

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Determinación de tiempos estándar en  
un taller pequeño de metal-mecánica**

Trabajo de graduación presentado por German Armas para  
optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala

2003



**Determinación de tiempos estándar en  
un taller pequeño de metal-mecánica**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

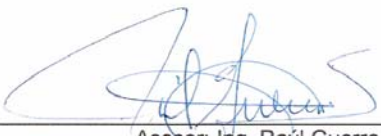
**Determinación de tiempos estándar en  
un taller pequeño de metal-mecánica**

Trabajo de graduación presentado por German Armas para  
optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

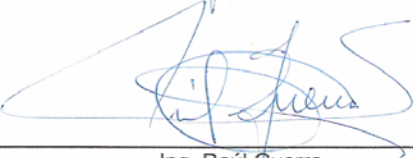
Guatemala

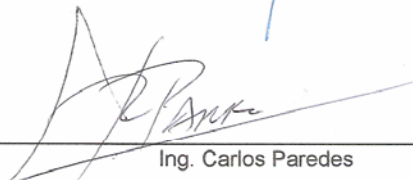
2003

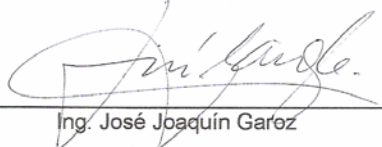
**Vo. Bo.**

(f)   
Asesor: Ing. Raúl Guerra

**Tribunal:**

(f)   
Ing. Raúl Guerra

(f)   
Ing. Carlos Paredes

(f)   
Ing. José Joaquín Garoz

Fecha de aprobación: 26 de mayo de 2003

# CONTENIDO

<b>CONTENIDO .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE DIAGRAMAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>A. GENERAL:.....</b>	<b>2</b>
<b>B. ESPECÍFICOS: .....</b>	<b>2</b>
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>A. MÉTODOS, ESTUDIO DE TIEMPOS Y PAGO DE SALARIOS.....</b>	<b>3</b>
<b>B. INGENIERÍA DE MÉTODOS .....</b>	<b>5</b>
<b>C. MEDIOS GRÁFICOS PARA EL ANALISTA DE MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>D. EL ESTUDIO DE TIEMPOS.....</b>	<b>12</b>
<b>IV. COINGUASA.....</b>	<b>22</b>
<b>A. DESCRIPCIÓN GENERAL.....</b>	<b>22</b>
<b>B. PROCESOS.....</b>	<b>23</b>
<b>V. ESTUDIO DE TIEMPOS.....</b>	<b>25</b>

A.	METODOLOGÍA .....	25
B.	DIAGRAMAS UTILIZADOS .....	26
VI.	RECOPIACIÓN DE DATOS.....	30
A.	DIAGRAMAS DE TIEMPOS.....	30
1.	Aluminio.....	30
2.	Hierro forjado.....	37
B.	DIAGRAMAS DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO .....	61
C.	DIAGRAMAS DE RECORRIDO .....	67
VII.	RESULTADOS .....	69
A.	ALUMINIO.....	69
B.	HIERRO FORJADO .....	70
VIII.	APLICACIONES.....	72
A.	EJEMPLO DE HIERRO FORJADO.....	72
B.	EJEMPLO DE ALUMINIO .....	73
IX.	DISCUSIÓN.....	75
X.	CONCLUSIONES.....	81
XI.	RECOMENDACIONES .....	83
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	85

# LISTA DE DIAGRAMAS

## DIAGRAMAS DE TIEMPOS:

Diagrama de tiempos 1: Ejemplo .....	27
Diagrama de tiempos 2: Corte de tubos de aluminio menores a 3 pies.....	31
Diagrama de tiempos 3: Corte de tubos de aluminio mayores a 3 pies.....	32
Diagrama de tiempos 4: Doble de 180° en un tubo de aluminio de 1" .....	33
Diagrama de tiempos 5: Doble de 90° en un tubo de aluminio .....	34
Diagrama de tiempos 6: Perforación de un agujero en un tubo de aluminio .....	35
Diagrama de tiempos 7: Colocación de 1 tornillo para ensamble final .....	36
Diagrama de tiempos 8: Corte de lámina de 1/8" en cortadora manual.....	39
Diagrama de tiempos 9: Corte de lámina de 1/8" en cortadora manual.....	40
Diagrama de tiempos 10: Corte en troquel de piezas de hierro forjado.....	41
Diagrama de tiempos 11: Corte en troquel de piezas de hierro forjado.....	42
Diagrama de tiempos 12: Doble de lámina de 1/8" de espesor.....	43
Diagrama de tiempos 13: Doble de varilla de 1/2" de diámetro.....	44
Diagrama de tiempos 14: Doble de varilla de 1/4" de diámetro.....	45
Diagrama de tiempos 15: Doble de varilla de 1/4" de diámetro.....	46
Diagrama de tiempos 16: Enderezar varilla de 1/2" .....	47
Diagrama de tiempos 17: Enderezar varilla de 1/4" .....	48
Diagrama de tiempos 18: Puntos de soldadura en varillas de 1/4" .....	49
Diagrama de tiempos 19: Puntos de soldadura en varillas de 1/2" .....	50
Diagrama de tiempos 20: Pintura a mano: Candelabro Caracol grande.....	51
Diagrama de tiempos 21: Pintura a mano: Candelabro Caracol pequeño.....	52
Diagrama de tiempos 22: Pintura a mano: Candelabro Mansilla .....	53

Diagrama de tiempos 23: Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 52" .....	54
Diagrama de tiempos 24: Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 49" .....	55
Diagrama de tiempos 25: Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 45" .....	56
Diagrama de tiempos 26: Pintura a mano: Enredadera de 6 candelas.....	57
Diagrama de tiempos 27: Pintura con soplete: Candelabro Mansilla.....	58
Diagrama de tiempos 28: Pintura con soplete: Enredadera de 6 candelas .....	59
Diagrama de tiempos 29: Pintura con soplete: Sillas tipo Dalía .....	60

### **DIAGRAMAS DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO:**

Diagrama de flujo 1: Ejemplo .....	28
Diagrama de flujo 2: Corte de hierro forjado .....	62
Diagrama de flujo 3: Doble de hierro forjado.....	63
Diagrama de flujo 4: Soldadura .....	64
Diagrama de flujo 5: Corte de aluminio .....	65
Diagrama de flujo 6: Doble de aluminio .....	66

### **DIAGRAMAS DE RECORRIDO:**

Diagrama de recorrido 1: Ejemplo.....	29
Diagrama de recorrido 2: Artículos de aluminio .....	67
Diagrama de recorrido 3: Artículos de hierro forjado .....	68

# LISTA DE TABLAS

## TABLAS

Tabla 1: Cálculo de área superficial de láminas .....	38
Tabla 2: Cálculo de área superficial de varillas.....	38
Tabla 3: Cálculo de área superficial de platillos.....	38
Tabla 4: Resultados: Aluminio.....	69
Tabla 5: Resultados: Hierro forjado.....	70
Tabla 6: Resumen de pintura: A mano.....	71
Tabla 7: Resumen de pintura: Con soplete.....	71
Tabla 8: Aplicación de tiempos para una silla Dalia .....	74
Tabla 9: Aplicación de tiempos para un andador fijo .....	74

## RESUMEN

Este trabajo consiste en el cálculo de los tiempos estándar de las operaciones básicas en un taller de metal-mecánica. El estudio se llevó a cabo en Coinguasa, la cual es una empresa que realiza artículos en aluminio y en hierro forjado. Coinguasa maneja dos líneas de producción: Disal, Diseños en Aluminio, y en La Forja Real. Actualmente no se tiene un estudio de tiempos que indique los tiempos esperados para finalizar los productos. Esta empresa realiza piezas según los requerimientos del cliente, con diseños que posee la empresa. Pero, en reiteradas ocasiones los clientes exigen cambios a los diseños existentes, los cuales impedirían tener un estudio de tiempos por los productos que se realizan ya que continuamente se estarían creando productos nuevos. En este caso, el estudio de tiempos que se realizó fue por los procesos que éstos pasan antes de terminarlos. Los artículos de hierro forjado pasan por cuatro etapas principales, las cuales son: cortar, doblar, soldar y pintar. De igual manera, los productos de aluminio pasan por cuatro etapas. Éstas etapas son: cortar, doblar, perforar y atornillar.

Este trabajo consiste en el cálculo de los tiempos estándar de las operaciones básicas en un taller de metal-mecánica. El estudio se llevó a cabo en Coinguasa, la cual es una empresa que realiza artículos en aluminio y en hierro forjado. Coinguasa maneja dos líneas de producción: Disal, Diseños en Aluminio, y en La Forja Real. Actualmente no se tiene un estudio de tiempos que indique los tiempos esperados para finalizar los productos. Esta empresa realiza piezas según los requerimientos del cliente, con diseños que posee la empresa. Pero, en reiteradas ocasiones los clientes exigen cambios a los diseños existentes, los cuales impedirían tener un estudio de tiempos por los productos que se realizan ya que continuamente se estarían creando productos nuevos. En este caso, el estudio de tiempos que se realizó fue por los procesos que éstos pasan antes de terminarlos. Los artículos de hierro forjado pasan por cuatro etapas principales, las cuales son: cortar, doblar, soldar y pintar. De igual manera, los productos de aluminio pasan por cuatro etapas. Éstas etapas son: cortar, doblar, perforar y atornillar.



En estas etapas se c oncentrará el estudio de tiempos. De este modo, al tener un diseño nuevo, si es de hierro forjado, se puede calcular el tiempo en el que estará terminado por el número de cortes, dobleces, puntos de soldadura y piezas pintadas; mientras que si el producto es de aluminio, se contarán los cortes, dobleces, número de perforaciones y tornillos colocados para calcular el tiempo que tomará el realizarlo.

En estas etapas se c oncentrará el estudio de tiempos. De este modo, al tener un diseño nuevo, si es de hierro forjado, se puede calcular el tiempo en el que estará terminado por el número de cortes, dobleces, puntos de soldadura y piezas pintadas; mientras que si el producto es de aluminio, se contarán los cortes, dobleces, número de perforaciones y tornillos colocados para calcular el tiempo que tomará el realizarlo.

Para lograr esto, se tomaron tiempos en cada una de las principales áreas y posteriormente se tabularon los datos de acuerdo al tipo de material utilizado. Luego, se presentan los datos y resultados con una explicación de lo que es cada uno. Y por último, se encuentran las conclusiones del trabajo y recomendaciones apropiadas.



# I. INTRODUCCIÓN

COINGUASA es una empresa que se dedica al diseño y producción de artículos de hierro forjado y aluminio. Esta empresa cuenta con más de cinco años de experiencia, y ha fabricado ya muchos diseños, de los cuales, la mayoría son diseños propios de la empresa. Sin embargo, en la actualidad, no es posible determinar la duración de un trabajo ni la cantidad de mano de obra necesaria para realizar el mismo.

Dado que son muchos los productos que la empresa realiza, tomaría mucho tiempo poder cronometrar el tiempo de trabajo que lleva cada uno de los productos que se fabrican. Sin embargo, todos los productos fabricados pasan por los mismos procesos, por lo que se puede calcular, mediante la toma de tiempos, los tiempos estándar de cada uno de éstos procesos, que es lo que se realizará en el presente trabajo.

Básicamente, la producción de artículos de hierro forjado se puede dividir en cuatro procesos o etapas, las cuales son: cortar, doblar, soldar y pintar. De esta manera, se puede obtener un buen estimado de la cantidad de tiempo necesaria para finalizar un producto mediante el análisis de su diseño, es decir, se observa la cantidad de cortes, dobleces, puntos de soldadura y piezas pintadas requeridas para completar un producto, y con los tiempos estándares, se calcula el tiempo requerido para hacer el producto. De la misma manera se puede proceder con los artículos de aluminio, cuyos procesos son: cortar, doblar, perforar y atornillar.

*Tiempo estándar* es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación.

## **II. OBJETIVOS**

### **A. GENERAL:**

Determinar los tiempos estándar para las principales actividades realizadas en un taller de metal mecánica

### **B. ESPECÍFICOS:**

Calcular el tiempo que se tomará para la realización de un trabajo basándose en el análisis del diseño y en los tiempos estándares.

Hacer posible que la empresa pueda dar un estimado preciso del tiempo que tomará en realizar un producto.

Poder poner un estándar a los operarios del tiempo que se deben tardar en cada operación.

### III. MARCO TEÓRICO

#### A. MÉTODOS, ESTUDIO DE TIEMPOS Y PAGO DE SALARIOS

**1. La importancia de la productividad.** El único camino para que un negocio o empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad. Por incremento en la productividad se entiende el aumento en la producción por hora de trabajo. El instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios.

Se debe comprender claramente que todos los aspectos de un negocio o industria –ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración- son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pagos de salarios. Con mucha frecuencia, sólo se considera la función de producción cuando se aplican métodos, normas o estándares y sistemas de pago de salarios. Sin embargo, se debe recordar que la producción es tan importante como otros aspectos de la empresa que también contribuyen sustancialmente al costo de operación y son áreas igualmente válidas para la aplicación de técnicas de mejoramiento de los costos.

La sección de producción de una industria puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta sección se interrumpiese, toda la empresa dejaría de ser productiva. En el departamento de producción se tienen las actividades de ingeniería de métodos, estudio de tiempos y sistemas de salarios, que ofrecen al joven profesional técnico recién graduado campos de trabajo altamente satisfactorios.

Es en el departamento de producción, donde se solicita y controla el material que se trabajará, se determina la secuencia de operaciones y métodos, se piden las herramientas, se asignan tiempos, se programa, se distribuye y se lleva el control del trabajo, y donde se logra la satisfacción de los clientes. La instrucción en este campo revela cómo se realiza la producción, dónde se lleva a cabo, cuándo se ejecuta y cuánto tiempo toma el hacerla.

Si se considera el departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y salarios son el corazón del grupo de fabricación. Más que en cualquier otra parte, es aquí donde se determina si un producto va a ser producido en base competitiva. También es aquí donde se aplican la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos antes de iniciar la producción, asegurando de este modo que el producto pase las pruebas frente a la fuerte competencia. En esta fase es donde se emplea continuamente la creatividad para mejorar los métodos existentes y afirmar a la empresa en posición adelantada en su línea de productos.

**2. Alcance de la ingeniería de métodos.** El campo de estas actividades comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto después de que han sido elaborados los dibujos y planos de trabajo en la sección de ingeniería del producto. El mejor método debe entonces compaginarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina. Una vez que se ha establecido cabalmente un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la repartición del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

## **B. INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. En primer lugar porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin. La diferencia de productividad resultante de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre están en posibilidad de mantener competitividad con los países en desarrollo con salarios bajos. La investigación y el desarrollo que conducen a una nueva tecnología es esencial para la ingeniería de métodos.

Cuando se realizan estudios de métodos para perfeccionar un método de operación existente, la experiencia ha demostrado que a fin de lograr los máximos rendimientos, hay que seguir un procedimiento sistemático similar al

propuesto para el diseño del centro de trabajo inicial. La *Westinghouse Electric Corporation*, en su programa de Análisis de Operaciones, propugna los siguientes pasos para asegurar la obtención de los resultados favorables.

- Hacer una exploración preliminar.
- Determinar el grado o intensidad justificable del análisis.
- Elaborar diagramas de procesos.
- Investigar los enfoques necesarios para el análisis de operaciones.
- Realizar un estudio de movimientos cuando se justifique.
- Comparar el método en uso con el nuevo método.
- Presentar el método nuevo.
- Verificar la implantación de éste.
- Corregir los tiempos.
- Seguir la operación del nuevo método.

En realidad, la ingeniería de métodos abarca todos estos pasos. La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

**1. Estudio de tiempos.** Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales,

muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuándo es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de los dos, un buen analista del estudio de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente básico.

