



92  
24

**Universidad Nacional Autónoma de México**

Facultad de Ingeniería

**TIEMPOS PREDETERMINADOS PARA  
LA INDUSTRIA DE LOS  
MUEBLES METALICOS.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P r e s e n t a :**

**Dagoberto Muñoz Huerta**

Director: Ing. Jesús A. López Rosas

México, D. F.

1989

**FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

### CAPITULO I. Antecedentes y Fundamentos.

#### a) Antecedentes.

a.1) Ingenieria Industrial.....	2
a.2) Taylor - Gilbreth.....	3
a.3) M T M.....	10
a.4) Sistemas actuales.....	13

#### b) Fundamentos.

b.1) Necesidad de un sistema predeterminado para fábricas nuevas.....	15
b.2) Necesidad de un sistema de tiempos predeterminado para fábricas con problemas productivos.....	18
b.3) Necesidad de un sistema de tiempos predeterminado para la fijación de incentivos...	20

### CAPITULO II. Tiempos predeterminados para la industria de los muebles metálicos.

#### a) Generalidades.

a.1)	Antecedentes Industriales.....	23
a.2)	Importancia del Ramo.....	28
a.3)	Sistemas generalizados de producción.....	31
a.4)	Sistemas generalizados de incentivos.....	40
b)	Elaboración y aplicación de las tablas de tiempos y movimientos.	
b.1)	Metodología.....	45
b.2)	Desglose de movimientos.....	49
b.3)	Estadística. Tiempos medios.....	72
b.4)	Tablas de tiempos y movimientos.....	76
b.5)	Formas de utilización de las tablas.....	80
b.6)	Aplicaciones.....	82
b.6.1	Diseño Industrial.....	82
b.6.2	Balanceo de Líneas.....	85
b.7	Tarifas, Costos, medios de control de eficiencia.....	88
	Ejemplo.....	93
	Conclusiones.....	95
	Bibliografía.	

## **CAPITULO I.**

### **ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS.**

## INTRODUCCION

### a) ANTECEDENTES

#### a.1 Ingeniería Industrial.

Debido al constante crecimiento de la población, como la problemática que representa el poder satisfacer sus necesidades, la Ingeniería Industrial, siendo una técnica utilizada esencialmente como administradora de los recursos humanos, económicos y materiales de toda empresa, tiene un campo de actividad en pleno desarrollo y crecimiento, ya que su función se basa en el incremento de la productividad en todos los aspectos laborales, comprendiéndose por productividad el aumento de producción con igual o menor cantidad de recursos.

Una de las áreas de la Ingeniería Industrial cuyos resultados afectan en forma directa el proceso productivo es el Estudio de Tiempos y Movimientos, base esencial para establecer salarios, cuotas de trabajo y un sistema de incentivos fundamentado en la situación real de la empresa.

Al realizar este trabajo, pretendemos dar un apoyo práctico y real en Planeación y Programación de empresas, que estén en proyecto o ya establecidas en el ramo industrial de los muebles metálicos.

## **a.2 Taylor - Gilbreth**

A Frederick W. Taylor se le considera generalmente como el padre del moderno estudio de tiempos en los Estados Unidos, aunque en realidad ya se efectuaban estudios de tiempos en Europa, muchos años antes que Taylor. En 1760, un francés, Perronet, llevó a cabo amplios estudios de tiempos acerca de la fabricación de alfileres hasta llegar al estándar de 494 piezas por hora. Sesenta años más tarde el economista inglés Charles Babbage hizo estudios de tiempo en relación con los alfileres comunes y como resultado determinó que una libra de alfileres ( 5,546 piezas ) debía fabricarse en 7.6892 horas.

Taylor empezó su trabajo en el estudio de tiempos en 1881 cuando laboraba en la Midvale Steel Company de Filadelfia. Después de 12 años desarrolló un sistema basado en el concepto de " tarea ". En él, Taylor proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de

anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea en detalle y le indicaran además los medios que debía usar para efectuarla. Cada trabajo debía tener un tiempo estándar fijado después de que se hubiera realizado los estudios de tiempos necesarios por expertos. Este tiempo tenía que estar basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado, quien después de haber recibido instrucción, era capaz de ejecutar el trabajo con regularidad. En el proceso de fijación de tiempos, Taylor realizaba la división de la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas "elementos". Estos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea.

En junio de 1895, Taylor presentó sus hallazgos y recomendaciones ante una asamblea de la American Society of Mechanical Engineers, efectuada en Detroit. Su trabajo fue acogido sin entusiasmo, porque muchos de los ingenieros presentes interpretaron sus resultados como un nuevo sistema de trabajo a destajo, y no como una técnica para analizar el trabajo y mejorar los métodos.

El disgusto por el trabajo a destajo que predominaba en muchos de los ingenieros de esa época era explicable. Los estándares por el trabajo por pieza eran establecidos según estimaciones de supervisores y en el



mejor de los casos, distaban mucho de ser exactos o congruentes. Tanto la empresa como los trabajadores eran justamente escépticos acerca de las tarifas por pieza basadas en las conjeturas de un capataz. La empresa miraba con desconfianza, en vista de la posibilidad de que el capataz hubiera realizado una estimación conservadora para proteger la actuación de su departamento. Al trabajador, debido a infortunadas experiencias anteriores, le interesaba sobremanera cualquier tasa adoptada simplemente con base en apreciación y conjeturas personales, puesto que dicha tasa afectaría vitalmente sus percepciones.

Posteriormente, en junio de 1903 en la reunión de la A.S.M.E. efectuada en Saratoga, Taylor presentó un famoso artículo " Shop managment " ( Administración del taller ), en el cual expuso los fundamentos de la administración científica, a saber :

El estudio de tiempos, junto con los implementos y métodos para llevarlo a cabo adecuadamente .

La supervisión funcional o dividida, aprovechando su superioridad con respecto al antiguo método del supervisor o capataz único.

La estandarización o normalización de todas las herramientas e implementos usados en la fábrica, así como

las acciones o movimientos de los obreros para cada clase de trabajo.

La conveniencia de contar con un grupo o departamento de planeación.

El " principio de la excepción " en la administración industrial.

El uso de reglas de cálculo e instrumentos similares para ahorrar tiempo.

Tarjetas de instrucciones para el trabajador.

El concepto de tarea en la administración, acompañado por una bonificación o premio considerable por la realización exitosa de la tarea.

La " tarifa diferencial ".

Sistemas mnemotécnicos para clasificar los productos fabricados, así como los útiles o implementos usados en la fabricación.

Un sistema de rutas trayectorias.

Un moderno sistema de costos.

Muchos directores de fábricas aceptaron con beneplácito la técnica de la administración del taller de Taylor y con algunas modificaciones obtuvieron resultados satisfactorios.

### Estudio de movimientos.

Frank B. Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, la cual se puede definir como el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para ejecutar una operación laboral determinada, con la mira de mejorar ésta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificando los necesarios, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima.

Gilbreth puso en práctica inicialmente sus teorías en el trabajo de colocación de ladrillos de la albañilería, oficio en el que estaba empleado. Después de introducir mejoras en los métodos por el estudio de movimientos y el adiestramiento, logró aumentar el promedio de colocación de ladrillos a 300 por hombre y por hora. Antes de los estudios de Gilbreth, una tasa de 100 ladrillos por hombre y por hora se consideraba un índice satisfactorio de trabajo.

Más que nadie, a los Gilbreth, Frank y su esposa Lillian, es a quienes se debe que la industria reconociera la importancia de un estudio minucioso de los movimientos de una persona en relación con su capacidad para aumentar la producción, reducir la fatiga e instruir a los operarios acerca del mejor método para llevar a cabo una operación.

Frank Gilbreth, con ayuda de su esposa, desarrolló también la técnica cinematográfica para estudiar los movimientos, la cual ha sido aplicada a otras actividades. En la industria, esta técnica se conoce con el nombre de estudio de micromovimientos. Pero el estudio de los movimientos, con ayuda de la proyección en "acción lenta", no se limita de ninguna manera a las aplicaciones industriales. Es inapreciable en las actividades deportivas como medio de instrucción para el mejoramiento de la forma y la habilidad.

#### Otros iniciadores contemporáneos.

Carl G. Barth, un colaborador de Frederick W. Taylor, ideó una regla de cálculo para producción mediante la cual se podía determinar la combinación más eficiente de velocidades y alimentaciones para el corte de metales de

diversas durezas, considerando profundidad de corte, tamaño y vida de la herramienta.

Harrington Emerson aplicó los métodos científicos al trabajo en el ferrocarril de Santa Fe, reorganizó la compañía, integró sus procedimientos de taller, implantó un sistema de costos estándares y un plan de bonificaciones.

Emerson fue quien utilizó el término ingeniería de eficiencia. Su doctrina de la eficiencia apareció por primera vez en 1908 en el Engineering Magazine. En 1911, amplió sus conceptos e ideas en su libro de los doce principios de la eficiencia, esta obra fue quizá la guía más extensa hacia una buena administración.

En 1917, Henry Laurence Gantt ideó representaciones gráficas sencillas que permitían medir la actuación en el trabajo real y mostraban los programas proyectados. Hizo posible por primera vez comparar el trabajo real con el del plan original y ajustar los programas diarios según la capacidad, el programa inicial y los requisitos de los clientes.

También es conocido Gantt por su invención del sistema de tareas y bonificaciones o primas. El sistema de pago de salarios de Gantt recompensaba al operario su trabajo, superior al estándar y eliminaba todo castigo por

falta de cumplimiento, ofreciendo al capataz un premio por cada uno de sus empleados cuyo trabajo fuese superior al estándar.

