10    |
| Estampar logotipo                        | 0,30    |
| Llevar a ensamble                        | 0,20    |
| <b>Madera triplex 12mm - Asiento</b>     |         |
| Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>  | 0,1875  |
| Cortar tiras de 122 x 30 cm <sup>2</sup> | 0,09375 |
| Marcar                                   | 0,33    |
| Despuntar                                | 0,20    |
| Perforar                                 | 0,30    |
| Avellanar                                | 0,28    |

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Pulir                            | 0,60   |
| Lijar                            | 0,50   |
| Resanar                          | 0,80   |
| Lijar partes resanadas           | 0,50   |
| Llevar a pintura                 | 0,30   |
| Aplicar sellador a los bordes    | 0,083  |
| Aplicar sellador a la superficie | 0,3125 |
| Llevar a carpintería             | 0,30   |
| Lijar sellador                   | 0,75   |
| Llevar a pintura                 | 0,30   |
| Aplicar laca a los bordes        | 0,10   |
| Aplicar laca a la superficie     | 0,375  |
| Llevar a ensamble                | 0,20   |

### 8.2.6.3 Racionalización

Dentro de este punto pretendemos mostrar un análisis detallado de los niveles de participación de cada actividad estudiada en medio de la elaboración de la silla kinder en laca natural, en términos de porcentaje y tiempo utilizados.

El porcentaje de participación consiste en dividir cada tiempo determinado para realizar una actividad específica, entre el tiempo total de fabricación del respectivo producto, multiplicado por 100.

El turno consiste en multiplicar cada uno de los porcentajes de participación de las actividades del trabajado producto, por 8.43 horas que es el tiempo promedio de labores dentro de la empresa.

| <b>Tiempo<br/>(min.)</b> | <b>Operación</b>         | <b>% de<br/>Participación</b> | <b>Turno<br/>(horas.)</b> | <b>Turno<br/>(min.)</b> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                          | <b>Tubo 7/8". C18</b>    |                               |                           |                         |
| 0,46                     | Rectificar perforaciones | 1,58                          | 0,133                     | 7,970                   |
| 0,36                     | Chafar perforaciones     | 1,23                          | 0,104                     | 6,237                   |
| 0,20                     | Troquelar                | 0,69                          | 0,058                     | 3,465                   |
| 0,47                     | Pulir                    | 1,61                          | 0,136                     | 8,143                   |
| 0,17                     | Llevar a soldadura       | 0,58                          | 0,049                     | 2,945                   |
| 3,00                     | Soldar estructura        | 10,28                         | 0,866                     | 51,975                  |

|       |   |      |       |        |
|-------|---|------|-------|--------|
| 0,16  | Enviar a desengrase                     | 0,55 | 0,046 | 2,772  |
| 1,00  | Desengrasar                             | 3,43 | 0,289 | 17,325 |
| 0,70  | Dejar en tanque de desengrase           | 2,40 | 0,202 | 12,128 |
| 1,20  | Aplicar químico sellador                | 4,11 | 0,347 | 20,790 |
| 0,16  | Llevar a secado                         | 0,55 | 0,046 | 2,772  |
| 0,05  | Llevar a pintura                        | 0,17 | 0,014 | 0,866  |
| 0,78  | Pintar                                  | 2,67 | 0,225 | 13,514 |
| 0,65  | Colgar en el carro                      | 2,23 | 0,188 | 11,261 |
| 0,33  | Hornear pintura                         | 1,13 | 0,095 | 5,717  |
| 0,20  | Descolgar del carro                     | 0,69 | 0,058 | 3,465  |
| 0,30  | Colocar tapones                         | 1,03 | 0,087 | 5,198  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                       | 0,86 | 0,072 | 4,331  |
| 1,75  | Ensamble                                | 5,99 | 0,505 | 30,319 |
| 1,00  | Inspección                              | 3,43 | 0,289 | 17,325 |
| 0,40  | Aforar                                  | 1,37 | 0,116 | 6,930  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |      |       |        |
| 1,50  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 5,14 | 0,433 | 25,988 |
| 0,085 | Cortar a 32 cm.                         | 0,29 | 0,025 | 1,473  |
| 0,30  | Marcar                                  | 1,03 | 0,087 | 5,198  |
| 0,20  | Despuntar                               | 0,69 | 0,058 | 3,465  |
| 0,20  | Perforar                                | 0,69 | 0,058 | 3,465  |
| 0,18  | Avellanar                               | 0,62 | 0,052 | 3,119  |