Para cerciorarse de que el método que se prescribe es el mejor, el ingeniero especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de ingeniero de métodos. En industrias pequeñas estas dos actividades suelen ser desempeñadas por la misma persona. Obsérvese que el establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes de los centros de trabajo actuales.

**2. Sistema de pago de salarios.** Análogamente, la función de pago de salarios está relacionada estrechamente con las secciones de estudio de tiempos y de métodos de la actividad de la producción. En muchas compañías, y particularmente en empresas pequeñas, la actividad de pago de salarios la realiza el mismo grupo responsable de métodos y estándares, pero, en general, la actividad relativa a salarios es efectuada por el grupo encargado de las evaluaciones de trabajo y de aplicar los sistemas o planes de pago de salarios de modo que funcionen sin tropiezos.

El análisis del trabajo se refiere al procedimiento para formular una evaluación cabal de cada puesto, registrando detalles del trabajo, de tal forma que este pueda ser evaluado.

La evaluación de trabajos es una técnica para determinar equitativamente el valor relativo de la asignación de trabajo en una organización. Esta técnica es la que se emplea para establecer tasa básicas justas para las asignaciones de trabajos. En general, las metodologías de evaluación de trabajos consideran los que un empleado aporta al trabajo en forma de educación, experiencias y aptitudes especiales, y lo que el trabajo requiere de él desde el punto de vista del esfuerzo mental o del esfuerzo físico. La responsabilidad es un tercer factor importante que se considera siempre en una evaluación efectiva del trabajo.

Por la naturaleza particular de una empresa dada, puede ser deseable tener dos o aun tres sistemas de salarios enteramente distintos (por día de trabajo, por pieza producida y de incentivos de grupo), y la administración de estos planes recae en el grupo encargado del pago de salarios.

El control de la producción, la disposición de la fábrica o planta, compras, contabilidad y control de costos, y diseño de procesos y productos son otras áreas muy vinculada con las funciones de métodos y de estándares. Todas estas actividades dependen de los datos de costos y de tiempos, datos diversos y procedimientos de operación provenientes del departamento de métodos y estándares, para funcionar eficazmente.

**3. Objetivos de los métodos, el estudio de tiempos y los sistemas de pago de salarios.** Los objetivos principales de estas actividades son aumentar la productividad y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes para mayor número de personas. La capacidad para producir más con menos dará por resultado más trabajo para más personas durante un mayor número de horas por año. Sólo mediante la aplicación inteligente de los principios de los métodos, el estudios de tiempos y los sistemas de salarios puede haber más productores de bienes y servicios, incrementándose al mismo tiempo la

potencialidad de compra de todos los consumidores. Así mismo, únicamente por medio de la aplicación de tales principios es posible disminuir el desempleo y la asistencia social, abatiendo en consecuencia el costo ascendente del apoyo económico a los no productores.

Los corolarios aplicables a los objetivos principales son como sigue:

- Minimizan el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservan los recursos y minimizan los costos especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
- Efectúan la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionan un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Maximizan la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empalados o trabajadores.
- Realizan la producción considerando cada vez más la protección necesaria de la condiciones ambientales.
- Aplican un programa de administración según un alto nivel humano.

### **C. MEDIOS GRÁFICOS PARA EL ANALISTA DE MÉTODOS**

Todo operario debe tener las herramientas necesarias que le faciliten el trabajo. Del mismo modo en que un maquinista de taller cuenta con micrómetros y calibradores, y un carpintero dispone de escoplos y garlopas, el analista de métodos debe tener a su disposición las herramientas o medios que le ayuden a efectuar un mejor trabajo en el menor tiempo posible. Uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero de métodos es el diagrama de proceso.

Se define como diagrama de proceso a una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo. En el análisis de métodos se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas. Ellos son:

- Diagrama de operaciones de proceso
- Diagrama de curso (o flujo) de proceso
- Diagrama de recorrido de actividades
- Diagrama de interrelación hombre-máquina
- Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla
- Diagrama de proceso para operario
- Diagrama de viajes de material
- Diagrama PERT

**1. Diagrama de flujo de proceso.** Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos períodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan símbolos: un círculo para representar una operación, un cuadrado, que representa la inspección, una flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a

una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadrado con un círculo inscrito.

**a. Utilización del diagrama de curso de proceso.** Este diagrama, como el diagrama de operaciones de proceso, no es un fin en sí, sino sólo un medio para lograr una meta. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Como el reograma muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, es conveniente para reducir la cantidad y la duración de estos elementos.

Una vez que el analista ha elaborado el diagrama de curso de proceso, debe empezar a formular las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

- Manejo de materiales
- Distribución de equipo en la planta
- Tiempo de retrasos
- Tiempo de almacenamientos

Al analista le interesa principalmente mejorar lo siguiente:

- El tiempo de cada operación, inspección, movimiento, retraso y almacenamiento.
- La distancia de recorrido cada vez que se transporta el componente.

**2. El diagrama de recorrido de actividades.** Aunque el diagrama de curso de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una

representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así poder lograr una mejor distribución en la planta.

#### **D. EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

El establecimiento de estándares de tiempos es un paso muy importante para proyectar un centro de trabajo para la fabricación de un producto. Se ha empleado tres medios para determinar dichos estándares: estimaciones, registros históricos y medición del trabajo.

Las estimaciones como medio para establecer estándares se usaron más en años anteriores que ahora. Debido a la creciente competencia con fabricantes extranjeros, se ha desarrollado un esfuerzo mayor para establecer estándares basados más en hechos que criterios o juicios. La experiencia ha demostrado que nos es posible establecer estándares de producción

consistentes y justos con el simple expediente de dar un vistazo a un trabajo y luego apreciar el tiempo requerido para efectuarlo. Los estándares quedarán en un 25%, en promedio. Los errores compensatorios reducirán a veces esta cifra, pero por experiencia se sabe que en un cierto lapso los valores estimados se apartan considerablemente de los obtenidos por medición. Tanto el método de registro histórico como el de medición de trabajo, dan valores mucho más exactos que el de las estimaciones basadas en mero juicios o apreciación personal.

En el método de los registros históricos, los estándares de producción se basan en los registros de trabajos semejantes realizados con anterioridad. En la práctica común, el trabajador marca una tarjeta en un reloj marcador cada vez que inicia un trabajo y repite la operación al terminarlo. Esto registra el tiempo que el trabajador empleó en ejecutar ese trabajo, pero no en qué tiempo debía haberlo efectuado. Como los operarios desean justificar toda su jornada, en algunos trabajos quedan incluidos los retrasos personales, los retrasos inevitables y los retrasos evitables en mayor grado de lo debido, mientras que en otros no se tiene la proporción adecuada del tiempo de retrasos. Se han visto registros históricos con desviación consistente de un 50% en la misma operación del mismo trabajo. Sin embargo, es mejor usar tales registros que no utilizar ninguno como base para determinar estándares para mano de obra. Este método da resultados más fidedignos que el de las estimaciones, pero no aporta resultados suficientemente válidos para asegurar que haya valores equitativos y competitivos de costos de mano de obra.

Cualquiera de las técnicas de medición del trabajo (estudio de tiempos con cronómetro, datos estándares, fórmulas de tiempos o estudios de muestreo del trabajo) es un buen medio para establecer estándares justos de producción. Todos estos métodos se basan en hechos. Estudian cada detalle del trabajo y su relación con el tiempo normal que se requiere para ejecutar el ciclo completo. Los estándares de tiempo cuidadosamente establecidos

posibilitan una mayor producción en una planta, incrementando así la eficiencia del equipo y del personal que la opera. Estándares deficientemente establecidos, aunque sirven más que no utilizar ninguno, ocasionarán inevitablemente costos más elevados, dificultades con los trabajadores y aun una posible crisis en la empresa.

A fin de lograr la implantación satisfactoria de una técnica de medición del trabajo, debe haber un verdadero empeño por parte de la dirección o gerencia de una empresa. Tal empeño requiere aplicar entusiasmo, tiempo y los recursos financieros en forma continua.

**1. Un día justo de trabajo.** Prácticamente, quienquiera que haya estado relacionado de alguna manera con la industria ha oído repetidas veces la expresión “un día justo de trabajo”. No obstante, la mayor parte de quienes escucharon tal expresión no sabría qué decir si se le pidiera una definición de lo que entiende por el trabajo justo de un día. Los convenios acerca de las diferencias en las tasas de salarios en las industrias básicas del acero contienen la previsión de que «el principio fundamental de las relaciones entre trabajos y salario es que el trabajador tiene derecho a una percepción justa por día, a cambio de la cual la compañía tiene también derecho a un día justo de trabajo». En dichos acuerdos la definición que se da a un día justo de trabajo es «*la cantidad de trabajo que puede producir un trabajador competente laborando a un ritmo normal y utilizando efectivamente su tiempo, en tanto las limitaciones del proceso no restrinjan el trabajo*». Esta definición no explica lo que debe entenderse por trabajador competente, ritmo normal y utilización efectiva. Aún cuando las industrias del acero definieron cada uno de estos términos, existe cierta flexibilidad, porque es imposible establecer puntos de comparación bien fundados en una terminología tan amplia. Por ejemplo, la definición que se da de *trabajador competente* es «un individuo representativo en por medio de los trabajadores bien entrenados y capaces de ejecutar satisfactoriamente todas y cada una de las fases que constituyan un

trabajo, de acuerdo con la exigencias del trabajo en cuestión». Esta definición tampoco pone en claro lo que se entiende por un “individuo representativo promedio”.

Luego se define el *ritmo normal* como «la rapidez efectiva de actuación de un trabajador concienzudo, autodisciplinado y competente cuando no trabaja ni despacio ni a prisa, y da la debida atención a las exigencias físicas, mentales o visuales de un trabajo o tareas específica». Los acuerdos entre compañías sobre diferencias en tasas de salarios mencionan como ejemplo el de «un hombre que camina sin ninguna carga sobre un piso a nivel, liso a una razón de tres millas por hora». Aún cuando el concepto de tres millas por hora tiende a expresar lo que se entiende por ritmo o marcha normal, prevalece todavía una gran flexibilidad cuando se considera lo que puede entenderse por ritmo normal en los miles de trabajos existentes en la industria norteamericana.

También queda un margen de incertidumbre cuando se considera la definición de *utilización efectiva*. Esto se explica en los convenios como «el mantenimiento de un ritmo normal al ejecutar los elementos esenciales del trabajo durante las diferentes partes del día, exceptuando los que se requieren para descanso razonable y necesidades personales, en circunstancias en que el trabajo no está sujeto a limitaciones de proceso, equipo o de otra categoría».

En general, un día justo de trabajo es el que resulta efectivamente justo, tanto para el trabajador como para la empresa. Lo anterior quiere decir que el empleado tiene que entregar una jornada completa de labor a cambio del pago que recibe por ese tiempo, concediéndose márgenes de tolerancias razonables para retrasos personales, demoras inevitables y fatiga. Se espera que una persona trabaje conforme al método prescrito, a una velocidad que no sea ni baja ni alta, sino una que se podría considerar representativa de la actuación diaria de un trabajador consciente, experimentado y cooperativo.

**2. Requisitos del estudio de tiempos.** Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, sino se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

Es importante que el representante sindical, el supervisor de un departamento y el obrero sepan que se va a estudiar el trabajo. Podrían entonces trazar planes anticipados y tomar las medidas necesarias para que el estudio se haga cordialmente y sin tropiezos. El operario debe verificar que se está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación. El supervisor debe comprobar el método para cerciorarse de que las alimentaciones, velocidades, herramientas de corte, lubricantes, etc., se ajusten a la práctica estándar establecida por el departamento de métodos. El supervisor debe además investigar la cantidad de material disponible, para evitar que éste falte durante el estudio. Si hay varios operarios para el estudio en cuestión, el supervisor debe determinar lo mejor que pueda qué operario permitirá obtener los resultados más satisfactorios. El representante del sindicato debe asegurarse luego que se seleccione únicamente a operarios expertos y competentes para las observaciones del estudio de tiempos. Debe explicar al operario el por qué del estudio y responder a toda pregunta pertinente que de tiempo en tiempo le haga el operario.

**a. Responsabilidades del analista de tiempos.** Todo trabajo entraña diversos grados de habilidad y esfuerzos físicos y mentales para ser ejecutado satisfactoriamente. Además de tales variaciones en el contenido de trabajo, existen diferencias de aptitud, aplicación física y destreza de los trabajadores. El analista no tiene dificultad alguna para medir el tiempo que un trabajador emplea al ejecutar un trabajo. Mucho más difícil resulta la evaluación de todas las variables para determinar el tiempo que el operario “normal” requeriría para ejecutar la misma tarea.

Es esencial que el supervisor, el obrero, el representante sindical y el analista comprendan perfectamente los principios y la práctica de un estudio de tiempos, debido a los numerosos intereses y reacciones humanas relacionadas con tal técnica.

**b. Responsabilidades del supervisor.** Todos y cada uno de los supervisores de una fábrica son representantes de la empresa. Después de un operario o trabajador, nadie en la fábrica o planta está tan cerca de los trabajos u operaciones específicos como el supervisor. En vista de lo anterior tiene que aceptar ciertas responsabilidades en relación con el establecimiento de los estándares de tiempos.

Para comenzar, el supervisor debe sentirse obligado a procurar que prevalezcan estándares de tiempos equitativos, con el fin de conservar relaciones armoniosas con los trabajadores del departamento o sección a su cargo.

El supervisor debe notificar con tiempo al operario que su trabajo será estudiado. Esto despeja el camino tanto al analista de tiempos como al operario.

Una de las responsabilidades del supervisor es ver que se utilice el método correcto establecido por el departamento de métodos, y que el operario que se seleccione sea competente y tenga la debida experiencia en el trabajo.

En general, el supervisor tiene la responsabilidad de ayudar y cooperar con el analista de tiempos en toda forma posible a fin de llegar a definir o aclarar una operación.

El supervisor debe notificar inmediatamente al departamento de tiempos acerca de cualquier cambio introducido en los métodos de su departamento, a fin de que pueda hacerse el ajuste apropiado de estándares.

Hay que pedir al supervisor que firme el estudio de tiempos original cuando se haya terminado un estudio, lo que indicará que ha cumplido con todas sus responsabilidades relativas a dicho estudio.

**c. Responsabilidades del trabajador.** Todo obrero o empleado debe tener suficiente interés en el buen funcionamiento de su compañía, para aportar sin reservas su plena colaboración en toda práctica y procedimiento que trate de implantar la empresa con fines de mejoramiento. Desgraciadamente, rara vez se encuentra semejante situación; sin embargo, puede alcanzarse en algún grado si la dirección de una compañía muestra su deseo de operar con estándares justos, tasas de salarios justas, buenas condiciones de trabajo y beneficios o prestaciones adecuados para los trabajadores, en forma de planes de seguros y jubilación. Una vez que la empresa toma la iniciativa en estas áreas, es de esperar que todo trabajador colabore en todas las operaciones y en técnicas de control de la producción.

Los operarios deben ser responsables de dar una apreciación justa a los nuevos métodos a introducir. Deben cooperar plenamente en la eliminación de todos los tropiezos inherentes a prácticamente toda innovación. El operario debe aceptar como una de sus responsabilidades la de hacer sugerencias dirigidas al mejoramiento de los métodos. Nadie está más cerca de cada trabajo que quien lo ejecuta, y por eso el operario puede hacer una eficaz contribución a la compañía a sí mismo, haciendo su parte en el establecimiento de los métodos ideales.

El operario tiene la responsabilidad de ayudar al analista de tiempos a descomponer el trabajo en elementos, asegurando de este modo que todos los detalles del mismo sean tomados en cuenta. También será responsable de trabajar a un ritmo continuo y normal mientras se efectúa el estudio, y debe introducir el menor número de elementos extraños y movimientos adicionales. Tendrá la responsabilidad de seguir con exactitud el método prescrito, y de no intentar engaño alguno al analista de tiempos introduciendo un método

artificial, con el propósito de alargar el tiempo del ciclo y obtener el estándar más holgado o liberal.