Dwight V. Merrick inició un estudio de tiempos unitarios; con ayuda de Carl Barth, ideó una técnica para determinar márgenes de tiempo sobre una base racional. También se le debe reconocimiento por su plan de pagos múltiples para el trabajo a destajo en el que recomendaba tres tasas de pago progresivas.

### a.3 MTM. Medición de Tiempos de Métodos.

En 1984 se publicó el sistema MTM : " un procedimiento que analiza un método o una operación manual en los movimientos básicos requeridos para su realización, y asigna a cada movimiento un estándar de tiempo predeterminado que se evalúa por la naturaleza del movimiento y las condiciones en las que se lleva a cabo".

Los datos de MTM son resultado del análisis de cuadro por cuadro de películas cinematográficas que se tomaron en áreas diversificadas de trabajo. Los datos obtenidos fueron "nivelados" e ajustados al tiempo requerido por el operario normal. Los datos fueron tabulados y

analizados para determinar el grado de dificultad causado por características variables. Por ejemplo, se halló que no solo la distancia sino también el tipo del elemento a alcanzar, afectaban el tiempo.

El TMU es la unidad de tiempo utilizada y equivale a 0.00001 horas.

Los pasos a seguir en la aplicación de la técnica MTM son: en primer lugar, el analista resume todos los movimientos en mano izquierda y mano derecha necesarios para realizar el trabajo apropiadamente.

Los valores tabulados no contienen ninguna tolerancia por demoras personales, fatiga o retrasos inevitables, y cuando estos valores se emplean para establecer estándares de tiempo, se debe agregar una tolerancia apropiada al resumen de los tiempos de movimientos básicos sintéticos.

Existen varios tipos de MTM :

MTM-General Purpose Data ( GPI ).

El MTM-BPD, para datos de uso general, lo define la M.T.M. Association como un " sistema dinámico de patrones de movimiento universalmente aplicables elaborado según la técnica MTM.

### MTM-2.

El MTM-2 se aplica en áreas de trabajo donde los detalles del MTM-1 impedirán su uso económico.

Es un sistema de datos MTM sintetizados y consiste en :

1. Movimientos MTM básicos sencillos.
2. Combinaciones de movimientos MTM básicos.

Los datos están adaptados al operario y son independientes del lugar de trabajo o del equipo utilizado.

El sistema MTM-2 tiene aplicación en asignaciones de trabajo en las que :

1. La parte de esfuerzo del ciclo de trabajo es de más de un minuto de duración.
2. El ciclo no es altamente repetitivo.



3. La parte manual del ciclo de trabajo no implica un gran número de movimientos manuales complejos o simultáneos.

### MTM-3.

Es complemento de los sistemas anteriores y está destinado al caso de situaciones de trabajo donde ahorrar tiempo a expensas de algo de exactitud, es deseado.

No debe emplearse en relación con operaciones que requieren tiempos de enfoque ocular o de desplazamiento de los ojos, puesto que los datos no consideran esos movimientos.

#### a.4 Sistemas actuales.

Actualmente, en la industria de los muebles metálicos, no existe un sistema "nuevo" de tiempos predeterminados.

Realmente, lo que se está desarrollando en la actualidad es el uso de las microcomputadoras así como

módulos o paquetes de computación, que utilizarán entre otros- el sistema MTH para el cálculo de lay outs, costos, necesidades de materia prima, mano de obra, etc.

b) FUNDAMENTOS.

b.1 Necesidad de un sistema predeterminado para fábricas nuevas.

Un sistema de tiempos predeterminados es indispensable para la instalación de una fábrica, ya que teniendo este sistema es posible determinar a priori el tiempo de una operación, básico para la adecuada planeación de la fábrica. Llamamos básico a este tiempo porque a partir de él se deducen las siguientes variables :

1. Número de operarios y maquinaria para la elaboración del producto en cuestión.

En función de la rapidez de la maquinaria adquirida y considerando que el operario ha sido previamente capacitado, se multiplicará el número de piezas que se desean producir por el tiempo tipo de cada operación, es decir, si se desean elaborar 2,000 piezas, para una operación cuyo tiempo tipo es de 2,000 TMU (1.2 min.), el número de horas de trabajo será :

$$2,000 \text{ pzas.} \times 1.2 \text{ min.} = 2,400 \text{ min.}$$

$$2,400 \text{ min.} = 40 \text{ hrs.}$$

Estas 40 hrs. divididas en un turno de 8 horas nos requerirán 5 operarios con sus respectivas máquinas.

Este proceso se repetirá a lo largo de la línea de producción y su suma nos proporcionará el número total de operarios y maquinaria necesitada.

2. Tamaño de la planta para satisfacer una cierta demanda.

Una vez establecido el número de operarios y maquinaria necesaria, viene la asignación de espacio para cada área de trabajo y pasillos, así como almacenes y oficinas, determinándose de esta manera el tamaño de la planta.

3. Cantidad de turnos a laborar en la empresa.

Para el ejemplo mencionado en el inciso 1., se había establecido en función del tiempo tipo, el número de operarios para un turno, pero también se podría establecer para dos turnos, requiriéndose 3 personas por turno, a una de las cuales se le asignará alguna tarea adicional para complementar su trabajo.

4. Determinación de la necesidad de horas extras.

En caso de tener demandas por arriba de la capacidad instalada en la empresa o del surgimiento de cuellos de botella en la línea, por algún motivo, es conveniente saber, mediante el estudio de tiempos predeterminados, la cantidad de horas extras requeridas para solucionar el problema, ya que de no solucionarse desde un principio, este se complicaría gravemente, pudiendo conducir a la empresa a la quiebra.

5. Determinación del volumen de materia prima en almacén.

En este punto, es importante el estudio de tiempos predeterminados para calcular el volumen de materia prima existente en el almacén, ya que en cuanto la línea no jala el volumen de producción planeado, las adquisiciones hechas por compras empezarán a incrementar el almacén de materia prima, aumentando con esto los costos de almacenaje y alterando significativamente el programa de compras.

6. Asignación de tiempos para mantenimiento preventivo.

Como mencionamos anteriormente, el aumento de productividad se busca en todos y cada uno de los aspectos fabriles, el tiempo tipo para el

mantenimiento preventivo también será determinado y considerado dentro de la programación de la producción.

Por lo anteriormente expuesto, podemos darnos cuenta a ,grosso modo, de la importancia de un sistema de tiempos predeterminados para una fábrica nueva, ya que es fundamental para la mayor parte de su planeación y que esta basada en este sistema.

#### b.2 Necesidad de un sistema de tiempo predeterminado para fábricas con problemas productivos.

Algunos de los problemas productivos dentro de la empresa factibles de solucionar mediante un sistema de tiempos predeterminados son :

- \* Cuellos de botella en la línea de producción.- Un tiempo mal determinado para alguna operación entre la elaboración de un producto, nos ocasionará un gran inventario en proceso, ya sea en la operación anterior o subsecuente de la estudiada, para finalmente ocasionar trastornos y retrasos en toda la línea.

- \* Desbalanceo en las cargas de trabajo asignado.- Esto nos ocasionará conflictos personales entre los operarios, ya que mientras algunos cumplen con cargas excesivas de trabajo, otros cumplirán con su trabajo en forma desahogada, por lo que es necesario establecer estas cargas, fundamentadas en un sistema de tiempos predeterminados, olvidándonos de favoritismos.
  
- \* Constante descompostura de la maquinaria.- En este sentido el sistema de tiempos nos ayudará a establecer en que porcentaje el operario nos debe entregar su producción y no pretextar este hecho para no entregarla o entregar una cantidad ridícula de esta.
  
- \* Conflictos obrero-patronales.- Aquí nos ayudaría el sistema de tiempos, cuando estos conflictos tuvieran su origen en la postura de que una u otra parte se sintieran explotados o engañados por la cantidad de producción obtenida. El sistema de tiempos predeterminados demostraría a las dos partes la cantidad adecuada de producir.
  
- \* Deficiente sistema de incentivos.- Uno de los elementos primordiales para lograr una buena productividad es la motivación a los operarios,

algunas de estas motivaciones podrían ser en forma económica o mediante salidas del trabajo antes de la hora normal. En este punto, el sistema de tiempos predeterminados nos permitirá saber a cuánto asciende el pago adicional por pieza, así como el tiempo que el operario utilizará al terminar su cuota de trabajo.

### b.3 Necesidad de un sistema de tiempos predeterminados para la fijación de incentivos.

Como ya se mencionó con anterioridad, la base de la producción y más aún de la productividad, es el mantener constantemente motivados los factores que intervienen directamente en el desempeño laboral. Uno de los incentivos más poderosos para los operarios, es el económico, base para el establecimiento de precios por minuto trabajado.

El objetivo de la fijación de tiempos tipo para utilizarlo como base de un sistema de primas, es el reducir el número de horas-hombre empleadas en un proceso determinado, pudiéndose con esto pagar un mayor salario al trabajador, siempre y cuando realice una cantidad superior de trabajo en un tiempo dado. Para un salario adicional el operario producirá más, especialmente por la eliminación de



Tiempo inactivo, debido a una concentración mayor en el trabajo.

## **CAPITULO II**

### **TIEMPOS PREDETERMINADOS PARA LA INDUSTRIA DE LOS MUEBLES METALICOS.**

a) GENERALIDADES.

a.1 Antecedentes Industriales.