|         |  |      |       |        |
|---------|--|------|-------|--------|
| 0,55    | Pulir                                    | 1,88 | 0,159 | 9,529  |
| 0,60    | Lijar                                    | 2,06 | 0,173 | 10,395 |
| 1,00    | Resanar                                  | 3,43 | 0,289 | 17,325 |
| 1,00    | Lijar partes resanadas                   | 3,43 | 0,289 | 17,325 |
| 0,30    | Llevar a pintura                         | 1,03 | 0,087 | 5,198  |
| 0,075   | Aplicar sellador a los bordes            | 0,26 | 0,022 | 1,299  |
| 0,1875  | Aplicar sellador a primer cara           | 0,64 | 0,054 | 3,248  |
| 0,1875  | Aplicar sellador a segunda cara          | 0,64 | 0,054 | 3,248  |
| 0,30    | Llevar a carpintería                     | 1,03 | 0,087 | 5,198  |
| 1,00    | Lijar sellador                           | 3,43 | 0,289 | 17,325 |
| 0,30    | Llevar a pintura                         | 1,03 | 0,087 | 5,198  |
| 0,092   | Aplicar laca a los bordes                | 0,32 | 0,027 | 1,594  |
| 0,218   | Aplicar laca a primer cara               | 0,75 | 0,063 | 3,777  |
| 0,218   | Aplicar laca a segunda cara              | 0,75 | 0,063 | 3,777  |
| 0,10    | Llevar a estampado                       | 0,34 | 0,029 | 1,733  |
| 0,30    | Estampar logotipo                        | 1,03 | 0,087 | 5,198  |
| 0,20    | Llevar a ensamble                        | 0,69 | 0,058 | 3,465  |
|         | <b>Madera triplex 12mm –<br/>Asiento</b> |      |       |        |
| 0,1875  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>  | 0,64 | 0,054 | 3,248  |
| 0,09375 | Cortar tiras de 122 x 30 cm <sup>2</sup> | 0,32 | 0,027 | 1,624  |
| 0,33    | Marcar                                   | 1,13 | 0,095 | 5,717  |

|                                   |                                  |      |             |              |
|-----------------------------------|----------------------------------|------|-------------|--------------|
| 0,20                              | Despuntar                        | 0,69 | 0,058       | 3,465        |
| 0,30                              | Perforar                         | 1,03 | 0,087       | 5,198        |
| 0,28                              | Avellanar                        | 0,96 | 0,081       | 4,851        |
| 0,60                              | Pulir                            | 2,06 | 0,173       | 10,395       |
| 0,50                              | Lijar                            | 1,71 | 0,144       | 8,663        |
| 0,80                              | Resanar                          | 2,74 | 0,231       | 13,860       |
| 0,50                              | Lijar partes resanadas           | 1,71 | 0,144       | 8,663        |
| 0,30                              | Llevar a pintura                 | 1,03 | 0,087       | 5,198        |
| 0,083                             | Aplicar sellador a los bordes    | 0,28 | 0,024       | 1,438        |
| 0,3125                            | Aplicar sellador a la superficie | 1,07 | 0,090       | 5,414        |
| 0,30                              | Llevar a carpintería             | 1,03 | 0,087       | 5,198        |
| 0,75                              | Lijar sellador                   | 2,57 | 0,217       | 12,994       |
| 0,30                              | Llevar a pintura                 | 1,03 | 0,087       | 5,198        |
| 0,10                              | Aplicar laca a los bordes        | 0,34 | 0,029       | 1,733        |
| 0,375                             | Aplicar laca a la superficie     | 1,28 | 0,108       | 6,497        |
| 0,20                              | Llevar a ensamble                | 0,69 | 0,058       | 3,465        |
| <b>Tiempo total: 29.1948 min.</b> |                                  |      | <b>8.43</b> | <b>505.8</b> |

Con este proceso de racionalización, se pretende evaluar las actividades que mayor porcentaje y tiempo utilizan, para tener en cuenta el mejoramiento de métodos de trabajo que permitan un mayor eficiencia de la actividad.

#### **8.2.6.4 Normalización**

En esta parte de normalización se pretende adecuar los procedimientos de manera tal que los operarios realicen sus actividades de igual forma cada vez que las desarrollen, utilizando el mejor método de movimientos encontrado y establecido.

Debido a que la toma de tiempos se hizo a partir de estar implantado la rutina de los movimientos para efectuar las operaciones de manera idéntica cada vez que se apliquen, son estos los usados como tiempos estándar.

Para validar y comprobar que las operaciones se realizan de la misma forma se realizó una segunda toma de tiempos por actividad, arrojando como resultado valores de tiempos muy similares a los tomado en la producción de un lote inicial.

#### **8.2.6.5 Balanceo de línea**

Con este balanceo de línea se trata de redistribuir el trabajo entre los trabajadores o puestos de trabajo en caso de que el balanceo así lo muestre.

UND / TURNO: aquí se muestra la cantidad de unidades que se pueden obtener por cada actividad durante un turno de 505.8 minutos.

Nº Operarios (%): este corresponde al nivel en porcentaje requerido de una disponibilidad total (100%) del tiempo en el turno del operario.

Turno: es el tiempo total que se le debe asignar a cada operario para el desarrollo de cada actividad, con el propósito de cumplir con el estándar de producción de unidades en el turno.