**3. Calificación de la actuación.** Mientras el observador del estudio de tiempos está realizando un estudio, se fijará, con todo cuidado, en la actuación del operario durante el curso del mismo. Muy rara vez tal actuación será conforme a la definición exacta de lo que es la “normal”, o también llamada a veces, “estándar”. De esto se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un operario superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del trabajador normal; del mismo modo, el tiempo que requiere un operario inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer un estándar verdadero en función de un operario normal.

La calificación de la actuación es probablemente el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo. Ciertamente es el paso más sujeto a crítica, puesto que se basa enteramente en la experiencia, adiestramiento y buen juicio del analista de medición del trabajo.

La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

**4. Márgenes o tolerancias.** Después de haber calculado el tiempo normal, llamado algunas veces tiempo “nominal”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero estándar. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y movimientos lentos producidos por la fatiga inherente a todo trabajo. Por ejemplo, al planear un viaje de 1,600 kilómetros en un automóvil, se sabe

que el viaje no podrá ser efectuado exactamente en 20 horas si se maneja a una velocidad de 80 kilómetros por hora, sino que se debe añadir un margen o tolerancia determinado para considerar las detenciones periódicas por necesidades personales, por cansancio de manejo, paradas inevitables debidas al congestionamiento del tránsito y a los semáforos; también por posibles desviaciones y malos caminos, por descomposturas del auto, etc. Por consiguiente, es de estimar que el viaje tomaría 25 horas, considerando que las 5 horas adicionales serían necesarias para tener en cuenta toda clase de retrasos. En forma semejante se debe asignar un margen o tolerancia al trabajador para que el estándar resultante sea justo y fácilmente mantenible por la actuación del trabajador medio a un ritmo normal continuo.

Se debe recordar que las lecturas de cronómetro de un estudio de tiempos se toman en un lapso relativamente corto, y que las lecturas anormales, demoras inevitable y tiempo para necesidades personales se eliminan del estudio al determinar el tiempo medio o seleccionado. Por consiguiente, en el tiempo normal no se consideran retrasos inevitables u otras pérdidas legítimas de tiempo, por lo que es natural que se deban realizar algunos ajustes para compensar tales pérdidas.

En general, las tolerancias se aplican para cubrir tres amplias áreas, que son las demoras personales, la fatiga y los retrasos inevitables.

Las tolerancias se aplican con frecuencia descuidadamente debido a que no se han establecido según información sólida de estudios de tiempos. Esto es especialmente cierto en el caso de las tolerancias por fatiga, donde es difícil, si no imposible, fijar valores basados en una teoría racional. Un gran número de organismos sindicales, dándose cuenta cabal de esta situación, han tratado de conseguir mayores tolerancias por fatiga como un beneficio "marginal" (los beneficios marginales son aquellos que cuestan a la empresa, como los seguros y las pensiones). Las tolerancias deben, pues, determinarse tan exacta y correctamente como sea posible, pues de otra manera, todo el

cuidado y la precisión que se hayan aplicado en el estudio hasta este momento, resultarían totalmente inútiles.

**5. Tiempo Estándar.** El trabajo de producción debe programarse, siempre que sea posible, para aprovechar la ventaja de las preparaciones parciales, con objeto de mejorar fechas de entrega, abatir el costo total y permitir mayor remuneración a los operarios. Donde existen tiempos cortos de preparación y se maneja diariamente una gran variedad de pequeños pedidos, no se debe intentar la evaluación del tiempo de preparación parcial, sino que se acreditará a los operarios toda la preparación del equipo. En donde los tiempos de preparación sean relativamente largos, y donde las corridas de producción son considerables, debe pensarse en la evaluación de los tiempos de preparación parcial. Los estándares de tiempo se deben mantener para asegurar una estructura satisfactoria de las tasas de remuneración. Esto exige el análisis continuo de los métodos. Todos los estándares deben revisarse periódicamente a fin de comprobar si todos los métodos empleados son idénticos a los que estaban en uso en el momento de establecer los estándares.

## IV. COINGUASA

### A. DESCRIPCIÓN GENERAL

Coinguasa es una empresa que se dedica al diseño y producción de artículos en aluminio y de hierro forjado. Esta empresa cuenta con más de cinco años de experiencia en la fabricación de una amplia gama de artículos de aluminio y de hierro forjado.



Entre los artículos fabricados en aluminio se encuentran, entre otros, andadores, muletas, bastones, etc. los cuales pueden ser fijos o variables. En hierro forjado se hacen sillas, mesas, cabeceras, candelabros, etc.

La fábrica esta ubicada en un sector de la zona 5, en donde, además de la fábrica, cuentan con una tienda con los productos que fabrican.



En Coinguasa hay catorce empleados, quienes trabajan de lunes a viernes de siete de la mañana a cuatro de la tarde. Cuentan con una hora de almuerzo que empieza a la una de la tarde. Durante este período, la fábrica, al igual que la tienda, permanecen cerradas.

## B. PROCESOS

Para la fabricación de cada uno de los productos, se somete a diferentes procesos hasta que se tiene el producto terminado. Sin embargo, estos procesos difieren un poco según la materia prima.

**1. Hierro forjado.** La fabricación de artículos de hierro forjado consta de cuatro procesos principales, los cuales son:

- Cortar
- Doblar
- Soldar
- Pintar

Cada uno de los productos fabricados en hierro forjado, tiene que pasar por estos procesos.

La fabricación inicia con el corte de la materia prima. Es aquí donde se cortan las partes de cada artículo producido a su tamaño final. La longitud de cada parte está dada por los diseños del producto donde está especificado cuánto material es necesario cortar. Este corte se realiza en forma manual con una cortadora o con un troquel.



Ya que se tienen las piezas cortadas, se doblan las piezas que así lo requieran con la ayuda de moldes y máquinas simples, por lo que no es necesario calentar las piezas para lograr doblarlas.

Posteriormente, es necesario unir las piezas soldando las mismas. Aquí, la pieza toma la forma como se verá finalmente. Por último, los artículos se pintan del color especificado por el cliente.

**2. Aluminio.** Los procesos a los que se somete el aluminio, aunque difieren, son bastante similares. Empiezan por el corte de la materia prima. Este corte se realiza con una cortadora eléctrica. Ya que están



cortadas las piezas, las mismas se doblan según el diseño. Luego de esto, las piezas, en vez de ser soldadas para unir las, se le abren agujeros para poder después unir las piezas con tornillos. Las piezas de aluminio no se pintan, por lo que después de esto, ya quedan terminadas.

## **V. ESTUDIO DE TIEMPOS**

### **A. METODOLOGÍA**

Antes de empezar el estudio, fue necesario estar en la planta para conocer y familiarizarse con la producción. De esta manera, se logrará conocer a los operarios, saber cuál es su trabajo, así como conocer la distribución de la planta.

Luego, se empezó directamente con la toma de tiempos. Para esto, se utilizaron los formatos prediseñados, una tabla de apoyo y un cronómetro digital. Inicialmente, la toma de tiempos iba a ser asistida por una cámara de video, ya que, en el caso de la soldadura, la intensidad de la luz de la soldadura impediría el observar continuamente el proceso. El uso de lentes especiales para poder ver, impedirían observar las operaciones que se realizan antes y después de un punto de soldadura, por lo que se optó por el uso de una cámara de video. La cámara se colocó lo suficientemente lejos para no estorbar, enfocando las actividades del operario. Sin embargo, luego de pocos días, fue notable la facilidad que mostró la toma de tiempos con el uso de la cámara de video, que su uso se extendió por todos los procesos. De esta manera, se garantizaba no perder la continuidad del estudio por faltas o retrasos cometidos por mi persona, ya que los videos eran cuidadosamente analizados posteriormente.

Por último, se procedió a la elaboración de este informe, donde se calcularon los tiempos estándar y se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## **B. DIAGRAMAS UTILIZADOS**

**1. Diagrama de tiempos.** Para la toma de tiempos, se utilizó un diagrama que permitiera tomar los datos de muestra y que se presentaran en forma clara para el cálculo del tiempo estándar.

**2. Diagrama de flujo de operación de proceso.** Con el fin de apreciar de mejor manera qué es lo que sucede en cada uno de los procesos que se realizan, también se presentan diagramas de flujo de operación de proceso.

**3. Diagrama de recorrido.** A pesar que se obtiene suficiente información de los diagramas anteriores, también se presentará un diagrama de recorrido de los productos según la materia prima utilizada, hierro forjado o aluminio. En este diagrama se presentará un dibujo en planta de la fábrica para mostrar el recorrido de los productos mientras son fabricados.

Diagrama de tiempos 1: Ejemplo

DIAGRAMA DE TIEMPOS

Actividad estudiada: Descipción de la actividad

Descripción del trabajo		En caso de que cada ciclo tenga varias partes, cada una de éstas se describe aquí.						
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7	En caso que se necesite hacer alguna observación acerca de algún ciclo, se debe especificar aquí.							
8		En esta área se colocan los tiempos de cada una de las observaciones realizadas						
9								La suma de cada uno de los ciclos de coloca aquí.
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
1	Tiempo total	En esta área se muestran los cálculos realizados antes de llegar al tiempo estándar. Se pueden ver los valores asignados a la calificación y a la tolerancia, para facilitar el cálculo si se desea cambiar los mismos.						
2	No. Ciclos							
3	Promedio (1+2)							
4	Calificación							
5	Tiempo normal (3x4)							
6	Factor de tolerancia							
7	Tiempo tol. (5x6)							
8	Tiempo estándar							
		Operario:						
		Si es necesario realizar alguna otra observación, se colocará en esta área						

## Diagrama de flujo 1: Ejemplo

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO	
Operación:	Aquí se coloca información básica del diagrama que se realiza.
Operario:	

No	Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
1			○→□D∇	
2			○→□D∇	
3			○→□D∇	
4			○→□D∇	
5			○→□D∇	
6			○→□D∇	
7			○→□D∇	
8			○→□D∇	
9			○→□D∇	
10			○→□D∇	
11			○→□D∇	
12			○→□D∇	
13			○→□D∇	
14			○→□D∇	
15			○→□D∇	
16			○→□D∇	
17			○→□D∇	
18			○→□D∇	
19			○→□D∇	
20			○→□D∇	

*En estas dos columnas, se coloca la distancia o el tiempo de la actividad según sea el caso. Si es un transporte se coloca la distancia. Si es almacenamiento, se omiten las dos. En el resto, se coloca el tiempo.*

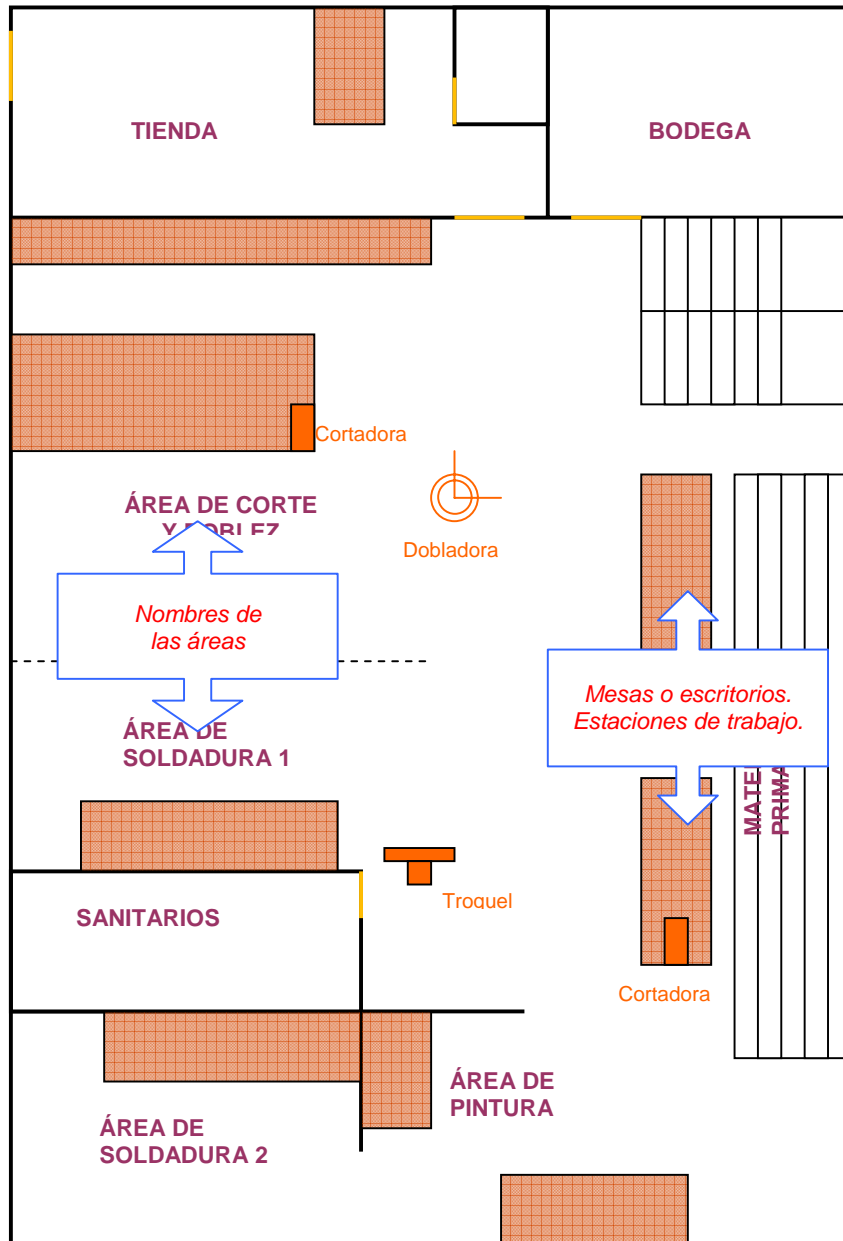
*Aquí se coloca una breve descripción de cada una de las actividades que se van realizando*

*Para cada actividad, se marcará un símbolo, el cual indica el tipo de actividad realizada*

RESUMEN					
	Actividad	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
1	Operaciones	○			
2	Inspecciones	□			
3	Transportes	→			
4	Demoras	D			
5	Almacenamientos	∇			

*En este resumen, se presenta la cantidad de cada una de las actividades necesarias para completar el ciclo.*

Diagrama de recorrido 1: Ejemplo



## VI. RECOPIACIÓN DE DATOS

En esta sección se presentarán los datos obtenidos en la fábrica y los resultados obtenidos y se presentarán primero todos los datos de aluminio, seguidos de los de hierro forjado.