En el transcurso de los siglos, el desarrollo de los procedimientos y aún más del surgimiento de la conformación de metales para la fabricación de artículos metálicos, ha estado siempre estrechamente ligado a los progresos de la metalurgia.

De una forma completamente natural, los metales dúctiles fueron los primeros que se trabajaron en frío. El plomo y el estaño fueron transformados en hojas desde la antigüedad. Los descubrimientos arqueológicos incitan a pensar que los griegos utilizaban hace 4,000 años moldes de piedra para el martillado de hojas de oro.

La metalurgia de hierro tuvo mayores dificultades para desenvolverse, debido a la dificultad de reducción del mineral y a la alterabilidad del metal.

Los procedimientos de conformación permanecieron esencialmente manuales hasta la edad media en que aparecieron los primeros martillos mecánicos.

No obstante, el desarrollo del trabajo de los metales en láminas fue principalmente acelerado por el descubrimiento del laminador. Es curioso, sin embargo que los primeros laminadores fueron destinados en el siglo XVI a la producción de efigies sobre monedas.

Los laminadores fueron perfeccionados lentamente. La primera hojalata fue producida en 1789, en el País de Gales, a partir de chapa laminada. El procedimiento fue guardado en secreto durante muchos años.

Al mismo tiempo, en el siglo XVIII, se pensó en reemplazar la energía de los saltos de agua por la de vapor. Watt patentó un procedimiento para utilizarla en la elaboración de una maza calda, que hasta entonces se había venido realizando penosamente por medio de cuerdas o de correas. El principio de los martillos pilones estaba descubierto.

El pasado siglo vió enormes progresos en todas las ramas de la metalurgia y los procedimientos de conformación en particular sufrieron un desarrollo importante. Mientras que el martillo pilón tomaba su forma definida, y era más tarde sustituido por la prensa hidráulica, los laminadores confirmaron su importancia. No obstante, la laminación en caliente de chapa era la única practicada normalmente, generalmente sobre trenes reversibles o trenes fríos.

La idea del tren continuo no nació hasta 1902, en Alemania. Las experiencias del primer tren duraron hasta 1907, fecha en que fue abandonado por no haber podido obtener un espesor suficientemente constante en el metal.

Hasta 1923 se continuó fabricando chapas por laminación en caliente, discontinua. Es esta ciertamente una de las razones que frenaron el desarrollo del trabajo de los metales en láminas, por medio de prensas. Las primeras prensas mecánicas se lanzaron al mercado hacia 1850; pero la poca importancia de las series a realizar, y la imperfección de las chapas de la época, limitaron su empleo a trabajos de plegado, de corte o de conformación muy sencilla.

La idea del tren continuo de laminación fue reconsiderada por Armco, quien en 1923 alcanzó a poner a punto su primer tren; el segundo le seguiría en 1926. Fue necesario esperar al final de la segunda guerra mundial para que se instalasen en Francia trenes análogos.

Paralelamente con el desarrollo de los laminadores, para la obtención de láminas metálicas de diversos espesores y diferentes tamaños; tenemos el progreso de las máquinas para conformación de metales, que en nuestro caso se trata principalmente de prensas, ya sea mecánicas o de accionamiento hidráulico, de la manera siguiente :

- \* Prensas cizalladoras o cizallas.
- \* Prensas troqueladoras.
- \* Prensas dobladoras.

El desarrollo de las máquinas de conformación de metales, consideradas por muchos como máquinas herramientas; tiene su origen en la antigüedad, pero nos remontaremos solo lo necesario para dar un panorama del desarrollo de dichas máquinas de conformación.

Hasta finales del siglo XVIII, la mayor parte de la maquinaria industrial se hacía en madera. Hasta los molinos hidráulicos y los de viento contenían pocas partes metálicas.

En el último cuarto del siglo XVIII se señala por el comienzo de un rápido desarrollo de los métodos para refinar y trabajar el hierro; se descubrieron nuevos usos para el hierro y el acero y se empezó a construir maquinaria industrial empleando ya el hierro.

El desarrollo de los nuevos métodos de producción del hierro hizo posible esos nuevos resultados; la invención de la máquina de vapor les dio una importancia fundamental inmediata. Pero así como hubo esta invención hubo muchas más, otras ya estaban ahí, solo que de madera y se empezó a

sustituir por hierro y acero, originándose así un paso más a la industrialización y a la producción de piezas metálicas en serie.

Dentro del desarrollo de máquinas, de hierro y acero, se encuentran las prensas, tanto de accionamiento mecánico como hidráulico, para dar paso a la conformación de metales y en nuestro caso particular, en forma de láminas, perfiles y tubulares.

El desarrollo de la técnica del trabajo de los metales abrió nuevas posibilidades a la producción de artículos en cantidad y en serie. Ya hay maquinaria industrial, ya hay materia prima: láminas de acero.

Conjuntamente, los factores anteriores dieron origen a la industria metal mecánica y entonces se empezaron a fabricar artículos metálicos en cantidad y a sustituir partes que eran de madera por metal y en esta forma se creó junto con muchas otras, la industria de los muebles metálicos.

## a.2 Importancia del ramo.

La actividad industrial de la fabricación de muebles metálicos es en nuestro país de orden prioritario.

Dicha actividad industrial se encuentra clasificada dentro del Acuerdo que establece las actividades industriales prioritarias, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de enero de 1986, de la siguiente manera:

### CATEGORIA II.

- 2.1 Producción de materias primas y bienes básicos.
- 2.1.4 Fabricación de bienes básicos de consumo.
- 2.1.4.4 Fabricación de muebles y accesorios para uso doméstico popular de madera, metal o plástico.

En cuanto a estadísticas, la rama industrial de los muebles metálicos ha tenido un crecimiento lento y paulatino. De acuerdo al último Censo Industrial en 1975 existían en México 300 fabricantes de muebles metálicos y sus accesorios (incluyendo reparación). De las 500 empresas



existentes mas del 50 % se encontraban concentradas en el Distrito Federal.

Actualmente se estima que el número de empresas existentes es de más de 3 000 empresas, concentradas en un 70% en el Distrito Federal.

---

PIB DE LA INDUSTRIA DE MUEBLES METALICOS  
(millones de pesos, a precios de 1970)

1983	1984	1985	1986*
984	912	1,035	1,094
Variacion (%)			
83/82	84/83	85/84	86/85*
-33.9	-7.3	13.5	5.7

\*Estimaciones del modelo econométrico del Grupo Editorial Expansión.

Fuente: Secretaría de Programación y Presupuesto.

---

La industria de muebles metálicos, registró una disminución del 1% en el primer semestre de 1986, según los índices de producción de la Secretaría de Programación y Presupuesto. Esto se debió a la aplicación del programa de austeridad impuesto por el gobierno (un importante cliente, bajo condiciones normales), así como a la baja en las ventas de computadoras estadounidenses que afectó los pedidos, cuando menos, de una compañía mexicana de primera línea que contaba con un ambicioso programa de exportaciones, el cual giraba en torno a este tipo de muebles para oficina.

La tendencia a la baja de la producción de muebles de metal contrasta con el crecimiento del 13.5%, en términos reales, que esta registró en 1985, después de la baja de 7.3% experimentada en 1984. El valor de la producción, en términos reales, sumó \$912.2 millones de pesos en 1984, mientras que al año siguiente llegó a \$1,035 millones de pesos. Si estas oscilaciones parecen graves, de hecho resultan relativamente nimias en comparación con las bajas registradas a partir de que se iniciara la crisis actual. En 1982, según la Secretaría de Programación y Presupuesto, cuando apenas era incipiente la tendencia general a la baja de toda la economía, la producción disminuyó 10.8% y, acto seguido, se presentó un desplome de -33.9% en 1983.

### a.3 Sistemas Generalizados de Producción.

Un sistema productivo generalizado para la fabricación de muebles metálicos, es aquél en el cual se podrá llevar a cabo la producción de cualquier mueble metálico, haciendo ligeras variaciones al sistema.

Un sistema productivo generalizado para la industria de muebles metálicos se puede constituir por las siguientes áreas:

- a. Area de materia prima.
- b. Area de corte cizallado.
- c. Area de troquelado.
- d. Area de doblado.
- e. Area de ensamble.
- f. Area de acabado.
- g. Area de producto terminado.

Las áreas de materia prima y producto terminado, son un espacio dentro de la fábrica para almacenar la materia prima: lámina, perfil, tubular, etc.; y el producto ya terminado: muebles metálicos de cualquier índole; para tenerla, en el caso de la materia prima, lista para iniciar el proceso de conformación de la lámina, el perfil, etc., que generalmente empieza en el Área de corte y en el caso

del producto terminado, tenerlo listo para su distribución y venta.

En el área de corte cizallado, constituida principalmente por cizallas guillotinas y cizallas universales o multicizalles, se realiza la operación de cortado, mediante la cual una pieza definida en su contorno, es separada del resto del material por medio de un aprisionamiento entre dos hojas afiladas.

Según la clase de trabajo a efectuar y el material en particular, será el tipo de máquina a utilizar. El corte de lámina incluye hacer cortes rectos a lo largo o a lo ancho de ésta por medio de una cizalla guillotina. El corte de perfiles, ángulos, etc., se efectuarán en una cizalla universal.

En el área de troquelado, constituida por prensas troqueladoras, se realizan las operaciones de corte, que difieren al de la cizalla guillotina, en que se pueden practicar cortes que variarán en su forma de acuerdo al troquel que se utilice, pudiendo ser redondos, cuadrados, rectangulares, etc.. El troquelado, en la manufactura de muebles metálicos se usa principalmente para hacer cortes en las esquinas de las láminas para posteriormente realizar el doblado.