| <b>Tiempo (min)</b> | <b>Operación</b>              | <b>UND/TURNO<br/>Turno = 505.8<br/>min</b> | <b>Nº Operarios (%)</b> | <b>Turno Min.</b> |
|---------------------|-------------------------------|--|-------------------------|-------------------|
|                     | <b>Tubo 7/8". C18</b>         |  |                         |                   |
| 0,46                | Rectificar perforaciones      | 1099,565                                   | 1,728                   | 8,740             |
| 0,36                | Chafar perforaciones          | 1405,000                                   | 1,352                   | 6,840             |
| 0,20                | Troquelar                     | 2529,000                                   | 0,751                   | 3,800             |
| 0,47                | Pulir                         | 1076,170                                   | 1,766                   | 8,930             |
| 0,17                | Llevar a soldadura            | 2975,294                                   | 0,639                   | 3,230             |
| 3,00                | Soldar estructura             | 168,600                                    | 11,269                  | 57,000            |
| 0,16                | Enviar a desengrase           | 3161,250                                   | 0,601                   | 3,040             |
| 1,00                | Desengrasar                   | 505,800                                    | 3,756                   | 19,000            |
| 0,70                | Dejar en tanque de desengrase | 722,571                                    | 2,629                   | 13,300            |
| 1,20                | Aplicar químico sellador      | 421,500                                    | 4,508                   | 22,800            |
| 0,16                | Llevar a secado               | 3161,250                                   | 0,601                   | 3,040             |
| 0,05                | Llevar a pintura              | 10116,000                                  | 0,188                   | 0,950             |

|       |   |          |       |        |
|-------|---|----------|-------|--------|
| 0,78  | Pintar                                  | 648,462  | 2,930 | 14,820 |
| 0,65  | Colgar en el carro                      | 778,154  | 2,442 | 12,350 |
| 0,33  | Hornear pintura                         | 1532,727 | 1,240 | 6,270  |
| 0,20  | Descolgar del carro                     | 2529,000 | 0,751 | 3,800  |
| 0,30  | Colocar tapones                         | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,25  | Llevar a ensamble                       | 2023,200 | 0,939 | 4,750  |
| 1,75  | Ensamble                                | 289,029  | 6,574 | 33,250 |
| 1,00  | Inspección                              | 505,800  | 3,756 | 19,000 |
| 0,40  | Aforar                                  | 1264,500 | 1,503 | 7,600  |
|       | <b>Triplex de 12mm - Espalda</b>        |          |       |        |
| 1,50  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup> | 337,200  | 5,635 | 28,500 |
| 0,085 | Cortar a 32 cm.                         | 5950,588 | 0,319 | 1,615  |
| 0,30  | Marcar                                  | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,20  | Despuntar                               | 2529,000 | 0,751 | 3,800  |
| 0,20  | Perforar                                | 2529,000 | 0,751 | 3,800  |
| 0,18  | Avellanar                               | 2810,000 | 0,676 | 3,420  |
| 0,55  | Pulir                                   | 919,636  | 2,066 | 10,450 |
| 0,60  | Lijar                                   | 843,000  | 2,254 | 11,400 |
| 1,00  | Resanar                                 | 505,800  | 3,756 | 19,000 |
| 1,00  | Lijar partes resanadas                  | 505,800  | 3,756 | 19,000 |
| 0,30  | Llevar a pintura                        | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,075 | Aplicar sellador a los bordes           | 6744,000 | 0,282 | 1,425  |

|         |  |          |       |        |
|---------|--|----------|-------|--------|
| 0,1875  | Aplicar sellador a primer cara           | 2697,600 | 0,704 | 3,563  |
| 0,1875  | Aplicar sellador a segunda cara          | 2697,600 | 0,704 | 3,563  |
| 0,30    | Llevar a carpintería                     | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 1,00    | Lijar sellador                           | 505,800  | 3,756 | 19,000 |
| 0,30    | Llevar a pintura                         | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,092   | Aplicar laca a los bordes                | 5497,826 | 0,346 | 1,748  |
| 0,218   | Aplicar laca a primer cara               | 2320,183 | 0,819 | 4,142  |
| 0,218   | Aplicar laca a segunda cara              | 2320,183 | 0,819 | 4,142  |
| 0,10    | Llevar a estampado                       | 5058,000 | 0,376 | 1,900  |
| 0,30    | Estampar logotipo                        | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,20    | Llevar a ensamble                        | 2529,000 | 0,751 | 3,800  |
|         | <b>Madera triplex 12mm -<br/>Asiento</b> |          |       |        |
| 0,1875  | Cortar lámina 244 x 122 cm <sup>2</sup>  | 2697,600 | 0,704 | 3,563  |
| 0,09375 | Cortar tiras de 122 x 30 cm <sup>2</sup> | 5395,200 | 0,352 | 1,781  |
| 0,33    | Marcar                                   | 1532,727 | 1,240 | 6,270  |
| 0,20    | Despuntar                                | 2529,000 | 0,751 | 3,800  |
| 0,30    | Perforar                                 | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,28    | Avellanar                                | 1806,429 | 1,052 | 5,320  |
| 0,60    | Pulir                                    | 843,000  | 2,254 | 11,400 |
| 0,50    | Lijar                                    | 1011,600 | 1,878 | 9,500  |
| 0,80    | Resanar                                  | 632,250  | 3,005 | 15,200 |

|        |                                  |          |       |        |
|--------|----------------------------------|----------|-------|--------|
| 0,50   | Lijar partes resanadas           | 1011,600 | 1,878 | 9,500  |
| 0,30   | Llevar a pintura                 | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,083  | Aplicar sellador a los bordes    | 6093,976 | 0,312 | 1,577  |
| 0,3125 | Aplicar sellador a la superficie | 1618,560 | 1,174 | 5,938  |
| 0,30   | Llevar a carpintería             | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,75   | Lijar sellador                   | 674,400  | 2,817 | 14,250 |
| 0,30   | Llevar a pintura                 | 1686,000 | 1,127 | 5,700  |
| 0,10   | Aplicar laca a los bordes        | 5058,000 | 0,376 | 1,900  |
| 0,375  | Aplicar laca a la superficie     | 1348,800 | 1,409 | 7,125  |
| 0,20   | Llevar a ensamble                | 2529,000 | 0,751 | 3,800  |

### 8.2.6.6 Estándares de mano de obra directa

Horas promedio trabajadas por turno:

De Lunes a Sábado se trabajan 8 horas diarias en las secciones de metalmecánica y soldadura. De Lunes a Viernes en las demás secciones se trabajan 9.5 horas.