### A. DIAGRAMAS DE TIEMPOS

#### 1. ALUMINIO

- Corte de tubos de aluminio de 1" de diámetro con longitud menor a 3 pies.
- Corte de tubos de aluminio de 1" de diámetro con longitud mayor a 3 pies.
- Doblez de 180° en tubo de aluminio de 1"
- Doblez de 90° por los 2 extremos de un tubo de aluminio.
- Perforación de 1 agujero en 1 tubo de aluminio
- Colocación de 1 tornillo para ensamblar artículos de aluminio



*Diagrama de tiempos 2: Corte de tubos de aluminio menores a 3 pies*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Corte de tubos de aluminio de menores o iguales que 3 pies

No.	Descripción del trabajo	Corte						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:10.2						00:10.2
2		00:05.8						00:05.8
3		00:08.6						00:08.6
4		00:06.4						00:06.4
5		00:07.7						00:07.7
6		00:10.8						00:10.8
7		00:06.8						00:06.8
8		00:08.1						00:08.1
9		00:18.5						00:18.5
10		00:08.6						00:08.6
11		00:07.2						00:07.2
12		00:08.3						00:08.3
13		00:08.7						00:08.7
14		00:06.0						00:06.0
15		00:08.6						00:08.6
16		00:07.9						00:07.9
17		00:09.7						00:09.7
18		00:07.2						00:07.2
19		00:08.9						00:08.9
20		00:06.8						00:06.8
21		00:06.3						00:06.3
22		00:10.4						00:10.4
23		00:08.9						00:08.9
24		00:09.4						00:09.4
25		00:07.2						00:07.2
1	Tiempo total	03:33.1						03:33.1
2	No.Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:08.5						00:08.5
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:08.5						00:08.5
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:01.7						00:01.7
8	Tiempo estándar	00:10.2						00:10.2

**Operario:** Juan Elías

## Diagrama de tiempos 3: Corte de tubos de aluminio mayores a 3 pies

## Diagrama de tiempos

Actividad estudiada: Corte de tubos de aluminio de mayores de 3 pies

No.	Descripción del trabajo	Corte						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:12.0						00:12.0
2		00:08.2						00:08.2
3		00:38.8						00:38.8
4		00:07.6						00:07.6
5		00:27.4						00:27.4
6		00:05.3						00:05.3
7		00:05.7						00:05.7
8		00:07.0						00:07.0
9		00:35.1						00:35.1
10		00:09.9						00:09.9
11		00:13.5						00:13.5
12		00:12.5						00:12.5
13		00:21.1						00:21.1
14		00:34.9						00:34.9
15		00:11.5						00:11.5
16		00:27.6						00:27.6
17		00:14.1						00:14.1
18		00:15.6						00:15.6
19		00:17.3						00:17.3
20		00:35.1						00:35.1
21								
22								
23								
24								
25								
1	Tiempo total	06:00.2						06:00.2
2	No. Ciclos	20						20
3	Promedio (1+2)	00:18.0						00:18.0
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:18.0						00:18.0
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:03.6						00:03.6
8	Tiempo estándar	00:21.6						00:21.6

Operario: Juan Elías

*Diagrama de tiempos 4: Doble de 180° en un tubo de aluminio de 1"*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Doble de 180° de tubo de aluminio de 1" de diámetro

No.	Descripción del trabajo	Tomar tubo y colocarlo en dobladora	Doblar	Retirar producto de la máquina y limpiarlo.				
		1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		00:41.0	00:05.2	00:25.8				01:12.0
2		00:36.1	00:04.3	00:30.6				01:11.0
3		01:06.5	00:03.9	00:24.6				01:35.0
4		00:48.9	00:06.3	00:26.4				01:21.6
5		01:24.9	00:05.5	00:25.5				01:55.9
6		00:38.0	00:06.0	00:31.0				01:15.0
7		00:37.0	00:04.0	00:19.6				01:00.6
8		00:50.1	00:05.1	00:23.3				01:18.5
9		00:45.1	00:04.5	00:21.3				01:10.9
10		00:43.1	00:05.2	00:25.8				01:14.1
11		02:22.4	00:05.3	00:36.9				03:04.6
12		00:44.3	00:05.5	00:23.5				01:13.3
13		00:43.0	00:05.3	00:39.5				01:27.8
14		01:01.3	00:04.9	00:22.7				01:28.9
15		00:45.1	00:05.5	00:21.7				01:12.3
16		00:40.0	00:05.5	00:21.0				01:06.5
17		00:37.5	00:05.5	00:20.0				01:03.0
18		00:42.4	00:05.9	00:38.2				01:26.5
19		00:37.6	00:05.4	00:17.0				01:00.0
20		00:43.0	00:07.0	00:20.3				01:10.3
21		00:48.4	00:05.3	00:23.2				01:16.9
22		00:48.3	00:06.1	00:24.3				01:18.7
23		00:46.2	00:07.1	00:34.0				01:27.3
24		00:56.9	00:07.0	00:22.2				01:26.1
25		00:46.3	00:05.5	00:18.0				01:09.8
1	Tiempo total	21:13.4	02:16.8	10:36.4				34:06.6
2	No. Ciclos	25	25	25				25
3	Promedio (1+2)	00:50.9	00:05.5	00:25.5				01:21.9
4	Calificación	100%	100%	100%				100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:50.9	00:05.5	00:25.5				01:21.9
6	Factor de tolerancia	25%	25%	25%				25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:12.7	00:01.4	00:06.4				00:20.5
8	Tiempo estándar	01:03.7	00:06.8	00:31.8				01:42.3

**Operario:** Juan Elías

### Diagrama de tiempos 5: Doble de 90° en un tubo de aluminio

#### Diagrama de tiempos

Actividad estudiada: Doble de 90° por los 2 extremos de un tubo de aluminio.

	Descripción del trabajo	Tomar tubo y colocarlo en dobladora	Doblar	Retirar producto de la máquina y meterlo de nuevo	Doblar	Retirar producto de la máquina y limpiarlo.		
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		00:34.1	00:02.7	00:52.3	00:02.4	00:57.3		02:28.8
2		00:46.5	00:02.2	00:52.0	00:02.1	00:26.4		02:09.2
3		00:40.5	00:02.6	01:34.2	00:02.1	00:25.8		02:45.2
4		00:42.1	00:01.3	00:49.0	00:01.8	00:23.4		01:57.6
5		00:33.9	00:01.7	00:48.6	00:01.3	00:26.6		01:52.1
6		00:36.4	00:01.9	00:51.2	00:01.7	00:24.0		01:55.2
7		00:37.2	00:02.2	00:53.8	00:02.2	00:25.8		02:01.2
8		00:34.1	00:02.3	00:48.7	00:01.8	00:24.2		01:51.1
9		00:35.7	00:01.5	00:53.2	00:02.3	00:24.2		01:56.9
10		00:37.5	00:02.3	00:56.0	00:02.1	00:27.0		02:04.9
11		00:33.1	00:02.6	00:53.5	00:01.8	00:24.2		01:55.2
12		00:36.3	00:02.0	00:51.0	00:02.5	00:25.1		01:56.9
13		00:42.0	00:01.9	01:10.5	00:04.4	00:23.3		02:22.1
14		00:29.8	00:03.5	00:48.6	00:02.8	00:21.1		01:45.8
15		00:36.1	00:02.9	00:47.5	00:03.1	00:24.6		01:54.2
16		00:41.8	00:02.1	00:54.4	00:02.4	00:33.2		02:13.9
17		00:41.0	00:02.4	00:51.2	00:02.6	00:23.8		02:01.0
18		00:41.1	00:02.4	01:27.1	00:02.4	00:27.0		02:40.0
19		00:40.9	00:02.2	00:53.3	00:02.6	00:23.0		02:02.0
20		00:44.7	00:02.5	00:53.7	00:03.2	00:24.2		02:08.3
21		00:39.1	00:02.1	00:58.5	00:03.2	00:24.8		02:07.7
22		00:35.0	00:02.3	02:04.7	00:01.9	00:13.0		02:56.9
23		00:44.0	00:02.9	00:44.9	00:02.3	00:25.3		01:59.4
24		00:34.2	00:02.1	00:41.9	00:02.8	00:26.9		01:47.9
25		00:46.6	00:02.4	00:39.8	00:02.9	00:25.0		01:56.7
1	Tiempo total	16:03.7	00:57.0	23:59.6	01:00.7	10:49.2		52:50.2
2	No. Ciclos	25	25	25	25	25		25
3	Promedio (1+2)	00:38.5	00:02.3	00:57.6	00:02.4	00:26.0		02:06.8
4	Calificación	100%	100%	100%	100%	100%		100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:38.5	00:02.3	00:57.6	00:02.4	00:26.0		02:06.8
6	Factor de tolerancia	25%	25%	25%	25%	25%		25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:09.6	00:00.6	00:14.4	00:00.6	00:06.5		00:31.7
8	Tiempo estándar	00:48.2	00:02.9	01:12.0	00:03.0	00:32.5		02:38.5

Operario: Juan Elías

*Diagrama de tiempos 6: Perforación de un agujero en un tubo de aluminio*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Perforar un agujero en un tubo de aluminio de 1" de diámetro

No.	Descripción del trabajo	Perforar						
		1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		00:04.9						00:04.9
2		00:06.1						00:06.1
3		00:06.5						00:06.5
4		00:06.2						00:06.2
5		00:05.5						00:05.5
6		00:05.7						00:05.7
7		00:06.3						00:06.3
8		00:07.9						00:07.9
9		00:12.3						00:12.3
10		00:07.2						00:07.2
11		00:06.6						00:06.6
12		00:10.6						00:10.6
13		00:07.3						00:07.3
14		00:06.6						00:06.6
15		00:13.2						00:13.2
16		00:07.9						00:07.9
17		00:07.4						00:07.4
18		00:06.5						00:06.5
19		00:05.9						00:05.9
20		00:06.5						00:06.5
21		00:06.6						00:06.6
22		00:12.1						00:12.1
23		00:06.4						00:06.4
24		00:06.9						00:06.9
25		00:06.4						00:06.4
1	Tiempo total	03:05.5						03:05.5
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:07.4						00:07.4
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:07.4						00:07.4
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:01.5						00:01.5
8	Tiempo estándar	00:08.9						00:08.9

**Operario:** Juan Elías

*Diagrama de tiempos 7: Colocación de 1 tornillo para ensamble final*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Colocación de 1 tornillo para ensamble de piezas de aluminio

	<b>Descripción del trabajo</b>	Colocar tornillo en agujeros	Apretar tornillo	Colocar tuerca en tornillo	Apretar tuerca	Tiempo holgura.		
<b>No.</b>	Observaciones	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Ciclo total</b>
1		00:07.8	00:07.2	00:03.7	00:03.4	00:16.0		00:38.2
2		00:06.6	00:07.4	00:04.2	00:03.1	00:25.7		00:46.9
3		00:08.5	00:05.6	00:05.2	00:02.8	00:16.2		00:38.3
4		00:09.9	00:06.2	00:05.3	00:03.4	00:18.0		00:42.7
5		00:09.8	00:07.0	00:05.7	00:03.2	00:24.0		00:49.7
6		00:10.5	00:06.7	00:04.4	00:03.8	00:22.9		00:48.2
7		00:09.6	00:06.4	00:03.6	00:02.9	00:16.4		00:38.9
8		00:07.9	00:05.8	00:03.4	00:03.0	00:15.3		00:35.4
9		00:09.6	00:06.5	00:04.3	00:05.4	00:23.2		00:49.0
10		00:06.8	00:08.7	00:05.2	00:04.7	00:17.0		00:42.4
11		00:07.3	00:06.2	00:04.6	00:03.6	00:16.8		00:38.6
12		00:09.8	00:07.1	00:05.5	00:04.1	00:29.1		00:55.5
13		00:12.3	00:08.5	00:06.1	00:02.7	00:19.9		00:49.5
14		00:06.9	00:05.5	00:03.3	00:03.0	00:20.0		00:38.7
15		00:07.2	00:06.8	00:05.1	00:03.5	00:22.3		00:44.9
16		00:08.2	00:06.5	00:04.0	00:04.2	00:18.8		00:41.7
17		00:07.5	00:05.9	00:04.0	00:04.3	00:22.7		00:44.4
18		00:07.7	00:06.6	00:04.5	00:03.2	00:21.3		00:43.3
19		00:08.4	00:07.6	00:04.2	00:02.7	00:15.2		00:38.0
20		00:07.7	00:07.0	00:05.4	00:03.8	00:22.0		00:45.9
21		00:07.8	00:07.4	00:05.2	00:03.0	00:23.9		00:47.4
22		00:07.7	00:07.9	00:04.0	00:04.0	00:25.9		00:49.5
23		00:09.9	00:06.3	00:05.1	00:03.2	00:21.3		00:45.8
24		00:08.1	00:07.2	00:04.3	00:02.8	00:25.9		00:48.3
25		00:08.0	00:07.5	00:06.1	00:03.5	00:19.7		00:44.8
1	Tiempo total	03:31.5	02:51.4	01:56.2	01:27.3	08:39.5		18:26.0
2	No.Ciclos	25	25	25	25	25		25
3	Promedio (1+2)	00:08.5	00:06.9	00:04.6	00:03.5	00:20.8		00:44.2
4	Calificación	100%	100%	100%	100%	100%		100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:08.5	00:06.9	00:04.6	00:03.5	00:20.8		00:44.2
6	Factor de tolerancia	25%	25%	25%	25%	25%		25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:02.1	00:01.7	00:01.2	00:00.9	00:05.2		00:11.1
8	Tiempo estándar	00:10.6	00:08.6	00:05.8	00:04.4	00:26.0		00:55.3

**Operario:** Juan Elías

## 2. HIERRO FORJADO

- Corte de lámina de 1" y 1/8" de espesor en cortadora manual, con longitud menor a 1 pie.
- Corte de lámina de 1" y 1/8" de espesor en cortadora manual, con longitud mayor a 1 pie.
- Corte en troquel de piezas de hierro forjado con longitud menor a 1 pie.
- Corte en troquel de piezas de hierro forjado con longitud mayor a 1 pie.
- Doblez de una lámina de 1/8" de espesor
- Doblez de una varilla de 1/2" de diámetro a un ángulo menor a 30°
- Doblez de una varilla de 1/4" de diámetro a un ángulo de 360°
- Doblez de una varilla de 1/4" de diámetro a un ángulo de 180°. Varilla previamente doblada en el otro extremo.
- Enderezar con un martillo una varilla de 1/2" con un doblez de 720°.
- Enderezar con un martillo una varilla de 1/4" con un doblez de 360°.
- Puntos de soldadura en varillas de 1/4"
- Puntos de soldadura en varillas de 1/2"
- Pintura a mano: Candelabro de caracol grande
- Pintura a mano: Candelabro de caracol pequeño
- Pintura a mano: Candelabro Mansilla
- Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 52"
- Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 49"
- Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 45"
- Pintura a mano: Enredadera de 6 candelas
- Pintura con soplete: Candelabro Mansilla

- Pintura con soplete: Enredadera de 6 candelas
- Pintura con soplete: Sillas tipo dalia

Dado que el tiempo estándar por pintura se presenta por pulgada cuadrada, se calculó primero el área superficial por pulgada de longitud de las láminas y de las varillas. En el caso de los platillos, se calculó el área según su diámetro.

*Tabla 1: Cálculo de área superficial de láminas*

Ancho	Espesor	Área (in <sup>2</sup> )
0.50	0.125	1.3
0.75	0.125	1.8
1.00	0.125	2.3

*Tabla 2: Cálculo de área superficial de varillas*

Diámetro	Área (in <sup>2</sup> )
0.13	0.4
0.25	0.8
0.50	1.6
2.00	6.3

*Tabla 3: Cálculo de área superficial de platillos*

Diámetro	Área (in <sup>2</sup> )
4.00	25.1
5.00	39.3
6.00	56.5

*Diagrama de tiempos 8: Corte de lámina de 1/8" en cortadora manual*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Corte de lámina de 1" y 1/8" de espesor en cortadora manual.  
Longitud menor a 1 ft.

No.	Descripción del trabajo	Corte						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:07.1						00:07.1
2		00:08.5						00:08.5
3		00:09.1						00:09.1
4		00:07.3						00:07.3
5		00:09.1						00:09.1
6		00:11.5						00:11.5
7		00:06.7						00:06.7
8		00:08.1						00:08.1
9		00:07.2						00:07.2
10		00:06.8						00:06.8
11		00:07.4						00:07.4
12		00:06.5						00:06.5
13		00:09.8						00:09.8
14		00:07.3						00:07.3
15		00:06.4						00:06.4
16		00:08.6						00:08.6
17		00:08.3						00:08.3
18		00:08.3						00:08.3
19		00:08.1						00:08.1
20		00:10.8						00:10.8
21		00:08.3						00:08.3
22		00:07.3						00:07.3
23		00:09.5						00:09.5
24		00:09.4						00:09.4
25		00:06.6						00:06.6
1	Tiempo total	03:23.8						03:23.8
2	No.Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:08.2						00:08.2
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:08.2						00:08.2
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:01.6						00:01.6
8	Tiempo estándar	00:09.8						00:09.8

Operario: Juan Elías

*Diagrama de tiempos 9: Corte de lámina de 1/8" en cortadora manual*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Corte de lámina de 1" y 1/8" de espesor en cortadora manual.  
Longitud mayor a 1 ft.