En el área de doblado, constituida por prensas dobladoras, se realiza la operación de doblar la lámina a diversas formas angulares, con la lámina en frío. Básicamente hay dos sistemas de doblado : al aire y de fondo.

El doblar al aire consiste en usar dados de menor ángulo que el doblar que se va a hacer; por ejemplo, los dados macho para dobleces a 90 grados se acostumbra usarlos de 86 grados, regulando el avance del dado macho con el sistema de ajuste de la prensa para lograr el ángulo deseado.

En el doblar de fondo, se usan los dados con el ángulo exacto del doblar y el dado macho con el radio deseado, ya que el dado macho al llegar hasta el fondo acuña el radio interior contra el dado hembra. El sistema de doblar de fondo tiene la ventaja de que los dobleces salen muy precisos, pero tiene el inconveniente de requerir más tonelaje que el doblar al aire.

En el área de ensamble, es en donde se desarrolla el proceso total para construir un producto, que en nuestro caso es un mueble metálico. En esta área se unen los componentes que forman un mueble, entendiéndose por unión, a la sujeción de dos o más piezas entre sí.

En los procesos de ensamble se utiliza una amplia variedad de métodos y materiales, como sujetadores y métodos de sujeción para unir las piezas y subconjuntos que forman el producto terminado.

La selección del método de ensamble y los tipos de uniones y sujetadores requieren tomar en cuenta los siguientes factores :

- a. Costo de mano de obra.
- b. Material.
- c. Herramental.
- d. Cantidad a producir.

Tomando en consideración los factores antes mencionados, los métodos de ensamble más usados en la fabricación de muebles metálicos son :

- a. Soldadura.
  - a.1. Por resistencia ( puntos ).
  - a.2. Por arco protegido con gas inerte (MIG).
- b. Remachado.

La soldadura por resistencia se utiliza para producir uniones traslapadas en láminas metálicas. Las piezas que se van a unir se colocan entre dos electrodos de la punteadora, por donde se hace pasar una corriente eléctrica. La resistencia del metal al paso de la corriente hace que se funda en los puntos de contacto de la unión, se deja solidificar el metal y las piezas quedan unidas.

En la soldadura por arco protegido con gas inerte (MIG), se utiliza el calor de un arco eléctrico de un electrodo continuo hasta el metal base. El electrodo se consume y sirve de metal de aporte de la unión. La protección del arco y el metal fundido, es un gas aplicado desde el exterior del área de soldadura. Los gases inertes más usados son argón, helio y bióxido de carbono.

El remachado es uno de los sistemas de hacer uniones fijas en piezas metálicas. Los remaches según los materiales que van a unir pueden ser de acero, latón, cobre u otro metal. Los remaches son esencialmente piezas cilíndricas que atraviesan las piezas a unir y los abrazan.

En el área de acabado, los procesos que se utilizan son principalmente limpieza y pintura; y en algunos casos se utiliza el hornado.

El primer paso en la preparación de una superficie para aplicarle un revestimiento protector y/o decorativo, es la limpieza. Los procesos de limpieza usados en la fabricación de muebles metálicos son : mecánicos, químicos o una combinación de éstos. Los procesos químicos de limpieza son alcalinos, con disolventes o con ácidos. Los procesos mecánicos son lijado con bandas o esmeril y cepillado con alambre. El método de limpieza debe escogerse de acuerdo al tipo de material y resultado requerido. El fin último de la limpieza es dejar una superficie libre de grasas, suciedad y de óxidos para aplicar la pintura.

El fin principal del acabado de superficies es protegerla y/o decorarla, y esto se obtiene por varios tipos de procesos, como son los orgánicos, metálicos y diversos. En la industria de muebles metálicos, el proceso más utilizado es el orgánico ( pinturas ), debido a que es más económico que los otros procesos mencionados anteriormente.

Los métodos más comunes de aplicación de pintura, son : con brocha, aspersión y electrostático. El método que más se utiliza, en nuestro caso, es el electrostático, ya que presenta las siguientes ventajas sobre los otros métodos:

- \* Utiliza practicamente el 100% del producto.
- \* Los riesgos de incendio son reducidos.



- ‡ La pintura se entrega lista para usarse.
- ‡ El tiempo de aplicación es menor.
- ‡ Se obtiene un mejor acabado.

El método electrostático aprovecha las propiedades de campo eléctrico para dirigir y adherir un producto pulverulento sobre la superficie de un objeto a recubrir.

Hasta aquí terminaría el proceso en el área de acabado, pero aún se puede seguir con otra etapa, que es la de horneado. Esta se hace con objeto de obtener un endurecimiento de la película protectora para hacerla más resistente.

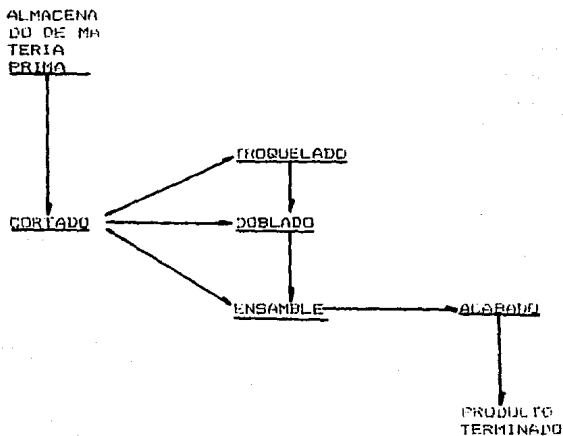
Para poder implantar un sistema de producción de esta naturaleza, es necesario tomar en cuenta los siguientes factores indispensables:

- a. Cantidad a producir.
- b. Número de operarios.
- c. Tiempos de operación.
- d. Número de máquinas.

Una vez obtenida la información anterior, se puede realizar la distribución de las máquinas y los operarios, así como el número de estaciones de trabajo que se necesitan.

Es importante tener en consideración la calidad, por lo que se necesitarán supervisores de calidad en cada área, para así llevar la producción en forma continua, evitándose así tiempos muertos a causa de correcciones, por falta de supervisión.

Un sistema productivo generalizado, para la industria de muebles metálicos, se puede representar de la siguiente manera.



En este sistema, haciendo variaciones en el número de máquinas por áreas, personal, etc., se puede utilizar para la fabricación de:

- Gabinetes.
- Escritorios.
- Casilleros.
- Mesas.
- Literas.
- Muebles para hospital.
- Botes de basura.
- Estantería.
- Otros muebles metálicos.

#### a.4 Sistemas generalizados de incentivos.

El fin esperado de un sistema de incentivos aplicado a cualquier industria es un incremento en la productividad, es decir la relación entre producción e insumo. En este caso, lo anterior se reflejaría en un incremento de la producción sin que se aumente el costo unitario de la mano de obra.

El sistema de incentivos debe en sí ofrecer una mayor remuneración a mayor rendimiento, estableciendo para ello tasas de incentivos para operaciones de producción específicas.

Un sistema de incentivos no debe establecerse como un sustituto de las responsabilidades tanto de parte de la dirección de la empresa como de los obreros.

Para establecer tasas de incentivos para una operación en la línea de producción, siempre y cuando sea factible, se debe efectuar un cuidadoso estudio de tiempos de la operación, en particular para el establecimiento de un estándar de producción. Los resultados del estudio deben aparecer en la propuesta sobre la implantación del sistema de incentivos. Si no fuera factible este estudio de tiempos, el estándar de producción podría basarse en registros de

producción anteriores. El estándar de producción debe ser con un valor de rendimiento mayor que el alcanzado anteriormente o por lo menos superior al que se obtiene regularmente para poder establecer la tasa de incentivos.

En general, la determinación de los incentivos en la industria de muebles metálicos se hace en base a los salarios mínimos y los criterios antes mencionados.

Los salarios mínimos están divididos por zonas económicas y dependiendo en donde se localice la industria será el salario mínimo. La República Mexicana está dividida en tres zonas de salario mínimo, siendo :

	Mínimo General	Mínimo Profesional
Zona I	\$ 6,475.00	\$ 8,535.00
Zona II	\$ 7,190.00	\$ 9,475.00
Zona III	\$ 7,765.00	\$10,235.00

Estos salarios son los mínimos vigentes a partir del 1o. de enero de 1988.

Estas zonas comprenden las siguientes entidades:

Zona I: Aguascalientes, Campeche, Coahuila  
Saltillo, Coahuila Morelos, Coahuila Norte, Comarca

Lagunera, Coahuila y Durango, Coahuila Oeste, Colima, Chiapas Tapachula, Chiapas Resto del Estado, Chihuahua Chihuahua, Chihuahua Oeste, Chihuahua Este, Durango excepto Comarca Lagunera, Guanajuato Centro, Guanajuato Resto del estado y Michoacán Bajío, Guerrero Chilpancingo, Costa Grande, Guerrero Resto del Estado, Hidalgo, Jalisco Puerto Vallarta, Jalisco Guilián, Jalisco Centro Costa, Jalisco Bolaños Los Altos, Estado de México Toluca, Estado de México Noreste e Hidalgo Sur, Estado de México Sureste, Estado de México Centro Sur, Estado de México Norte, Michoacán Lázaro Cárdenas, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León Resto del Estado, Oaxaca Istmo, Oaxaca, Puebla Area Metropolitana, Puebla Resto del Estado, Querétaro Querétaro, Querétaro Resto del Estado, Quintana Roo, San Luis Potosí San Luis Potosí, San Luis Potosí Sur e Hidalgo Huasteca, San Luis Potosí Norte, Sinaloa, Sonora Sierra, Tabasco, Tamaulipas Centro, Tlaxcala, Veracruz Puerto, Veracruz Resto del Estado, Yucatán Mérida Progreso, Yucatán Agrícola Forestal, Zacatecas.