Entonces tenemos:

$$W = \frac{(6\text{días})(7.75\text{hr}/\text{día}) + (5\text{días})(9.25\text{hr}/\text{día})}{11\text{días}}$$

$$W = 8.43 \text{ hr. / día}$$

Porcentaje de tiempo para necesidades y fatiga:

Desayuno 15 min = 0.25 hr.

Necesidades Fisiológicas 15 min = 0.25 hr.

Total de holguras 30 min = 0.5 hr.

P.R.A. = (0.5 hr. / 8.43 hr.)x100

**P.R.A. = 6%**

Horas no trabajadas por turno:

Descanso y Limpieza = 30 min

**N = 30 min.  $\cong$  0.5 hr.**

A continuación se procederán a calcular los estándares respectivos:

Número de unidades por lote:

**B = 10 unid / lote**

Número de operarios en la línea:

**C = 1**

Nota: debido a que el número de operarios encontrados en el balanceo de línea es menor a uno (1), entonces los operarios se especificarán por horas. (ver en la tabla de balanceo de línea).

Velocidad de la línea:

Este tiempo corresponde a la suma de las actividades comprendidas en el fabricación del producto.

**S = 29.1948 min / und  $\cong$  0.03425 und / min**

Tiempo productivo de máquina: (TPM)

$$H = \frac{1}{S} \frac{(P.R.A.)(C)}{60}$$

$$H = \frac{1}{0.03425} \frac{(1.06)(1)}{60}$$

$$H = 0.5158 \text{ hr} - h / \text{und}$$

Unidades producidas por cada hombre en el turno:

$$P = \frac{W}{H}$$

$$P = \frac{8.43 \text{ hr} / \text{turno}}{0.5158 \text{ hr} - h / \text{und}}$$

$$P = 16.34 \text{ und} / h - \text{turno}$$

Hombres turno correspondientes al lote:

$$F = \frac{B}{P}$$

$$F = \frac{10 \text{ und} / \text{lote}}{16.34 \text{ und} / h - \text{turno}}$$

$$F = 0.611 \text{ h} - \text{turno} / \text{lote}$$

Horas – hombre por lote:

$$D = N \times F$$

$$D = (0.5hr) \times (0.611h - \text{turno}/\text{lote})$$

$$D = 0.3055hr - h/\text{lote}$$

Tiempo no trabajado: (TNT)

$$A = \frac{D}{B}$$

$$A = \frac{0.3055hr - h/\text{lote}}{10und/\text{lote}}$$

$$A = 0.03055hr - h/und$$

Tiempo improductivo de máquina: (TIM)

$$TIM = (0.1) \times (TPM)$$

$$TIM = (0.1) \times (0.5158hr - h/und)$$

$$TIM = 0.05158hr - h/und$$

Estándar de mano de obra directa:

$$STD. - MOD = TPM + TNT + TIM$$

$$STD. - MOD = 0.5158 \text{ hr} - \frac{h}{und} + 0.03055 \text{ hr} - \frac{h}{und} + 0.05158 \text{ hr} - \frac{h}{und}$$

$$STD : -MOD = 0.5979 \text{ hr} - \frac{h}{und}$$

### 8.2.6.7 Costo de materia prima

| <b>Materiales</b>                       | <b>Consumo para<br/>1 und.</b> | <b>Medida</b>   | <b>Costo * consumo<br/>1 unidad (\$)</b> |
|---|--------------------------------|-----------------|--|
| Juego de 3 tubos de 7 1/16<br>C20       | 1                              | juego           | 3.403,00                                 |
| Hilo de Soldadura MIG                   | 30                             | gramos          | 7,25                                     |
| Pintura electrostática                  | 30                             | gramos          | 258,00                                   |
| Tapón plástico de 1pulg.                | 4                              | unidad          | 108,00                                   |
| Lámina de triplex de 12mm<br>244x122    | 1380                           | cm <sup>2</sup> | 1.011,45                                 |
| Pintura laca transparente<br>pigmentada | 30                             | ml              | 175,38                                   |
| Pintura laca ocre                       | 0,5                            | ml              | 4,60                                     |
| Tinta de PVC                            | 1                              | gramos          | 22,10                                    |
| Tornillos Pupitre 1 1/4 x 1/4           | 5                              | unidad          | 275,00                                   |
| Tuerca Hexagonal de 1/4                 | 5                              | unidad          | 450,00                                   |