No.	Descripción del trabajo	Corte						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:09.0						00:09.0
2		00:07.4						00:07.4
3		00:13.6						00:13.6
4		00:08.0						00:08.0
5		00:08.5						00:08.5
6		00:15.3						00:15.3
7		00:07.3						00:07.3
8		00:09.8						00:09.8
9		00:09.8						00:09.8
10		00:11.7						00:11.7
11		00:09.0						00:09.0
12		00:07.9						00:07.9
13		00:08.4						00:08.4
14		00:13.4						00:13.4
15		00:09.0						00:09.0
16		00:09.7						00:09.7
17		00:10.5						00:10.5
18		00:08.4						00:08.4
19		00:12.8						00:12.8
20		00:08.7						00:08.7
21		00:07.9						00:07.9
22		00:09.0						00:09.0
23		00:06.7						00:06.7
24		00:08.9						00:08.9
25		00:11.9						00:11.9
1	Tiempo total	04:02.7						04:02.7
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:09.7						00:09.7
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:09.7						00:09.7
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:01.9						00:01.9
8	Tiempo estándar	00:11.6						00:11.6

Operario:

*Diagrama de tiempos 10: Corte en troquel de piezas de hierro forjado*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Corte en troquel de piezas de hierro forjado de 1 ft. o menores

No.	Descripción del trabajo	Corte						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:03.3						00:03.3
2		00:04.5						00:04.5
3		00:03.3						00:03.3
4		00:02.9						00:02.9
5		00:06.9						00:06.9
6		00:03.1						00:03.1
7		00:05.0						00:05.0
8		00:03.7						00:03.7
9		00:02.9						00:02.9
10		00:05.5						00:05.5
11		00:02.9						00:02.9
12		00:05.5						00:05.5
13		00:03.5						00:03.5
14		00:03.5						00:03.5
15		00:02.9						00:02.9
16		00:06.8						00:06.8
17		00:03.1						00:03.1
18		00:04.1						00:04.1
19		00:04.2						00:04.2
20		00:03.5						00:03.5
21		00:05.8						00:05.8
22		00:03.6						00:03.6
23		00:04.6						00:04.6
24		00:03.4						00:03.4
25		00:04.2						00:04.2
1	Tiempo total	01:42.8						01:42.8
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1÷2)	00:04.1						00:04.1
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:04.1						00:04.1
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:00.8						00:00.8
8	Tiempo estándar	00:04.9						00:04.9

Operario: Juan Elías

*Diagrama de tiempos 11: Corte en troquel de piezas de hierro forjado*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Corte en troquel de piezas de hierro forjado de mas de 1 ft.

No.	Descripción del trabajo	Corte						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:04.4						00:04.4
2		00:05.3						00:05.3
3		00:11.5						00:11.5
4		00:05.5						00:05.5
5		00:04.0						00:04.0
6		00:04.4						00:04.4
7		00:10.6						00:10.6
8		00:04.1						00:04.1
9		00:06.6						00:06.6
10		00:06.8						00:06.8
11		00:05.6						00:05.6
12		00:05.5						00:05.5
13		00:06.1						00:06.1
14		00:08.2						00:08.2
15		00:06.0						00:06.0
16		00:13.1						00:13.1
17		00:06.6						00:06.6
18		00:06.1						00:06.1
19		00:06.0						00:06.0
20		00:04.9						00:04.9
21		00:06.6						00:06.6
22		00:06.2						00:06.2
23		00:06.1						00:06.1
24		00:08.4						00:08.4
25		00:04.7						00:04.7
1	Tiempo total	02:43.2						02:43.2
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:06.5						00:06.5
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:06.5						00:06.5
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:01.3						00:01.3
8	Tiempo estándar	00:07.8						00:07.8

	<b>Operario:</b> Juan Elías
--	-----------------------------

*Diagrama de tiempos 12: Doble de lámina de 1/8" de espesor*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Doble de una lámina de 1/8" de espesor  
usando molde.

No.	Descripción del trabajo	Doble						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:08.2						00:08.2
2		00:10.5						00:10.5
3		00:06.1						00:06.1
4		00:06.8						00:06.8
5		00:07.9						00:07.9
6		00:06.5						00:06.5
7		00:07.1						00:07.1
8		00:11.1						00:11.1
9		00:07.3						00:07.3
10		00:06.1						00:06.1
11		00:06.9						00:06.9
12		00:08.0						00:08.0
13		00:05.8						00:05.8
14		00:06.0						00:06.0
15		00:09.1						00:09.1
16		00:07.2						00:07.2
17		00:06.6						00:06.6
18		00:07.4						00:07.4
19		00:08.6						00:08.6
20		00:07.9						00:07.9
21		00:08.4						00:08.4
22		00:09.0						00:09.0
23		00:06.9						00:06.9
24		00:08.1						00:08.1
25		00:08.5						00:08.5
1	Tiempo total	03:12.1						03:12.1
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:07.7						00:07.7
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:07.7						00:07.7
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:01.5						00:01.5
8	Tiempo estándar	00:09.2						00:09.2

	<b>Operario:</b>
--	------------------

*Diagrama de tiempos 13: Doble de varilla de 1/2" de diámetro*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Doble de una varilla de 1/2" de diámetro a un ángulo menor de 30°  
 Usando dobladora

No.	Descripción del trabajo	Colocar varilla en máquina y doblarla						
		1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		00:54.3						00:54.3
2		00:48.4						00:48.4
3		00:59.5						00:59.5
4		01:06.2						01:06.2
5		00:58.4						00:58.4
6		01:00.0						01:00.0
7		01:02.1						01:02.1
8		01:08.4						01:08.4
9		00:55.1						00:55.1
10		00:44.2						00:44.2
11		00:50.6						00:50.6
12		00:52.6						00:52.6
13		00:45.4						00:45.4
14		00:42.9						00:42.9
15		01:05.5						01:05.5
16		00:43.3						00:43.3
17		00:49.9						00:49.9
18		00:59.8						00:59.8
19		00:38.3						00:38.3
20		00:49.2						00:49.2
21		00:48.9						00:48.9
22		00:50.0						00:50.0
23		00:52.3						00:52.3
24		01:14.1						01:14.1
25		00:42.4						00:42.4
1	Tiempo total	22:21.8						22:21.8
2	No.Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:53.7						00:53.7
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:53.7						00:53.7
6	Factor de tolerancia	25%						25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:13.4						00:13.4
8	Tiempo estándar	01:07.1						01:07.1

**Operario:** Juan Elías

*Diagrama de tiempos 14: Doble de varilla de 1/4" de diámetro*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Doble de una varilla de 1/4" de diámetro a un ángulo de 360°  
usando molde

No.	Descripción del trabajo	Doble						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:07.2						00:07.2
2		00:10.8						00:10.8
3		00:11.3						00:11.3
4		00:06.8						00:06.8
5		00:08.0						00:08.0
6		00:08.5						00:08.5
7		00:15.6						00:15.6
8		00:09.3						00:09.3
9		00:07.1						00:07.1
10		00:09.5						00:09.5
11		00:06.1						00:06.1
12		00:17.1						00:17.1
13		00:07.5						00:07.5
14		00:06.9						00:06.9
15		00:12.7						00:12.7
16		00:05.7						00:05.7
17		00:06.6						00:06.6
18		00:06.8						00:06.8
19		00:06.9						00:06.9
20		00:07.4						00:07.4
21		00:07.4						00:07.4
22		00:07.5						00:07.5
23		00:05.5						00:05.5
24		00:07.1						00:07.1
25		00:10.1						00:10.1
1	Tiempo total	03:35.4						03:35.4
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:08.6						00:08.6
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:08.6						00:08.6
6	Factor de tolerancia	25%						25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:02.2						00:02.2
8	Tiempo estándar	00:10.8						00:10.8

**Operario:** Juan Elías

*Diagrama de tiempos 15: Doble de varilla de 1/4" de diámetro*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Doble de una varilla de 1/4" de diámetro a un ángulo de 180°  
varilla previamente doblada en el otro extremo.

No.	Descripción del trabajo	Doble						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		00:12.9						00:12.9
2		00:14.1						00:14.1
3		00:17.2						00:17.2
4		00:19.8						00:19.8
5		00:12.2						00:12.2
6		00:12.9						00:12.9
7		00:11.6						00:11.6
8		00:17.4						00:17.4
9		00:09.4						00:09.4
10		00:09.4						00:09.4
11		00:15.2						00:15.2
12		00:11.0						00:11.0
13		00:08.8						00:08.8
14		00:13.9						00:13.9
15		00:10.7						00:10.7
16		00:07.2						00:07.2
17		00:10.5						00:10.5
18		00:09.5						00:09.5
19		00:15.8						00:15.8
20		00:08.7						00:08.7
21		00:09.4						00:09.4
22		00:07.6						00:07.6
23		00:08.5						00:08.5
24		00:09.5						00:09.5
25		00:12.5						00:12.5
1	Tiempo total	04:55.7						04:55.7
2	No. Ciclos	25						25
3	Promedio (1+2)	00:11.8						00:11.8
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:11.8						00:11.8
6	Factor de tolerancia	25%						25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:03.0						00:03.0
8	Tiempo estándar	00:14.8						00:14.8

**Operario:** Juan Elías

### Diagrama de tiempos 16: Enderezar varilla de 1/2"

#### Diagrama de tiempos

Actividad estudiada: Enderezar con un martillo una varilla de 1/2" con un doblé de 720°.

No.	Descripción del trabajo	Golpear con martillo hasta enderezar	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1			00:32.3						00:32.3
2			00:35.9						00:35.9
3			00:28.4						00:28.4
4			00:31.2						00:31.2
5			00:53.3						00:53.3
6			00:26.9						00:26.9
7			00:46.5						00:46.5
8			00:40.0						00:40.0
9			01:02.2						01:02.2
10			00:26.6						00:26.6
11			00:25.9						00:25.9
12			00:28.8						00:28.8
13			00:46.8						00:46.8
14			00:57.9						00:57.9
15			00:29.1						00:29.1
16			00:38.9						00:38.9
17			00:45.2						00:45.2
18			00:45.9						00:45.9
19			00:34.2						00:34.2
20			00:39.1						00:39.1
21			00:49.1						00:49.1
22			00:28.6						00:28.6
23			00:39.1						00:39.1
24			00:47.3						00:47.3
25			00:40.2						00:40.2
1	Tiempo total		16:19.4						16:19.4
2	No. Ciclos		25						25
3	Promedio (1+2)		00:39.2						00:39.2
4	Calificación		100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)		00:39.2						00:39.2
6	Factor de tolerancia		20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)		00:07.8						00:07.8
8	Tiempo estándar		00:47.0						00:47.0

Operario: Juan Elías

*Diagrama de tiempos 17: Enderezar varilla de 1/4"*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Enderezar con un martillo una varilla de 1/4" con un dobléz de 360°.

No.	Descripción del trabajo	Golpear con martillo hasta enderezar							Ciclo total
			1	2	3	4	5	6	
1		00:07.6						00:07.6	
2		00:12.1						00:12.1	
3		00:11.4						00:11.4	
4		00:07.0						00:07.0	
5		00:12.1						00:12.1	
6		00:16.2						00:16.2	
7		00:14.6						00:14.6	
8		00:15.0						00:15.0	
9		00:05.4						00:05.4	
10		00:08.4						00:08.4	
11		00:10.9						00:10.9	
12		00:09.7						00:09.7	
13		00:07.6						00:07.6	
14		00:15.6						00:15.6	
15		00:11.0						00:11.0	
16		00:17.7						00:17.7	
17		00:16.8						00:16.8	
18		00:30.8						00:30.8	
19		00:10.6						00:10.6	
20		00:19.3						00:19.3	
21		00:07.6						00:07.6	
22		00:14.0						00:14.0	
23		00:13.2						00:13.2	
24		00:14.2						00:14.2	
25		00:10.8						00:10.8	
1	Tiempo total	05:19.6						05:19.6	
2	No.Ciclos	25						25	
3	Promedio (1+2)	00:12.8						00:12.8	
4	Calificación	100%						100%	
5	Tiempo normal (3x4)	00:12.8						00:12.8	
6	Factor de tolerancia	20%						20%	
7	Tiempo tol. (5x6)	00:02.6						00:02.6	
8	Tiempo estándar	00:15.3						00:15.3	

**Operario:** Juan Elías

*Diagrama de tiempos 18: Puntos de soldadura en varillas de 1/4"*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Puntos de soldadura.  
Varilla de 1/4"

	Descripción del trabajo	Tiempo requerido para finalizar un punto de soldadura	Tiempo de holgura. Cambio de punto/pieza					Suma
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		00:08.7	00:25.8					00:34.5
2		00:08.1	00:06.1					00:14.2
3		00:07.8	00:25.0					00:32.8
4		00:16.2	00:19.4					00:35.6
5		00:06.7	00:11.7					00:18.4
6		00:10.1	00:59.4					01:09.5
7		00:08.6	02:16.5					02:25.1
8		00:20.7	00:11.0					00:31.7
9		00:17.9	00:10.8					00:28.7
10		00:12.8	00:15.9					00:28.7
11		00:09.6	00:30.7					00:40.3
12		00:23.2	00:50.8					01:14.0
13		00:20.0	00:07.2					00:27.2
14		00:03.6	00:09.7					00:13.3
15		00:09.6	00:14.1					00:23.7
16		00:09.6	00:07.2					00:16.8
17		00:10.1	00:24.7					00:34.8
18		00:11.4	00:07.1					00:18.5
19		00:10.4	00:55.0					01:05.4
20		00:18.0	00:07.6					00:25.6
21		00:16.0	00:31.8					00:47.8
22		00:10.7	00:06.3					00:17.0
23		00:09.3	00:29.6					00:38.9
24		00:12.7	00:06.3					00:19.0
25		00:08.6	00:27.6					00:36.2
1	Tiempo total	05:00.4	10:37.3					15:37.7
2	No.Ciclos	25	25					25
3	Promedio (1+2)	00:12.0	00:25.5					00:37.5
4	Calificación	100%	100%					90%
5	Tiempo normal (3x4)	00:12.0	00:25.5					00:33.8
6	Factor de tolerancia	25%	25%					25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:03.0	00:06.4					00:08.4
8	Tiempo estándar	00:15.0	00:31.9					00:42.2

Operario: Danny

*Diagrama de tiempos 19: Puntos de soldadura en varillas de 1/2"*

**Diagrama de tiempos**

Actividad estudiada: Puntos de soldadura.  
Varilla de 1/2"