Zona II: Guadalajara Zona Metropolitana, Monterrey Area Metropolitana, Sonora Costa, Tamaulipas Costa Tampico Madero Altamira, Tamaulipas Mante, Veracruz Poza Rica Tuxpan.

Zona III: Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua Ciudad Juárez, Distrito Federal Area

Metropolitana, Guerrero Acapulco, Sonora Nogales, Tamaulipas Norte, Veracruz Coatzacoalcos Minatitlán.

El sistema de incentivos usado generalmente en la industria de muebles metálicos es el pago por destajo, fijando un precio por unidad pero teniendo como garantía el salario mínimo. Es decir, aquél obrero u obreros que rebasen la cuota de producción, empezarán a ganar un pago adicional conforme al número de unidades producidas después del estándar establecido.

Este sistema tiene algunos defectos, el principal es que en el momento de fijar el precio (estudio de tiempos), el operario puede trabajar más lentamente mientras se está realizando el estudio de tiempos para fijar el precio por unidad, y una vez fijado el precio acelera el ritmo de trabajo provocando con esto que el salario se dispare.

Otro de los problemas que presenta este sistema es cuando hay dos o más operarios realizando la misma operación y el ritmo de trabajo es lento o normal, y se fija el precio para esa operación con el tiempo cronometrado a ese grupo; y se da el caso de que se tenga que relevar a algún operario y este tenga un ritmo de trabajo rápido, provoca que además de que el precio se eleva, de que la producción se aumenta

provocando con esto una descompensación del sistema de producción.

Dentro de las ventajas que se obtienen en la aplicación de este sistema, es la calidad en el trabajo, ya que las partes mal hechas o defectuosas son regresadas al operario para un reprocesado, lo que origina que pierda tiempo considerable que podría utilizar en tiempo productivo tanto para beneficio de la empresa como personal.



b) ELABORACION Y APLICACION DE LAS TABLAS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

b.1 Metodología.

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

Al realizar este estudio de tiempos se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- El operario seleccionado fue un operario calificado. Un operario calificado es aquel de quien se reconoce que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la requerida inteligencia e instrucción y que ha adquirido la destreza y conocimiento necesarios para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

- El método estudiado estaba ya estandarizado, así como las condiciones de trabajo.

- Cuando había varios operarios desempeñando la misma operación, se pidió la ayuda de los supervisores para la selección del operario que debería estudiarse ya que éste debería ser competente y constante en su trabajo, además de ser un trabajador normal o que desarrolle su trabajo un poco mejor de lo normal, ya que un trabajador lento o muy eficiente no sería representativo.

- Se trató la forma posible de colaborar y ganarse la confianza del operario para obtener la máxima ayuda de él.

- Se anotó información sobre tipo de máquina, material usado, operación que se ejecuta, fecha de estudio, etc.

- Para hacer el estudio, el observador debe colocarse en un sitio donde no distraiga ni interfiera en el trabajo del operario. Además se debe adoptar una posición que le permita moverse y seguir los movimientos del operador con facilidad.

- Para realizar la medición se descompuso cada operación en elementos. Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

- A fin de poder descomponer la operación en elementos, se observó al trabajador durante varios ciclos. Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea y obtener una unidad de producción.

- Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles. Los elementos deben dividirse en ocho tipos: elementos repetitivos son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado. Elementos casuales son los que no reaparecen en cada ciclo de trabajo sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Elementos constantes son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual. Elementos variables son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso. Elementos manuales son los que realiza el trabajador. Elementos mecánicos son los realizados automáticamente por una máquina a base de fuerza motriz. Elementos dominantes son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente. Elementos extraños son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser parte necesaria del trabajo.

- Los elementos deberán ser de fácil identificación y de principio y final claramente conocidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. Para

identificar el principio y final de los elementos deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual.

- Los elementos que no aparecen en todos los ciclos se cronometran aparte.

Una vez que se hizo la separación de todos los elementos que constituyen una operación, se describió cada elemento con toda exactitud. Además se considero que el final de un elemento es automáticamente el comienzo del que sigue.

Los métodos usados en el cronometraje, fueron, el método continuo, el método de regreso a cero y la combinación de ambos.

En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee con el punto terminal de cada elemento mientras el cronómetro sigue en movimiento.

En la técnica de regreso a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento y luego se regresa a cero. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero.

## b.2 Desglose de movimientos.

Al realizar un desglose de movimientos relativo a las operaciones efectuadas dentro del ámbito productivo de una fábrica de muebles metálicos, se tiene primero que considerar que los métodos seguidos en cualquiera de las operaciones tienen que ser los mejores disponibles, evitando movimientos innecesarios que podrían causar confusión en el análisis correspondiente de los tiempos predeterminados. Para evitar lo anterior se tiene que definir que es un movimiento básico y los movimientos que consideraremos básicos dentro de la industria, indicando claramente la delimitación del movimiento, es decir en donde empieza y cuando termina dicho movimiento y en que consiste. Otro factor que se tiene que tomar en cuenta y que es muy importante es el material o mejor dicho las materias primas básicas que se utilizan en la fabricación de cualquier mueble metálico. Esto es de vital importancia, ya que aunque los movimientos en si se podrían aplicar en otros tipos de industria, los datos numéricos no tendrían ninguna validez. La razón por la cual es importante esto, es que la clasificación de movimientos que se va a elaborar está ligada al objeto. Este tipo de clasificación es la que se utiliza en la mayoría de los sistemas de normas de tiempo predeterminados y virtualmente en todos los sistemas de datos relacionados con los principales grupos ocasionales o concebidos expresamente para una fábrica.

Como definición de movimiento básico, podemos adoptar la siguiente: Cualquier movimiento del cuerpo humano o de los miembros del cuerpo utilizados en cualquier acción u operación productiva dentro de un proceso o sistema de análisis de movimientos como unidad básica de trabajo.

Las materias primas involucradas dentro del proceso de manufactura de cualquier mueble metálico son, en general:

a. Lámina de varios calibres, siendo los más comunes de calibre 16,28,20 y 22. Esta lámina puede ser de alguna de las formas siguientes:

- Negra,
- Bonderizada y
- Acero inoxidable.

b. Angulo tipo "L" de varias dimensiones.

c. Perfiles, pudiendo ser acanalados o tubulares.

Teniendo en consideración los anteriores factores, podemos ahora definir dentro de la industria de muebles metálicos los movimientos básicos involucrados dentro del proceso de producción.

Para obtener los movimientos básicos, se tuvo que analizar en forma crítica las operaciones realizadas en cada una de las áreas en que se divide el proceso productivo y que son las siguientes:

- a. Área de corte.
- b. Área de troquelado.
- c. Área de doblado.
- d. Área de ensamble.
- e. Área de terminado.

Estas áreas son detalladas en el Capítulo referente a SISTEMAS GENERALIZADOS DE PRODUCCION.

En el área de corte, se analizó y se encontró que para el cizallado del material, sea lámina, perfil u otro componente de un mueble metálico, que el proceso de los movimientos que efectúa un operario en esta operación es, en forma generalizada, como sigue:

1. Tomar el material.
2. Traslado del material hacia la máquina.
3. Colocado del material en la máquina.
4. Se cuadra el material, ya sea contra un tope o una medida.

5. El operador hace presión con el pie al pedal que acciona la máquina para realizar el corte.

6. Retira el material y lo coloca a un lado.

Este es el proceso general observado en esta área. Cabe hacer notar que con frecuencia, en el punto 6, en vez de retirar el material y colocar a un lado, sigue una sucesión de cortes de el material en proceso; en particular, en la lámina después del primer corte, ésta se voltea, haciendo un giro de 180 grados para un nuevo corte.

En el área de troquelado, el proceso seguido es el siguiente:

1. Toma el material.
2. Traslado del material hacia la máquina.
3. Coloca el material contra un tope (medida preestablecida).

4. El operador hace presión con el pie al pedal que acciona la máquina para hacer el troquelado.

5. Retira el material y lo coloca a un lado.

En esta área, generalmente el troquelado se realiza solamente a la lámina. La parte o partes que se troquelan en dicho material son las esquinas, comúnmente llamados "seques" para posteriormente hacer el doblado.



Estos "saques" se realizan a veces consecutivamente a la misma lámina y otras veces solo a una esquina o a dos. Esto se debe a que la medida difiere, es decir para realizar un saque diferente al que se está haciendo, se tiene que cambiar el troquel.

Por lo tanto, una variación al proceso sería:

5. Se gira la lámina 180 grados.
6. Se repite el paso 3.
7. Se repite el paso 4.
8. Se retira el material y se coloca a un lado.

En el área de doblado, el procedimiento a seguir, es similar a los dos anteriores. Este procedimiento es el que sigue generalmente al troquelado de esquinas o saques. En este punto es en donde ya se tienen subensambles terminados, por ejemplo: entrepaños, puertas, tapas, etc. Los pasos de este procedimiento son:

1. Toma el material.
2. Traslado del material hacia la máquina.
3. Coloca el material contra un tope o medida preestablecida.
4. El operador hace presión con el pie al pedal que acciona la máquina para realizar el doblado.
5. Retira el material y lo coloca a un lado.