|   |     |        |                   |
|---|-----|--------|-------------------|
| Guasa de Presión                              | 5   | unidad | 30,00             |
| <b><u>Insumos y materiales indirectos</u></b> |     |        |                   |
| Sellador forince                              | 1   | ml     | 10,25             |
| sellador nitro                                | 45  | ml     | 249,64            |
| Gas Propano                                   | 110 | gramos | 67,22             |
| fosbond amc desoxidante                       | 19  | ml     | 78,72             |
| fosbond ar 224 fosfatizante                   | 20  | gramos | 258,00            |
| CO2   | 30  | gramos | 124,66            |
| Lija pulimetal No. 60                         | 5   | cm     | 430,00            |
| Lija de agua No. 150                          | 8   | cm     | 9,28              |
| Lija de agua No. 220                          | 5   | cm     | 4,80              |
| Trapos  | 1   | gramos | 1,80              |
| emulsión gama screen                          | 1   | gramos | 13,85             |
| Pelicula Strech Filen                         | 3   | metros | 119,10            |
| Disolvente Xilol                              | 0,5 | ml     | 0,73              |
| Disolvente PVC                                | 0,5 | ml     | 1,58              |
| <b>Total</b>                                  |     |        | <b>\$7.114,41</b> |

### 8.3 COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

| Nº | Nombre                      | Cargo                         | Salario Neto (\$) |
|----|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1  | Arango Roa Luis Hermes      | Departamento de cromado       | 286.000,00        |
| 2  | Arbelaes Fabián             | Jefe preescolar y carpintería | 320.000,00        |
| 3  | Arroyo Fernando Javier      | Estampador                    | 286.000,00        |
| 4  | Arce Ortega Leonardo        | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 5  | Barrera Guerrero Rigoberto  | Jefe área mantenimiento       | 570.000,00        |
| 6  | Brito Valencia Darwin       | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 7  | Castro Javier               | Ayudante de taller            | 300.000,00        |
| 8  | Corredor José Luis          | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 9  | Durán Meza Luis Eduardo     | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 10 | Durán Henao Gonzalo         | Pintor                        | 286.000,00        |
| 11 | Flor Flores Luis Alfredo    | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 12 | Figueroa Rivera Walter      | Estampador                    | 306.000,00        |
| 13 | Guzmán Jarbin Rodrigo       | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 14 | Gómez López José Andrés     | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 15 | Gallego Héctor Fabio        | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 16 | Hernández C. Edinson        | Soldador y/o ayudante taller  | 300.000,00        |
| 17 | Isajar Murillo Hernán Darío | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 18 | Imbachi Imbachi Albeiro     | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 19 | Martínez Gersaín            | Jefe de soldadura y ensamble  | 360.000,00        |
| 20 | Martínez Hermes             | Ayudante de taller            | 286.000,00        |
| 21 | Mairongo C. José            | Ayudante de taller            | 286.000,00        |

|           |  |                                     |                         |                          |
|-----------|--|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 22        | Miranda Valencia Cristhian                               | Ayudante de taller                  | 300.000,00              |                          |
| 23        | Millán Ledezma Jaime                                     | Ayudante de taller                  | 360.000,00              |                          |
| 24        | Mina Elkin   | Jefe de metalmecánica               | 348.000,00              |                          |
| 25        | Obando Bernardo  | Jefe de fibra de vidrio             | 286.000,00              |                          |
| 26        | Olaya Hoyos Oveimar                                      | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 27        | Pino Gutiérrez Antonio                                   | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 28        | Pérez Pungo Carlos Alonso                                | Área de mantenimiento y preparación | 380.000,00              |                          |
| 29        | Rico Ordóñez Iván  | Jefe de área de física              | 530.000,00              |                          |
| 30        | Quetama José Gonzalo                                     | Coordinador de torno                | 370.000,00              |                          |
| 31        | Quiñónez Melecio   | Coordinador de cromado              | 320.000,00              |                          |
| 32        | Quiñónez Valencia Carlos                                 | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 33        | Quiroz G. Héctor Julián                                  | Soldador y/o ayudante taller        | 300.000,00              |                          |
| 34        | Ramírez C. Marlon A.                                     | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 35        | Salazar Stewar   | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 36        | Sarmiento Álvaro   | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 37        | Saldarriaga Fabio Arturo                                 | Ayudante de taller                  | 286.000,00              |                          |
| 38        | Torres Acosta Jairo Guillermo                            | Ayudante de taller (madera)         | 286.000,00              |                          |
| 39        | Vargas Mairongo Alberto                                  | Dibujante                           | 290.000,00              |                          |
| 40        | Velasco Ríos Giovanni                                    | Ayudante de taller                  | 305.000,00              |                          |
| 41        | Viera Barrera Octavio                                    | Soldador y/o ayudante taller        | 330.000,00              |                          |
| <b>Nº</b> | <b>Prestaciones/sal neto+aux trans. (si se requiere)</b> |                                     |                         |                          |
|           | <b>cesantías(8.33%)</b>                                  | <b>prima(8.33%)</b>                 | <b>int. Cesant.(1%)</b> | <b>vacaciones(4.16%)</b> |
| 1         | 26.024,00  | 26.024,00                           | 3.124,13                | 12.996,38                |
| 2         | 28.856,20  | 28.856,20                           | 3.464,13                | 14.410,78                |
| 3         | 26.024,00  | 26.024,00                           | 3.124,13                | 12.996,38                |
| 4         | 26.024,00  | 26.024,00                           | 3.124,13                | 12.996,38                |
| 5         | 47.481,00  | 47.481,00                           | 5.700,00                | 23.712,00                |