	Descripción del trabajo	Tiempo requerido para finalizar un punto de soldadura	Tiempo de holgura. Cambio de punto/pieza					Suma
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		00:10.1	00:02.0					00:12.1
2		00:10.7	00:05.3					00:16.0
3		00:11.0	00:03.3					00:14.3
4		00:12.9	01:13.8					01:26.7
5		00:11.3	00:03.3					00:14.6
6		00:11.3	00:10.1					00:21.4
7		00:12.1	00:02.9					00:15.0
8		00:09.4	01:07.1					01:16.5
9		00:09.5	00:01.7					00:11.2
10		00:10.0	00:03.8					00:13.8
11		00:11.6	00:03.0					00:14.6
12		00:14.0	01:07.9					01:21.9
13		00:12.0	00:02.1					00:14.1
14		00:13.1	00:24.9					00:38.0
15		00:13.8	00:07.2					00:21.0
16		00:12.5	00:48.4					01:00.9
17		00:09.0	00:04.1					00:13.1
18		00:09.1	00:05.1					00:14.2
19		00:14.5	00:05.0					00:19.5
20		00:10.5	01:14.2					01:24.7
21		00:10.3	00:01.3					00:11.6
22		00:08.9	00:09.0					00:17.9
23		00:11.0	00:12.0					00:23.0
24		00:09.1	01:17.7					01:26.8
25		00:16.1	00:04.1					00:20.2
1	Tiempo total	04:43.8	08:39.3					13:23.1
2	No. Ciclos	25	25					25
3	Promedio (1+2)	00:11.4	00:20.8					00:32.1
4	Calificación	100%	100%					100%
5	Tiempo normal (3x4)	00:11.4	00:20.8					00:32.1
6	Factor de tolerancia	25%	25%					25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:02.8	00:05.2					00:08.0
8	Tiempo estándar	00:14.2	00:26.0					00:40.2

Operario: Max

*Diagrama de tiempos 20: Pintura a mano: Candelabro Caracol grande*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura a mano de candelabro de caracol grande

No.	Descripción del trabajo	Pintura						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		06:36.0						06:36.0
2		05:01.0						05:01.0
3		05:45.0						05:45.0
4		05:25.0						05:25.0
5								
6								
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	22:47.0						22:47.0
2	No. Ciclos	4						4
3	Promedio (1+2)	05:41.7						05:41.7
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	05:41.7						05:41.7
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	01:08.3						01:08.3
8	Tiempo estándar	06:50.1						06:50.1

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
1	Lámina de 3/4"	1.8	46.0	80.5
1	Lámina de 1/2"	1.3	18.1	22.6
1	Platillo de 4" de diámetro			25.1
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	06:50.1
Área total	184.8
Estándar por in <sup>2</sup>	00:02.2

	<b>Operario:</b> Agustín
--	--------------------------

*Diagrama de tiempos 21: Pintura a mano: Candelabro Caracol pequeño*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura a mano de candelabro de caracol pequeño

No.	Descripción del trabajo	Pintura						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		04:07.0						04:07.0
2		04:01.0						04:01.0
3		04:23.0						04:23.0
4		04:16.0						04:16.0
5								
6								
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	16:47.0						16:47.0
2	No.Ciclos	4						4
3	Promedio (1+2)	04:11.7						04:11.7
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	04:11.7						04:11.7
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:50.3						00:50.3
8	Tiempo estándar	05:02.1						05:02.1

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
1	Lámina de 3/4"	1.8	27.0	47.3
1	Lámina de 1/2"	1.3	18.1	22.6
1	Platillo de 4" de diámetro			25.1
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	05:02.1
Área total	151.5
Estándar por in <sup>2</sup>	00:02.0

	<b>Operario:</b> Agustín
--	--------------------------

*Diagrama de tiempos 22: Pintura a mano: Candelabro Mansilla*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura a mano de Candelabro Mansilla

No.	Descripción del trabajo	Pintura						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		10:23.0						10:23.0
2		10:14.0						10:14.0
3		11:11.0						11:11.0
4		09:39.0						09:39.0
5		13:05.0						13:05.0
6		08:40.0						08:40.0
7		11:18.0						11:18.0
8		10:03.0						10:03.0
9								
10								
1	Tiempo total	24:33.0						24:33.0
2	No.Ciclos	8						8
3	Promedio (1+2)	10:34.1						10:34.1
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	10:34.1						10:34.1
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	02:06.8						02:06.8
8	Tiempo estándar	12:41.0						12:41.0

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
4	Lámina de 1"	2.3	17.0	153.0
1	Lámina de 1/2"	1.3	18.1	22.6
5	Platillo de 4" de diámetro			125.7
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	12:41.0
Área total	357.8
Estándar por in <sup>2</sup>	00:02.1

	<b>Operario:</b> Darwin
--	-------------------------

*Diagrama de tiempos 23: Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 52"*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura a mano de Candelabro Mansilla

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura a mano de un candelabro tipo 3 de 52"

	Descripción del trabajo	Pintura						
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		06:57.0						06:57.0
2		06:42.0						06:42.0
3		06:49.0						06:49.0
4		07:05.0						07:05.0
5								
6								
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	27:33.0						27:33.0
2	No. Ciclos	4						4
3	Promedio (1+2)	06:53.3						06:53.3
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	06:53.3						06:53.3
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	01:22.7						01:22.7
8	Tiempo estándar	08:15.9						08:15.9

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
3	Lámina de 1"	2.3	26.0	175.5
6	Varilla de 1/4"	0.3	7.1	10.6
1	Tubo de 2" de diámetro	6.3	52.0	326.7
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	08:15.9
Área total	569.4
Estándar por in <sup>2</sup>	00:00.9

## Diagrama de tiempos 24: Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 49"

## DIAGRAMA DE TIEMPOS

Actividad estudiada: Pintura a mano de un candelabro tipo 3 de 49"

	Descripción del trabajo	Pintura						
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		06:19.0						06:19.0
2		06:25.0						06:25.0
3		06:50.0						06:50.0
4		07:24.0						07:24.0
5								
6								
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	26:58.0						26:58.0
2	No. Ciclos	4						4
3	Promedio (1÷2)	06:44.5						06:44.5
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	06:44.5						06:44.5
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	01:20.9						01:20.9
8	Tiempo estándar	08:05.4						08:05.4

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
3	Lámina de 1"	2.3	26.0	175.5
6	Varilla de 1/4"	0.3	7.1	10.6
1	Tubo de 2" de diámetro	6.3	49.0	307.9
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	08:05.4
Área total	550.5
Estándar por in <sup>2</sup>	00:00.9

	<b>Operario:</b> Alfredo
--	--------------------------

## Diagrama de tiempos 25: Pintura a mano: Candelabro tipo 3 de 45"

## DIAGRAMA DE TIEMPOS

Actividad estudiada: Pintura a mano de un candelabro tipo 3 de 45"

	Descripción del trabajo	Pintura						
No.	Observaciones	1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		05:51.0						05:51.0
2		05:46.0						05:46.0
3		06:10.0						06:10.0
4		05:35.0						05:35.0
5								
6								
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	23:22.0						23:22.0
2	No. Ciclos	4						4
3	Promedio (1+2)	05:50.5						05:50.5
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	05:50.5						05:50.5
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	01:10.1						01:10.1
8	Tiempo estándar	07:00.6						07:00.6

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
3	Lámina de 1"	2.3	26.0	175.5
6	Varilla de 1/4"	0.3	7.1	10.6
1	Tubo de 2" de diámetro	6.3	45.0	282.7
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	07:00.6
Área total	525.4
Estándar por in <sup>2</sup>	00:00.8

	<b>Operario:</b> Alfredo
--	--------------------------

*Diagrama de tiempos 26: Pintura a mano: Enredadera de 6 candelas*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura a mano de una enredadera de 6 candelas

No.	Descripción del trabajo	Pintura						
		1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		10:29.0						10:29.0
2		12:40.0						12:40.0
3		11:45.0						11:45.0
4		12:02.0						12:02.0
5								
6								
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	46:56.0						46:56.0
2	No. Ciclos	4						4
3	Promedio (1+2)	11:44.0						11:44.0
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	11:44.0						11:44.0
6	Factor de tolerancia	20%						20%
7	Tiempo tol. (5x6)	02:20.8						02:20.8
8	Tiempo estándar	14:04.8						14:04.8

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
2	Varilla de 1/4"	0.8	52.0	81.7
1	Varilla de 1/4"	0.8	60.0	47.1
3	Varilla de 1/4"	0.8	2.0	4.7
6	Platillos de 4" de diámetro			150.8

Característica	Resultado
Tiempo de producto	14:04.8
Área total	284.3
Estándar por in <sup>2</sup>	00:03.0

	<b>Operario:</b> Darwin
--	-------------------------

*Diagrama de tiempos 27: Pintura con soplete: Candelabro Mansilla*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura con soplete de Candelabro Mansilla

No.	Descripción del trabajo	Pintura						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		02:50.0						02:50.0
2		02:32.0						02:32.0
3		02:29.0						02:29.0
4		01:26.0						01:26.0
5		02:24.0						02:24.0
6		02:06.0						02:06.0
7		01:52.0						01:52.0
8		02:42.0						02:42.0
9		01:40.0						01:40.0
10		02:23.1						02:23.1
1	Tiempo total	22:24.1						22:24.1
2	No.Ciclos	10						10
3	Promedio (1+2)	02:14.4						02:14.4
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	02:14.4						02:14.4
6	Factor de tolerancia	25%						25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:33.6						00:33.6
8	Tiempo estándar	02:48.0						02:48.0

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
4	Lámina de 1"	2.3	17.0	153.0
1	Lámina de 1/2"	1.3	18.1	22.6
5	Platillo de 4" de diámetro			125.7
1	Platillo de 6" de diámetro			56.5

Característica	Resultado
Tiempo de producto	02:48.0
Área total	357.8
Estándar por in <sup>2</sup>	00:00.5

	<b>Operario:</b> Alfredo
--	--------------------------

*Diagrama de tiempos 28: Pintura con soplete: Enredadera de 6 candelas*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura con soplete de enredadera de 6 candelas

No.	Descripción del trabajo	Pintura						
		1	2	3	4	5	6	Ciclo total
1		01:34.0						01:34.0
2		01:02.0						01:02.0
3		00:56.0						00:56.0
4		00:50.0						00:50.0
5		01:15.0						01:15.0
6		00:32.0						00:32.0
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	06:09.0						06:09.0
2	No.Ciclos	6						6
3	Promedio (1+2)	01:01.5						01:01.5
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	01:01.5						01:01.5
6	Factor de tolerancia	25%						25%
7	Tiempo tol. (5x6)	00:15.4						00:15.4
8	Tiempo estándar	01:16.9						01:16.9

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
2	Varilla de 1/4"	0.8	52.0	81.7
1	Varilla de 1/4"	0.8	60.0	47.1
3	Varilla de 1/4"	0.8	2.0	4.7
6	Platillos de 4" de diámetro			150.8

Característica	Resultado
Tiempo de producto	01:16.9
Área total	284.3
Estándar por in <sup>2</sup>	00:00.3

	<b>Operario:</b> Alfredo
--	--------------------------

*Diagrama de tiempos 29: Pintura con soplete: Sillas tipo Dalia*

**DIAGRAMA DE TIEMPOS**

Actividad estudiada: Pintura con soplete de sillas tipo Dalia

No.	Descripción del trabajo	Pintura						Ciclo total
		1	2	3	4	5	6	
1		06:07.0						06:07.0
2		04:37.0						04:37.0
3		05:32.0						05:32.0
4		05:23.0						05:23.0
5		04:56.0						04:56.0
6		05:39.0						05:39.0
7								
8								
9								
10								
1	Tiempo total	32:14.0						32:14.0
2	No.Ciclos	6						6
3	Promedio (1+2)	05:22.3						05:22.3
4	Calificación	100%						100%
5	Tiempo normal (3x4)	05:22.3						05:22.3
6	Factor de tolerancia	25%						25%
7	Tiempo tol. (5x6)	01:20.6						01:20.6
8	Tiempo estándar	06:42.9						06:42.9

Cant.	Material	Área por 1" long.	Longitud	Área
1	Lámina de 1"	2.3	78.0	175.5
3	Lámina de 1/2"	1.3	15.0	56.3
2	Varilla de 1/2"	1.6	114.0	358.1
1	Varilla de 1/2"	1.6	12.6	19.7
1	Varilla de 1/2"	1.6	16.0	25.1
8	Varilla de 1/8"	0.4	3.0	9.4

Característica	Resultado
Tiempo de producto	06:42.9
Área total	644.2
Estándar por in <sup>2</sup>	00:00.6

	<b>Operario:</b> Darwin
--	-------------------------

## B. DIAGRAMAS DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO

A continuación se presentarán los diagramas de flujo para cada una de las operaciones principales. Los diagramas de flujo que se presentan son:

- Corte de hierro forjado
- Doblez de hierro forjado
- Soldadura
- Corte de aluminio
- Doblez de aluminio



*Diagrama de flujo 2: Corte de hierro forjado*

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO	
<b>Operación:</b>	Cortar piezas de hierro forjado en Troquel
<b>Operario:</b>	Juan Elías

No	Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
1		00:02.4	●→□D∇	Alimentar la el troquel
2		00:01.2	○→□D∇	Inspeccionar correcta posición de la pieza
3		00:01.0	●→□D∇	Accionar el troquel
4		00:02.6	●→□D∇	Retirar la pieza cortada
5			○→□D∇	Almacenar piezas
6			○→□D∇	
7			○→□D∇	
8			○→□D∇	
9			○→□D∇	
10			○→□D∇	
11			○→□D∇	
12			○→□D∇	
13			○→□D∇	
14			○→□D∇	
15			○→□D∇	
16			○→□D∇	
17			○→□D∇	
18			○→□D∇	
19			○→□D∇	
20			○→□D∇	

RESUMEN					
	Actividad	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
1	Operaciones	○	5	00:06.0	
2	Inspecciones	□	0	00:01.2	
3	Transportes	→	0	00:00.0	
4	Demoras	D	0	00:00.0	
5	Almacenamientos	∇	1		

*Diagrama de flujo 3: Doblez de hierro forjado*

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO	
<b>Operación:</b>	Doblar una varilla de 1/2" de a un ángulo menor a 30° usando máquina para doblar.
<b>Operario:</b>	Juan Elías

No	Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
1		00:02.4	●⇨□D∇	Tomar Pieza
2		00:51.5	●⇨□D∇	Colocarla en máquina
3		00:02.1	●⇨□D∇	Doblar
4		00:11.6	●⇨□D∇	Retirar pieza de la máquina
5		00:03.8	●⇨□D∇	Colocar en area terminada
6			○⇨□D∇	Almacenamiento
7			○⇨□D∇	
8			○⇨□D∇	
9			○⇨□D∇	
10			○⇨□D∇	
11			○⇨□D∇	
12			○⇨□D∇	
13			○⇨□D∇	
14			○⇨□D∇	
15			○⇨□D∇	
16			○⇨□D∇	
17			○⇨□D∇	
18			○⇨□D∇	
19			○⇨□D∇	
20			○⇨□D∇	

RESUMEN					
	Actividad	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
1	Operaciones	○	5	01:11.4	
2	Inspecciones	□	0	00:00.0	
3	Transportes	⇨	0	00:00.0	
4	Demoras	D	0	00:00.0	
5	Almacenamientos	∇	1		

*Diagrama de flujo 4: Soldadura*

<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO</b>	
<b>Operación:</b>	Unir mediante 4 puntos de dos varillas de 1/2" de diámetro
<b>Operario:</b>	Max

No	Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
1		00:11.1	●⇨□D∇	Colocar varillas en el fijador
2		00:23.7	●⇨□D∇	Fijar varillas en posición
3		00:08.9	●⇨□D∇	Cerrar circuito
4		00:02.8	●⇨□D∇	Tomar soldador
5		00:10.6	●⇨□D∇	Soldadura
6		00:03.3	●⇨□D∇	Cambiar de punto
7		00:09.4	●⇨□D∇	Soldadura
8		00:05.4	●⇨□D∇	Cambiar de punto
9		00:10.9	●⇨□D∇	Soldadura
10		00:03.3	●⇨□D∇	Cambiar de punto
11		00:12.8	●⇨□D∇	Soldadura
12		00:19.9	○⇨□D∇	Inspeccionar puntos
13		00:01.9	●⇨□D∇	Remover fijador
14		00:01.2	●⇨□D∇	Abrir circuito
15		00:04.2	●⇨□D∇	Retirar pieza
16			○⇨□D∇	Almacenamiento
17			○⇨□D∇	
18			○⇨□D∇	
19			○⇨□D∇	
20			○⇨□D∇	

<b>RESUMEN</b>					
	Actividad	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
1	Operaciones	○	14	01:49.5	
2	Inspecciones	□	1	00:19.9	
3	Transportes	⇨	0	00:00.0	
4	Demoras	D	0	00:00.0	
5	Almacenamientos	∇	1		

*Diagrama de flujo 5: Corte de aluminio*

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO	
<b>Operación:</b>	Realizar un corte de un tubo de aluminio de 1" de diámetro por 72" de largo.
<b>Operario:</b>	Juan Elías

No	Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
1		00:05.8	●⇨□D∇	Tomar tubo del area de materia prima
2		00:05.6	●⇨□D∇	Colocar tubo en area de alimentacion
3		00:04.9	●⇨□D∇	Lubricar sierra
4		00:02.1	●⇨□D∇	Cortar
5		00:02.9	●⇨□D∇	Retirar tubo cortado
6			○⇨□D∇	Almacenamiento
7			○⇨□D∇	
8			○⇨□D∇	
9			○⇨□D∇	
10			○⇨□D∇	
11			○⇨□D∇	
12			○⇨□D∇	
13			○⇨□D∇	
14			○⇨□D∇	
15			○⇨□D∇	
16			○⇨□D∇	
17			○⇨□D∇	
18			○⇨□D∇	
19			○⇨□D∇	
20			○⇨□D∇	

RESUMEN					
	Actividad	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
1	Operaciones	○	5	00:21.3	
2	Inspecciones	□	0	00:00.0	
3	Transportes	⇨	0	00:00.0	
4	Demoras	D	0	00:00.0	
5	Almacenamientos	∇	1		

*Diagrama de flujo 6: Doblez de aluminio*

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE PROCESO	
<b>Operación:</b>	Doblar un tubo de aluminio de 1" de diámetro a 180°
<b>Operario:</b>	Juan Elías.