En ocasiones, dependiendo de que parte se vaya a doblar, es necesario hacer dobleces consecutivos al mismo material, por lo que el procedimiento anterior queda modificado en la forma siguiente:

5. Se gira el material 180 grados.
6. Se repite el paso 3.
7. Se repite el paso 4.
8. Retira el material y lo coloca a un lado.

Ahora que ya tenemos estos procedimientos de las tres áreas principales dentro de la industria de muebles metálicos y analizándolas en forma crítica y tomando los factores mencionados en este capítulo, definiremos los movimientos básicos.

#### 1.M. Tomar material.

Es una acción que tiene por objeto predominante dirigir la mano o manos hacia el material y asirlo, teniendo el control de dicho material.

La acción tomar:

- empieza: al estirar el brazo hacia el material.

- termina cuando se tiene el control del material, es decir dominario o cuando se encuentra asido para que se le pueda trasladar.

La variable de este movimiento es la distancia y es calculada siguiendo la trayectoria de la mano.

#### 2.M Colocar material.

Es una acción que tiene por finalidad trasladar un objeto con la mano o manos hacia un destino específico y comprende aparte de los movimientos de traslado, los de corrección necesarios para situar el objeto,

La acción colocar material.

- iniciar cuando se tiene dominado o asido el material en el lugar inicial.
- termina: cuando el objeto después de haberlo trasladado y hecho las correcciones necesarias se tiene en la posición adecuada.

Las variables de colocar material que se van a considerar en este estudio son:

- a. Si hay necesidad de realizar movimientos de corrección.

- b. Distancia recorrida.
- c. Resistencia al movimiento.

### 3.M. Retirar material.

Es una acción que tiene por objeto trasladar el material hacia un destino determinado.

La acción retirar material.

- inicia: cuando se tiene asido el material en el lugar específico.
- termina: cuando el material se suelta en el lugar predeterminado.

### 4.M. Aplicar presión con el pie.

Es un movimiento limitado de la pierna, sin la finalidad de mover el cuerpo y con una acción del metatarso del pie de arriba hacia abajo, con el talón del pie sirviendo como punto de apoyo.

La acción aplicar presión con el pie.

- inicia: con el pie o pierna en posición de descanso, comprendiendo el movimiento de la pierna con la cadera como pivote.

- termina: con el movimiento del pie de arriba hacia abajo y cuando se ha dejado de ejercer presión (fuerza muscular).

S.M. Dar un paso.

Es un movimiento de la pierna que tiene por objeto desplazar en cuerpo.

La acción dar un paso.

- inicia: con la pierna en posición de descanso.
- termina: con la pierna en otro lugar distinto al anterior.

DESGLASE DE MOVIMIENTOS.

<u>Acción</u>	<u>Tiempo</u>				<u>Promedio</u>
Tomar lámina a 20 cm	.023	.017	.019	.019	.020
	.021	.022	.020	.017	
	.018	.023	.021	.021	
	.019	.020	.021		
Tomar lámina a 30 cm	.019	.020	.020	.023	.021
	.022	.021	.021	.022	
	.023	.019	.018	.019	
	.020	.021	.023		
Tomar lámina a 40 cm	.024	.021	.021	.022	.022
	.023	.019	.019	.020	
	.024	.023	.024	.024	
	.020	.019	.020		

Tomar lâmina a 50 cm	.021	.023	.022	.022	.023
	.024	.025	.025	.024	
	.026	.023	.024	.021	
	.019	.022	.023		

Tomar lâmina a 60 cm	.023	.026	.026	.024	.024
	.023	.023	.025	.025	
	.024	.026	.025	.024	
	.023	.024	.025		

Tomar lámina a 29 cm	.024	.023	.021	.021	.020
y girar 180 grados	.025	.025	.019	.024	
	.022	.022	.022	.026	
	.024	.023	.023		
Tomar lámina a 30 cm	.025	.024	.023	.021	.024
y girar 180 grados	.025	.026	.024	.025	
	.025	.023	.023	.024	
	.026	.026	.023		
Tomar lámina a 41 cm	.025	.025	.027	.028	.026
y girar 180 grados	.026	.026	.025	.024	
	.024	.026	.027	.024	
	.028	.027	.024		
Tomar lámina a 50 cm	.026	.029	.029	.026	.027
y girar 180 grados	.027	.028	.020	.027	
	.026	.027	.020	.020	
	.029	.027	.026		



Tomar muestra a 60 cm	.029	.028	.030	.028	.019
y girar 180 grados	.029	.027	.028	.028	
	.030	.028	.027	.029	
	.027	.028	.029		

Poner lâmina a 20 cm	.034	.033	.034	.033	.032
hasta 2 Kg	.033	.030	.034	.032	
	.031	.034	.033	.032	
	.034	.031	.031		
Poner lâmina a 30 cm	.035	.036	.036	.034	.035
hasta 2 kg	.035	.036	.035	.033	
	.034	.033	.037	.036	
	.034	.037	.034		
Poner lâmina a 40 cm	.036	.038	.038	.037	.037
hasta 2 kg	.038	.036	.037	.039	
	.040	.039	.035	.036	
	.037	.037	.038		
Poner lâmina a 50 cm	.040	.039	.039	.040	.039
hasta 2 Kg	.038	.038	.039	.037	
	.040	.039	.038	.039	
	.038	.039	.038		

Poner 1ámina a 60 cm	.042	.042	.037	.040	.041
hasta 2 kg	.040	.039	.039	.041	
	.042	.041	.042	.040	
	.040	.041	.042		

Poner lámina a 20 cm	.052	.052	.051	.051	.052
mayor de 2 y hasta 6	.050	.050	.051	.053	
Kg	.053	.054	.055	.054	
	.054	.050	.051		
Poner lámina a 30 cm	.055	.054	.054	.055	.054
mayor de 2 y hasta 6	.053	.053	.054	.052	
Kg	.056	.056	.055	.053	
	.053	.055	.054		
Poner lámina a 40 cm	.055	.057	.057	.056	.056
mayor de 2 y hasta 6	.056	.055	.055	.058	
Kg	.056	.055	.054	.056	
	.056	.057	.054		
Poner lámina a 50 cm	.058	.059	.058	.060	.058
mayor de 2 y hasta 6	.059	.057	.058	.060	
Kg	.059	.058	.060	.057	
	.059	.058	.057		

Poner lámina a 60 cm	.060	.060	.059	.061	.060
mayor de 2 y hasta 6	.060	.058	.061	.061	
Kg	.059	.061	.059	.060	
	.058	.059	.060		

Poner lámina a 20 cm	.066	.066	.065	.065	.065
mayor de 6 y hasta	.064	.064	.065	.067	
10 Kg	.066	.067	.066	.064	
	.065	.065	.064		
Poner lámina a 30 cm	.067	.065	.065	.066	.067
mayor de 6 y hasta	.069	.068	.068	.066	
10 Kg	.067	.067	.065	.068	
	.067	.068	.065		
Poner lámina a 40 cm	.070	.071	.068	.059	.069
mayor de 6 y hasta	.069	.067	.069	.070	
10 Kg	.068	.070	.069	.067	
	.070	.069	.068		
Poner lámina a 50 cm	.073	.072	.072	.070	.072
mayor de 6 y hasta	.074	.073	.071	.073	
10 Kg	.070	.072	.072	.070	
	.069	.073	.074		

Poner lámina a 60 cm	.074	.076	.076	.074	.074
mayor de 6 y hasta	.073	.071	.073	.073	
10 Kg	.074	.074	.075	.076	
	.073	.075	.075		

Retirar material a 20 cm	.020	.018	.018	.021	.019
	.020	.019	.019	.020	
	.019	.021	.020	.018	
	.019	.018	.020		

Retirar material a 30 cm	.021	.021	.022	.022	.021
	.019	.020	.021	.019	
	.019	.020	.022	.021	
	.021	.022	.018		

Retirar material a 40 cm	.024	.023	.025	.021	.023
	.022	.025	.021	.023	
	.024	.024	.021	.023	
	.020	.022	.023		

Retirar material a 50 cm	.025	.025	.023	.024	.025
	.023	.026	.025	.024	
	.025	.024	.027	.024	
	.024	.024	.025		



Retirar material a 60 cm	.026	.029	.029	.028	.027
	.027	.027	.026	.027	
	.028	.028	.027	.026	
	.029	.029	.026		

Aplicar presión con pie	.013	.011	.012	.012	.012
	.013	.011	.012	.012	
	.010	.011	.013	.014	
	.011	.010	.011		

Dar un paso

.016	.015	.015	.014	.015
.014	.015	.015	.014	
.015	.014	.015	.015	
.014	.014	.015		

### b.3 Estadística. Tiempos medios.

Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo influyen directamente en el número de ciclos que deben estudiarse desde el punto de vista económico, no es costeable realizar una estadística que requiere un cierto tamaño de muestra, basado en la dispersión de las lecturas de elementos individuales.

Existen algunas tablas para determinar el número de ciclos de estudio. Una de estas tablas se basa en el tiempo de ciclo y el número de observaciones se determina de acuerdo a este. Otra tabla toma en cuenta el tiempo de duración del ciclo y la actividad. Existe una tabla que toma en consideración el nivel de confianza y la probabilidad de que la máquina este trabajando.