|    |           |           |          |           |
|----|-----------|-----------|----------|-----------|
| 6  | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 7  | 27.190,20 | 27.190,20 | 3.264,13 | 13.578,78 |
| 8  | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 9  | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 10 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 11 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 12 | 27.690,00 | 27.690,00 | 3.324,13 | 13.828,38 |
| 13 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 14 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 15 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 16 | 27.190,20 | 27.190,20 | 3.264,13 | 13.578,78 |
| 17 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 18 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 19 | 32.188,20 | 32.188,20 | 3.864,13 | 16.074,78 |
| 20 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 21 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 22 | 27.190,20 | 27.190,20 | 3.264,13 | 13.578,78 |
| 23 | 32.188,20 | 32.188,20 | 3.864,13 | 16.074,78 |
| 24 | 31.188,60 | 31.188,60 | 3.744,13 | 15.575,58 |
| 25 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 26 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 27 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 28 | 33.854,20 | 33.854,20 | 4.064,13 | 16.906,78 |
| 29 | 44.149,00 | 44.149,00 | 5.300,00 | 22.048,00 |
| 30 | 33.021,20 | 33.021,20 | 3.964,13 | 16.490,78 |
| 31 | 28.856,20 | 28.856,20 | 3.464,13 | 14.410,78 |
| 32 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 33 | 27.190,20 | 27.190,20 | 3.264,13 | 13.578,78 |
| 34 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 35 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 36 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 37 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 38 | 26.024,00 | 26.024,00 | 3.124,13 | 12.996,38 |
| 39 | 26.357,20 | 26.357,20 | 3.164,13 | 13.162,78 |
| 40 | 27.606,70 | 27.606,70 | 3.314,13 | 13.786,78 |
| 41 | 29.689,20 | 29.689,20 | 3.564,13 | 14.826,78 |

| Nº | Aportes parafiscales/sal. Neto |                         | Costo Laboral | Tiempo ocioso |           | Total costo MO |
|----|--------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
|    | comfandi(9%)                   | salud y pensión(18,26%) | prima(8.33%)  | min           | (\$)/mes  | (\$)/mes       |
| 1  | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 2  | 28.800,00                      | 58.432,00               | 162.819,32    | 29            | 20.929,12 | 530.161,44     |
| 3  | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 4  | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 5  | 51.300,00                      | 104.082,00              | 279.756,00    | 29            | 34.437,50 | 884.193,50     |
| 6  | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 7  | 27.000,00                      | 54.780,00               | 153.003,32    | 29            | 19.720,79 | 499.137,10     |
| 8  | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 9  | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 10 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 11 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 12 | 27.540,00                      | 55.875,60               | 155.948,12    | 29            | 20.083,29 | 508.444,40     |
| 13 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 14 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 15 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 16 | 27.000,00                      | 54.780,00               | 153.003,32    | 29            | 19.720,79 | 499.137,10     |
| 17 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 18 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 19 | 32.400,00                      | 65.736,00               | 182.451,32    | 29            | 23.345,79 | 592.210,10     |
| 20 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 21 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 22 | 27.000,00                      | 54.780,00               | 153.003,32    | 29            | 19.720,79 | 499.137,10     |
| 23 | 32.400,00                      | 65.736,00               | 182.451,32    | 29            | 23.345,79 | 592.210,10     |
| 24 | 31.320,00                      | 63.544,80               | 176.561,72    | 29            | 22.620,79 | 573.595,50     |
| 25 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 26 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 27 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 28 | 34.200,00                      | 69.388,00               | 192.267,32    | 29            | 24.554,12 | 623.234,44     |
| 29 | 47.700,00                      | 96.778,00               | 260.124,00    | 29            | 32.020,83 | 822.144,83     |
| 30 | 33.300,00                      | 67.562,00               | 187.359,32    | 29            | 23.949,95 | 607.722,27     |
| 31 | 28.800,00                      | 58.432,00               | 162.819,32    | 29            | 20.929,12 | 530.161,44     |
| 32 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 33 | 27.000,00                      | 54.780,00               | 153.003,32    | 29            | 19.720,79 | 499.137,10     |
| 34 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 35 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 36 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 37 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 38 | 25.740,00                      | 52.223,60               | 146.132,12    | 29            | 18.874,95 | 477.420,07     |
| 39 | 26.100,00                      | 52.954,00               | 148.095,32    | 29            | 19.116,62 | 483.624,94     |

|    |           |           |            |                        |           |                      |
|----|-----------|-----------|------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 40 | 27.450,00 | 55.693,00 | 155.457,32 | 29                     | 20.022,87 | 506.893,19           |
| 41 | 29.700,00 | 60.258,00 | 167.727,32 | 29                     | 21.533,29 | 545.673,60           |
|    |           |           |            | <b>MO Total al mes</b> |           | <b>21.254.899,80</b> |