No	Distancia	Tiempo	Símbolo	Descripción
1		00:02.4	●⇨□D∇	Tomar tubo
2		00:44.3	●⇨□D∇	Colocarlo en máquina
3		00:05.6	●⇨□D∇	Doblar
4		00:16.6	●⇨□D∇	Retirar de máquina
5		00:05.1	●⇨□D∇	Limpiar tubo
6		00:04.3	●⇨□D∇	Colocarlo en área terminada
7			○⇨□D∇	Almacenamiento
8			○⇨□D∇	
9			○⇨□D∇	
10			○⇨□D∇	
11			○⇨□D∇	
12			○⇨□D∇	
13			○⇨□D∇	
14			○⇨□D∇	
15			○⇨□D∇	
16			○⇨□D∇	
17			○⇨□D∇	
18			○⇨□D∇	
19			○⇨□D∇	
20			○⇨□D∇	

RESUMEN					
	Actividad	Símbolo	Número	Tiempo	Distancia
1	Operaciones	○	6	01:18.3	
2	Inspecciones	□	0	00:00.0	
3	Transportes	⇨	0	00:00.0	
4	Demoras	D	0	00:00.0	
5	Almacenamientos	∇	1		

### C. DIAGRAMAS DE RECORRIDO

Diagrama de recorrido 2: Artículos de aluminio

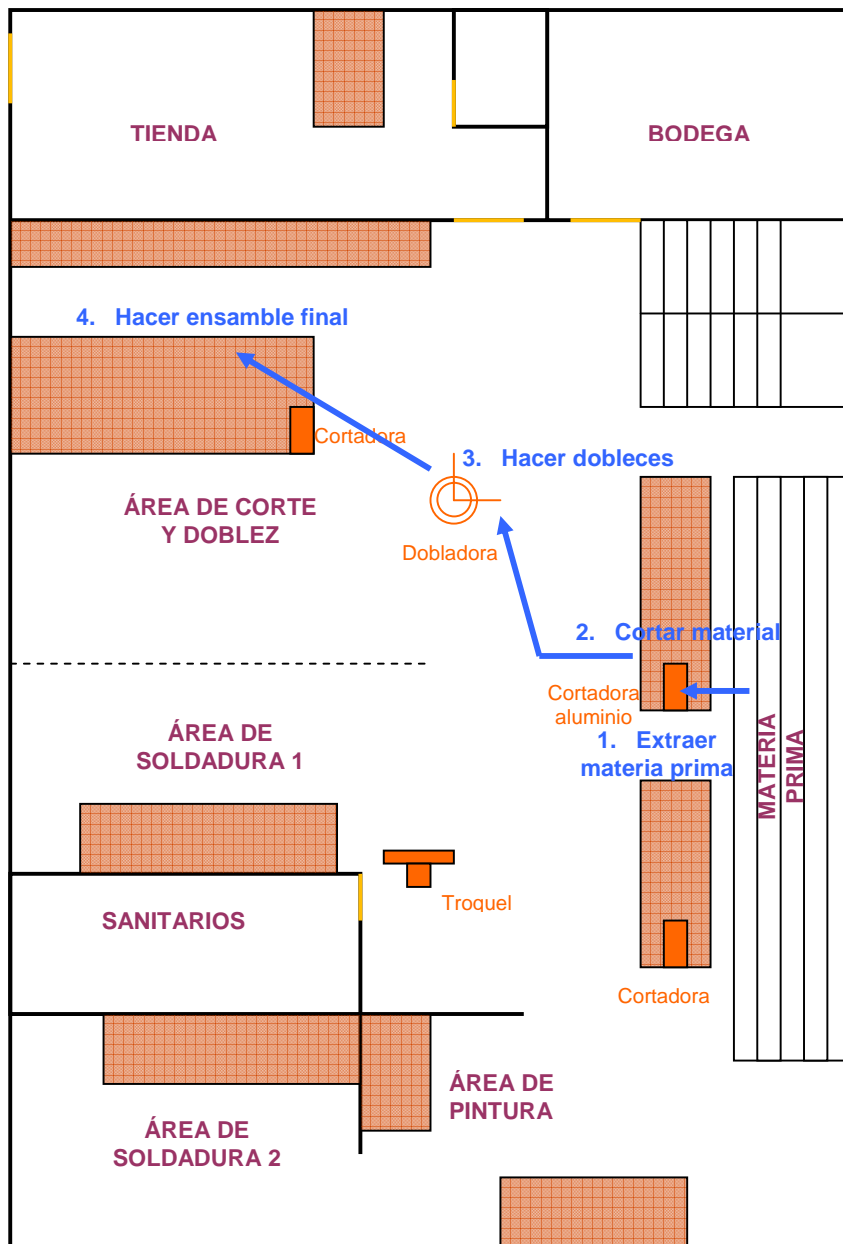
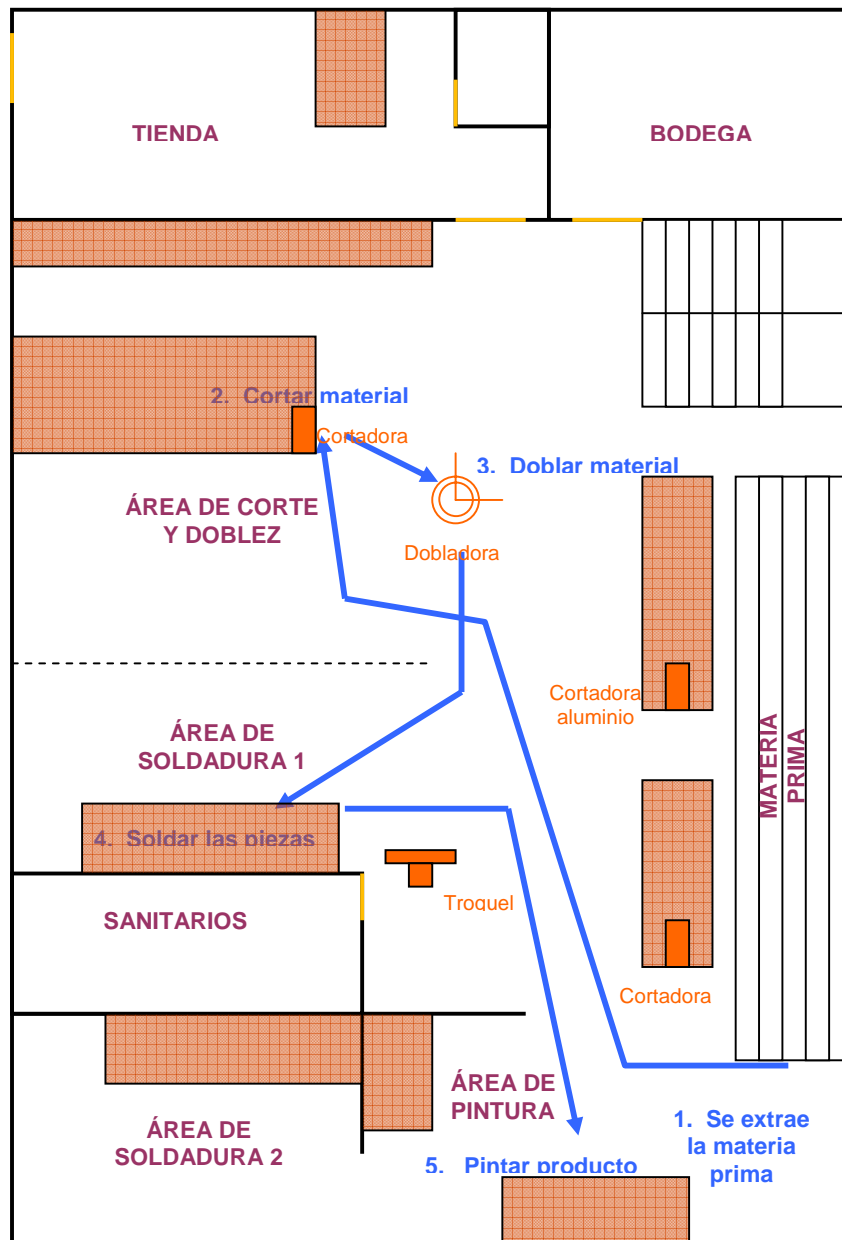


Diagrama de recorrido 3: Artículos de hierro forjado



## VII. RESULTADOS

### A. ALUMINIO

*Tabla 4: Resultados: Aluminio*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (MIN:SEG)</b>	<b>Tiempo (MINUTOS)</b>
Corte de tubos de aluminio de 1" de diámetro con longitud menor a 3 pies.	00:10.2	0.167
Corte de tubos de aluminio de 1" de diámetro con longitud mayor a 3 pies.	00:21.6	0.367
Doble de 180° en tubo de aluminio de 1"	01:42.3	1.700
Doble de 90° por los 2 extremos de un tubo de aluminio.	02:38.5	2.650
Perforación de 1 agujero en 1 tubo de aluminio	00:08.9	0.150
Colocación de 1 tornillo para ensamble final	00:55.3	0.917

## B. HIERRO FORJADO

*Tabla 5: Resultados: Hierro forjado*

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (MIN:SEG)</b>	<b>Tiempo (MINUTOS)</b>
Corte de lámina de 1" y 1/8" de espesor en cortadora manual, con longitud menor a 1 pie.	00:09.8	0.167
Corte de lámina de 1" y 1/8" de espesor en cortadora manual, con longitud mayor a 1 pie.	00:11.6	0.200
Corte en troquel de piezas de hierro forjado con longitud menor a 1 pie.	00:04.9	0.083
Corte en troquel de piezas de hierro forjado con longitud mayor a 1 pie.	00:07.8	0.133
Doblez de una lámina de 1/8" de espesor	00:09.2	0.150
Doblez de una varilla de 1/2" de diámetro a un ángulo menor a 30°	01:07.1	1.117
Doblez de una varilla de 1/4" de diámetro a un ángulo de 360°	00:10.8	0.183
Doblez de una varilla de 1/4" de diámetro a un ángulo de 180°. Varilla doblada en el otro extremo.	00:14.8	0.250
Enderezar con un martillo una varilla de 1/2" con un doblez de 720°.	00:47.0	0.783
Enderezar con un martillo una varilla de 1/4" con un doblez de 360°.	00:15.3	0.250
Puntos de soldadura en varillas de 1/4"	00:42.2	0.700
Puntos de soldadura en varillas de 1/2"	00:40.2	0.667
Pintura a mano (Tiempo por pulgada cuadrada)	00:01.7	0.028
Pintura con soplete (Tiempo por pulgada cuadrada)	00:00.5	0.007

*Tabla 6: Resumen de pintura: A mano*

	<b>Tiempo de pintura</b>	<b>Tiempo por in<sup>2</sup></b>
Candelabro Caracol (grande)	06:50.1	00:02.2
Candelabro Caracol (pequeño)	05:02.1	00:02.0
Candelabro Mansilla	12:41.0	00:02.1
Candelabro tipo 3 (52")	08:15.9	00:00.9
Candelabro tipo 3 (49")	08:05.4	00:00.9
Candelabro tipo 3 (45")	07:00.6	00:00.8
Enredadera de 6 candelas	14:04.8	00:03.0
<b>PROMEDIO A MANO</b>		<b>00:01.7</b>

*Tabla 7: Resumen de pintura: Con soplete*

	<b>Tiempo de pintura</b>	<b>Tiempo por in<sup>2</sup></b>
Candelabro Mansilla	02:48.0	00:00.5
Enredadera de 6 Candelas	01:16.9	00:00.3
Sillas Tipo Dalia	06:42.9	00:00.6
<b>PROMEDIO SOPLETE</b>		<b>00:00.5</b>

## VIII. APLICACIONES

En las dos secciones anteriores, se presentó una cantidad de datos y resultados que serán útiles para poder calcular el tiempo que se tardará en fabricar un producto. Esta sección, demostrará al lector cómo hacerlo.

### A. EJEMPLO DE HIERRO FORJADO

Se tomará el ejemplo de una silla. Dado que entre el inventario de productos de esta fábrica hay más de 1 sólo tipo de sillas, se tendrá que ser más específicos. En este caso, se realizará el ejemplo con una silla tipo Dalia.

Se inicia con la cantidad de material utilizado. Esto nos servirá para calcular el área que se tiene que pintar.

- Lámina de 1" de ancho por 1/8" de espesor:
  - 1 de 62" de largo
  - 4 de 4" de largo
- Lámina de 1/2" de ancho por 1/8 de espesor:
  - 3 de 15" de largo
- Varilla de 1/8" de diámetro
  - 8 de 3" de largo.
- Varilla de 1/2" de diámetro
  - 2 de 25" de largo
  - 2 de 24" de largo
  - 2 de 31" de largo
  - 1 de 12.5" de largo
  - 4 de 17" de largo
  - 1 de 16" de largo

Con esta información se pasa ahora al número de cortes que se necesitan. En este caso, se puede ver por el listado anterior, que para cada uno de estos materiales, es necesario un corte. Con esto se obtienen veintiocho cortes. Asumiendo que estos cortes se realizarán con la ayuda de un troquel, es necesario separarlos según sean mayores o menores a un pie. En este caso se tienen dieciséis cortes mayores a un pie y doce cortes menores a un pie.

Analizando la pieza se pudo observar que la misma tenía 86 puntos de soldadura. Por último, con el listado de materiales, es posible calcular el área superficial del producto. Este dato se debe multiplicar por el tiempo que toma pintar una pulgada cuadrada, ya sea a mano o con soplete. En este caso, como la silla tipo Dalia es uno de los productos que se le tomó tiempo en el área de pintura, (Diagrama de Tiempos 29) se toma directamente el dato de la tabla de cuánto tiempo transcurrió para pintar esta silla.

El siguiente paso es multiplicar los tiempos por unidad por la cantidad especificada y, por último, se suman estos tiempos (ver tabla 8).