En nuestro caso no utilizaremos tablas para la determinación del tamaño de muestra, ve que como se tomaron tiempos por operación, algunos elementos tienen una duración muy pequeña y el número de la muestra resulta muy grande y por razones económicas y de tiempo no es posible llevarla a cabo; pero, sin embargo se puede determinar matemáticamente el número de ciclos o elementos que deberán ser estudiados con objeto de asegurar la existencia de una muestra

contable y ese valor se puede moderar aplicando un buen criterio.

En nuestro desglose de movimientos se tienen 32 elementos, de los cuales se tomaron 15 ciclos de cada uno. Este criterio se basa en la experiencia del jefe de la planta. Ahora, para ver si efectivamente estos ciclos son suficientes escogeremos aleatoriamente 2 de esos elementos, por lo que tomamos 2 números aleatorios entre 1 y 32, dichos números son: 10 y 29.

Buscamos en el desglose de movimientos y vemos que estos números corresponden a:

Tomar lámina a 60 cm	.029	.028	.030	.028	.028
y girar 180 grados	.029	.027	.028	.028	
	.030	.028	.027	.029	
	.027	.030	.029		

y

Retirar material a 50 cm	.025	.025	.023	.024	.025
	.023	.026	.025	.026	
	.025	.024	.027	.024	
	.026	.025	.025		

Verifiquemos si el tamaño de muestra es adecuado para nuestro estudio o requerimos de la observación de más ciclos; para lo cual establecemos un nivel de confianza del 90% y una tolerancia del 10% .

Para la primera muestra tenemos:

$$C = 0.90 \quad k = 0.10 \quad s = 0.00106 \quad x = 0.028$$

Para la segunda

$$C = 0.90 \quad k = 0.10 \quad s = 0.00113 \quad x = 0.025$$

Entramos a la tabla de Distribución "t" con:

$$\text{grados de libertad} = 15 - 1 = 14$$

$$k = 0.10$$

$$1 - \frac{k}{2} = 1 - \frac{0.10}{2} = 0.950$$

$$\frac{2}{2} = 1$$

Calculamos la exactitud de las muestras.

$$t_{\alpha} = 1.76 \approx 0.00106$$

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 2.14 \approx 0.00012$$

$$n = 15$$

$$kx = 0.10 \times 0.028 = 0.0028$$

Como  $I1 < kx$

Es suficiente el número de observaciones.

$$ts = 1.76 \times 0.00113$$

$$I2 = \frac{ts}{15} = \frac{1.76 \times 0.00113}{15} = 0.00013$$

$$kx = 0.10 \times 0.025 = 0.0025$$

Como  $I2 < kx$

Es suficiente el número de observaciones.

## TABLAS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS



TABLAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS  
FABRICACION DE MUEBLES METALICOS

OPERACION	DISTANCIA	TIEMPO PREDETERMINADO
Tomar lámina	20 cm	0.020
Tomar lámina	30 cm	0.021
Tomar lámina	40 cm	0.022
Tomar lámina	50 cm	0.023
Tomar lámina	60 cm	0.024
Tomar lámina y gírar 180 grados	20 cm	0.023
Tomar lámina y gírar 180 grados	30 cm	0.024
Tomar lámina y gírar 180 grados	40 cm	0.026
Tomar lámina y gírar 180 grados	50 cm	0.027
Tomar lámina y gírar 180 grados	60 cm	0.028

OPERACION	DISTANCIA	TIEMPO PREDETERMINADO
Poner lámina hasta 2 Kg	20 cm	0.033
Poner lámina hasta 2 Kg	30 cm	0.035
Poner lámina hasta 2 Kg	40 cm	0.037
Poner lámina hasta 2 Kg	50 cm	0.039
Poner lámina hasta 2 Kg	60 cm	0.041
Poner lámina mayor de 2 y hasta 6 Kg	20 cm	0.052
Poner lámina mayor de 2 y hasta 6 Kg	30 cm	0.054
Poner lámina mayor de 2 y hasta 6 Kg	40 cm	0.056
Poner lámina mayor de 2 y hasta 6 Kg	50 cm	0.058
Poner lámina mayor de 2 y hasta 6 Kg	60 cm	0.060
Poner lámina mayor de 6 y hasta 10 Kg	20 cm	0.065
Poner lámina mayor de 6 y hasta 10 Kg	30 cm	0.067
Poner lámina mayor de 6 y hasta 10 Kg	40 cm	0.069
Poner lámina mayor de 6 y hasta 10 Kg	50 cm	0.072
Poner lámina mayor de 6 y hasta 10 Kg	60 cm	0.074

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

OPERACION	DISTANCIA	TIEMPO PREDETERMINADO
Retirar material	20 cm	0.019
Retirar material	30 cm	0.021
Retirar material	40 cm	0.023
Retirar material	50 cm	0.025
Retirar material	60 cm	0.027
Aplicar presión con pib		0.012
Dar un paso		0.015

## b.5 Formas de utilización de las tablas.

Se toma la operación que se quiera estudiar y se desglosa en elementos; debe anotarse todos y cada uno de los movimientos efectivos. Dichos movimientos se buscan en la tabla y se anota el tiempo correspondiente de cada elemento, se suman para obtener el tiempo total de la operación, al cual llamaremos tiempo estándar (T.S.T. Time Study Time); este se puede definir de la siguiente manera: "Es el tiempo necesario para realizar una operación". A este tiempo se le suma un % de tolerancia, lo cual podría ser como sigue:

10% tolerancia personal.

10% tolerancia por fatiga.

5% retraso inevitable.

El tiempo estándar + % de tolerancia nos da el tiempo estándar permitido (S.A.M. Standar Allowed Minutes).

Con el tiempo estándar permitido podemos asignar una cuota estándar por día.

Después se cronometra la operación completa varias veces y se saca un tiempo medio; esto será el tiempo cronometrado. A éste último se le suma la tolerancia y con ésta se fija la cuota por día cronometrada.

Una vez que se tienen las dos cuotas calculadas, o sea la cuota/día estándar y la cuota/día con el tiempo cronometrado, se puede fijar al operario su cuota, a la cual se llama cuota aprobada. Esta cuota aprobada deberá estar entre la cuota estándar y la cuota con el tiempo cronometrado.

## **b.6 Aplicaciones.**

Las tablas de tiempos predeterminados tienen múltiples aplicaciones en la industria y éstas van desde la fijación de cuotas y balancear líneas hasta el diseño industrial.

En el ejemplo del inciso anterior podemos ver la aplicación para la fijación de cuotas de producción.

En los siguientes incisos trataremos la aplicación de tablas en el diseño industrial y el balanceo de líneas.

### **b.6.1 Diseño industrial.**

Muy frecuentemente el diseño industrial de plantas y el lay-out detallado de áreas de trabajo se realiza en forma estimativa, asumiendo ciertas condiciones y en algunos casos hasta sin reglas establecidas. Esto muchas veces no es culpa del ingeniero, ya que aunque él conozca todas las técnicas para realizar el estudio y obtener resultados confiables, muchas veces éstas consumen demasiado tiempo y dinero.

Una técnica que definitivamente puede ser de gran ayuda en cualquier trabajo o diseño industrial es el uso de tablas de tiempos predeterminados, las cuales pueden dar resultados rápidos, además de que pueden usarse para determinar los costos de operación para tantos diseños de lay-out como se puedan visualizar.

En el lay-out de una planta se trata de visualizar nuevas formas de operación y mejores arreglos de estas operaciones y actividades complementarias o de soporte.

Cuando se hace un nuevo diseño, éste debe ser menos costoso y consumir menos tiempo.

Para hacer estas evaluaciones se necesitan los tiempos de operaciones y éstos no podrían cronometrarse a menos que se reacomodaran las máquinas o se hiciera un nuevo lay-out físicamente y se pusiera a los operarios a trabajar con el nuevo método. Esto por supuesto es imposible; sin embargo, con las tablas de tiempos predeterminados es factible lo anterior, siempre y cuando se calcule correctamente.

Para personas con experiencia en el uso de tablas de tiempos predeterminados, éstas son de invaluable ayuda en la determinación de tiempo y costos de gran cantidad de lay-outs.

Las tablas de tiempos predeterminados son útiles también para ayudarnos a decidir si es necesario utilizar equipo adicional y suplementario o cualquier aditamento que pudiera ayudar a reducir el tiempo de la operación.

Para determinar el mejor diseño con la tabla de tiempos predeterminados, se hace de la siguiente manera:

1. Se determinan los mejores lay-outs de entre todas las opciones (o los que se cree son los mejores).

2. Se determinan los tiempos de las operaciones de cada lay-out por medio de las tablas.

3. Se comparan los tiempos de operación de cada lay-out.

4. Se determina el ahorro de dinero esperado, se aumenta el costo de cualquier equipo adicional necesario.

Para determinar los mejores lay-outs se deben tomar en cuenta todos los arreglos posibles y todas las formas de operación, incluyendo todas las alternativas posibles de operación.



Para cada operación se hace un desglose de movimientos y se asignan tiempos. Después que se han determinado los tiempos de todas las alternativas, se seleccionan las mejores. Posteriormente, el Ingeniero hace una comparación de los 2 mejores arreglos. Con esto decide cual alternativa fue la mejor y cuales elementos de cada alternativa darán aún un mejor lay-out.

Por último se saca el ahorro anual que se tendrá en caso de ser un lay-out modificado y si es un nuevo lay-out se saca el costo.