| Nº | Costo MO/día | Costo MO/hr  | Costo MO/min | Costo MO/día | Costo MO/hr  | Costo MO/min |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|    | 30 días (\$) | 30 días (\$) | 30 días (\$) | 26 días (\$) | 26 días (\$) | 26 días (\$) |
| 1  | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 2  | 17.672,05    | 2209,01      | 36,82        | 20390,82     | 2548,85      | 42,48        |
| 3  | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 4  | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 5  | 29.473,12    | 3684,14      | 61,40        | 34007,44     | 4250,93      | 70,85        |
| 6  | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 7  | 16.637,90    | 2079,74      | 34,66        | 19197,58     | 2399,70      | 39,99        |
| 8  | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 9  | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 10 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 11 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 12 | 16.948,15    | 2118,52      | 35,31        | 19555,55     | 2444,44      | 40,74        |
| 13 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 14 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 15 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 16 | 16.637,90    | 2079,74      | 34,66        | 19197,58     | 2399,70      | 39,99        |
| 17 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 18 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 19 | 19.740,34    | 2467,54      | 41,13        | 22777,31     | 2847,16      | 47,45        |
| 20 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 21 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 22 | 16.637,90    | 2079,74      | 34,66        | 19197,58     | 2399,70      | 39,99        |
| 23 | 19.740,34    | 2467,54      | 41,13        | 22777,31     | 2847,16      | 47,45        |
| 24 | 19.119,85    | 2389,98      | 39,83        | 22061,37     | 2757,67      | 45,96        |
| 25 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 26 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 27 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 28 | 20.774,48    | 2596,81      | 43,28        | 23970,56     | 2996,32      | 49,94        |
| 29 | 27.404,83    | 3425,60      | 57,09        | 31620,96     | 3952,62      | 65,88        |
| 30 | 20.257,41    | 2532,18      | 42,20        | 23373,93     | 2921,74      | 48,70        |
| 31 | 17.672,05    | 2209,01      | 36,82        | 20390,82     | 2548,85      | 42,48        |
| 32 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |
| 33 | 16.637,90    | 2079,74      | 34,66        | 19197,58     | 2399,70      | 39,99        |
| 34 | 15.914,00    | 1989,25      | 33,15        | 18362,31     | 2295,29      | 38,25        |

|    |           |         |       |                             |                      |                      |
|----|-----------|---------|-------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| 35 | 15.914,00 | 1989,25 | 33,15 | 18362,31                    | 2295,29              | 38,25                |
| 36 | 15.914,00 | 1989,25 | 33,15 | 18362,31                    | 2295,29              | 38,25                |
| 37 | 15.914,00 | 1989,25 | 33,15 | 18362,31                    | 2295,29              | 38,25                |
| 38 | 15.914,00 | 1989,25 | 33,15 | 18362,31                    | 2295,29              | 38,25                |
| 39 | 16.120,83 | 2015,10 | 33,59 | 18600,96                    | 2325,12              | 38,75                |
| 40 | 16.896,44 | 2112,05 | 35,20 | 19495,89                    | 2436,99              | 40,62                |
| 41 | 18.189,12 | 2273,64 | 37,89 | 20987,45                    | 2623,43              | 43,72                |
|    |           |         |       | Total M.O x dia (\$)        | Total M.O x hor (\$) | Total M.O x min (\$) |
|    |           |         |       | 817496,15                   | 102187,02            | 1703,12              |
|    |           |         |       | Promedio Salarial x Persona |                      |                      |
|    |           |         |       | Total M.O x dia             | Total M.O x hor      | Total M.O x min      |
|    |           |         |       | 19938,93039                 | 2492,366299          | 41,53943831          |

Factor prestacional.

Factor prestac. = Lo que realmente se paga / Lo que aparentemente se paga.

Si el operario se gana \$ 286000 / mes,

Esto será \$ 3432000 / año,

Y de \$ 9402.7 / dia

Ahora, como el operario se le pagan todas las prestaciones en realidad se le paga al mes \$ 477420.07.

Entonces el factor prestacional será igual a: \$ 477420.07 / \$ 286000

Que es: 1.67.

## 8.4 CUADRO COMPARATIVO DE LOS ESTÁNDARES PARA CADA UNA DE LAS SEIS REFERENCIAS

| PRODUCTOS                              | TPM         | TNT         | TIM         | STD. MOD    |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  | (hr-h)/ und | (hr-h)/ und | (hr-h)/ und | (hr-h)/ und |
| <b>Silla Universitaria con Cruceta</b> | 0.97        | 0.0575      | 0.097       | 1.1245      |
| <b>Silla Universitaria con Bandeja</b> | 1.104       | 0.0654      | 0.1104      | 1.279       |
| <b>Silla para profesor tapizada</b>    | 1.998       | 0.1185      | 0.1998      | 2.3163      |
| <b>Silla primaria en laca natural</b>  | 0.557       | 0.03304     | 0.097       | 0.645       |
| <b>Silla kinder en laca natural</b>    | 0.5158      | 0.03055     | 0.05158     | 0.5979      |
| <b>Tablero</b>                         | 1.424       | 0.0844      | 0.01424     | 1.6508      |

**NOTA:**

Vale la pena aclarar que no se realizaron cuadros comparativos con estándares calculados anteriormente debido a que, no estaban formulados por la empresa, por lo tanto no se pueden obtener variaciones.

## 8.5 ANÁLISIS DE COSTOS

| PRODUCTOS                       | TIEMPO DE FABRICACIÓN (STD. MOD) | COSTO DE 1 HORA LABORADA (\$) | COSTO MOD (\$/UND) | COSTO MP (\$/UND) |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| Silla Universitaria con Cruceta | 1.1245                           | 2.492,37                      | <b>2.802,67</b>    | <b>11.814,10</b>  |
| Silla Universitaria con Bandeja | 1.279                            | 2.492,37                      | <b>3.187,74</b>    | <b>14.559,56</b>  |
| Silla para profesor tapizada    | 2.3163                           | 2.492,37                      | <b>5.773,08</b>    | <b>16.565,32</b>  |
| Silla primaria en laca natural  | 0.645                            | 2.492,37                      | <b>1.607,58</b>    | <b>7.926,29</b>   |
| Silla kinder en laca natural    | 0.5979                           | 2.492,37                      | <b>1.490,19</b>    | <b>7.114,41</b>   |
| Tablero                         | 1.6508                           | 2.492,37                      | <b>4.114,40</b>    | <b>32.078,85</b>  |

El costo de la mano de obra directa se obtiene de multiplicar el tiempo de fabricación (STD. MOD) por el costo promedio de una hora laborada.

## 9. CONCLUSIONES

- ✓ Los estándares de producción en mano de obra directa le permitirán a la empresa Coldidácticas Ltda. manejar parámetros, ante el proceso de producción de tal manera que sea más fácil y confiable la programación de la misma.
- ✓ Los costos cargados al producto por tiempo requerido en mano de obra directa serán los reales basándose en los estándares, y no en una estimación que pueda llegar a incurrir en sobre costos y subestimaciones.
- ✓ A través de charlas y presentaciones al personal de producción se logró concienciar a los mismos de la importancia de la organización de puestos de trabajo, alistamiento de los materiales y herramientas requeridas para desempeñar sus labores. De esta manera logramos establecer una reglamentación en lo mencionado anteriormente de tal forma que se permita optimizar los tiempos y los costos en que se incurren.
- ✓ Las políticas de trabajo y apoyo de la gerencia general deberán ser evaluadas de tal forma que se permita el involucramiento de toda la organización en la toma de decisiones que contribuyan al mejoramiento de la misma.

- ✓ Por medio del estudio de tiempos se logra la familiarización de personal de la empresa con los diagramas de operaciones, con el fin de que se encuentren capacitados en algún momento para aprovechar estos valiosos instrumentos en la resolución de problemas como una redistribución de los equipos de la planta de acuerdo a las operaciones que se realizan en la fabricación de un producto, o para analizar costos ocultos o indirectos como retrasos, almacenamientos, etc.
  
- ✓ Se determinó el factor tolerancia, el cual proviene por la incidencia de demoras inevitables y es necesario para el cálculo de los estándares con los cuales se desarrollaron normas de tiempo para uso de la planta de producción de la empresa y así esta logró cargar los costos reales a los productos que fueron objeto de estudio en este proyecto, pero que les servirán como base para las demás referencias.
  
- ✓ Se calculó el costo de la mano de obra directa y el costo de la materia prima en los que incurre una unidad de producto y así complementar los elementos que hacen parte del costo, para la obtención del costo real del producto.

## 10. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un plan de trabajo diario en donde se establezcan los requerimientos de materiales, herramientas y demás elementos necesarios en el puesto de trabajo, para así continuar con la reducción de los tiempos de alistamiento en todas las referencias que se fabriquen.
- ✓ Mantener una continuidad en el trabajo que se está realizando, en cuanto actividades de taller, garantizando así un óptimo y rápido desarrollo del mismo, conservando así el orden en la programación de la producción.
- ✓ Informarle al operario del producto y de las etapas de este y también de sus respectivas tareas con el mismo, presentándole a su vez los planos con las dimensiones y procedimientos correspondientes para facilitarle la ejecución de su trabajo y lograr que este sea óptimo.
- ✓ Establecer una política para determinar la cantidad de desperdicio por pedido para efectos de costo de producto terminado.
- ✓ Establecer una continuidad de las actividades del proyecto como tal, como es el obtener los estándares respectivos para la fabricación de las distintas referencias de productos pertenecientes a las líneas productivas.

Dicha continuidad consiste en conservar los parámetros de carácter técnico que han sido considerados hasta el momento, con lo cual se buscará homogeneidad en los diferentes cálculos y procesos a realizar.

## BIBLIOGRAFÍA

-  NIEVEL W., Benjamín. Ingeniería industrial métodos, tiempo y movimientos. 9 ed. México, D.F: Alfaomega Grupo Editor, 1.996.
-  HODSON k., William. Maynard manual del ingeniero industrial. Tomo I. 4 ed. México, D.F.: Mc Graw – Hill, 1.996.
-  MAYNARD, Harold Bright. Manual de la ingeniería de la producción industrial. Toronto, Canadá.: Reverte, 1.962.
-  MAYER R., Raymond. Gerencia de producción y operaciones. 3 ed. U.S.A.: Mc Graw – Hill, 1.977.
-  CORCORAN A., Wayne. Costos, contabilidad, análisis y control. 4 ed. México, D.F.: Limusa, S.A., 1.995.
-  INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá: ICONTEC., 1999. 84p. NTC 1486-1075-1487-1160-1308-1307.

 Asesoría a Tecnoquímicas S.A. (planta San Nicolás) en la determinación de estándares de producción. Tesis. Universidad Autónoma de Occidente. Autoras: Catalina Gutiérrez y Dayana Hernández