## **B. EJEMPLO DE ALUMINIO**

De manera similar se procede con los artículos de aluminio. En este caso se analizará un andador fijo de aluminio. Esta pieza, relativamente sencilla, tiene únicamente tres cortes. Cada uno de estos tubos se dobla en sus por sus dos extremos. Lleva seis tornillos, por lo que es necesario perforar doce agujeros (ver tabla 9).

*Tabla 8: Aplicación de tiempos para una silla Dalia*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo por unidad (MIN:SEG.)</b>	<b>Tiempo total (HH:MM:SS)</b>
Cortes menores a 1 pie	12	00:04.9	0:00:59
Cortes mayores a 1 pie	16	00:07.8	0:02:05
Dobleces lámina de 1/8"	4	00:09.2	0:00:37
Dobleces varilla 1/8	24	00:09.2	0:03:41
Dobleces varilla 1/2	20	01:07.1	0:22:22
Enderezar varilla de 1/2	2	00:47.0	0:01:34
Puntos de soldadura	86	00:40.2	0:57:33
Pintura	1	06:26.8	0:06:27
<b>TOTAL</b>			1:35:19

*Tabla 9: Aplicación de tiempos para un andador fijo*

<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo por unidad (MIN:SEG.)</b>	<b>Tiempo total (HH:MM:SS)</b>
Cortes mayores a 3 pies	3	00:21.6	0:01:05
Dobleces a 90°, ambos extremos	3	02:38.5	0:07:56
Perforación de agujeros	12	00:08.9	0:01:47
Colocación de tornillos	6	00:55.3	0:05:32
<b>TOTAL</b>			0:16:19

## IX. DISCUSIÓN

Este trabajo se inició con el objetivo de determinar los tiempos estándar de las operaciones básicas que se llevan a cabo para finalizar un producto en un taller de metal-mecánica. Se contó con la colaboración del gerente general de la planta, quien fungió como asesor de este trabajo.

Inicialmente, se hicieron visitas a la planta a diferentes horas del día para poder observar el ambiente así como el ritmo de trabajo según la hora del día.

Antes de iniciar el estudio, mientras se planificaba el mismo, se observó la dificultad que presentaba el área de soldadura para la toma de tiempos, ya que la fuerte luz producida por la soldadura, obligaba al uso de una careta protectora o de lentes especiales, los cuales impedían observar el cronómetro y tomar notas de las actividades. Mientras se avanzó en el estudio, una cámara de video fue utilizada para poder observar en forma



adecuada las actividades del área de soldadura, y así solucionar el problema que planteaba esta área. La facilidad que mostró el uso de la cámara, ayudado por la conveniencia de poder observar varias veces la misma actividad para poder detallar bien las actividades grabadas, hizo que el uso de la cámara se extendiera al resto de las áreas de la fábrica.

Adicionalmente, se diseñaron los diagramas en los que se iban a presentar los datos antes de empezar a tomar tiempos. De esta manera, se podía garantizar que se iba a anotar la información necesaria para poder hacer los respectivos cálculos una vez terminada la recopilación de datos.

Para la toma de tiempos, se usaron los diagramas respectivos y se tomaron más tiempos de los que los diagramas permiten. Esto se hizo con el fin de eliminar de todo cálculo las observaciones en el que el operario



interrumpía su trabajo, lo cual se observó con regularidad. Estas interrupciones abarcaban una gran variedad de razones, que iban desde necesidades personales, hasta la colaboración con otros compañeros de trabajo en sus actividades. Por esta razón, en los diagramas de tiempos, la columna de observaciones está vacía en

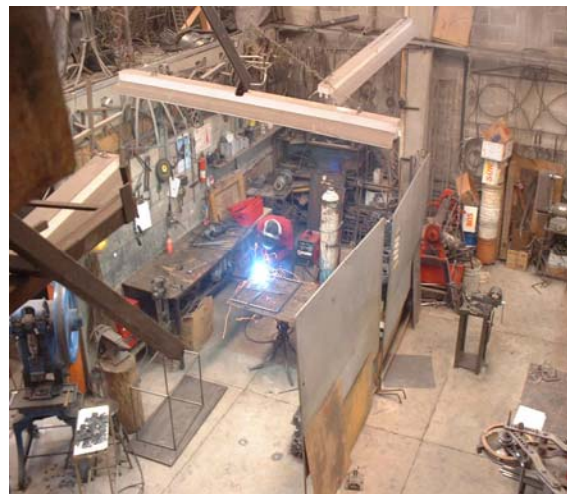
todos los diagramas, ya que esta columna se utiliza para indicar que hay un dato en esa fila que no es normal y que debe eliminarse del estudio.

Los diagramas utilizados para la toma de tiempos, cuentan con una sección en la parte inferior donde se realizan los cálculos. Es aquí donde se calcula el promedio, la calificación, el tiempo normal, la tolerancia y el tiempo estándar. La calificación representó un problema, puesto que para poder asignarla, se requiere de experiencia del analista de tiempos o de alguien con un puesto superior, que conozca y domine a la perfección el método que debe realizar el subordinado y así poder saber si el operario trabaja de una manera acelerada o si trabaja mas despacio de lo normal. Dada la corta duración del estudio y del número de actividades que se observaron, no fue posible tener este conocimiento a la hora de asignar las calificaciones de las actividades,

razón por la cual, todas permanecieron con 100% de calificación, asumiendo así, que las operaciones que se observaron, las estaba realizando un operario con un ritmo normal.

Para poder obtener datos más representativos, en el estudio de tiempos únicamente se tomaron en cuenta actividades cuyo ciclo se repitiera lo suficiente como para que el operario alcanzara su ritmo de operario óptimo y para obtener suficientes datos para calcular el tiempo estándar. Esto se aplicó en todas las áreas, incluyendo el área de pintura, donde la cantidad reducida de datos se debió a los pocos trabajos de pintura que involucraran un número elevado de piezas para que fueran tomadas en cuenta.

De la literatura se obtuvo que el valor medio de tolerancias en operaciones metal-mecánicas típicas es de 15%. Sin embargo, este valor toma únicamente la fatiga y retrasos inevitables personales, por lo que



éste factor se aumentó a 20%. Por esta razón, este valor de tolerancias se extendió en la mayoría de los diagramas. Sin embargo, aquellas actividades en las que se realiza un esfuerzo físico mayor, se optó por incrementar el valor de la tolerancia debido al mayor esfuerzo.

Estos cálculos están claramente señalados en cada diagrama, donde se indica el valor de la calificación y tolerancia de modo que si se desea cambiar estos datos en un futuro, se pueda calcular de nuevo el tiempo estándar de manera sencilla.

A los diagramas de tiempo se les agregó un recuadro en la parte inferior, que únicamente tiene el nombre del operario con el que se realizó el estudio. El resto del espacio proporcionado allí está destinado a las anotaciones u observaciones adicionales que el gerente de la fábrica crea



conveniente que se deben agregar con el paso del tiempo, ya que puede ser posible un cambio en la maquinaria o en el método utilizado que mejore la velocidad o las condiciones de trabajo del operario, lo cual requerirá un ajuste al tiempo estándar que ya se había calculado con anterioridad.

Esto sólo se podrá hacer si el cambio es mínimo ya que, de lo contrario, se tendrá que hacer de nuevo la toma de tiempos para tener un valor mas preciso.

Lamentablemente, no en todas las actividades se pudo calcular el tiempo estándar por la relativamente corta duración del estudio, el hecho de que la fabricación de productos no es un proceso en serie, y que sólo había un analista de tiempos. Sin embargo, se puede afirmar que se alcanzaron los objetivos de este estudio, ya que con los datos obtenidos, se puede calcular el tiempo efectivo que se tomará para la finalización de un producto.

Al realizar la toma de tiempos, en reiteradas ocasiones se presentó el hecho de que más de un operario estaba haciendo el mismo tipo de trabajo. En estos casos, se le dio prioridad al operario que mostraba mayor capacidad y dominio sobre la operación que realizaba. Esto se hizo así a excepción de la

soldadura. El taller posee dos áreas de soldadura<sup>1</sup>. Sin embargo, una de ellas está localizada en un lugar muy estrecho en donde sólo hay espacio para el operario y las piezas que tiene que trabajar, por lo que no fue posible realizar una toma de tiempos con el soldador que operaba en dicha área.

Por otra parte, había otros dos operarios que hacían este tipo de operación en diferente área. Dado que los dos hicieron un tipo de soldadura diferente, los dos figuran entre los tiempos que se tomaron. Esto nos lleva a otra asunto. Los puntos de soldadura para varillas de 1/4" y 1/2" de diámetro dieron resultados curiosos, ya que, aunque no significativamente, la soldadura de menor diámetro, presentó un tiempo mayor. Sin embargo, esto no se puede tomar como una inconcordancia en el estudio de tiempos, ya que diversos factores pueden llevar a este tipo de resultados, como son diferente operario, diferentes condiciones en la soldadura, etc.

Al llegar a la sección de pintura, se nota algo interesante. Esto es que se usan dos métodos para esta operación, a mano y con soplete, cada uno de éstos tiene sus ventajas. La pintura con soplete se puede observar que es más de tres veces más rápida; sin embargo, se desperdicia más pintura. Aquí es necesario hacer un análisis más profundo con respecto al mejor método para esta operación, puesto que se puede



---

<sup>1</sup> Ver Diagrama de recorrido 1: Ejemplo. Nótese que el área de soldadura 2, se encuentra en un lugar bastante reducido, donde únicamente cabe el operario y las piezas a trabajar.

prescindir de uno o más pintores si se estandariza el soplete como método de pintura con el costo adicional del material que se desperdicia.

Puesto que el objetivo de este trabajo no era mejorar la línea de producción en la fábrica, los diagramas de flujo y los de recorrido, se hicieron en forma simple, y con información limitada, razón por la cual, los diagramas dan la impresión de incompletos. Sin embargo, era importante que el lector pudiera entender y ubicarse en la fábrica y de este modo, entender mejor el cómo se realizan las operaciones.

## X. CONCLUSIONES

- Como ya se había mencionado anteriormente, el objetivo de este trabajo fue calcular los tiempos estándar de las operaciones básicas en Coinguasa, la cual es una empresa que fabrica artículos de aluminio y muebles de metal, así como una variedad de adornos y enceres también en hierro forjado. Dicho objetivo fue alcanzado mediante la toma de tiempos en la fábrica para poder calcular el tiempo estándar de cada operación.
- Con los tiempos proporcionados, es posible hacer un cálculo preciso del tiempo que transcurrirá para finalizar un producto o una operación.
- Los tiempos se clasificaron según la materia prima utilizada, es decir, aluminio y hierro forjado. Adicionalmente, se hizo una subdivisión en las áreas que lo permitieron, logrando así, una mayor cantidad de datos que puedan ajustarse de mejor manera a las exigencias de la fábrica.
- Las principales áreas a tomar en cuenta para el cálculo de tiempos estándar para los artículos de hierro forjado fueron: cortes, dobleces, puntos de soldadura y pintura.
- Asimismo, las áreas en las que se realizó el estudio para los artículos fabricados de aluminio fueron: cortes, dobleces, perforación de agujeros y ensamble de las piezas.
- En los casos que así lo permitieron, se eligió al operario que mostrara mayor conocimiento y dominio de la actividad que realizara, teniendo así un tiempo que se adaptara de mejor manera la definición de estándar.
- A pesar que los diagramas de tiempos tienen espacio para veinticinco observaciones, en todas las actividades se obtuvieron más tiempos de

los necesarios con el fin de eliminar todas aquellas observaciones que presentaran una irregularidad en su ciclo, obteniendo así, datos más precisos.

- Con los tiempos obtenidos, fue posible calcular el tiempo de trabajo requerido para realizar una silla tipo Dalia. Este tiempo fue de aproximadamente una hora y media (ver tabla 8).
- De igual manera, se calculó el tiempo necesario para fabricar un andador fijo. Este tiempo fue de 16 minutos (ver tabla 9).
- Con los datos proporcionados, se puede calcular con la misma facilidad de los dos ejemplos anteriores, el tiempo efectivo de trabajo necesario para completar cualquier producto mediante el análisis de su diseño.
- Para mejorar la productividad de la empresa, es importante la transformación de la fabricación de productos a un proceso en serie, con lo que se logrará disminuir los tiempos de fabricación actuales de forma significativa, aumentando así la rentabilidad del negocio.
- Los tiempos estándar son de suma utilidad para el área administrativa de una fábrica, ya que con estos datos, es posible reestructurar el pago de salarios, de manera que se adapte de manera mas justa a las necesidades, tanto de la fábrica como de los operarios.
- Los tiempos estándar también son útiles para los operarios, ya que les proporciona un índice del tiempo que se deben tardar en hacer una operación, lo que los motivará a alcanzar este tiempo y ser mejores operarios

## XI. RECOMENDACIONES

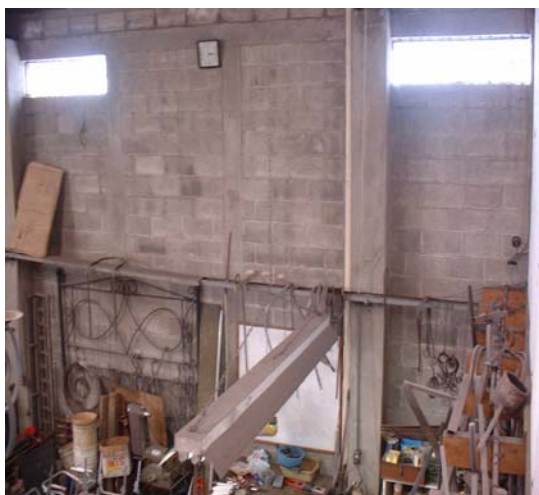
Cuando Coinguasa fue fundada, el local donde actualmente se encuentra era el apropiado para la cantidad de operaciones que se realizaban. Sin embargo, el negocio creció rápido y ahora el espacio con el que cuentan los operarios para hacer sus tareas disminuyó drásticamente porque había que hacerle lugar a las nuevas máquinas y a la cantidad de producto que se maneja en estos días. El alquiler de una bodega en las cercanías para poder colocar el producto terminado y otros enceres, solucionaría en parte el problema; sin embargo, hay que pensar que el negocio seguirá creciendo y se tendrá en un futuro cercano nuevamente el problema del espacio, por lo que la solución está en trasladarse completamente a otro lugar más amplio y obtener una renta de este lugar.



Otro problema que puede disminuir la productividad de los operarios es la ventilación. No hay suficientes ventanas para que pueda circular aire fresco por el taller. Esto se agrava teniendo en cuenta que la soldadura es una actividad que requiere estar en un lugar ventilado para que se puedan disipar con facilidad los gases que se producen y así evitar que esos sean inhalados por el operario. Esto puede ser solucionado fácilmente, puesto que hay una pared que da al exterior en la que se encuentran únicamente dos ventanas que son muy pequeñas, las cuales podrían ser ampliadas para mejorar la circulación del aire. Asimismo, se puede colocar un extractor en el techo, lo cual es muy común en este tipo de estructuras en las que se desea una

circulación de aire que sea agradable para las personas que se encuentren en su interior.

Los dos problemas expuestos anteriormente, impiden que Coinguasa sea una fábrica de producción en serie, puesto que para esto, sería necesario contratar a más operarios para que las actividades que toman mas tiempo no



ocasionen un cuello de botella. Más operarios significan más estaciones de trabajo y menos espacio, y sin una ventilación adecuada, la incomodidad de los operarios retendrá el potencial de la fábrica de ser altamente productiva.

Se debe hacer una comparación, económicamente hablando, de la cantidad de pintura que se pierde al usar un soplete versus el sueldo de un pintor promedio, para ver qué tanto vale la pena sustituir a uno o más pintores a favor de la utilización de soplete como método único para pintura.

## **XII. BIBLIOGRAFÍA**

Niebel, J. 1996 *Ingeniería Industrial, Métodos, tiempos y movimientos*  
Editorial Alfaomega, 9ª. Edición. México, 880pp.