Entonces en resumen, las tablas de tiempos predeterminados son información que nos sirve para determinar los costos de operación de diseños alternativos de plantas (lay-outs). Además si el Ingeniero diseñador está familiarizado con el sistema de tiempos predeterminados, estará en posición de determinar cuales son los "verdaderos" tiempos de la operación. En lugar de estimar, calcula; en lugar de pensar en un diseño, lo analiza. Con la habilidad de evaluar cualquier lay-out y determinar de antemano tiempos de operación y costos y con esto de tener más bases reales para diseñar o planear el lay-out de una fábrica.

#### b.6.2 Balanceo de línea.

Para balancear una línea se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Mano de obra disponible.
- Maquinaria disponible.
- Material disponible.

Cuando se recibe una orden de fabricación se prepara una tabla de eventos en función del tiempo que se dispone para realizar dicha producción; antes de que pueda iniciarse la producción, se deberá hacer un balanceo de líneas; esto es determinar de acuerdo con lo que se quiere producir y lo que se tiene disponible, qué cantidad de hombres, máquinas y material se asignará en cada operación.

Puede decirse que las máquinas y la mano de obra están estrechamente ligadas, ya que en esta industria la mayor del trabajo es manual.

Para determinar la cantidad de mano de obra necesaria en cada operación es necesario saber el tiempo requerido por operación.

Es aquí en donde se hace importante el uso de las tablas de tiempos predeterminados para fijar cuotas y establecer el número necesario de operarios y con esto de

determina el número de máquinas y el material necesario para dicha producción.

Para determinar las cuotas de operarios, se procede como en el ejemplo del uso de las tablas; desglosando movimientos, buscando el tiempo de dichos movimientos en tablas, sumándolos y comparándolos con el tiempo cronometrado.

Para hacer el balanceo de una línea se necesita el número exacto de operarios y máquinas necesarias para realizar una operación; esto se puede calcular de la siguiente manera:

Supongamos que nos piden una producción de 12,500 piezas, las cuales deben entregarse en un plazo no mayor de 5 días cada uno con 8 horas de trabajo.

Entonces,

12,500

----- 2,500 = producción diaria.

5

Como podemos observar se requiere producir 2,500 piezas diarias.

Si sabemos además que la cuota por operario diaria es de 1,000 (esta puede calcularse con las tablas de tiempos predeterminados) para una operación determinada, tenemos:

$$\begin{aligned} & 2,500 \\ \text{No. de operarios} &= \frac{\quad}{1,000} = 2.5 \text{ operarios} \end{aligned}$$

O sea, se necesitan 3 operarios para la operación. Podemos observar que un operario trabajará solo al 50% de su capacidad; este operario podría servir de apoyo en otra operación donde así se requiera.

Con este ejemplo podemos ver la importancia de las tablas de tiempos predeterminados en el balanceo de líneas y también nos ayuda a hacer un efectivo grupo de trabajo.

#### **b.7 Costos, tarifas, medios de control de eficiencia.**

La medición del trabajo da la información esencial para fijar los costos estándar de la mano de obra y proporciona medios para regularlos. Estos costos estándar también pueden utilizarse como base de los presupuestos de mano de obra. También son fuente de información para

establecer los presupuestos de producción y de gastos indirectos y si se combinan con el presupuesto de ventas, indican la capacidad de las instalaciones y de la mano de obra de que probablemente se disponga durante el ejercicio presupuestario.

Para el pago de salarios existen varios sistemas o planes como son el pago por pieza o a destajo, plan de horas estándar, planes a destajo diferencial, plan a destajo múltiple y trabajo por día medido.

El plan de trabajo por pieza o a destajo implica que los estándares se expresan en términos monetarios y que se retribuya al operador en proporción directa a su rendimiento. Según este sistema no se garantiza una percepción diaria constante.

Plan de horas estándar.- En este plan los estándares se expresan en unidades de tiempo; al operario se le retribuye proporcionalmente a su producción. Este plan ofrece todas las ventajas del plan a destajo y elimina desventajas.

El destajo diferencial. En éste se establecen dos tipos de destajo expresados en términos monetarios, una tasa inferior que retribuye en proporción directa a la producción hasta que la actuación del operario alcanza el nivel

estándar, una vez alcanzado o rebasado este nivel entra en vigor la tasa más alta.

Según este plan los estándares se establecían lo suficientemente estrechos, de modo que solamente a los trabajadores muy eficientes podían excederlos y cuando lo lograban se les remuneraba generosamente; también se penalizaba al trabajador poco eficiente.

Plan a destajo múltiple.- Según este plan se establecían tres clases de destajo; una para trabajadores principiantes, otra para intermedios y una más para sobresalientes.

Para sacar el costo de un producto;

Producto = materias primas + mano de obra + gastos

Costo de mano de obra:

Mano de obra tiempo estándar de operación x tarifa

(min)

(\$/min)

Establecimiento de Tarifas.

Las tarifas deben establecerse de antemano usando las tablas de tiempos para determinar el estándar de producción.

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{-----}}{\text{(pieza) operación}}$$

La tarifa es el precio que se paga por pieza producida.

Para el pago del salario se toma en cuenta como base el salario mínimo o salario mínimo profesional que es el de garantía para el trabajador; el pago con incentivos se hace por medio de la tarifa establecida.

$$\text{Pago con incentivos} = \text{Cuotas de producción} \times \text{tarifa}$$

Si tomamos como base que la eficiencia real es la eficiencia a la que el operador trabaja realmente y la eficiencia potencial es la que el operador podría lograr (capacidad de producción), entonces para establecer estas eficiencias se usan los tiempos estándar.

Lo ideal sería que el operario tuviera una eficiencia real igual a la potencial, sin embargo, esto no sucede generalmente. También sucede que la eficiencia

potencial del operario no llega a ser del 100%, lo que es causado por la falta de entrenamiento al operador, malos hábitos, movimientos innecesarios, etc.

La eficiencia real y potencial se calculan en base a las siguientes expresiones:

$$\text{Eficiencia real} = \frac{\text{tiempo estándar permitido} \times \text{producción}}{\text{minutos reales}}$$

$$\text{Eficiencia potencial} = \frac{\text{tiempo estándar}}{\text{ciclo} + \text{tiempo de manejo de bulto del operario}}$$



EJEMPLO .

¿Cuál será la cuota de trabajo al 100 % y la tarifa de un operador que hace el corte de un divisor de gabinete para que tenga un incentivo y alcance el 100 % de eficiencia ?

Se hace un desglose de la operación en elementos y de la tabla de movimientos se toman los tiempos.

1.	Toma lámina a 50 cm	0.023
2.	Da un paso	0.015
3.	Pone lámina en cizalla a 30 cm ( hasta 2 kg )	0.035
4.	Aplica presión con pié derecho	0.012
5.	Toma lámina a 50 cm y gira 180 grados	0.024
6.	Pone lámina en cizalla a 30 cm	0.035
7.	Aplica presión con pié derecho	0.012
8.	Toma lámina a 30 cm	0.021
9.	Retira lámina a 60 cm	0.027
	<b>Total</b>	<b>0.204</b>

Tiempo cronometrado	0.225	Tiempo total	0.204
Tolerancia	25%	Tolerancia	25%

Total                      0.281              T.E.                      0.253

Tiempo permitido      0.260

480

Cuota por 8 horas =  $\frac{480}{0.260} = 1,846$  piezas

0.260

Para calcular la tarifa por pieza, tenemos que el sueldo mínimo para el operador es de \$ 7,765.00.

Se propone un incentivo del 15% por encima del salario mínimo

$$1.15 \times 7,765 = 8,930$$

Con este nuevo salario, la tarifa por pieza será:

8,930

Tarifa por pieza =  $\frac{8,930}{1,846} = 4.84$

1,846

Por lo que la tarifa por pieza será de \$ 4.84.

## CONCLUSIONES

Estas tablas pueden ayudar a ahorrar tiempo, dinero y esfuerzo, ya que pueden utilizarse para hacer modelos o simulacros de operaciones, Lay-out, balanceo de líneas, etc.

Hay que tener en cuenta que los tiempos no incluyen la tolerancia para sacar cuotas de trabajo.

Las tolerancias pueden obtenerse de tablas.

Debe de tomarse en consideración el tipo de máquina y el material que se utilice en la producción.

•  
La utilización de estas tablas es muy fácil pero de acuerdo a la experiencia que se tenga, su manejo se facilitará aún más.

## BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO.  
Oficina Internacional del Trabajo  
Ginebra 1931.

INGENIERIA INDUSTRIAL.  
Benjamin W. Niebel.  
Edit. Representaciones y Servicios, S.A.  
México 1980.

APUNTES DE ESTUDIO DEL TRABAJO.  
Ing. Carlos Molina Palomares.  
Ing. Carlos Sánchez Mejía.  
Ing. Silvana Hernández García.  
Facultad de Ingeniería  
México 1983.

TESIS : PROYECTO DE UNA FABRICA DE MOBILIARIO PARA EL  
EJERCITO Y FUERZA APEA MEXICANOS.  
Cap. 1ro. de Art. Alejandro Fuentes Rosales.  
México 1985.

PROBABILIDAD Y ESTADISTICA PARA INGENIEROS.  
Irwin Miller & John E. Freund.  
Edit. Reverté Mexicana.  
México 1980.

ENCICLOPEDIA DE LA TECNICA Y DE LA MECANICA.  
Barcelona. Nauta 1971

ENCICLOPEDIA, HISTORIA DE LA TECNOLOGIA.  
Universidad de Oxford

ENCICLOPEDIA DARSA.

ENCICLOPEDIA DE LOS INVENTOS.  
Bueno. Maria del Pilar.

ENCICLOPEDIA BIOGRAFICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA.

ESTADISTICAS.- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO,